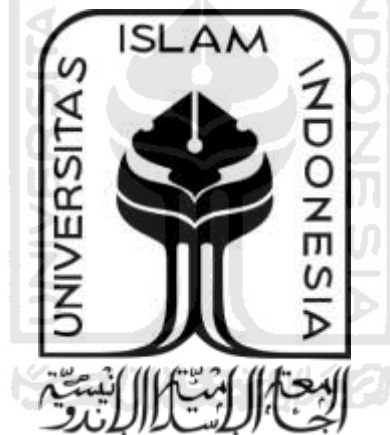


**PRA-RANCANGAN PABRIK DIETIL ETER (DEE)  
DARI ETANOL MENGGUNAKAN KATALIS  
ALUMINA DENGAN PROSES DEHIDRASI  
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

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



Oleh :

**Nama : Irfansyah**

**NIM : 16521115**

**Nama : Fakhri Fachreza**

**NIM : 16521187**

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

2020

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

## PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

**Nama : Irfansyah**

**Nama : Fakhri Fachreza**

**NIM : 16521115**

**NIM : 16521187**

Yogyakarta, 01 November 2020

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

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



**Irfansyah**

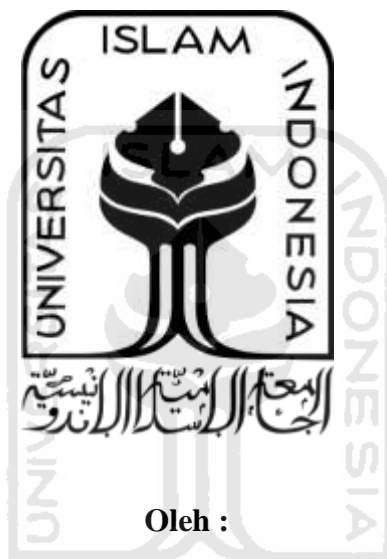


**Fakhri Fachrza**

# **LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA-RANCANGAN PABRIK DIETIL ETER (DEE) DARI ETANOL  
MENGUNAKAN KATALIS ALUMINA DENGAN PROSES DEHIDRASI  
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh :

Nama : Irfansyah

NIM : 16521115

Nama : Fakhri Fachreza

NIM : 16521187

**Yogyakarta, 01 November 2020**

**Pembimbing I**

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

**Pembimbing II**

**Dr. Diana, S.T., M.Sc.**

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRA-RANCANGAN PABRIK DIETIL ETER (DEE) DARI ETANOL MENGUNAKAN KATALIS ALUMINA DENGAN PROSES DEHIDRASI KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

### PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Irfansyah

Nama : Fakhri Fachreza

NIM : 16521115

NIM : 16521187

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Bidang Studi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 16 November 2020

Tim Penguji

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

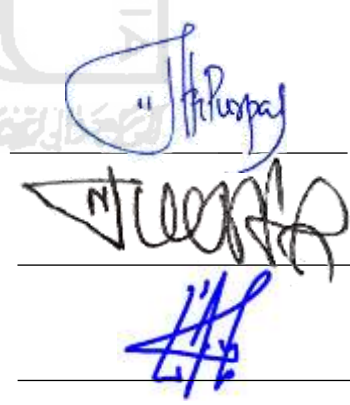
Ketua

Zainus Salimin, Prof., Ir., M.Si.

Anggota I

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

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri



Dr. Suharno Rusdi



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan tugas akhir ini yang berjudul **“Pra-Rancangan Pabrik Dietil eter (DEE) dari Etanol Menggunakan Katalis Alumina Dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 10.000 Ton/Tahun”** tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang wajib ditempuh untuk menyelesaikan program Strata-I di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberi rahmat dan keberkahan serta penyemangat ketika penulis merasa lelah.
2. Bapak dan Ibu selaku Orangtua kami yang tiada hentinya mendoakan dan meridhoi kami.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. dan Ibu Dr. Diana, S.T., M.Sc. selaku pembimbing tugas akhir.
6. Seluruh civitas akademik di lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Sahabat penulis yang selalu memberikan do'a, semangat dan dukungannya sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2016 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
9. Serta semua pihak yang telah membantu kami hingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari masih banyak hal yang perlu diperbaiki dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi kami pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 01 November 2020

Penulis

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Besar rasa syukur saya kepada mereka yang selalu memberikan do'a, kasih sayang, cinta serta motivasi yang takhenti-henti hingga kini

### **Kedua Orangtua dan Kedua Kaka Saya**

Dosen Pembimbing 1 & 2 Tugas Akhir

**Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. & Ibu Dr. Diana, S.T., M.Sc.**

Sahabat sekaligus partner penelitian dan Tugas Akhir, yang banyak sekali hal yang bisa saya dapatkan dari dirinya

### **Fakhri Fachreza**

Sahabat sekaligus keluarga selama saya tinggal dijogja, tak henti memberikan *support* dan teman obrolan malam

**(Riyanda, Taufiq dan Farhan), Fadyadhea, (Kontrakan Keluarga Cemara),  
Dzikri Adzwaruddin dan Ikrom**

Sahabat se-bungsu sejak dari KKN sampai sekarang yang selalu memberikan semangat

### **Lina dan Arlin**

Wanita Periang yang tak henti memberikan semangat dan do'anya

### **Derica Natalia Katerina**

Sahabat "Anak Onta"

**Mas Vitro, Mas Dinal, Mas Dion, Mbak Nida, Mbak Ani, Fakhri Fachreza**

Teman seperjuangan yang membantu saya selama kuliah

**Lolal, Tegar, Bagus, Ikrom, Bambang dan semua angkatan 2016 yang tidak  
bisa saya sebutkan satu persatu**

Sahabat SMA yang sudah menentukan jalan masing-masing

**Devi, Dewi, Firman, Yogi, Salsa, Ina dan Fakhri**

-Tak perlu percaya kepada siapapun, cukup Tuhan dan Orangtuamu.

semua karna dirimu-

**-Irfansyah -**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk mereka yang selalu mencintai, menyayangi, mendo'akan, sekaligus menjadi motivasi terbesar dalam hidupku

**Ayah, Ibu, dan Adikku.**

Dosen Pembimbing 1 & 2 Tugas Akhir

**Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. & Ibu Dr. Diana, S.T., M.Sc.**

Dosen Pembimbing Penelitian, serta event Karya Tulis Ilmiah

**Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.**

Partner Penelitian, dan Tugas Akhir, sekaligus sahabatku yang selalu berusaha dengan baik, dan sudah sangat membantuku dalam banyak hal

**Irfansyah**

Partner KP, yang sudah membantuku selama menyelesaikan KP

**Andhika Yogaryansyah**

Sosok perempuan yang selalu *support*, selalu mengingatkanku dalam hal kebaikan, sekaligus partner dalam berbagai hal

**Sani Nur Zakiyah**

Sahabat pramuka SMA Martia Bhakti, yang selalu supportku sedari SMA

**Anwar, Ucup, Budi, Dedeh, Asar, Sarah, Beye**

Sahabat "Anak Onta"

**Mas Vitro, Mas Dinal, Mas Dion, Mbak Nida, Mbak Ani, Irfansyah**

Sahabatku sedari bangku kuliah, sekaligus teman main, teman belajar

**Anak kontrakan (Ikrom, Deni, Havid, Angga, Asfan), Putra, Dzikri, Irfansyah, Bagus, Malik**

*Rempong Family*, teman tidur selama 1 bulan, teman seperjuangan selama KKN, dan keluarga di lokasi KKN, Desa Pagergunung

**Mas Songot, Mamad, Oman, Dhiya, Nanad, Dila, Pak Wahono, Pak Purwandi, Bu Siti, Mak Asih, Bu Kartia, dan rekan-rekan lain serta adik-adikku di Desa**

Sahabarku "KB"

**Ayu, Fika, Babang, Irvan, Anwar**

Sahabat-sahabatku lainnya di kampus LABMA UII, IATMI SM UII, SRC FTI UII, Aslab Kimdas, *Exchange Boys & Girls* "Sukses selalu kawan buat kita semua"

**- Fakhri Fachreza -**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2. Kapasitas Perancangan .....	2
1.2.1. Kebutuhan Dietil eter di Indonesia .....	2
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku .....	3
1.2.4. Kapasitas Pabrik Dietil eter .....	5
1.3. Tinjauan Pustaka .....	6

1.3.1. Etanol .....	6
1.3.2. Dietil eter .....	7
1.3.3. Alumina .....	8
1.4. Proses Produksi Dietil eter .....	8
1.4.1. Konsep Proses.....	9
1.4.2. Kondisi Operasi .....	9
<b>BAB II .....</b>	<b>11</b>
<b>PERANCANGAN PRODUK.....</b>	<b>11</b>
2.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	11
2.2. Spesifikasi Produk.....	12
2.3. Spesifikasi Katalis .....	14
2.4. Pengendalian kualitas .....	15
<b>BAB III.....</b>	<b>18</b>
<b>PERANCANGAN PROSES .....</b>	<b>18</b>
3.1. Uraian Proses.....	18
3.1.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku .....	18
3.1.2. Tahap Persiapan Bahan Baku .....	18
3.1.3. Tahap Pembentukan Produk .....	18
3.1.4. Tahap Pemisahan Produk.....	19

3.1.5. Tahap Pemurnian Produk.....	19
3.2. Spesifikasi Alat Utama .....	20
3.2.1. Spesifikasi Reaktor (R-101).....	20
3.2.2. Spesifikasi Separator Drum (V-101) .....	21
3.2.3. Spesifikasi Menara Distilasi (T-101).....	22
3.3. Spesifikasi Alat Pendukung.....	23
3.3.1. Spesifikasi Vaporizer (E-101) .....	23
3.3.2. Spesifikasi Condenser 1 ( CD-101) .....	24
3.3.3. Spesifikasi Condensor 2 (CD-102).....	25
3.3.4. Spesifikasi Reboiler (RB-101).....	26
3.3.5. Spesifikasi Akumulator (ACC-101) .....	27
3.3.6. Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	28
3.3.7. Spesifikasi Heat Exchanger .....	29
3.3.8. Spesifikasi Expansion Valve .....	30
3.3.9. Spesifikasi Blower & Compressor.....	31
3.3.10. Spesifikasi Pompa.....	32
<b>BAB IV .....</b>	<b>33</b>
<b>PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>33</b>
4.1. Lokasi pabrik.....	33

4.2. Tata Letak Pabrik .....	42
4.3. Tata Letak Mesin/Alat ( <i>Machines</i> ).....	47
4.4. Tata Letak Alat Proses.....	49
4.5. Aliran Proses dan Material .....	53
4.5.1. Neraca Massa Alat .....	53
4.5.2. Neraca Energi Alat.....	55
4.4.3. Diagram Alir Kualitatif.....	61
4.4.4. Diagram Alir Kuantitatif.....	62
4.5. Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	63
4.6. Pelayananana Teknik (Utilitas) .....	64
4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	66
4.6.2. Unit Pengolahan Air .....	72
4.6.3. Kebutuhan Air.....	75
4.6.4. Unit Penyedia Dowtherm A.....	77
4.6.5. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System) .....	78
4.6.6. Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System).....	79
4.6.7. Unit Penyedia Udara Tekan .....	82
4.6.8. Unit Penyedia Bahan Bakar .....	83
4.6.9. Unit Pengolahan Limbah .....	83



4.7. Spesifikasi Alat – Alat Utilitas .....	85
4.8. Organisasi Perusahaan.....	97
4.8.1. Bentuk Organisasi Perusahaan.....	97
4.8.2. Manajemen Perusahaan .....	98
4.8.3. Bentuk Hukum Badan Usaha.....	99
4.8.4. Uraian Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab .....	104
4.8.5. Struktur Tenaga Kerja.....	107
4.8.6. Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan .....	109
4.8.7. Keselamatan Kerja.....	119
4.9. Evaluasi Ekonomi.....	119
4.9.1. Penaksiran Harga Alat .....	121
4.9.2. Dasar Perhitungan.....	122
4.9.3. Analisa Kelayakan .....	124
4.9.4. Hasil Perhitungan.....	128
4.9.5. Hasil Analisa Kelayakan.....	134
4.9.6. Analisa Resiko Pabrik.....	138
<b>BAB V.....</b>	<b>140</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>140</b>
5.1. Kesimpulan.....	140

5.2. Saran .....	142
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>143</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>	<b>147</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>182</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Produsen Etanol di Indonesia .....	4
<b>Tabel 1.2.</b> Produsen Dietil eter di Dunia .....	5
<b>Tabel 1.3.</b> Sifat Fisika Dietil eter.....	7
<b>Tabel 1.4.</b> Perbandingan Proses Dietil eter .....	8
<b>Tabel 3.1.</b> Spesifikasi Reaktor.....	20
<b>Tabel 3.2.</b> Spesifikasi Separator Drum.....	21
<b>Tabel 3.3.</b> Spesifikasi Menara Distilasi.....	22
<b>Tabel 3.4.</b> Spesifikasi Vaporizer .....	23
<b>Tabel 3.5.</b> Spesifikasi Condensor 1 .....	24
<b>Tabel 3.6.</b> Spesifikasi Condensor 2 .....	25
<b>Tabel 3.7.</b> Spesifikasi Reboiler.....	26
<b>Tabel 3.8.</b> Spesifikasi Akumulator .....	27
<b>Tabel 3.9.</b> Spesifikasi Tangki penyimpanan .....	28
<b>Tabel 3.10.</b> Spesifikasi Heat Exchanger.....	29
<b>Tabel 3.11.</b> Spesifikasi expansion valve .....	30
<b>Tabel 3. 12.</b> Spesifikasi Blower & Compressor .....	31
<b>Tabel 3.13.</b> Spesifikasi Pompa .....	32

<b>Tabel 4.1.</b> Rician Luas Tanah.....	46
<b>Tabel 4.2.</b> Neraca Massa Vaporizer (E-101) .....	53
<b>Tabel 4.3.</b> Neraca Massa Reaktor (R-101) .....	53
<b>Tabel 4.4.</b> Neraca Massa Condensor Parsial (CD-101).....	54
<b>Tabel 4.5.</b> Neraca Massa Separator Drum (V-101).....	54
<b>Tabel 4.6.</b> Neraca Massa Menara Distilasi (T-101) .....	55
<b>Tabel 4.7.</b> Neraca Energi Vaporizer (E-101).....	55
<b>Tabel 4.8.</b> Neraca Energi Reaktor (R-101).....	56
<b>Tabel 4.9.</b> Neraca Energi Condensor Parsial (CD-101) .....	56
<b>Tabel 4.10.</b> Neraca Energi Separator Drum (V-101) .....	57
<b>Tabel 4.11.</b> Neraca Energi Menara Distilasi (T-101) .....	57
<b>Tabel 4.12.</b> Neraca Energi Heater 1 (E-102).....	58
<b>Tabel 4.13.</b> Neraca Energi Heater 2 (E-104).....	58
<b>Tabel 4.14.</b> Neraca Energi Cooler 1 (E-103).....	59
<b>Tabel 4.15.</b> Neraca Energi Cooler 2 (E-105).....	59
<b>Tabel 4.16.</b> Neraca Energi Cooler 3 (E-106).....	60
<b>Tabel 4.17.</b> Spesifikasi Air Umpan Boiler .....	69
<b>Tabel 4.18.</b> Kebutuhan Air Pembangkit Steam .....	76
<b>Tabel 4.19.</b> Kebutuhan Air Pendingin .....	76
<b>Tabel 4.20.</b> Kebutuhan Listrik Alat Utilitas .....	80
<b>Tabel 4.21.</b> Kebutuhan Listrik Peralatan Proses .....	81
<b>Tabel 4.22.</b> Spesifikasi Pompa Utilitas .....	94
<b>Tabel 4.23.</b> Shift Kerja Karyawan .....	109

<b>Tabel 4.24.</b> Tingkat Pendidikan Karyawan .....	110
<b>Tabel 4.25.</b> Gaji Karyawan.....	114
<b>Tabel 4.26.</b> Physical Plant Cost.....	129
<b>Tabel 4.27.</b> Direct Plant Cost .....	129
<b>Tabel 4.28.</b> Fixed Capital Invesment.....	130
<b>Tabel 4.29.</b> Direct Manufacturing Cost.....	130
<b>Tabel 4.30.</b> Indirect Manufacturing Cost .....	131
<b>Tabel 4.31.</b> Fixed Manufacturing Cost.....	131
<b>Tabel 4.32.</b> Manufacturing Cost.....	131
<b>Tabel 4.33.</b> Working Capital .....	132
<b>Tabel 4.34.</b> General Expense.....	132
<b>Tabel 4.35.</b> Total Production Cost.....	132
<b>Tabel 4.36.</b> Fixed Cost .....	133
<b>Tabel 4.37.</b> <i>Variable Cost</i> .....	133
<b>Tabel 4.38.</b> Regulated Cost .....	134
<b>Tabel 4.39.</b> Analisis Kelayakan.....	136

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Data Impor Dietil eter di Indonesia .....	2
<b>Gambar 1.2.</b> Prediksi Impor Dietil Eter di Indonesia pada Tahun 2025 dengan Menggunakan %Pertumbuhan .....	3
<b>Gambar 4.1.</b> Lokasi Pendirian Pabrik Dietil eter.....	39
<b>Gambar 4.2.</b> Tata Letak Pabrik.....	47
<b>Gambar 4.3.</b> Tata Letak Alat Proses Pabrik .....	52
<b>Gambar 4.4.</b> Diagram Alir Kualitatif.....	61
<b>Gambar 4.5.</b> Diagram Alir Kuantitatif.....	62
<b>Gambar 4.6.</b> Diagram Alir Pengolahan Air.....	96
<b>Gambar 4.7.</b> Struktur Organisasi Perusahaan.....	103
<b>Gambar 4.8.</b> Indeks Harga Alat .....	121
<b>Gambar 4.9.</b> Grafik Break Even Point.....	137

## ABSTRAK

Peningkatan dalam sektor industri setiap tahun mengalami kenaikan khususnya perindustrian dalam negeri. Pemerintah terus mendorong tumbuhnya industri kimia di dalam negeri agar menjadi sektor penggerak perekonomian nasional. Salah satu industri kimia yang dibutuhkan dalam berbagai bidang yaitu dietil eter. Dietil eter merupakan salah satu produk kimia yang banyak digunakan dan dibutuhkan untuk pelarut, minyak parfum, resin dan karet, cairan anestesi untuk keperluan farmasi, dan bahan tambahan pada bahan bakar. Dari banyaknya kegunaan tersebut, Dietil eter dapat memberikan prospek yang bagus, mengingat kebutuhan dietil eter di Indonesia terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengambil langkah untuk menambah nilai ekspor dan mengurangi nilai impor, serta dapat membantu pemerintah dalam menjadikan industri kimia sebagai salah satu penggerak perekonomian nasional, maka dirancang Pabrik dietil eter ( $C_4H_{10}O$ ) dari etanol ( $C_2H_5OH$ ) menggunakan katalis alumina ( $Al_2O_3$ ) dengan proses dehidrasi kapasitas 10.000 ton/tahun. Rencana pembangunan Pabrik dietil eter berada di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan bahan baku etanol ( $C_2H_5OH$ ) sebanyak 14.404 ton/tahun yang berasal dari PT. Molindo Raya Industrial. Pabrik dietil eter beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam dalam sehari dengan jumlah 136 karyawan. Proses produksi dilakukan dengan menggunakan proses dehidrasi etanol ( $C_2H_5OH$ ) dengan katalis alumina ( $Al_2O_3$ ) yang berlangsung pada Reaktor *Fixed Bed Multitube* pada kondisi operasi 250 °C dan tekanan 1 atm. Dengan kondisi operasi tersebut nilai konversi yang didapatkan sebesar 84,6%. Dalam menunjang proses produksinya, diperlukan air untuk proses utilitas sebanyak 33.733 kg/jam dan 331 kW listrik yang disediakan oleh PLN, serta generator sebagai cadangan. Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi keuntungan pabrik setelah pajak Rp. 301.233.852.060 dengan setiap tahunnya total penjualan Rp. 1.477.527.981.072. Analisa kelayakan dilihat dari nilai *Return On Investment* (ROI) setelah pajak 58%, *Pay Out Time* (POT) setelah pajak 2 tahun, *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) 7,44%, *Break Event Point* (BEP) 51,29%, dan *Shut Down Point* (SDP) 38,70%. Dari parameter kelayakan di atas, dapat disimpulkan bahwa Pabrik dietil eter ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Alumina, Dietil eter, Etanol, Industri Kimia, Proses Dehidrasi

## ABSTRACT

The increase in the industrial sector has increased every year, especially domestic industry. The government continues to encourage the growth of the domestic chemical industry in order to become a driving force for the national economy. One of the chemical industries needed in various fields is diethyl ether. Diethyl ether is a chemical product that is widely used and needed for solvents, for waxes, perfume oils, resins and rubbers, anesthetic liquid for pharmaceutical purposes, and as an additive to fuel. Of the many uses, diethyl ether can provide good prospects, considering that the need for diethyl ether in Indonesia continues to increase for meeting domestic needs and take steps to increase export value and reduce import value, and to assist the government in making the chemical industry as one of the drivers of the national economy, diethyl ether ( $C_4H_{10}O$ ) from ethanol ( $C_2H_5OH$ ) using alumina ( $Al_2O_3$ ) with dehydration process with capacity of 10.000 tons / year. The plan to build a diethyl ether factory is located in Gresik Regency, East Java with 14.404 tons/year of ethanol ( $C_4H_{10}O$ ) raw material from PT. Molindo Raya Industrial. Diethyl ether plan operates for 330 days in 1 year and 24 hours a day with a total of 136 employees. The production process is carried out using ethanol ( $C_4H_{10}O$ ) dehydration process with alumina ( $Al_2O_3$ ) which took place at Fixed Bed Multitube Reactor under operating conditions of 250 °C and a pressure of 1 atm. Under these operating conditions, the conversion value obtained was 84,6%. In supporting the production process, as much as 33.733 kg/hour of water for utility processes is needed and 331 kW of electricity provided by PLN, as well as generators for backup. A parameter of the feasibility of establishing a plan using an economic analysis of plan profits after tax of Rp. 301,233,852,060 with each year total sales of Rp. 1,477,527,981,072. The feasibility analysis is seen from the value of Return On Investment (ROI) after tax of 58%, Pay Out Time (POT) after 2 years of tax, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) 7,44%, Break Event Point (BEP) 51,29%, and Shut Down Point (SDP) 38,70%. From the above eligibility parameters, it can be concluded that this diethyl ether Factory is feasible to be established.

*Keywords : Alumina, Chemical Industry, Dehydration Process, Diethyl Ether, Ethanol*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

#### **1.1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Dietil eter merupakan salah satu produk kimia yang banyak digunakan dan dibutuhkan untuk resin, solven untuk keperluan industri, cairan anestesi untuk keperluan farmasi, dan bahan tambahan pada bahan bakar. Akan tetapi, hingga saat ini di Indonesia belum terdapat pabrik dietil eter, dan berdasarkan data badan pusat statistik kebutuhan dietil eter bergantung pada impor dari luar negeri. Sehingga perlu adanya pembangunan pabrik dietil eter di Indonesia, untuk meminimalisir impor dari luar negeri.

Produksi dietil eter dapat dihasilkan melalui proses dehidrasi etanol dengan bantuan katalis homogen maupun heterogen, di Indonesia pabrik yang menghasilkan etanol sangat banyak, sehingga dapat digunakan untuk memproduksi dietil eter. Dengan adanya potensi bahan baku untuk memproduksi dietil eter, maka sangat berpotensi untuk mendirikan pabrik dietil eter di Indonesia. Dengan adanya pabrik dietil eter diharapkan mampu :

1. Mengisi kekosongan pasar dalam negeri, sehingga dapat meminimalisir impor dietil eter.
2. Membantu program pemerintahan dalam menjadikan industri kimia sebagai salah satu penggerak perekonomian nasional.

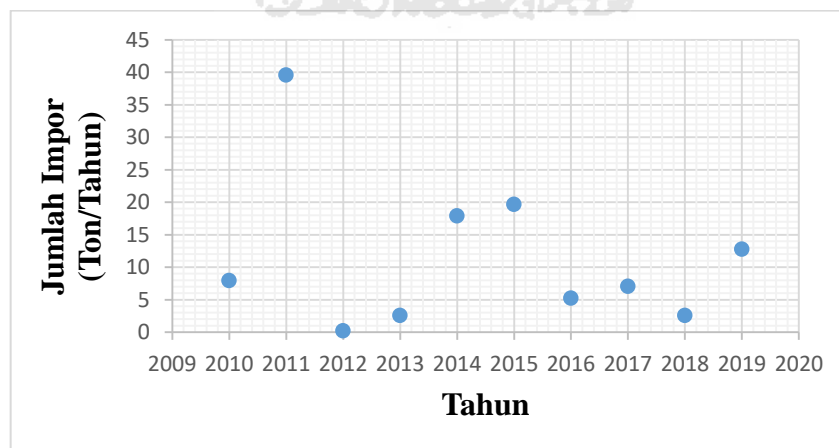
3. Menciptakan lapangan pekerjaan dan turut berupaya dalam mengurangi angka pengangguran.

## 1.2. Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, antara lain : perkembangan kebutuhan dietil eter di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik di dunia yang sudah berdiri (kapasitas ekonomis).

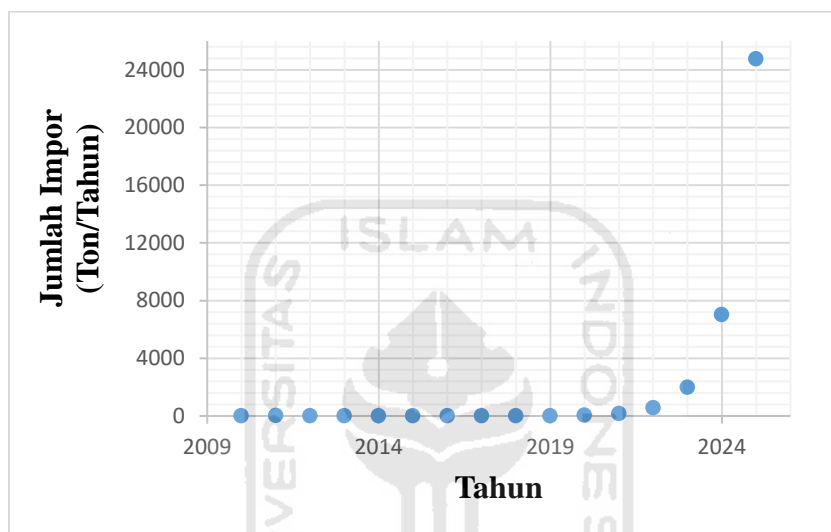
### 1.2.1. Kebutuhan Dietil eter di Indonesia

Banyaknya kegunaan dari dietil eter, membuat perusahaan menggunakan dietil eter sebagai bahan penunjang dalam proses produksinya, kebutuhan dietil eter di Indonesia terus meningkat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), data impor dietil eter dari tahun 2010 sampai 2019 ditunjukkan dalam Gambar 1.1. Berdasarkan Gambar 1.1. impor dietil eter mengalami kenaikan dan penurunan (*fluktuatif*) setiap tahunnya.



**Gambar 1.1.** Data Impor Dietil eter di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.1. kebutuhan dietil eter mengalami kenaikan dan penurunan (*fluktuatif*) setiap tahunnya, apabila kapasitas perancangan diprediksi menggunakan persentase pertumbuhan setiap tahunnya di dapatkan persentase pertumbuhan sebesar 2,53%, dapat dilihat pada Gambar 1.2. prediksi kebutuhan dietil eter pada tahun 2025 yaitu sebesar 24.759 ton/tahun.



**Gambar 1.2.** Prediksi Impor Dietil Eter di Indonesia pada Tahun 2025 dengan Menggunakan %Pertumbuhan

### 1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan dietil eter ini adalah etanol, Pada Tabel 1.1 merupakan pabrik yang memproduksi etanol di Indonesia.

**Tabel 1.1.** Produsen Etanol di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Produksi (kL/Tahun)
1	PT. Aneka Kimia Nusantara	5.000
2	PT. Basis Indah	16.000
3	PT. Bukit Manikam Subur Persada	51.200
4	PT. Indo Acidatama Chemical	50.000
5	PT. Madu Baru	6.700
6	PT. Molindo Raya Industrial	80.000
7	PT. Perkebunan Nusantara XI	6.000
8	PT. Indo Lampung Distilley	6.000
9	PT. Sampurna	16.800
10	PT. RNI dan Choi Biofuel Co	11.200
11	Kinematsu Corporation	30.000
<b>TOTAL</b>		<b>262.900 kL/tahun</b>
		<b>209.005 Ton/tahun</b>

(Sumber : Wibowo, Andi. 2014, dalam Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi)

Pada pabrik dietil eter akan menggunakan etanol yang dihasilkan oleh PT. Molindo Raya Industrial dengan kapasitas 80.000 kL/tahun, sedangkan untuk kebutuhan katalis alumina diperoleh dari Sasol dengan kapasitas 5.000 ton tahun.

### 1.2.3. Kapasitas Pabrik Dietil eter Dunia

Berikut ini merupakan pabrik dietil eter yang telah beroperasi di dunia dengan kapasitas pertahunnya.

**Tabel 1.2.** Produsen Dietil eter di Dunia

No.	Produsen	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Sasol	Jerman	5.000
2	SODES	Perancis	10.000
3	Sigma Solvent & Pharmateucal	India	900
4	Equistar Chemicals	Amerika Serikat	14.500
5	TKM Pharma	India	2.000
6	Shijiazhuang Huangziu Chemical	China	6.000
Rata - rata kapasitas ekonomis pabrik DEE			6.400

( Sumber : Wibowo, Andi. 2014)

### 1.2.4. Kapasitas Pabrik Dietil eter

Penentuan kapasitas pabrik dietil eter dilakukan dengan *supply and demand*. Akan tetapi, dikarenakan data yang tidak dapat memenuhi. Sehingga, rencana pembangunan pabrik dietil eter di Indonesia pada tahun 2025 ini, data yang digunakan hanya impor dan konsumsi yang berasal 58% substitusi impor, sedangkan untuk ekspor dan produksi yaitu tidak ada atau diasumsikan nol. Berikut perhitungan kapasitas pabrik dietil eter :

$$\begin{aligned}\text{Peluang Kapasitas} &= \text{Demand} - \text{Supply} \\ &= (\text{ekspor} + \text{konsumsi}) - (\text{impor} + \text{produksi}) \\ &= (0 + (58\% \times 24.759)) - (24.759 + 0) \\ &= 14.759 - 24.759 \\ &= -10.000\end{aligned}$$

Perhitungan diatas menentukan kapasitas pabrik dietil eter yang akan didirikan sebesar 10.000 ton/tahun pada tahun 2025, berdasarkan pertimbangan :

1. Karena kapasitas tersebut peluang kapasitas ekonomis pabrik dietil eter untuk didirikan di Indonesia.
2. Ketersediaan bahan baku di dalam negeri sangat mencukupi.
3. Dengan kapasitas tersebut, kebutuhan dietil eter dalam negeri dapat terpenuhi. Serta memiliki peluang juga untuk memenuhi kebutuhan dietil eter di luar negeri. Sehingga diharapkan dapat membantu pemerintah dalam menjadikan industri kimia sebagai salah satu penggerak perekonomian nasional.

### **1.3. Tinjauan Pustaka**

#### **1.3.1. Etanol**

Etanol atau dengan nama lain etil alkohol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) adalah zat kimia yang termasuk dalam golongan alkohol. Zat kimia sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tidak berwarna, dan merupakan alkohol yang sering digunakan sebagai pelarut untuk berbagai senyawa. Etanol salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif potensial karena pembakaran etanol lebih ramah lingkungan dari bahan bakar diesel. Akan tetapi, etanol memiliki angka setan yang rendah, sehingga diperlukan campuran lain untuk menjadikannya bahan bakar (Patent, US 2014/0275636).

### 1.3.2. Dietil eter

Dietil eter yang dikenal juga dengan etoksi etana dan eter, merupakan cairan yang sangat mudah menguap, tidak larut dalam air, tidak berwarna, mudah terbakar dengan titik didih rendah serta berbau khas. Dietil eter kelompok campuran kimiawi yang pada umumnya dikenal sebagai eter ini sebuah isomer butanol dengan formula  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ . Dietil eter merupakan salah satu dari eter komersial yang paling penting diantara eter yang lainnya. Dapat dilihat pada Tabel 1.3. merupakan sifat fisika dari dietil eter.

**Tabel 1.3.** Sifat Fisika Dietil eter

Sifat Fisika	Keterangan
Rumus molekul	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
Berat molekul (gr/mol)	74,12
Bentuk	Cair
Warna	Jernih/Tak berwarna
Titik lebur pada 1 atm ( $^{\circ}\text{C}$ )	-116.3
Titik didih pada 1 atm ( $^{\circ}\text{C}$ )	34.6
Densitas pada 25 $^{\circ}\text{C}$ (gr/ $\text{Cm}^3$ )	0.7134
Suhu Kritis ( $^{\circ}\text{C}$ )	173.7
Tekanan Kritis (atm)	26.38

Sumber : (Yaws, 1999) dan (Ulmann, 1987)

Dietil eter biasanya digunakan sebagai bahan pelarut, diantaranya untuk sebagian kecil dipakai dalam industri butadiene (Widayat dan Satriadi, H. 2008). Dalam kedokteran dietil eter dimanfaatkan sebagai bahan anestesi (Ulmann, 1987).

### 1.3.3. Alumina

Alumina oksida atau alumina merupakan senyawa yang termasuk dalam kelompok material aplikasi dan diketahui sebagai isolator listrik yang baik, untuk itu banya digunakan secara luas sebagai bahan isolator pada suhu tinggi, sebab memiliki kemampuan kapasitas panas yang besar (Reza dan Novenia, 2017 dalam Xu, *et al.*,1994). Alumina sering juga di dimanfaatkan sebagai adsorben dan katalis dikarenakan memiliki luas permukaan yang besar ( $150\text{-}300\text{ m}^2/\text{g}$ ), volume pori yang besar ( $0,5 - 1\text{ sm}^3/\text{g}$ ), ukuran pori yang besar ( $0,15 - 1\text{ cm}^2/\text{g}$ ) dan relatif stabil pada rentang suhu katalis.

### 1.4. Proses Produksi Dietil eter

Proses pembuatan dietil eter dapat dihasilkan melalui proses dehidrasi etanol, berikut ini proses dehidrasi etanol untuk menghasilkan dietil eter ditunjukkan dalam Tabel 1.4.

**Tabel 1.4.** Perbandingan Proses Dietil eter

Perbandingan	Dehidrasi Etanol	Dehidrasi Etanol
Bahan Baku	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Fase	Gas	Cair
Suhu	$250\text{ }^\circ\text{C}$	$\leq 125\text{ }^\circ\text{C}$
Tekanan	1 atm	1 atm
Katalis	Alumina	Asam Sulfat
Harga katalis	\$50	\$188
Jenis reaktor	<i>Fixed bed</i>	RATB
Yield	$\geq 95\%$	95 %



Berdasarkan Tabel 1.4., maka proses pembuatan dietil eter yang dipilih yaitu dehidrasi etanol menggunakan katalis alumina dengan pertimbangan katalis alumina tidak mengakibatkan korosif dibandingkan dengan katalis asam sulfat, harga katalis alumina lebih ekonomis, dan yield yang dihasilkan katalis alumina  $\geq 95\%$ .

#### 1.4.1. Konsep Proses

Pembuatan dietil eter dari etanol dengan proses dehidrasi berlangsung di dalam *fixed bed multitube*, mekanisme reaksi pembentukan dietil eter yaitu terdiri dari reaksi utama dan reaksi samping dengan rincian sebagai berikut :



Reaksi ini berlangsung dalam fase gas dengan bantuan katalis padat serta merupakan reaksi eksotermis sehingga membutuhkan pendingin.

#### 1.4.2. Kondisi Operasi

##### - Temperatur

Pemilihan temperatur operasi dilakukan dengan mempertimbangkan fase reaksi serta tinjauan pada literatur (Garbarina, *et al*, 2018). Pemilihan temperatur operasi harus berada 250 °C. Hal tersebut dikarenakan pada temperatur 250 °C dengan bantuan katalis alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) akan mendapatkan konversi sebesar 85%.

##### - Tekanan

Tekanan operasi yang direkomendasikan yaitu 1 atm dengan konversi reaksi 85 % (Garbarina, *et al*, 2018).

### **- Pemakaian Katalis**

Pada reaksi dehidrasi gas-padat, katalis tidak berubah diakhir reaksi, namun katalis tetap ikut aktif di dalam reaksi. Katalis yang digunakan pada proses pembuatan dietil eter yaitu ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang berbentuk padat. katalis ini ditempatkan di dalam *fixed bed multitube reactor*.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1. Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2.1. Spesifikasi Etanol

Bahan Baku	
Sifat Bahan	Etanol
Rumus molekul	$C_2H_5OH$
Berat molekul	46,07 g/mol
Kemurnian	95%
Impuritas	5% $H_2O$
Titik didih	78,2 °C
Titik lebur	-114,1 °C
Titik nyala	13 °C
Tekanan uap	40 mmHg (66 °F)
Densitas	0,7893 g/ml
Bentuk	Cair (30 °C, 1 atm)
Viskositas	1,2 cP (20 °C)
Kelarutan	Larut dalam air
Sifat Bahan	Mudah terbakar, <i>volatile</i>
<i>Hazard</i>	Mudah terbakar, mudah menguap, dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, menyebabkan gangguan pernapasan apabila terhirup. (Sumber : MSDS)

Sumber : PubChem

## 2.2. Spesifikasi Produk

**Tabel 2.2.** Spesifikasi Dietil eter

Produk Utama	
Sifat Bahan	Dietil eter
Rumus molekul	$C_4H_{10}O$
Berat molekul	74,12 g/mol
Kemurnian	96,21%
Impuritas	3,79% $C_2H_4$
Titik didih	34,6 °C
Titik lebur	-116 °C
Titik nyala	-44 °C
Tekanan uap	440 mmHg (20 °C)
Densitas	0,7134 g/ml
Bentuk	Cair (30 °C, 1 atm)
Viskositas	0,2448 cP (20 °C)
Kelarutan	6,9 g/100 ml air (20 °C)
Sifat Bahan	Tidak berwarna, berbau khas, mudah terbakar
Hazard	Mudah terbakar, mudah menguap, dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, menyebabkan gangguan pernapasan apabila terhirup. (Sumber : MSDS)

Sumber : PubChem

**Tabel 2 3.** Spesifikasi Etilen

Produk Samping	
Sifat Bahan	Etilen
Rumus molekul	$C_2H_4$
Berat molekul	28,05 g/mol
Titik didih	-103,8 °C
Titik lebur	-169,18 °C
Titik nyala	-100 °C
Tekanan uap	0,0000521 mmHg
Densitas	0,96 g/ml
Bentuk	Gas tak berwarna
Viskositas	0,01 cP (20 °C)
Kelarutan	0,131 mg/ml air (25 °C)
Sifat Bahan	Tidak berwarna, berbau khas, mudah terbakar Mudah terbakar, mudah menguap, dapat
Hazard	menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, (Sumber : MSDS)

Sumber : PubChem

### 2.3. Spesifikasi Katalis

**Tabel 2.4.** Spesifikasi Alumina

Katalis	
Sifat Bahan	Etilen
Rumus molekul	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Berat molekul	101,96 g/mol
Titik didih	3.000 °C
Titik lebur	2.054 °C
Titik nyala	100 °C
Tekanan uap	0 mmHg
Densitas	3,97 g/ml
Bentuk	Padatan ( <i>crushed silica</i> )
Diameter	10 mm
Porositas	0,06
Luas permukaan (A)	150 m <sup>2</sup> /g
Kelarutan	Tidak larut
Sifat Bahan	Berwarna putih, tidak berbau
Hazard	Dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, (Sumber : MSDS)

Sumber : PubChem

## **2.4. Pengendalian kualitas**

Dalam menjaga kualitas produk yang diinginkan perlunya pengawasan dan pengendalian produk yang dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk yang memiliki kualitas yang dapat dipasarkan. Adapun tujuan dilakukannya pemeriksaan produk guna menjaga stabilitas produk serta mengetahui proses produksi dapat berjalan dengan normal atau tidak. Apabila terjadi masalah dapat segera dilakukan pengendalian agar masalahnya tidak menjadi lebih besar sehingga dapat mengakibatkan penurunan kualitas produk. Adapun pengendalian yang dilakukan yaitu :

### **1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengujian etanol sebagai bahan baku dilakukan sebelum proses produksi dietil eter, agar bahan baku yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada desain produk. Pengujian yang akan dilakukan yaitu seperti densitas, kemurnian, visikositas dan lainnya.

### **2. Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk perlu dilakukan guna menjaga kualitas produk yang dihasilkan dan dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Pengawasan dilakukan dari segi mutu bahan baku, produk setengah jadi, maupun produk penunjang mutu proses. Hal ini dilakukan analisa di laboratorium ataupun menggunakan alat kontrol.

### 3. Pengendalian Proses

Pengendalian jalannya proses produksi dilakukan menggunakan alat kendali yang berpusat di *control room*, yang dilakukan dengan cara *automatic control* maupun manual dengan menggunakan indikator. Apabila dalam proses produksi terjadi penyimpangan indikator yang telah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku, produk, *level control*, *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan seperti nyala lampu, *alarm* dan sebagainya. Apabila hal tersebut terjadi, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan seperti kondisi semula. Adapun alat control yang digunakan yaitu :

#### a. *Temperature Control* (TC)

Alat kontrol yang dipasang di dalam setiap alat proses yang bertujuan untuk mengontrol suhu dalam alat proses. Karena suhu yang tidak sesuai dengan yang ditetapkan akan menimbulkan masalah pada proses. Apabila suhu belum sesuai dengan kondisi yang sudah ditetapkan maka sensor akan nyala atau berbunyi.

#### b. *Pressure Control* (PC)

Alat yang digunakan untuk mengontrol tekanan. Alat kontrol akan bekerja apabila kondisi tekanan tidak sesuai dengan yang ditetapkan dengan ditandai berupa sinyal nyala lampu atau bunyi.



c. *Flow Control* (FC)

Alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan aliran fluida dalam pipa line atau unit proses. Pengukuran kecepatan aliran dalam pipa diatur sesuai aliran output dari alat.

d. *Flow Ratio Control* (FRC)

Alat yang digunakan untuk mengatur antara kecepatan aliran rasio refluks menara distilasi dengan kecepatan aliran *fluida* menuju tangki penyimpanan produk.

e. *Level Control* (LC)

Alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian (*level*) cairan dalam suatu alat. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan menggunakan sebuah *control valve* dengan cara mengatur *rate* cairan masuk atau keluar proses.

4. Pengendalian Bahan Proses

Pengendalian bahan proses dilakukan guna mengendalikan ketersediaan bahan baku agar tidak terjadi kekurangan bahan baku, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar dan sesuai dengan kapasitas produksi yang diinginkan.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan dietil eter dari etanol dengan katalis alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) secara umum dapat dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

##### 3.1.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Produksi dietil eter dengan kapasitas 10.000 ton/tahun menggunakan bahan baku etanol yang memiliki kemurnian 95% dengan impuritis air 0,5%. etanol disimpan dalam fase cair dengan kondisi temperatur 30 °C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (TK-101).

##### 3.1.2. Tahap Persiapan Bahan Baku

Etanol dari tangki (TK-101) dipompa (P-101) untuk mengalirkan bahan baku menuju *vaporizer*, selanjutnya diuapkan menggunakan *vaporizer* (E-101) agar fase etanol berubah menjadi gas. Etanol keluaran *vaporizer* memiliki suhu 190 °C, kemudian dipanaskan menggunakan heater (E-102) untuk dinaikkan suhunya menjadi 250 °C, kemudian diumpankan menuju reaktor (R-101).

##### 3.1.3. Tahap Pembentukan Produk

Pembentukan dietil eter dari etanol terjadi di dalam reaktor *Fixed Bed Multitube*. Reaksi terjadi pada fase gas-gas dengan menggunakan katalis padat alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dengan kondisi operasi pada tekanan 1 atm dan temperatur 250 °C. Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor maka diperlukan adanya

pendingin. Gas keluaran reaktor memiliki temperatur 250 °C, kemudian digunakan kompressor (C-102) untuk mengalirkan dan menaikkan tekanan gas menjadi 4,7 atm, lalu dialirkan menuju condensor parsial (CD-101) untuk diturunkan suhunya menjadi 50 °C.

#### **3.1.4. Tahap Pemisahan Produk**

Hasil keluaran condensor parsial (CD-101) yaitu dietil eter, etilen, etanol dan air, kemudian dialirkan menuju separator drum (V-101) untuk memisahkan produk samping etilen dengan kondisi operasi tekanan 4.7 atm dan suhu 50 °C. Hasil atas separator drum yaitu berupa gas yang terdiri dari etilen dengan sedikit dietil eter, etanol dan air. Kemudian akan diumpankan ke tangki penyimpanan etilen (TK-103).

#### **3.1.5. Tahap Pemurnian Produk**

Hasil bawah dari separator drum yang berfase cair yaitu dietil eter, air dengan sedikit etilen dan etanol diumpankan ke menara distilasi (T-101) menggunakan pompa (P-102) untuk dilakukan pemurnian produk dietil eter.

Di menara distilasi terjadi pemisahan produk dietil eter untuk mendapatkan kemurnian  $\geq 96\%$  dan sedikit *impurities*. Hasil atas menara distilasi (T-101) akan melalui kondensor (CD-102) dan akumulasi (ACC-101) yang selanjutnya diturunkan tekanannya menjadi 4,5 atm dengan suhu 31 °C sebelum menuju tangki penyimpanan produk (TK-102). Kemudian hasil bawah menara distilasi (T-101) setelah melalui *reboiler* (RB-101) yaitu menghasilkan air dengan sedikit etanol menuju unit pengolahan limbah (UPL) dengan menurunkan suhu menjadi 30 °C dan tekanan 1 atm.

### 3.2. Spesifikasi Alat Utama

#### 3.2.1. Spesifikasi Reaktor (R-101)

**Tabel 3.1.** Spesifikasi Reaktor

Kode	R-101
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi dehidrasi $C_2H_5OH$ dan $H_2O$
Jenis	<i>Fixed Bed Multitube</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan	1 atm
- Temperatur umpan	250 °C
- Temperatur produk	250 °C
Dimensi tube	
- NPS	3 in
- Panjang	13,5 m
- ID	3,07 in
- OD	3,5 in
- Sch no.	40
- Tebal tube	0,19 in
- Material	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
- Jumlah tube	200 buah
Dimensi <i>shell</i>	
- ID	65 in
- OD	72 in
- Tebal <i>shell</i>	1 in
- Material	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Dimensi <i>head</i>	
- Bentuk	<i>Torispherical head</i>
- Tebal <i>head</i>	1 in
- Tinggi	0,53 m
Tinggi total reaktor	16 m
Harga alat	\$291,6

### 3.2.2. Spesifikasi Separator Drum (V-101)

**Tabel 3.2.** Spesifikasi Separator Drum

Kode	V-101
Fungsi	Memisahkan $C_2H_4$ sebagai produk samping dari produk $C_4H_{10}O$
Jenis	<i>Silinder vertical torispherical head</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan	4.7 atm
- Temperatur operasi	50 °C
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Spesifikasi	
- Diameter	0,56 m
- Tebal Shell	0,25 in
- Tebal head	0,25 in
- Tinggi head	0,17 m
- Tinggi total	2,74 m
Harga alat	\$64,3

### 3.2.3. Spesifikasi Menara Distilasi (T-101)

**Tabel 3.3.** Spesifikasi Menara Distilasi

Kode	T-101
Fungsi	Memisahkan produk $C_4H_{10}O$ sebagai hasil top, dan $C_2H_5OH$ dan $H_2O$ sebagai hasil bawah
Jenis	<i>Sieve tray</i>
Jumlah	1 buah
<b>Kondisi Operasi</b>	
- Tekanan umpan	12 atm
- Tekanan atas	12 atm
- Tekanan bawah	12 atm
- Temperatur umpan	99 °C
- Temperatur atas	124 °C
- Temperatur bawah	187°C
Bahan konstruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>
<b>Dimensi alat</b>	
- Diameter menara atas	1,4 m
- Diameter menara bawah	2,9 m
- Tinggi	19 m
- Tebal <i>shell</i>	1 in
- Tebal <i>head</i>	1,25 in
- Jumlah <i>plate</i>	18 buah
- Jarak antar <i>plate</i>	1 m
- Diameter lubang <i>plate</i>	0,005 m
- Jumlah <i>hole</i>	493 buah
- <i>Tray thickness</i>	5 m
- <i>Reflux ratio</i>	1,46
<b><i>Plate pressure drop</i></b>	
- Bagian atas	0,0048 atm
- Bagian bawah	0,0055 atm
Harga alat	\$209,4

### 3.3. Spesifikasi Alat Pendukung

Alat pendukung terdiri dari tangki penyimpanan, *vaporizer*, condenser, reboiler, akumulator, *cooler*, pompa dan kompresor.

#### 3.3.1. Spesifikasi Vaporizer (E-101)

**Tabel 3.4.** Spesifikasi Vaporizer

Kode	E-101
Fungsi	Menguapkan $C_3H_5OH$ sebelum masuk R-101
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- <i>Hot fluid</i>	250 °C
- <i>Cold fluid</i>	30 °C - 190 °C
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Spesifikasi anulus	
- Fluida	Etanol
- NPS	2,5 in
- OD	2,88 in
- ID	2,47 in
- Sch. no	40
- <i>Pressure drop</i>	0,82 psi
Spesifikasi <i>inner pipe</i>	
- Fluida	<i>Dry saturated steam</i>
- NPS	1,25 in
- OD	1,66 in
- ID	1,38 in
- Sch. no	40
- <i>Pressure drop</i>	0,21 psi
UD	233 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
<i>Dirt factor</i>	0,0021
Jumlah <i>hairpin</i>	4
<i>Required surface</i>	7,95 m <sup>2</sup>
Harga alat	\$198

### 3.3.2. Spesifikasi Condenser 1 ( CD-101)

**Tabel 3.5.** Spesifikasi Condensor 1

Kode	CD-101
Fungsi	Untuk mengembunkan komponen keluaran C-102
Jenis	<i>Shell and tube heat exchanger</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- <i>Cold fluid</i>	30 °C – 140 °C
- <i>Hot fluid</i>	359 °C - 50 °C
Bahan konstruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>
Spesifikasi <i>shell</i>	Fluida dingin
- NPS	0,75 in
- ID	19,25 in
- <i>Passes</i>	2
- <i>Baffle space</i>	14 in
- <i>Pressure drop</i>	0,0002 psi
Spesifikasi <i>tube</i>	Fluida panas
- NPS	0,75 in
- B.W.G	14
- ID	0,58 in
- Panjang	192 in
- <i>Pitch (triangular)</i>	1 in
- Jumlah <i>tube</i>	112
- <i>Pressure drop</i>	1,84 psi
<i>Dirt factor</i>	0,72
Harga alat	\$200



### 3.3.3. Spesifikasi Condensor 2 (CD-102)

**Tabel 3.6.** Spesifikasi Condensor 2

Kode	CD-102
Fungsi	Untuk Mengembunkan hasil atas T-101
Jenis	<i>Shell and tube heat exchanger</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- <i>Cold fluid</i>	30 °C – 40 °C
- <i>Hot fluid</i>	99 °C - 50 °C
Bahan konstruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>
Spesifikasi <i>shell</i>	Fluida dingin
- NPS	0,75 in
- ID	19,25 in
- <i>Passes</i>	2
- <i>Baffle space</i>	14 in
- <i>Pressure drop</i>	0,0001 psi
Spesifikasi <i>tube</i>	Fluida panas
- NPS	0,75 in
- B.W.G	14
- ID	0,58 in
- Panjang	192 in
- <i>Pitch (triangular)</i>	1 in
- Jumlah <i>tube</i>	96
- <i>Pressure drop</i>	0,84 psi
<i>Dirt factor</i>	0,21
Harga alat	\$200

### 3.3.4. Spesifikasi Reboiler (RB-101)

**Tabel 3.7.** Spesifikasi Reboiler

Kode	RB-101
Fungsi	Untuk menguapkan hasil bawah T-101
Jenis	<i>Kettle reboiler (double pipe)</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- <i>Cold fluid</i>	97 °C – 186 °C
- <i>Hot fluid</i>	250 °C - 250 °C
Bahan konstruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>
Spesifikasi <i>annulus</i>	Fluida dingin
- NPS	2 in
- OD	2,38 in
- ID	2,07 in
- Sch no.	40
- <i>Pressure drop</i>	0,06 psi
Spesifikasi <i>inner pipe</i>	Fluida panas
- NPS	1,25 in
- ID	1,66 in
- OD	1,38 in
- Sch no.	40
- <i>Pressure drop</i>	0,19 psi
UD	28 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
<i>Dirt factor</i>	0,7
Jumlah <i>hairpin</i>	2
<i>Required surface</i>	7,95 m <sup>2</sup>
Harga alat	\$13,8

### 3.3.5. Spesifikasi Akumulator (ACC-101)

**Tabel 3.8.** Spesifikasi Akumulator

Kode	ACC-101
Fungsi	Untuk menampung distilat yang keluar dari T-101
Jenis	<i>Horizontal cylinder</i>
Jumlah	1 buah
Kondisi Operasi	
- Tekanan	12 atm
- Temperatur	124 °C
Bahan konstruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>
Kapasitas	1,68 m <sup>3</sup>
Dimensi <i>shell</i>	
- Diameter	0,96 m
- Panjang	1,92 m
- Tebal shell	0,5 in
Dimensi <i>head</i>	
- Diameter	0,96 m
- Panjang	0,19 m
- Tebal <i>head</i>	0,5 in
Panjang total	2,3 m
Harga alat	\$25,5

### 3.3.6. Spesifikasi Tangki Penyimpanan

**Tabel 3.9.** Spesifikasi Tangki penyimpanan

Kode	TK-101	TK-102	TK-103
Fungsi	Menyimpan bahan baku etanol	Menyimpan produk $C_4H_{10}O$	Menyimpan gas $C_2H_4$
Jenis	Tangki silinder <i>vertical flat bottom</i> dan <i>torispherical head</i>	Tangki silinder <i>vertical flat bottom</i> dan <i>torispherical head</i>	<i>Spherical Tank</i>
Jumlah	1	1	1
Bahan	Carbon steel SA-283 Grade C		
Volume (m <sup>3</sup> )	14.323	2.547	4.288
Tekanan	1 atm	3 atm	1 atm
Suhu	30 °C	31 °C	30 °C
Diameter	37 m	21 m	6,99 m
Tinggi total	15,23 m	9,51 m	-
Course plate	8	5	-
Tebal Shell			
Course 1	0,25 in	0,19 in	
Course 2	0,25 in	0,19 in	
Course 3	0,25 in	0,19 in	
Course 4	0,19 in	0,19 in	0,22 in
Course 5	0,19 in	0,19 in	
Course 6	0,19 in		
Course 7	0,19 in		
Course 8	0,19 in		
Tinggi puncak head	0,59 m	0,36 m	-
Tebal head	0,19 in	0,19 in	-
Kapasitas tangki	677.462 Kg	206.794 Kg	-
Harga alat	\$174	\$70,3	\$64,3

### 3.3.7. Spesifikasi Heat Exchanger

**Tabel 3.10.** Spesifikasi Heat Exchanger

Kode	E-102	E-103	E-104	E-105	E-106
Fungsi	Menaikkan suhu <i>input</i> R-101	Menurunkan suhu keluaran <i>top</i> V-101	Menaikkan suhu <i>input</i> T-101	Menurunkan suhu keluaran EV-102	Menurunkan suhu keluaran EV-103
Tipe	<i>Double pipe heat exchanger</i>				
Jumlah	1	1	1	1	1
Kondisi Operasi					
- <i>Hot fluid</i>	250 °C	49 °C – 31 °C	250 °C	124 – 31 °C	189 °C – 31 °C
- <i>Cold fluid</i>	190 – 250 °C	30 °C – 40 °C	49 °C – 99 °C	30 °C – 40 °C	30 °C – 40 °C
Annulus					
- NPS	8 in	2,5 in	2,5 in	4 in	4 in
- OD	8,63 in	2,88 in	2,88 in	4,5 in	4,5 in
- ID	7,98 in	2,47 in	2,47 in	4,03 in	4,03 in
- Sch. No.	40	40	40	40	40
- <i>Pressure drop</i>	0,89 psi	8,69 psi	0,19 psi	1,67 psi	0,39 psi
<i>inner pipe</i>					
- NPS	3 in	1,5 in	1,25 in	3 in	3 in
- OD	3,5 in	1,66 in	1,66 in	3,5 in	3,5 in
- ID	3,07 in	1,38 in	1,38 in	3,07 in	3,07 in
- Sch. no.	40	40	40	40	40
- <i>Pressure drop</i>	0,0002 psi	0,002 psi	0,001 psi	0,31 psi	0,12 psi
UD	18,27 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	10,63 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	36,44 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	23,82 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	17,75 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
Dirt factor	0,0093	0,0223	0,02	0,001	0,003
Jumlah Hairpin	3	2	1	9	9
Required Surface	35,45 m <sup>2</sup>	3,17 m <sup>2</sup>	0,14 m <sup>2</sup>	65 m <sup>2</sup>	61 m <sup>2</sup>
Harga alat	\$1,3	\$15,5	\$1,3	\$12,1	\$9,2

### 3.3.8. Spesifikasi Expansion Valve

**Tabel 3.11.** Spesifikasi expansion valve

Kode	EV-101	EV-102	EV-103
Fungsi	Menurunkan tekanan keluaran <i>top</i> V-101 untuk diumpankan ke E-102	Menurunkan tekanan keluaran <i>top</i> T-101 untuk diumpankan ke E-104	Menurunkan tekanan keluaran <i>bottom</i> T-101 untuk diumpankan ke E-105
Jenis	Globe valve		
Kapasitas	1.708,61 kg/jam	1.190,34 kg/jam	518 kg/jam
Perubahan tekanan	4,7 atm – 1 atm	12 atm – 4,5 atm	12 atm – 1 atm
Dimensi			
- NPS	6 in	0,75 in	0,5 in
- OD	6,63 in	1,05 in	0,84 in
- ID	6,07 in	0,824 in	0,622 in
- Sch no.	40	40	40
Bahan konstruksi	Commercial steel		
Harga alat	\$46,6		

### 3.3.9. Spesifikasi Blower & Compressor

**Tabel 3. 12.** Spesifikasi Blower & Compressor

Kode	C-101	C-102
Fungsi	Mengalirkan gas etanol dari vaporizer (E-101) untuk diumpankan menuju Reaktor (R-101)	Mengalirkan dan menaikkan tekanan gas dari reaktor (R-101) untuk diumpankan menuju condensor parsial (CD-101)
Jenis	<i>Centrifugal multiblade backward curved</i>	
Kapasitas	1.818,69 kg/jam	1.818,69 kg/jam
Perubahan tekanan	1 atm – 1 atm	1 atm – 4.7 atm
Power Motor	4,39 HP	12 HP
Harga alat		\$14,4

### 3.3.10. Spesifikasi Pompa

**Tabel 3.13.** Spesifikasi Pompa

Kode	P-101A/B	P-102A/B
Fungsi	Mengalirkan C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH dari TK-101 menuju E-101	Mengalirkan dan menaikkan tekanan keluaran CD-101 untuk diumpankan ke E-104
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>	
Bahan Konstruksi	Commercial Steel	
Kapasitas	0,00085 m <sup>3</sup> /s	0,00078 m <sup>3</sup> /s
Dimensi :		
- NPS	1,5 in	1,5 in
- OD	1,9 in	1,9 in
- ID	1,5 in	1,5 in
- Sch no.	40	40
Power pompa	0,31 HP	0,08 HP
Power motor	0,5 HP	0,13 HP
Harga alat		\$4,2



## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

Sebelum mendirikan pabrik, tata letak peralatan dan fasilitas dalam rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini dapat memberikan informasi yang dapat dipercaya terhadap biaya pembangunan dan tempat sehingga diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum mendirikan pabrik.

#### **4.1. Lokasi pabrik**

Penentuan lokasi pabrik sangat penting, karena dapat menentukan kemajuan dan keberlangsungan dari suatu industri baik pada masa kini dan masa yang akan datang karena dapat berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi yang minimal serta mempertimbangkan faktor sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik.

Susunan peralatan serta fasilitas dalam perancangan proses merupakan syarat dalam menentukan biaya perancangan sebelum mendirikan pabrik. Lokasi pabrik juga dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan. Banyak faktor dalam menentukan lokasi pabrik agar pada saat pabrik di bangun di lokasi yang sudah dipilih dapat memberikan keuntungan jangka panjang dan dapat memungkinkan untuk melakukan perluasan pabrik pada masa yang akan datang. Dengan adanya penentuan lokasi pabrik yang baik dan tepat akan menentukan beberapa hal, yaitu :

- a. Kemampuan untuk melayani konsumen dengan memuaskan.
- b. Kemampuan untuk mendapatkan bahan bahan mentah yang cukup dan kontinyu dengan harga yang layak dan memuaskan.
- c. Kemudahan untuk mendapatkan tenaga buruh yang cukup.
- d. Memungkinkan adanya perluasan pabrik di masa yang akan datang.

Oleh sebab itu, pemilihan lokasi berdirinya pabrik harus mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu :

#### **A. Faktor primer**

Faktor primer, yaitu faktor yang secara langsung akan mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi : proses produksi dan distribusi produk. Menurut Peter dan Timmerhaus 2004, yang termasuk dalam faktor primer adalah :

##### **1. Letak pasar**

Pabrik yang didirikan dekat dengan pasar dapat lebih cepat melayani konsumen, dan biaya untuk mengangkut produk menjadi lebih rendah.

##### **2. Letak sumber bahan baku**

Pabrik yang akan didirikan harus memiliki letak yang strategis terhadap keberadaan sumber bahan baku (jarak dan kapasitas bahan baku) Hal ini dapat menjamin keberlangsungan bahan baku serta dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku, dan akan lebih menguntungkan dalam menghemat waktu maupun biaya. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan mengenai bahan baku yaitu :

- a. Lokasi sumber bahan baku.
- b. Kapasitas pabrik yang menyediakan bahan baku.
- c. Cara untuk mendapatkan bahan baku dan pengirimannya.
- d. Harga bahan baku serta biaya yang dibutuhkan untuk pengiriman.
- e. Kemungkinan untuk mendapatkan sumber bahan baku yang lain.

### 3. Fasilitas pengangkutan/Transportasi

Pengangkutan juga merupakan salah satu faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik, karena kegiatan pengangkutan meliputi mengangkut dan memindahkan sampai pada tempat tujuan sehingga membutuhkan waktu dan biaya. Terdapat beberapa fasilitas pengangkutan yang dapat digunakan yaitu kereta api, truk/angkutan jalan raya, pengangkutan melalui air, dan pengangkutan melalui udara.

### 4. Tersedianya tenaga kerja

Dengan adanya ketersediaan tenaga kerja yang terlatih, pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan tersedianya tenaga kerja, dikarenakan di daerah setempat tidak selalu tersedia tenaga kerja yang sesuai dengan kualifikasinya. Apabila didatangkan dari daerah lain, maka diperlukan adanya peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lainnya sebagai daya tarik.

### 5. Pembangkit tenaga listrik

Penggunaan tenaga listrik yang besar pada pabrik akan memilih lokasi pabrik yang dekat dengan sumber listrik.

## **B. Faktor Sekunder**

Faktor sekunder, merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi sarana yang meningkatkan kinerja dari manajemen pabrik, terdapat pada proses produksi dan kesejahteraan tenaga kerja. Faktor yang termasuk dalam faktor sekunder, yaitu :

1. Harga tanah dan gedung

Pemilihan harga tanah dan gedung yang lebih murah merupakan daya tarik tersendiri. Namun harus dipertimbangkan dengan rencana jangka panjang. Jika harga tanah mahal mungkin dapat diperoleh luas tanah yang terbatas, sehingga perlu dipertimbangkan untuk membuat bangunan bertingkat walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal.

2. Kemungkinan perluasan

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangan ketersediaan luas tanah yang memungkinkan untuk dilakukan perluasan pabrik. Sehingga tidak akan mencari lokasi lain apabila dilakukan perluasan pabrik dimasa yang akan datang.

3. Fasilitas servis

Terutama untuk pabrik kimia yang relatif kecil harus mempertimbangkan ketersediaan fasilitas servis seperti : bengkel, rumah sakit, tempat ibadah, tempat kegiatan olahraga dan sebagainya.

#### 4. Fasilitas finansial

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan fasilitas finansial guna menunjang perkembangan pabrik, misalnya adanya pasar modal, bursa, sumber-sumber modal, bank, koperasi simpan pinjam, dan lembaga keuangan lainnya.

#### 5. Persediaan air

Apabila suatu pabrik memerlukan air yang banyak, maka lokasi pabrik harus didirikan dekat dengan sumber air, seperti sungai, danau, sumur (air tanah), waduk, dan air laut.

#### 6. Peraturan daerah setempat

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan peraturan daerah setempat, sehingga setelah pabrik didirikan tidak menimbulkan masalah.

#### 7. Masyarakat

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan sikap, tanggapan dari masyarakat setempat disekitar lokasi pembangunan pabrik. Sehingga keselamatan dan keamanan masyarakat sekitar pabrik dapat dijaga dengan baik.

#### 8. Iklim di daerah lokasi

Suatu pabrik apabila ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi yang dipengaruhi oleh iklim, seperti kelembaban udara, panas matahari, dan sebagainya. Hal ini berhubungan dengan pengolahan, penyimpanan bahan baku ataupun

produk. Faktor iklim juga dapat mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan.

#### 9. Keadaan tanah

Sifat – sifat tanah dan tempat pembangunan pabrik harus diketahui. Hal ini berfungsi sebagai rencana pondasi untuk perancangan alat dan bangunan atau fasilitas pabrik.

#### 10. Perumahan atau mess

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan adanya sarana perumahan atau mess yang terletak di dekat lokasi pabrik. Sehingga karyawan pabrik yang berasal dari luar daerah dapat terjamin kehidupannya. Sehingga menjadi daya tarik bagi pekerja yang akan melamar di pabrik tersebut.

#### 11. Daerah pinggiran kota

Pemilihan lokasi pabrik dipinggiran kota dapat menjadi pilihan, karena dapat menimbulkan desentralisasi industri. Alasan lainnya yaitu

- a. Upah buruh relatif murah.
- b. Harga tanah lebih murah.
- c. Servis industri tidak terlalu jauh dari kota.

Berdasarkan faktor - faktor tersebut, maka “**Pabrik Dietil eter**” direncanakan berlokasi di Jl. Raya Manyar, Manyarejo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah

a. Bahan baku

Pendirian pabrik di Kabupaten Gresik cocok dijadikan sebagai lokasi pabrik, dikarenakan di daerah Gresik banyak sekali pabrik - pabrik lain yang berdiri, dan letaknya dekat dengan lokasi salah satu bahan baku untuk membuat dietil eter, yaitu etanol. Etanol dapat diperoleh dari PT. Molindo Raya Industrial yang terletak di Jl. Sumberwaras No. 255, Lawang, Karang Sono, Kalirejo, Malang, Jawa Timur.

b. Transportasi

Transportasi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan, pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan laut, udara, maupun darat. Lokasi pabrik yang dipilih dalam rencana pendirian terletak di kawasan industri JIPE Gresik, yang di dekatnya terdapat sarana pelabuhan JIPE Manyar Port untuk transportasi laut. Selain itu, fasilitas transportasi darat dari industri ke tempat sekitar juga sangat baik dan dekat dengan jalan utama, seperti contoh dekat dengan jalan tol Surabaya – Gresik. Sehingga memudahkan untuk proses pemasaran produk.

c. Pemasaran

Lokasi pemilihan pabrik di Kabupaten Gresik akan memudahkan dalam pemasaran produk, dikarenakan kebutuhan dietil eter sangat banyak sekali di Indonesia dan belum ada pabrik dietil eter di Indonesia, serta banyak sekali pabrik – pabrik yang berdiri di daerah Jawa Timur terkhusus



Gresik, sehingga pemasaran produk ini cukup menguntungkan. Selain itu, daerah lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan, sehingga mempermudah untuk melakukan ekspor.

d. Kebutuhan air

Air yang dibutuhkan dalam proses diambil dari Sungai Bengawan Solo yang mengalir di sekitar pabrik, dan juga terdapat banyak waduk, yang dapat digunakan untuk kebutuhan proses, kebutuhan utilitas, dan kebutuhan domestik pabrik.

e. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Daerah Gresik merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar dapat dipenuhi, sedangkan tenaga listrik diperoleh dari PLTA dan generator cadangan.

f. Tenaga kerja

Dengan banyaknya pabrik yang berdiri di Gresik menjadi daya tarik tersendiri bagi pelamar kerja. Sehingga kebutuhan tenaga kerja yang kompeten dapat terpenuhi.

g. Biaya tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.

h. Kondisi iklim dan cuaca

Seperti daerah lain di Indonesia, maka iklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. Pada tengah tahun pertama mengalami musim kemarau dan tengah tahun berikutnya mengalami musim hujan. Walaupun demikian

perbedaan suhu yang terjadi relatif kecil. Sehingga para pekerja mudah beradaptasi dengan lingkungan disekitar lokasi pabrik.

i. Kemungkinan perluasan dan ekspansi

Lokasi pabrik yang dipilih di Kabupaten Gresik memiliki lahan kosong yang luas, sehingga ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan di sekeliling lahan tersebut belum banyak berdiri pabrik serta tidak mengganggu pemukiman penduduk.

j. Sosial masyarakat

Di Gresik khususnya di Kabupaten Gresik merupakan salah satu lokasi yang memiliki banyak pabrik yang berdiri, sehingga sikap masyarakat daerah sekitar lebih mudah menerima keberadaan pabrik. Lokasi yang dipilih juga bukan merupakan lokasi yang padat dengan penduduk, sehingga keamanan dan kenyamanan masyarakat sekitar dapat dijaga dengan baik.

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

Tata letak pabrik merupakan perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen – komponen produksi suatu pabrik. Dengan adanya perencanaan tata letak pabrik dapat menjamin kelancaran proses awal bahan baku hingga proses akhir menjadi produk, sehingga produksi menjadi baik dan efisien, serta menjaga keamanan dan keselamatan dari pabrik.

Perancangan tata letak pabrik yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan *alternative* (*areal handling*)

dalam posisi yang efisien dan dengan memperlihatkan faktor-faktor berikut ini (Peters, 1991):

1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa mendatang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan (safety) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Fleksibilitas perancangan tata letak pabrik dengan melihat kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
8. Penanganan pembuangan limbah cair.
9. Servis area, meliputi kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur secara efisien agar tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Dengan mengatur tata letak pabrik yang baik maka akan memberikan keuntungan, seperti :

1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi proses material *handling*.

2. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga memudahkan dalam perbaikan mesin dan peralatan yang rusak.
3. Mengurangi biaya produksi.
4. Meningkatkan keselamatan kerja.
5. Meningkatkan pengawasan operasional dan proses agar berjalan lebih baik.

Berdasarkan faktor diatas, maka pengaturan tata letak pabrik dietil eter untuk penempatan bangunan dalam kawasan pabrik tersebut diantaranya :

#### 1. Area Proses

Merupakan tempat proses produksi dietil eter berlangsung, area ini diletakkan pada lokasi yang memudahkan suplay bahan baku dari tempat penyimpanan produk serta mempermudah pengawasan dan perbaikan alat-alat.

#### 2. Area Penyimpanan

Bahan baku serta produk yang dihasilkan, disimpan dalam area ini. Penyimpanan tersebut diletakkan di daerah yang mudah dijangkau oleh peralatan pengangkutan.

#### 3. Area Utilitas / Sarana Penunjang

Area yang merupakan lokasi dari alat-alat penunjang produksi seperti air, tenaga listrik, pemanas, bahan bakar dan sarana pengolahan limbah.

#### 4. Area Perkantoran

Merupakan pusat dari kegiatan administrasi pabrik untuk urusan-urusan dengan pihak-pihak luar maupun dalam pabrik.

#### 5. Area Laboratorium

Sebagai tempat melakukan penelitian dan pengembangan, serta sebagai tempat *quality control* produk maupun bahan baku.

#### 6. Fasilitas Umum

Seperti fasilitas umum pada biasanya yang terdiri dari kantin, lapangan parkir, klinik pengobatan serta tempat peribatan seperti mushola. Penempatan fasilitas ini bertujuan untuk memberi rasa nyaman kepada karyawan agar memanfaatkan fasilitas tersebut.

#### 7. Area Perluasan

Tujuan area ini adalah untuk kebutuhan pabrik dimasa mendatang, seperti halnya peningkatan kapasitas produksi akibat peningkatan produk.

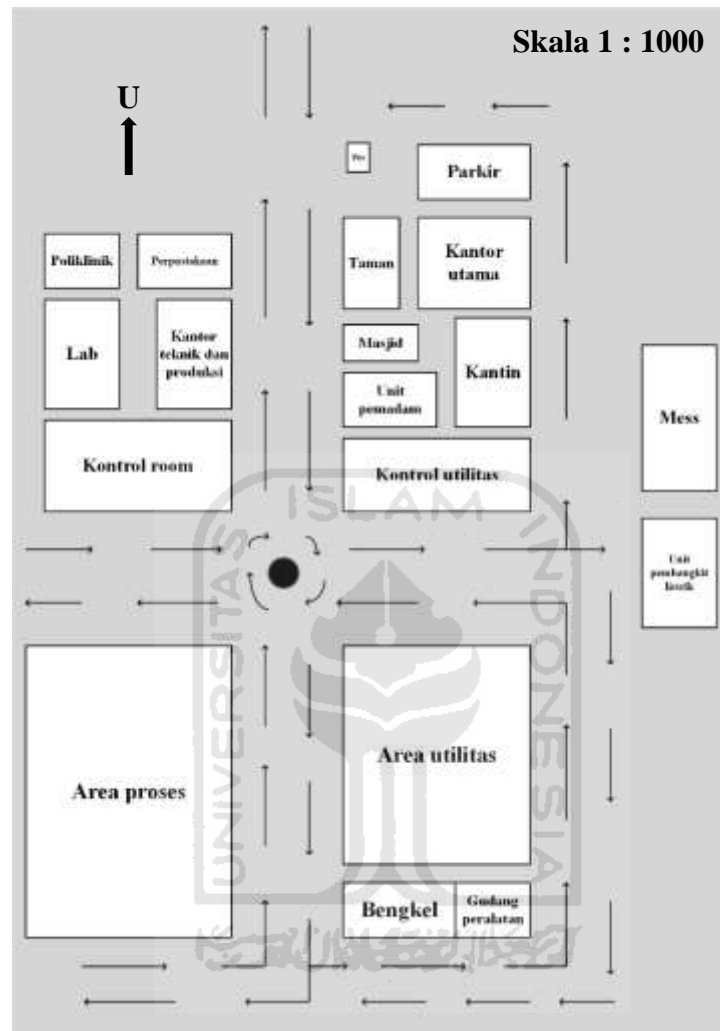
#### 8. Area Pemeliharaan dan Perawatan Pabrik

Kegiatan perawatan serta perbaikan peralatan sesuai kebutuhan pabrik dilakukan area ini. Area ini juga bisa disebut sebagai area perbengkelan (*maintenance*).

Pembangunan pabrik dietil eter direncanakan akan menggunakan areal seluas 18.073 m<sup>2</sup>. Adapun perinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Rician Luas Tanah

No	Nama Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )	No	Nama Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Area Proses	4.400	11	Poliklinik	300
2	Area Utilitas	4.000	12	Mess Karyawan	800
3	Ruang Kontrol	1.250	13	Kantin	600
4	Perkantoran	3.300	14	Tempat Ibadah	200
5	Laboratorium	600	15	Pos Keamanan	2.048
6	Gudang Peralatan	300	16	Parkir	450
7	Bengkel	450	17	Taman	375
8	Unit Pembangkit Listrik	600	18	Area Perluasan	800
9	Unit Pemadam Kebakaran	375	19	Jalan	800
10	Perpustakaan	375			
		<b>Total</b>	<b>18.073</b>		



**Gambar 4.2.** Tata Letak Pabrik

#### 4.3. Tata Letak Mesin/Alat (*Machines*)

Pemasangan alat-alat proses produksi harus diperhatikan terutama pada aliran bahan baku dan produk, lalu lintas alat berat dan jarak antar alat proses. Tujuannya agar kelancaran produksi, keamanan, dan keselamatan terjaga sehingga dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan.

Dalam perencanaan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

#### 1. Aliran bahan baku dan produk

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

#### 2. Aliran udara

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

#### 3. Pencahayaan

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

#### 4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika



terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### 5. Tata letak alat proses

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

#### 6. Jarak antara alat proses

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

#### 7. *Maintenance*

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

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

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

1. Kelancaran proses produksi lebih terjamin.
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.

3. Biaya material handling menjadi lebih rendah dan menyebabkan turunnya/terhindarnya pengeluaran untuk hal-hal yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan diatur sesuai dengan urutan-urutan proses maka proses produksi akan lancar, sehingga perusahaan tidak perlu membeli alat angkut tambahan sehingga lebih efisien.
5. Karyawan mendapatkan kenyamanan dalam bekerja sehingga akan meningkatkan semangat kerja yang menyebabkan meningkatnya produktivitas kerja.

Hal yang harus diperhatikan juga :

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

Faktor - faktor yang dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak alat proses pabrik Dietil eter, yaitu :

1. Pertimbangan ekonomis

Biaya konstruksi diminimumkan dengan jalan menempatkan peralatan yang memberikan sitem pemipaan sependek mungkin diantara alat

proses, sehingga akan mengurangi daya tekan alat terhadap bahan, akibatnya akan mengurangi biaya variable.

## 2. Kemudahan operasi

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

## 3. Kemudahan pemeliharaan

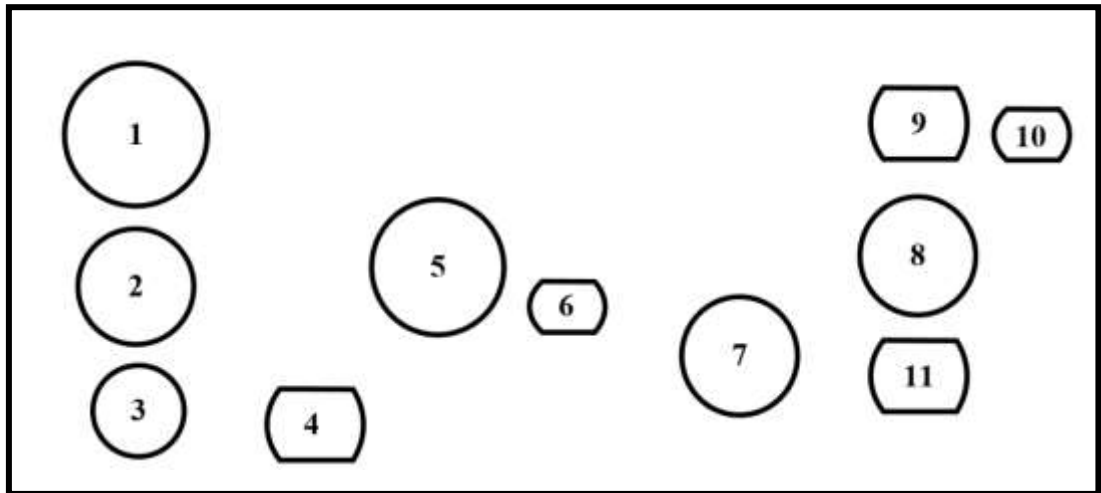
Kemudahan pemeliharaan alat juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan alat-alat proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya dan berumur panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk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

## 4. Keamanan

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

## 5. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

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



**Gambar 4.3.** Tata Letak Alat Proses Pabrik

Keterangan:

- 1 : Tangki Penyimpanan Etanol (TK-101)
- 2 : Tangki Penyimpanan Dietil eter (TK-102)
- 3 : Tangki Penyimpanan Etilen (TK-103)
- 4 : Vaporizer (E-101)
- 5 : Reaktor (R-101)
- 6 : Kondensor Parsial (CD-101)
- 7 : Separator Drum (V-101)
- 8 : Menara Distilasi (T-101)
- 9 : Kondensor (CD-102)
- 10 : Akumulator (ACC-101)
- 11 : Reboiler (RB-101)

## 4.5. Aliran Proses dan Material

### 4.5.1. Neraca Massa Alat

#### 1. Neraca Massa Vaporizer (E-101)

**Tabel 4.2.** Neraca Massa Vaporizer (E-101)

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	1.727,76	1.727,76
Air ( $H_2O$ )	90,93	90,93
<b>Total</b>	<b>1.818,69</b>	<b>1.818,69</b>

#### 2. Neraca Massa Reaktor (R-101)

**Tabel 4.3.** Neraca Massa Reaktor (R-101)

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)
	Arus 2	Arus 3
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	1.727,76	62,90
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	0,00	1.175,70
Etilen ( $C_2H_4$ )	0,00	123,67
Air ( $H_2O$ )	90,93	456,42
<b>Total</b>	<b>1.818,69</b>	<b>1.818,69</b>

### 3. Neraca Condensor Parsial (CD-101)

**Tabel 4.4.** Neraca Massa Condensor Parsial (CD-101)

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	62,90	62,90
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	1.175,70	1.175,70
Etilen ( $C_2H_4$ )	123,67	123,67
Air ( $H_2O$ )	456,42	456,42
<b>Total</b>	<b>1.818,69</b>	<b>1.818,69</b>

### 4. Neraca Massa Separator Drum (V-101)

**Tabel 4.5.** Neraca Massa Separator Drum (V-101)

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)	
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	62,90	0,29	62,62
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	1.175,70	30,32	1.145,38
Etilen ( $C_2H_4$ )	123,67	78,61	45,07
Air ( $H_2O$ )	456,42	0,88	455,54
<b>Total</b>	<b>1.818,69</b>	<b>110,09</b>	<b>1.708,61</b>
	<b>1.818,69</b>		<b>1.818,69</b>

## 5. Neraca Massa Menara Distilasi (T-101)

**Tabel 4.6.** Neraca Massa Menara Distilasi (T-101)

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 7	Arus 10
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	62,62	0,0063	62,61
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	1.145,38	1.145,27	0,15
Etilen ( $C_2H_4$ )	45,07	45,07	0,00
Air ( $H_2O$ )	455,54	0,00	455,54
<b>Total</b>	1.708,61	1.190,34	518,27
	<b>1.708,61</b>		<b>1.708,61</b>

### 4.5.2. Neraca Energi Alat

#### 1. Neraca Energi Vaporizer (E-101)

**Tabel 4.7.** Neraca Energi Vaporizer (E-101)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	20.246,78	2.043.697,33
Air ( $H_2O$ )	1.907,52	243.729,68
Qsteam	2.265.272,72	-
<b>Total</b>	<b>2.287.427,01</b>	<b>2.287.427,01</b>

## 2. Neraca Energi Reaktor (R-101)

**Tabel 4.8.** Neraca Energi Reaktor (R-101)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	690.727,35	25.147,18
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	0,00	522.474,17
Etilen ( $C_2H_4$ )	0,00	52.982,77
Air ( $H_2O$ )	39.140,53	196.453,87
Qreaksi	187,38	-
Qpendingin	-	1.449.024,17
<b>Total</b>	<b>730.055,26</b>	<b>730.055,26</b>

## 3. Neraca Energi Condensor Parsial (CD-101)

**Tabel 4.9.** Neraca Energi Condensor Parsial (CD-101)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	40.637,09	3.982,65
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	842.236,82	82.213,12
Etilen ( $C_2H_4$ )	85.755,75	29.230,37
Air ( $H_2O$ )	296.303,50	49.785,59
Qpendingin	-	1.099.721,41
<b>Total</b>	<b>1.264.933,15</b>	<b>1.264.933,15</b>



#### 4. Neraca Energi Separator Drum (V-101)

**Tabel 4.10.** Neraca Energi Separator Drum (V-101)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	3.712,49	3.596,63
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	69.645,01	68.463,48
Etilen ( $C_2H_4$ )	5.279,33	8.128,84
Air ( $H_2O$ )	47.668,13	46.116,01
<b>Total</b>	<b>126.304,9561</b>	<b>126.304,9561</b>

#### 5. Neraca Energi Menara Distilasi (T-101)

**Tabel 4.11.** Neraca Energi Menara Distilasi (T-101)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	11.277,67	42.597,29
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	215.290,06	299.397,63
Etilen ( $C_2H_4$ )	18.711,53	28.015,78
Air ( $H_2O$ )	139.893,62	494.933,78
Qpendingin	0,00	805.948,92
Qsteam	326.177,29	-
<b>Total</b>	<b>58.955,59</b>	<b>58.955,59</b>

## 6. Neraca Energi Heater 1 (E-102)

**Tabel 4.12.** Neraca Energi Heater 1 (E-102)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	481.307,54	690.727,35
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	0,00	0,00
Etilen ( $C_2H_4$ )	0,00	0,00
Air ( $H_2O$ )	28.491,93	39.140,53
Qsteam	220.068,41	-
<b>Total</b>	<b>729.867,88</b>	<b>729.867,88</b>

## 7. Neraca Energi Heater 2 (E-104)

**Tabel 4.13.** Neraca Energi Heater 2 (E-104)

Komponen	QInput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	3.608,99	11.302,01
Dietil Eter ( $C_4H_{10}O$ )	67.688,66	215.767,69
Etilen ( $C_2H_4$ )	5.121,47	18.761,19
Air ( $H_2O$ )	46.361,71	140.180,37
Qsteam	263.230,43	-
<b>Total</b>	<b>386.011,26</b>	<b>386.011,26</b>

### 8. Neraca Energi Cooler 1 (E-103)

**Tabel 4.14.** Neraca Energi Cooler 1 (E-103)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	10,29	2,49
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	1.209,48	292,65
Etilen ( $C_2H_4$ )	3.061,03	743,37
Air ( $H_2O$ )	39,93	9,84
Qpendingin	-	3.272,39
<b>Total</b>	<b>4.320,74</b>	<b>4.320,74</b>

### 9. Neraca Energi Cooler 2 (E-105)

**Tabel 4.15.** Neraca Energi Cooler 2 (E-105)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	1,55	0,09
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	299.825,63	16.431,75
Etilen ( $C_2H_4$ )	28.076,05	1.184,39
Air ( $H_2O$ )	0,00	0,00
Qpendingin	-	310.286,99
<b>Total</b>	<b>327.903,22</b>	<b>327.903,22</b>

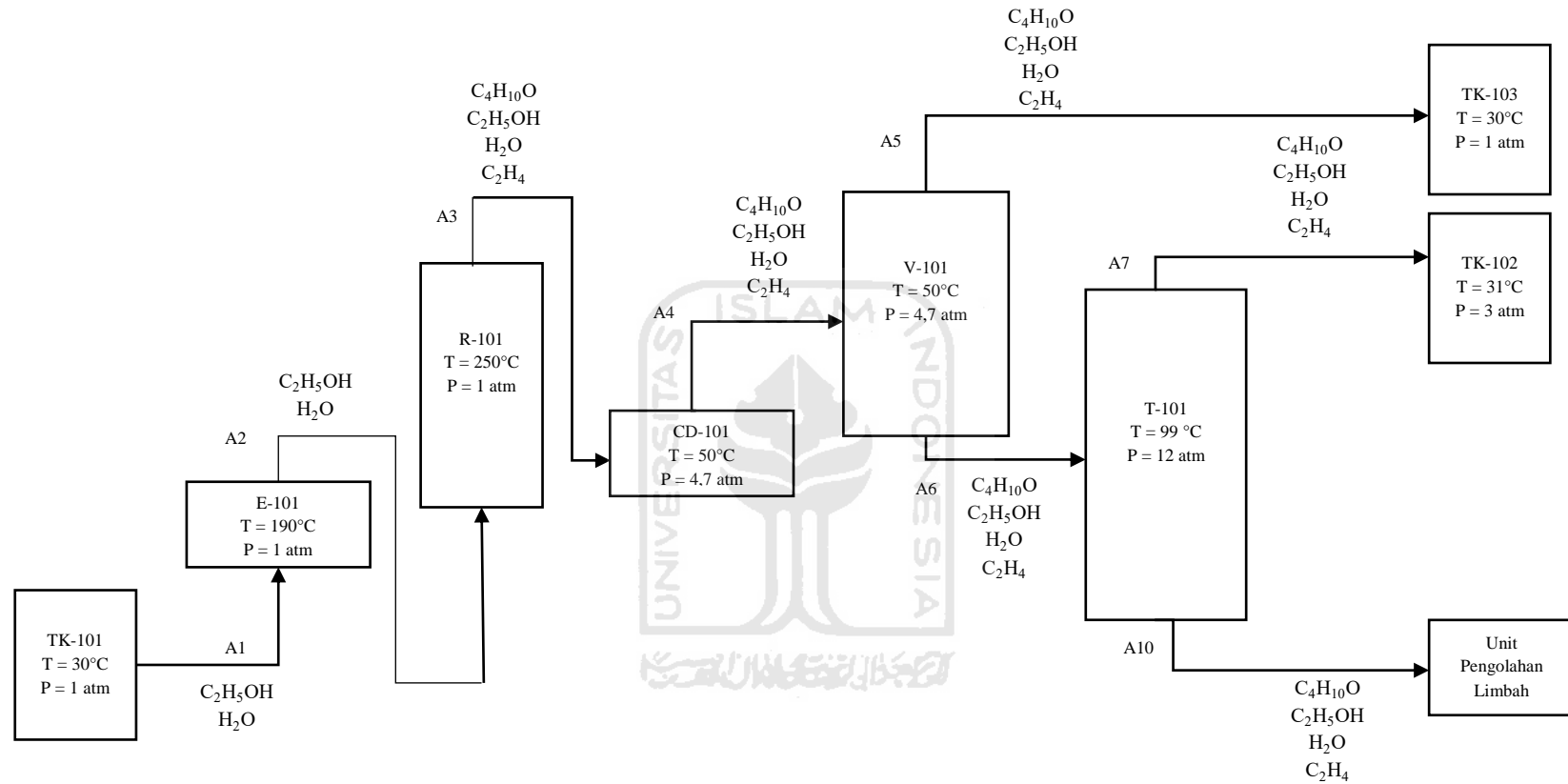
## 10. Neraca Energi Cooler 3 (E-106)

**Tabel 4.16.** Neraca Energi Cooler 3 (E-106)

Komponen	Qinput (kJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	27.021,37	880,92
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	53,84	1,64
Etilen ( $C_2H_4$ )	0,00	0,00
Air ( $H_2O$ )	313.970,09	11.465,35
Qpendingin	-	84.899,73
<b>Total</b>	<b>341.045,31</b>	<b>341.045,31</b>

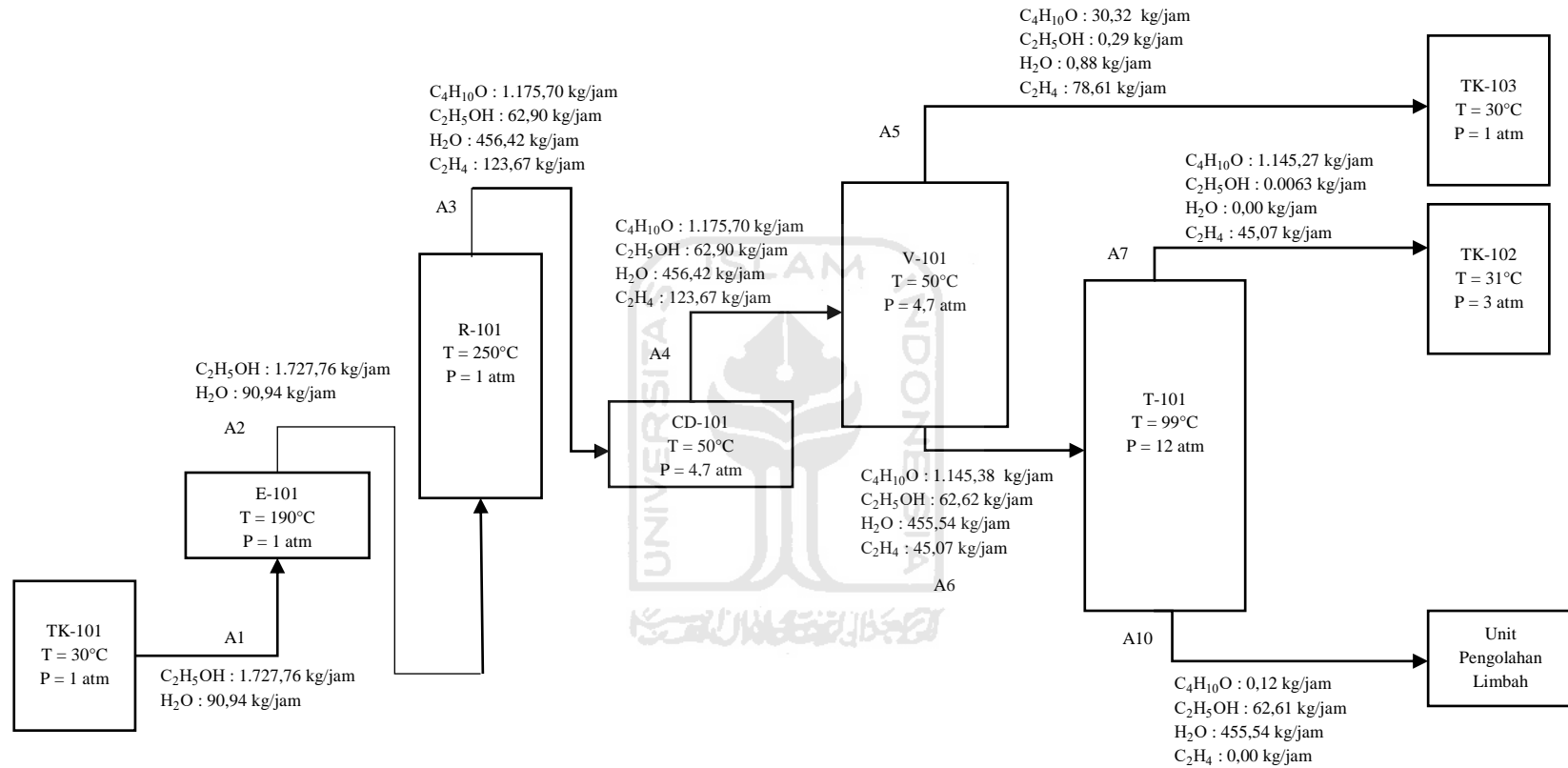


#### 4.4.3. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4. Diagram Alir Kualitatif

#### 4.4.4. Diagram Alir Kuantitatif



**Gambar 4.5.** Diagram Alir Kuantitatif.

#### 4.5. Perawatan (*Maintenance*)

*Maintenance* berguna untuk menjaga sarana maupun fasilitas peralatan yang ada di pabrik dengan cara memelihara dan memperbaiki alat agar proses produksi dapat berjalan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga dapat produksi dapat mencapai target dan produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang diharapkan.

Untuk menjaga alat agar tetap bersih dan terhindar dari kerusakan, maka dilakukan tindakan perawatan preventif yang dilakukan setiap hari. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan prosedur yang ada. Proses penjadwalan perawatan preventif dibuat sedemikian rupa sehingga masing-masing alat mendapatkan perawatan secara bergantian. Alat-alat produksi beroperasi secara kontinyu dan akan berhenti jika mengalami kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan sesuai prosedur yang tepat. Adapun perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Overhead* 1 x 1 tahun

Proses perawatan ini merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara menyeluruh meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang mengalami kerusakan untuk dikembalikan ke kondisi seperti semula.

## 2. *Repairing*

Proses ini merupakan proses *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor yang mempengaruhi *maintenance* :

### a. Umur alat

Semakin bertambah usia umur suatu alat, semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan agar alat tersebut tetap optimal dalam bekerja. Sehingga menyebabkan bertambahnya biaya untuk perawatan.

### b. Bahan baku

Pemilihan kualitas bahan baku sangat mempengaruhi kinerja dari alat. Bahan baku yang memiliki kualitas yang kurang dapat menyebabkan kerusakan pada alat sehingga diperlukan adanya pembersihan pada alat.

### c. Tenaga manusia

Dengan memanfaatkan tenaga kerja yang kompeten maka akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula, sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada alat proses.

## 4.6. Pelayanana Teknik (Utilitas)

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



tergantung dari beberapa faktor, diantaranya karakteristik proses produksi, kompleksitas proses produksi, proses-proses penunjang yang ada di dalam pabrik dan jenis produk yang dihasilkan. Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik dietil eter ini terdiri dari :

1. Unit pengolahan air

Unit ini berfungsi menyediakan air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air untuk perumahan.

2. Unit penyediaan steam

Unit ini berfungsi menyediakan panas yang digunakan di heat exchanger, vaporizer, dan reboiler.

3. Unit penyediaan listrik

Unit ini berfungsi menyediakan tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, dan penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan Generator Set sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

4. Unit penyediaan bahan bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar untuk Boiler dan Generator.

## 5. Unit penyediaan udara tekan

Unit ini berfungsi menyediakan udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik.

### 4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, air yang digunakan pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau, dan air laut. Suatu pabrik sangat membutuhkan sistem penyediaan air untuk keberlangsungan pabriknya. Adapun unsur-unsur yang membentuk suatu system penyediaan air meliputi :

#### 1. Sumber pengadaan air

Sumber pengadaan air untuk industri dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti sungai, danau, waduk, sumber air tanah (sumur) ataupun air laut.

#### 2. Sarana penampungan

Untuk menunjang terpenuhinya kebutuhan air, maka diperlukan adanya sarana penampungan air. Biasanya letak penampungan air diletakkan didekat sumber penyediannya.

#### 3. Sarana penyaluran

Untuk menyalurkan air menuju sarana pengolahan, maka diperlukan adanya sarana penyaluran.

#### 4. Sarana pengolahan

Karena air yang didapat dari sumbernya belum dapat digunakan secara langsung, maka diperlukan sarana pengolahan agar mutu air sesuai dengan ketentuan.

#### 5. Sarana penyaluran (dari pengolahan)

Sarana ini berfungsi untuk menyalurkan air yang sudah diolah menuju sarana-sarana penampungan sementara serta kesatu atau beberapa titik distribusi.

#### 6. Sarana-sarana distribusi

Untuk membagikan air yang sudah diolah ke berbagai unit, maka diperlukan adanya sarana distribusi.

Air yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam operasional pada prarancangan pabrik Dietil eter yaitu air yang berasal dari Sungai Bengawan Solo yang terletak di Kabupaten Gresik dan masih mengandung pasir, mineral-mineral, ion-ion, dan kotoran yang harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Pengolahan air ini bertujuan untuk menjaga alat - alat proses agar tidak cepat rusak serta menjaga adanya kontaminan yang akan menyebabkan reaksi antara reaktan-reaktan yang terdapat dalam proses. Pemilihan air sungai memiliki pertimbangan sebagai berikut :

1. Air sungai relatif lebih mudah pengolahannya, sederhana dan biayanya lebih murah dibandingkan dengan pengolahan air laut yang lebih rumit dan biayanya lebih mahal.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontunuitasnya tinggi sehingga persediaan air tercukupi.
3. Jumlah persediaan air sungai lebih banyak dibandingkan dengan air sumur.
4. Letak sungai berada didekat lokasi pabrik.

Proses penyediaan air untuk pabrik Dietil eter terdiri dari beberapa langkah, yaitu :

1. Pengadaan air

- a. Air pendingin

Sumber air yang sudah diolah agar kualitas airnya sesuai dengan syarat air pendingin. Faktor-faktornya sebagai berikut:

1. Air dapat diperoleh dengan jumlah yang banyak.
    2. Mudah untuk diolah dan diatur.
    3. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
    4. Tidak mudah terdekomposisi

- b. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air umpan boiler digunakan untuk media pemanas. Air umpan boiler dengan excess 20%. Excess merupakan pengganti steam yang hilang dikarenakan kebocoran transmisi 10% serta

merupakan faktor keamanan sebesar 20%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler yang diperoleh dari perhitungan sebesar 1.317 kg/jam. Air yang dapat digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan. Apabila air boiler tidak memenuhi persyaratan dapat mengakibatkan kerusakan pada alat. Menurut (Green, 2008), dapat dilihat spesifikasi air umpan boiler pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17.** Spesifikasi Air Umpan Boiler

Parameter	Total (ppm)
Total padatan ( <i>total dissolved solid</i> )	3,5
Alkalinitas	700
Padatan terlarut	300
Silika	60 – 100
Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu Fosfat	140

Adapun persyaratan air umpan boiler, yaitu :

1. Tidak berbuih (berbusa)

Timbulnya busa disebabkan *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaaan yang tinggi. Dengan adanya busa akan menimbulkan kesulitan, yaitu :

- Untuk pembacaan tinggi *liquid* dalam boiler mengalami kesulitan.
- Adanya buih menyebabkan percikan yang kuat dan mengakibatkan padatan dapat menempel pada dinding alat sehingga memudahkan alat mengalami korosi apabila terjadi pemanasan lanjut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan adanya pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak dan alkanitas air umpan boiler.

2. Tidak membentuk kerak dalam boiler

Dengan terbentuknya kerak di dinding boiler dapat menyebabkan isolasi terhadap panas sehingga mempengaruhi terhambatnya proses perpindahan panas dan dapat menimbulkan kebocoran apabila kerak yang terbentuk pecah.

3. Tidak menyebabkan korosi pada pipa.

Penyebab pipa dapat mengalami korosi yaitu pH rendah, minyak, lemak, bikarbonat dan bahan organik serta

gas-gas  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  yang terlarut dalam air.

Lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja dapat terjadi karena adanya reaksi elektro kimia antara besi dan air.

c. Air Sanitasi

Untuk memenuhi keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid dan lainnya diperlukan air sanitasi. Air yang memenuhi kualitas sebagai air sanitasi memiliki syarat sebagai berikut :

1. Syarat fisik yang meliputi :

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

2. Syarat kimia yang meliputi :

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

#### 4.6.2. Unit Pengolahan Air

Air yang berasal dari Sungai Bengawan Solo akan diolah di unit pengolahan air dengan tahapan pengolahan sebagai berikut :

##### 1. Penyaringan Kasar

Air dari Sungai Bengawan Solo akan dilakukan penyaringan terlebih dahulu agar kandungan padatan seperti sampah, daun, plastik dan lainnya yang terbawa oleh air dapat terpisah.

##### 2. Clarifier

Sumber air yang diperoleh dari sungai Bengawan Solo yang terletak di dekat lokasi pabrik akan diolah terlebih dahulu agar spesifikasinya sesuai dengan ketentuan. Adapun pengolahan air tersebut meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Langkah pertama yaitu *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia yang terdiri dari :

- a.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  yang berfungsi sebagai flokulan
- b.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang berfungsi sebagai flokulan

Kemudian air baku dimasukkan ke dalam clarifier agar lumpur dan partikel padat lainnya yang terganggu dapat mengendap dengan cara menginjeksikan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), koagulan acid sebagai pembantu pembentuk flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini akan masuk ke clarifier melalui bagian tengah dan diaduk



menggunakan agitator. Kemudian air bersih akan keluar dari pinggi *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan akan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang sebelum masuk *clarifier* memiliki nilai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm setelah keluar dari *clarifier*.

### 3. Penyaringan

Air keluaran dari *clarifier* kemudian dialirkan menuju *sand filter* yang berperan untuk memisahkan partikel-partikel solid yang masih lolos atau terbawa air dari *clarifier*. Air yang keluar dari *sand filter* akan memiliki nilai *turbidity* kira-kira 2 ppm, kemudian akan dialirkan ke dalam tangki penampungan (*filter water reservoir*).

Air bersih yang sudah ditampung di tangki penampungan, kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. Untuk memaksimalkan kerja *sand filter* dalam proses penyaringan, maka diperlukan regenerasi secara periodik dengan cara *back washing*.

### 4. Demineralisasi

Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga nilai konduktifitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica memiliki nilai lebih kecil dari 0,02 ppm. Sehingga air tersebut dapat digunakan sebagai air umpan boiler.

Tahapan dalam pengolahan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

a. Cation Exchanger

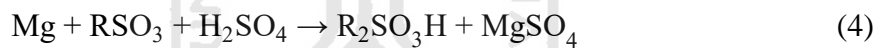
Di dalam *cation exchanger* berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang terkandung didalam air akan diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang keluar dari *cation exchanger* akan mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Reaksi :



Setelah dalam jangka waktu tertentu, kation resin akan jenuh sehingga diperlukan regenerasi kembali dengan  $H_2SO_4$ .

Reaksi :



b. Anion Exchanger

Proses ini memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut di dalam air, dengan resin yang bersifat basa, maka anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$  dan  $SO_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi :



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

Reaksi:



c. Deareasi

Proses pembebasan air umpan boiler dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang sudah mengalami proses demineralisasi (*polish water*) akan dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan larutan hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang masih terkandung dalam air. Dengan hilangnya kandungan air di dalam air umpan boiler maka dapat mencegah timbulnya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi :



Air yang keluar dari *deaerator* akan dialirkan menggunakan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*)

#### 4.6.3. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Steam jenuh yang dihasilkan boiler merupakan steam yang memiliki suhu  $250^\circ\text{C}$  dengan tekanan 1 atm. Adapun peralatan-peralatan yang membutuhkan steam dapat dilihat pada Tabel 4.18.

**Tabel 4.18.** Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
Vaporizer-01	E-101	808,73
Heater 1	E-102	78,57
Heater 2	E-104	93,98
Reboiler Menara Distilasi	RB-101	116,51
<b>Total</b>		<b>1.097,79</b>

Perancangan dibuat *overdesign* 20%, sehingga jumlah kebutuhan steam adalah 1.317 kg/jam. Sedangkan untuk nilai blowdown pada reboiler adalah 15% dari kebutuhan steam. Sehingga diperoleh blowdown sebesar 197,6 kg/jam.

## 2. Kebutuhan air pendingin

**Tabel 4.19.** Kebutuhan Air Pendingin

Alat	Kode alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
Cooler-01	E-103	78,15
Condensor Menara Distilasi	CD-102	7.105,26
<b>Total</b>		<b>7.183,41</b>

Perancangan dibuat *overdesign* sebesar 20%, sehingga kebutuhan air pendingin menjadi 8.620 kg/jam.

### 3. Kebutuhan air domestik

Total kebutuhan air untuk 1 orang menurut standar WHO adalah 100 – 120 liter/hari. Kebutuhan air untuk setiap karyawan adalah sebesar 4,07 kg/jam. Jumlah karyawan yang bekerja di pabrik Dietil eter sebanyak 136 orang. Sehingga total kebutuhan air karyawan sebesar 553,99 kg/jam. Pabrik berencana mendirikan mess sebanyak 20 rumah dan perkiraan kebutuhan air yang diperlukan untuk mess sebesar 10.000 kg/jam. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar 23.295,85 kg/jam.

### 4. Kebutuhan air *service water*

Perkiraan kebutuhan air yang digunakan untuk pemakaian layanan umum (*service water*) sebesar 500 kg/jam.

#### 4.6.4. Unit Penyedia Dowtherm A

Untuk mendinginkan condensor parsial (CD-101), cooler 2 (E-105), cooler 3 (E-106), dan reaktor (R-101) menggunakan pendingin jenis Dowtherm A. Alasan dipilihnya pendingin jenis Dowtherm A yaitu jenis pendingin ini mampu bekerja pada suhu tinggi. Apabila menggunakan air pendingin biasa untuk menurunkan suhu Condensor parsial (CD-101) maka proses pendinginan akan menjadi tidak efektif. Hal ini disebabkan air pendingin pada saat proses pendinginan dimungkinkan ikut menjadi panas dan menguap sebagian terlebih dahulu sebelum proses pendinginan berakhir. Sehingga pemilihan jenis pendingin yang digunakan memiliki sifat fisik dan kimia yang lebih ringan dan dapat bertahan pada suhu tinggi.

Pendingin Dowtherm A terdiri dari senyawa dipenil eter dan bipenil eter. Dowtherm A dapat digunakan dalam fase cair atau fase uap. Suhu Dowtherm A yang digunakan yaitu pada suhu input 30 °C dan outputnya 140 °C. Jumlah dowtherm A yang dibutuhkan untuk mendinginkan Condensor parsial (CD-101) sebesar 3.601,68 kg/jam, sedangkan untuk mendinginkan Reaktor (R-101) membutuhkan dowtherm A sebesar 8.228,46 kg/jam, untuk cooler 2 (E-105) sebesar 3.524 kg/jam, dan untuk cooler 3 (E-106) membutuhkan dowtherm A sebesar 2.161 kg/jam.

#### 4.6.5. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Untuk memenuhi kebutuhan steam pada proses produksi dibutuhkan unit pembangkit steam dengan spesifikasi :

Kapasitas	: 1.317 kg/jam
Jenis	: <i>Packaged Boiler</i>
Jumlah	: 1

Boiler dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air yang berasal dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca dan Mg yang masih terkandung dengan cara menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Serta pengaturan pH sekitar 10 – 11 dikarenakan apabila pH yang terlalu tinggi nilai korosifitasnya akan tinggi.

Air sebelum masuk ke dalam boiler, terlebih dahulu dimasukkan ke dalam economizer, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 250 °C, kemudian diumpankan ke boiler.

Api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) memiliki tugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran akan masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air yang berada di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air akan menjadi mendidih. Uap air yang terkumpul kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

#### **4.6.6. Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)**

Unit pembangkit listrik berfungsi untuk menyediakan kebutuhan listrik pabrik yang meliputi peralatan proses, peralatan utilitas, dan kebutuhan perkantoran. Adapun rincian dari kebutuhan listrik adalah sebagai berikut :

# 1. Kebutuhan Listrik Proses

- Alat utilitas

**Tabel 4.20.** Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2	1.491,40
Blower Cooling Tower	BL-01	1	745,70
Kompresor Udara	CP-01	5	3.728,50
Pompa-01	PU-01	2,32	1.727,14
Pompa-02	PU-02	1,96	1.463,56
Pompa-03	PU-03	1,76	1.309,35
Pompa-04	PU-04	0,0001	0,08
Pompa-05	PU-05	1,81	1.347,68
Pompa-06	PU-06	1,72	1.281
Pompa-07	PU-07	0,87	645,66
Pompa-08	PU-08	0,69	517,99
Pompa-09	PU-09	0,92	688,08
Pompa-10	PU-10	0,00001	0,009
Pompa-11	PU-11	1,83	1.362,59
Pompa-12	PU-12	1,83	1.362,59
Pompa-13	PU-13	0,02	15,06
Pompa-14	PU-14	0,02	15,06
Pompa-15	PU-15	0,42	313,44
Pompa-16	PU-16	0,42	313,44
Pompa-17	PU-17	0,06	42,96
Pompa-18	PU-18	0,09	64,13
Pompa-19	PU-19	0,05	38,51
Pompa-20	PU-20	0,05	38,58
Pompa-21	PU-21	0,05	38,51
<b>Total</b>		<b>24,88</b>	<b>18.551,03</b>



- Alat Proses

**Tabel 4.21.** Kebutuhan Listrik Peralatan Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-101	0,28	211,12
Pompa-02	P-102	0,09	66,59
Blower-01	C-101	4,39	3.275,18
Compressor-01	C-102	11,88	8.855,93
<b>Total</b>			<b>12.408,83</b>

## 2. Kebutuhan listrik lainnya

Kebutuhan listrik untuk AC dan penerangan masing-masing sebesar 20 kW dan 150 kW. Sedangkan kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan sebesar 100 kW dan listrik untuk instrumentasi sebesar 30 kW.

Kebutuhan listrik secara keseluruhan yang ada di pabrik mencapai 331 kW diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Nasional (PLN) dan generator. Generator berfungsi untuk tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat seperti boiler, pengaduk dan sejumlah pompa.

Generator beroperasi menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan listrik, kemudian listrik tersebut didistribusikan menggunakan panel.

Energi listrik dari generator digunakan sebagai sumber utama untuk menggerakkan alat proses.

Berikut adalah spesifikasi generator yang digunakan :

Kapasitas	: 1600 kW
Jenis	: AC Generator
Tegangan	: 220/360
Jumlah	: 1

#### 4.6.7. Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Udara tekan dipilih memiliki tekanan 6 bar dan suhu 30°C. Adapun jumlah alat kontrol sebanyak 14 buah dengan total kebutuhan udara tekan keseluruhan sebesar 26 m<sup>3</sup>/jam. Kebutuhan udara tekan diperoleh dari kompresor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi *silica gel*.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: KU-01
Fungsi	: mengompres udara menjadi udara bertekanan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 56 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan discharge	: 6 atm
Suhu udara	: 30°C
Efisiensi	: 85%
Daya kompresor	: 5 Hp

#### 4.6.8. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang diperlukan untuk proses pembakaran pada boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk boiler dan generator yaitu solar. Solar memiliki *heating value* sebesar 35.677 – 36.235 kJ/liter. Adapun jumlah kebutuhan solar sebanyak 157 kg/jam.

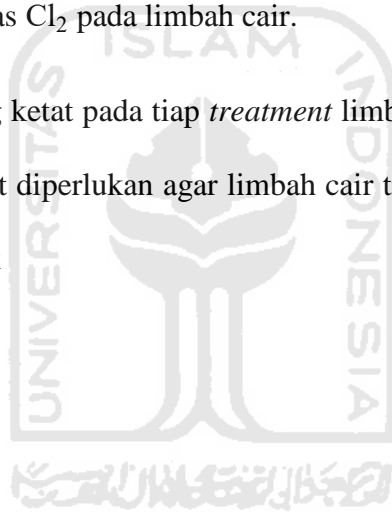
#### 4.6.9 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh Pabrik Dietil eter ini adalah berupa limbah cair. Limbah cair dihasilkan Pabrik Dietil eter ini berupa cairan yang terdiri dari campuran air dan pengotor lainnya. Pengotor tersebut mengandung sedikit senyawa etanol ( $C_2H_5OH$ ) dan dietil eter ( $C_4H_{10}O$ ) yang larut. Sebelum limbah cair dibuang, dilakukan beberapa *treatment*. Berikut adalah uraian dari *treatment* yang digunakan :

- *Pre-Treatment*, *Pre-treatment* yang dilakukan adalah pengendapan menggunakan bak pengendapan untuk menghilangkan padatan besar menggunakan gaya gravitasi.
- *Treatment Pertama*, *Treatment* pertama berfungsi untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair. Pada *treatment* ini digunakan lumpur aktif organik yang dapat meningkatkan jumlah bakteri pengurai limbah organik. Proses aerasi dilakukan hingga nilai BOD, COD, dan DO standar diperoleh.

- *Treatment* Kedua, *Treatment* kedua dilakukan jika limbah cair memiliki pH tidak netral. Proses penetralan dilakukan dengan cara menambahkan senyawa kimia yang dapat menetralkan atau dengan menambahkan air pada limbah cair tersebut.
- *Treatment* Ketiga, *Treatment* ketiga berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen yang terkandung di dalam air limbah. Desinfektasi mikroorganisme patogen dilakukan dengan cara menginjeksi gas  $\text{Cl}_2$  pada limbah cair.

Pengawasan yang ketat pada tiap *treatment* limbah cair berupa pengujian di laboratorium sangat diperlukan agar limbah cair tidak merusak lingkungan disekitar lokasi pabrik



#### 4.7. Spesifikasi Alat – Alat Utilitas

##### 4.7.1. Saringan / *Screening* (FU-01)

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

Bahan : Alumunium

Jumlah air : 43.595,39 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 8,42 m

- Lebar = 8,42 m

- Tinggi = 4,21 m

##### 4.7.2 Bak Pengendapan awal (B-01) / Sedimentasi

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

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 41.415,63 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 8,42 m

- Lebar = 8,42 m

- Tinggi = 4,21 m

#### 4.7.3 Bak Floktuator/ Bak Penggumpal (B-02)

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

Jumlah air : 39.344,85 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 3,92 m

- Tinggi = 3,92 m

Pengaduk :

- Jenis = *Marine propeller 3 blade*

- Diameter = 3,92 m

- Power = 2 Hp

#### 4.7.4 Tangki Larutan Alum (TU-01)

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

Kebutuhan : 0,13 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,11 m

- Tinggi = 2,21 m

#### 4.7.5 Bak Pengendap I (BU-01)

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

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 39.344,85kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 8,28 m

- Lebar = 8,28 m

- Tinggi = 4,14 m

#### 4.7.6 Bak Pengendap II (BU-02)

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

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 37.378 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 8,14 m

- Lebar = 8,14 m

- Tinggi = 4,07 m

#### 4.7.7 Sand Filter (FU-02)

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

Jumlah air : 35.508,72 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 2,12 m

- Lebar = 2,12 m

- Tinggi = 1,06 m

#### 4.7.8 Bak Penampung Sementara (BU-03)

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

Jumlah air : 33.733,29 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 4,33 m

- Lebar = 4,33 m

- Tinggi = 2,16 m

#### 4.7.9 Tangki Klorinasi (TU-03)

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

Jumlah air : 23.295,85 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 3,29 m

- Tinggi = 3,29 m



#### 4.7.10 Tangki Kaporit (TU-02)

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

Jumlah bahan : 0,17 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0,43 m

- Tinggi = 0,43 m

#### 4.7.11 Tangki Air Bersih (TU-04)

Fungsi : Menampung air keperluan kantor dan rumah tangga.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 23.295,85 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 9,49 m

- Tinggi = 9,49 m

#### 4.7.12 Tangki *Service Water* (TU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 500 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,64 m

- Tinggi = 2,64 m

#### 4.7.13 Tangki Air Bertekanan (TU-06)

Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 500 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,64 m

- Tinggi = 2,64 m

#### 4.7.14 Bak Air Pendingin (BU-04)

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin.

Tipe : Bak persegi panjang

Jumlah air : 8.620 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 7,92m

- Lebar = 7,92 m

- Tinggi = 3,96 m

#### 4.7.15 *Cooling Tower* (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan.

Jumlah air : 8.620 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 2,54 m

- Lebar = 2,54 m

- Tinggi = 3,57 m

#### 4.7.16 Blower Cooling Tower (BL-01)

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

Jumlah udara : 261.224 ft<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 Hp

#### 4.7.17 *Mixed Bed* (TU-09)

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

Jumlah air : 1.317 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0,42 m

- Tinggi = 1,68 m

- Tebal = 0,19 in

#### 4.7.18 Tangki NaCl (T-07)

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

Tipe : Tangki silinder

Jumlah NaCl : 15 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 1 m

- Tinggi = 1 m

#### 4.7.19 Tangki NaOH (T-08)

Fungsi : Menampung Larutan NaOH yang akan digunakan untuk mengregenerasi anion exchanger.

Tipe : Tangki silinder

Jumlah NaOH : 4 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 0,81 m

- Tinggi = 0,81 m

#### 4.7.20 Deaerator (DE-01)

Fungsi : Menghilangkan gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang terikat dalam *Feed water* yang menyebabkan kerak pada boiler.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 1.317 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,29 m

- Tinggi = 1,29 m

#### 4.7.21 Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (TU-11)

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

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 1.317 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,3 m

- Tinggi = 1,3 m

#### 4.7.22. Bak Air Pendingin (B-05)

Fungsi : Menampung air *makeup* dan air pendingin proses yang sudah didinginkan.

Tipe : Bak persegi panjang

Jumlah air : 8.620 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 3,72 m

- Lebar = 3,72 m

- Tinggi = 1,86 m

#### 4.7.23. Tangki Air Demin (T-10)

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

Tipe : Tangki Silinder Tegak

Jumlah air : 1.317 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,29 m

- Tinggi = 1,29 m

#### 4.7.24. Pompa Utilitas

**Tabel 4.22.** Spesifikasi Pompa Utilitas

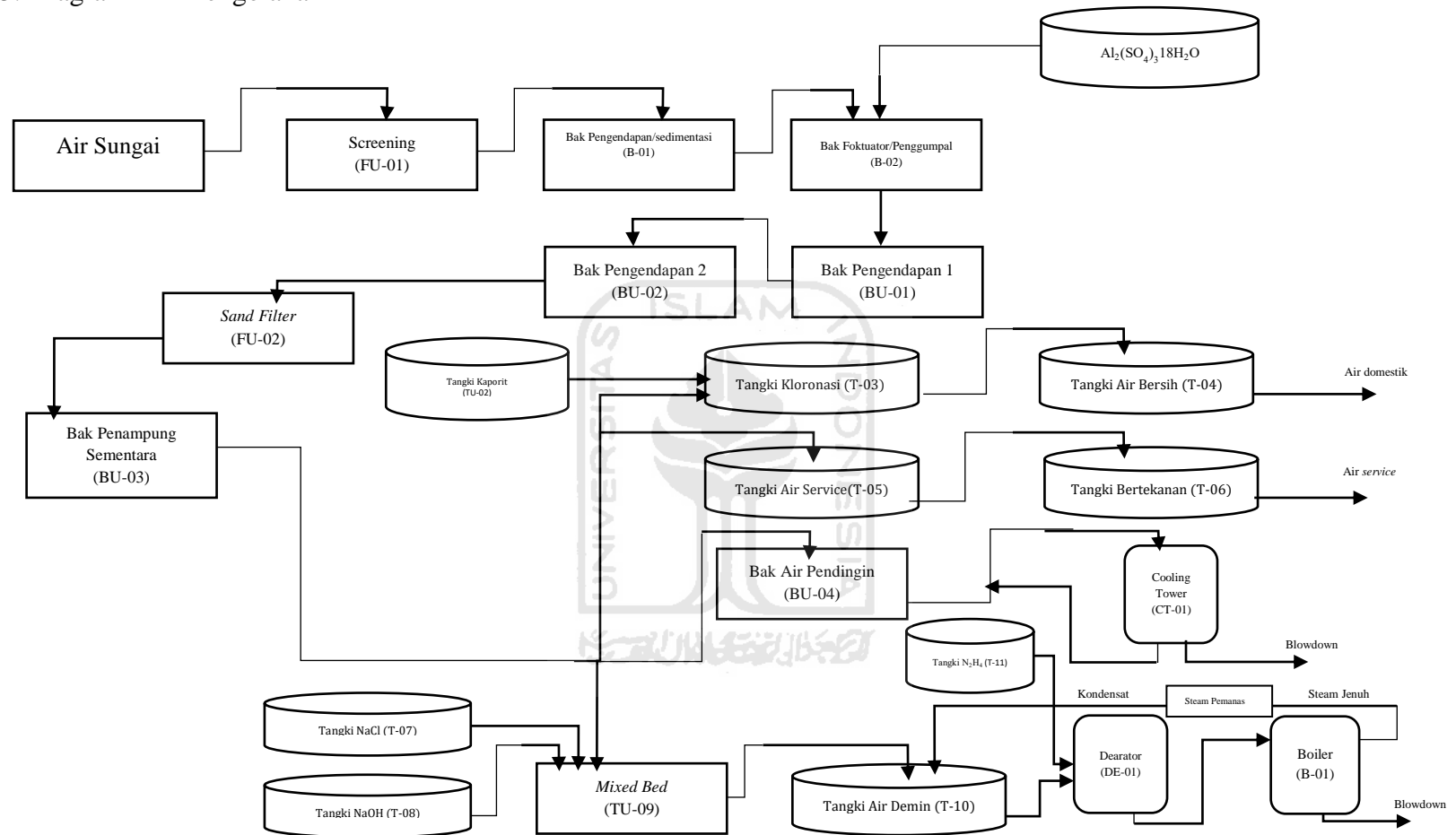
Kode Alat	Jumlah	Effisiensi Pompa (%)	Daya (Hp)		Kapasitas (gpm)
			Pompa	Motor	
PU-01	1	78%	2,32	5	255,29
PU-02	1	76%	1,96	5	214,03
PU-03	1	74%	1,76	5	203,33
PU-04	1	20%	0,0002	0,05	0,02
PU-05	1	74%	1,81	5	203,33
PU-06	1	73%	1,72	5	193,16
PU-07	1	72%	0,87	2	183,50
PU-08	1	72%	0,69	2	174,33
PU-09	1	72%	1,94	2	240,83
PU-10	1	20%	0,00	0,05	0,0009
PU-11	1	63%	1,83	3	120,39
PU-12	1	63%	1,83	3	120,39
PU-13	1	41%	0,02	0,083	2,58

Lanjutan **Tabel 4.21.** Spesifikasi Pompa Utilitas

Kode Alat	Jumlah	Efisiensi Pompa (%)	Daya (Hp)		Kapasitas (gpm)
			Pompa	Motor	
PU-14	1	41%	0,02	0,08	2,58
PU-15	1	60%	0,42	5	44,55
PU-16	1	60%	0,42	5	44,55
PU-17	1	40%	0,06	0,13	6,81
PU-18	1	40%	0,09	0,25	6,81
PU-19	1	40%	0,05	0,13	6,81
PU-20	1	40%	0,05	0,13	6,81
PU-21	1	40%	0,05	0,13	6,81

\*Jenis pompa *centrifugal pump*

#### 4.7.25. Diagram Alir Pengolahan Air



**Gambar 4.6.** Diagram Alir Pengolahan Air



#### **4.8. Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi adalah salah satu faktor penting penunjang kemajuan perusahaan. Agar mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain : perumusan tujuan perusahaan, pembagian tugas kerja, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengendalian pekerjaan, dan organisasi perusahaan. Tanpa manajemen yang teratur, baik dari kinerja sumber daya manusia maupun terhadap fasilitas yang ada secara otomatis organisasi akan berkembang.

##### **4.8.1. Bentuk Organisasi Perusahaan**

Arti dari organisasi, berasal dari kata Latin "*organum*" yang dapat berarti alat, anggota badan James D. Mooney, mengatakan: "Organisasi adalah bentuk setiap perserikatan manusia untuk mencapai suatu tujuan bersama.", sedangkan Chester I. Barnard memberikan pengertian organisasi sebagai: "Suatu system daripadah aktivitas kerjasaman yang dilakukan dua orang atau lebih".

Dari pendapat para ahli dapat diambil arti dari kata organisasi, yaitu kelompok orang yang secara sadar bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan wewenang dan tanggung jawab masing-masing. Secara ringkas, ada tiga unsur utama dalam organisasi, yaitu :

1. Adanya sekelompok orang
2. Adanya hubungan dan pembagian tugas
3. Adanya tujuan yang ingin dicapai

#### 4.8.2. Manajemen Perusahaan

Umumnya perusahaan mempunyai pengolahan (manajemen) organisasi yang bertugas untuk mengatur, merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan perusahaan dengan efektif dan efisien. Selain itu untuk mendapat profit yang optimal juga harus didukung oleh pembagian tugas dan wewenang yang jelas dari setiap personil atau individu yang terlibat dalam perusahaan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan atau suatu pabrik diatur oleh manajemen. Dengan kata lain bahwa manajemen bertindak memimpin, merencanakan, menyusun, mengawasi, dan meneliti hasil pekerjaan. Perusahaan dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh, apabila perusahaan memiliki manajemen yang baik antara atasan dan bawahan.

Fungsi dari manajemen adalah meliputi usaha memimpin dan mengatur faktor-faktor ekonomis sedemikian rupa, sehingga usaha itu memberikan perkembangan dan keuntungan bagi mereka yang ada di lingkungan perusahaan.

Dengan demikian, jelaslah bahwa pengertian manajemen itu meliputi semua tugas dan fungsi yang mempunyai hubungan yang erat dengan permulaan dari pembelanjaan perusahaan (*financing*).

Dengan penjelasan ini dapat diambil suatu pengertian bahwa manajemen itu diartikan sebagai seni dan ilmu perencanaan (*planning*), pengorganisasian, penyusunan, pengarahan, dan pengawasan dari sumber daya manusia untuk mencapai tujuan (*criteria*) yang telah ditetapkan.

Menurut Siagian (1992), manajemen dibagi menjadi tiga kelas pada perusahaan besar, yaitu:

1. *Top* manajemen
2. *Middle* manajemen
3. *Operating* manajemen

Orang yang memimpin (pelaksana) manajemen disebut dengan manajer. Manajer ini berfungsi atau bertugas untuk mengawasi dan mengontrol agar manajemen dapat dilaksanakan dengan baik sesuai dengan ketentuan yang digariskan bersama. Menurut Madura (2000), syarat - syarat manajer yang baik adalah:

1. Harus menjadi contoh (teladan)
2. Harus dapat menggerakkan bawahan
3. Harus bersifat mendorong
4. Penuh pengabdian terhadap tugas-tugas.
5. Berani dan mampu mengatasi kesulitan yang terjadi
6. Bertanggung jawab, tegas dalam mengambil atau melaksanakan keputusan yang diambil
7. Berjiwa besar

#### **4.8.3. Bentuk Hukum Badan Usaha**

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat menjadi tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Menurut Sutarto (2002),

bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah:

1. Perusahaan Perorangan
2. Persekutuan Firma
3. Persekutuan Komanditer (CV)
4. Perseroan Terbatas (PT)
5. Koperasi
6. Usaha Daerah
7. Perusahaan Negara

Bentuk badan usaha dalam Pabrik Dietil eter direncanakan adalah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No. 1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaannya.

Syarat-syarat pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Didirikan oleh dua orang atau lebih, yang dimaksud dengan “orang” adalah orang perseorangan atau badan hukum.
2. Didirikan dengan akta otentik, yaitu di hadapan notaris.
3. Modal dasar perseroan, yaitu paling sedikit Rp. 20.000.000,- (dua puluh juta rupiah) atau 25% dari modal dasar, tergantung mana yang lebih besar dan harus telah ditempatkan dan telah disetor.

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Pembuatan akta pendirian di hadapan notaris
2. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman
3. Pendaftaran Perseroan
4. Pengumuman dalam tambahan berita negara.

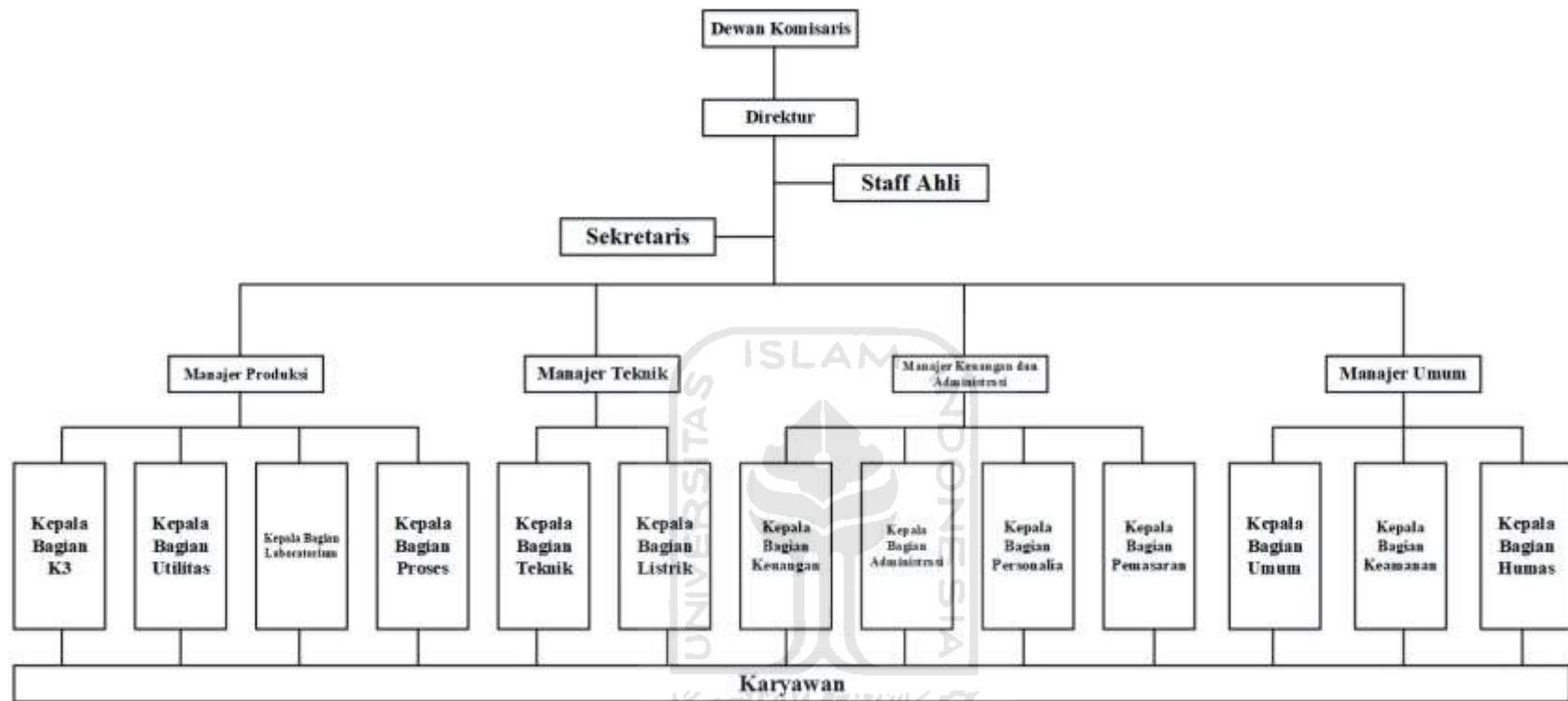
Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan PT adalah sebagai berikut:

Menurut Widjaja (2003), landasan dalam pemilihan bentuk perusahaan ini berdasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Mudah untuk mendapat modal dengan menjual saham di pasar modal.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan beserta karyawan.
3. Pemilik dan pengurus terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan.
5. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang berpengalaman.

6. Suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.
7. Merupakan bisang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kerja sama antar sumber daya manusia di dalam suatu perusahaan yang baik diperlukan agar tercipta lingkungan yang baik dan menghasilkan kinerja yang baik. Oleh karena itu diperlukan struktur organisasi yang tersusun dengan baik. Perusahaan akan didirikan dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT). Kekuasaan tertinggi dalam perusahaan akan dipegang oleh Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Perwakilan dari pemegang saham akan dipilih oleh RUPS sebagai dewan komisioner yang akan mengawasi jalannya perusahaan. Dewan komisioner akan dibantu oleh Direktur yang membawahi empat orang manajer yaitu Manejer Produksi, Manajer Teknik, Manajer Umum & Keuangan dan Manajer Pembelian & Pemasaran dengan bentuk organisasi garis dan staf. Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7.** Struktur Organisasi Perusahaan

#### **4.8.4. Uraian Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab**

##### **1. Dewan Komisaris**

Dewan Komisaris dipilih dalam RUPS untuk mewakili para pemegang saham dalam mengawasi jalannya perusahaan. Dewan Komisaris ini bertanggung jawab kepada RUPS. Tugas-tugas Dewan Komisaris adalah:

- Menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham.
- Meminta laporan pertanggungjawaban Direktur secara berkala.
- Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas Direktur.

##### **2. Direktur**

Pimpinan utama di pabrik pembuatan Dietil eter dijabat oleh seorang Direktur yang memiliki tugas sebagai berikut:

- Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
- Meyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
- Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
- Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
- Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.



Dalam menjalankan Pabrik Dietil eter, Direktur dibantu oleh tiga orang manajer yang masing-masing membawahi sebuah departemen.

Adapun ketiga manajer dalam perusahaan adalah:

- 1) Manajer Produksi, yang membawahi 4 divisi yang dikepalai oleh supervisor. Secara umum, departemen produksi mengatur dan mengawasi segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan jalannya proses produksi. Beberapa divisi yang terdapat dalam departemen produksi antara lain adalah:
  - a. Divisi proses, yang memiliki tugas untuk mengawasi kelancaran dari proses produksi sehingga dapat mencapai target jumlah produksi yang telah ditetapkan. Tugas lain divisi proses adalah pengaturan jadwal *shift* dari karyawan, menghitung kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang yang dibutuhkan hingga engemasan produk sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.
  - b. Divisi Utilitas yang memiliki tugas dalam hal penyediaan *steam*, air pendingin, udara tekan, bahan bakar, serta listrik yang menunjang proses produksi. Selain itu, divisi ini bertanggung jawab atas seluruh peralatan yang digunakan dalam proses penyediaan utilitas yang ada.
  - c. Divisi Laboratorium yang bertanggung jawab atas proses pengecekan kualitas produk yang dihasilkan serta bertugas

untuk melakukan pengembangan teknologi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan.

- d. Divisi Kesehatan dan Keselamatan Kerja yang bertanggung jawab atas keamanan bekerja baik itu dalam keamanan alat maupun pelindung dari semua pegawai di area pabrik, guna mengurangi terjadinya kecelakaan saat pabrik berjalan.

2) Manajer Teknik, yang memiliki tugas mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya manajer teknik dibantu oleh lima supervisor divisi, yaitu Supervisor Listrik, dan Supervisor Teknik.

4. Manajer Umum bertanggung jawab langsung kepada Direktur dalam mengawasi dan mengatur keamanan, gudang/logistik dan humas. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Umum dibantu oleh enam Kepala Bagian (Kabag.), yaitu Kepala Bagian Umum, Kepala Bagian Keamanan dan Kepala Bagian Humas.

5. Manajer Keuangan dan Administrasi bertanggung jawab langsung kepada Direktur dalam mengawasi dan mengatur Keuangan dan Administrasi. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Umum dibantu oleh enam Kepala Bagian (Kabag.), yaitu Kepala Bagian Keuangan, Kepala Bagian Administrasi, Kepala Bagian Personalia dan Kepala Bagian Pemasaran.

#### 6. Staf Ahli

Staf ahli di Pabrik dietil eter ini memiliki tugas untuk memberikan masukan, baik berupa saran nasehat, maupun pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan khususnya pada aspek keselamatan kerja seluruh karyawan.

#### 7. Sekretaris

Dalam menjalankan tugasnya, selain keempat manajer tersebut, direktur juga mengangkat seorang Sekretaris untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu Direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

### 4.8.5. Struktur Tenaga Kerja

#### 1. Pembagian Struktur Tenaga Kerja

Pabrik Dietil eter ini direncanakan beroperasi 330 hari per tahun secara kontinu 24 jam sehari. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu karyawan regular atau *non-shift* dan karyawan *shift*.

##### a. Karyawan *non-shift*

Waktu kerja bagi karyawan regular atau *non-shift* adalah 5 hari kerja, dimana hari Sabtu dan Minggu dijadikan hari libur. Untuk karyawan *shift* digunakan jadwal kerja berdasarkan giliran *shift* masing-masing. Jam kerja karyawan *non-shift* ditetapkan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi

Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40 jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 Kep.234/Men/2003) dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Adapun perincian waktu kerja baik bagi karyawan regular maupun karyawan *shift* adalah sebagai berikut:

Senin s.d. Kamis : 08.00 – 17.00 WIB  
(Istirahat: 12.00 – 13.00 WIB)  
Jumat : 08.00 – 17.00 WIB  
(Istirahat: 11.30 – 13.00 WIB)

b. Karyawan *shift*

Untuk pekerjaan yang langsung berhubungan dengan proses produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, para karyawan diberi pekerjaan bergilir (*shift work*). Pekerjaan dalam satu hari dibagi tiga *shift*, yaitu tiap *shift* bekerja selama 8 jam dan 15 menit pergantian *shift* dengan pembagian sebagai berikut:

*Shift* pagi (I) : 07.00 – 15.00 WIB  
*Shift* siang (II) : 15.00 – 23.00 WIB  
*Shift* malam (III) : 23.00 – 07.00 WIB

Karyawan yang termasuk dalam kerja *shift* dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok A, B, C, dan D. Pola pembagian waktu kerja adalah pergantian dari *shift* pagi, sore, malam, dan hari libur. Karyawan yang telah bekerja selama 2 kali *shift* malam akan mendapatkan hari libur selama 2 hari.

Berikut ini adalah tabel jadwal giliran kerja untuk karyawan *shift* :

**Tabel 4.23.** Shift Kerja Karyawan

Grup	Hari							
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin
A	I	I	II	II	III	III	--	--
B	II	II	III	III	--	--	I	I
C	III	III	--	--	I	I	II	II
D	--	--	I	I	II	II	III	III

#### 4.8.6. Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan

Dari data karyawan *shift* dan non-*shift* jumlah karyawan pada pabrik Dietil eter adalah 136 orang. SDM yang digunakan pada pabrik dietil eter perlu diperhatikan, adapun rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.24.

**Tabel 4.24.** Tingkat Pendidikan Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Dewan Komisaris	1	Teknik (S1)
Direktur	3	Teknik Kimia (S1)
Sekretaris	1	Akuntansi (S1)/ Kesekretariatan (D3)
Staff Ahli	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 5 tahun
Manajer Produksi	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Teknik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Administrasi dan Keuangan	1	Ekonomi/Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Kepala Bagian Proses	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Laboratorium	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Utilitas	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Listrik	1	Teknik Elektro (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun

Lanjutan **Tabel 4.24.** Tingkat Pendidikan Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Kepala Bagian Pemasaran	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Manajer Umum	1	Teknik Industri (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Keuangan	1	Akuntansi/Ekonomi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Administrasi	1	Akuntansi/Ekonomi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Personalia	1	Manajemen/Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Humas	1	Hukum (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Keamanan	1	Pensiunan ABRI
Karyawan Proses	8	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Laboratorium R&D	4	MIPA Kimia (S1)/ Kimia Analis (D3)
Karyawan Utilitas	4	Teknik Kimia (S1)

Lanjutan **Tabel 4.24.** Tingkat Pendidikan Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Karyawan Unit Pemeliharaan	5	Teknik Elektro/Mesin (S1)
Karyawan Instrumentasi Pabrik	3	Teknik Instrumentasi Pabrik (D4)
Karyawan Pemasaran	4	Teknik Kimia (S1)/ Manajemen(D3)
Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	4	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) atau (D3)
Karyawan Bag. Keuangan	4	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Administrasi	2	Ilmu Komputer (D1)
Karyawan Bag. Personalia	2	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Humas	2	Akutansi/Manajemen (D3)
Operator Proses	48	Teknik Kimia (D3)
Operator Utilitas	4	Teknik Kimia (D3)
Petugas Keamanan	4	SLTP/STM/SMU/D1
Karyawan Perpustakaan	1	Minimal D3
Dokter	2	Kedokteran, Profesi (S1)
Perawat	4	Akademi Perawat (D3)
Petugas Kebersihan	7	SLTP/SMU
Supir	3	SMU/STM
<b>Jumlah</b>	<b>136</b>	



Setiap karyawan di perusahaan memiliki hak dan kewajiban yang diatur oleh undang-undang ketenagakerjaan. Terdapat dua jenis karyawan berdasarkan jenis kontrak kerjanya, yaitu:

- Karyawan Pra-Kontrak merupakan karyawan baru yang akan mengalami masa percobaan kerja selama 6 bulan. Setelah 6 bulan, kinerja karyawan akan dievaluasi untuk kemudian diambil keputusan mengenai pengangkatan menjadi karyawan tetap.
- Karyawan Tetap merupakan karyawan yang telah memiliki kontrak kerja secara tertulis dengan perusahaan.

Baik karyawan pra-kontrak maupun karyawan tetap memiliki hak serta kewajiban yang sama. Hak karyawan meliputi masalah gaji, tunjangan, serta cuti karyawan.

#### 1. Hak Karyawan

- Gaji Pokok

Gaji pokok karyawan diatur berdasarkan jabatan, keahlian dan kecakapan karyawan, masa kerja, serta prestasi kerja. Kenaikan gaji pokok dilakukan per tahun sesuai dengan pertumbuhan ekonomi serta prestasi dari karyawan. Daftar gaji karyawan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.25. Gaji Karyawan**

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Dewan Komisaris	1	45.000.000	45.000.000
2	Direktur	3	35.000.000	105.000.000
3	Sekretaris	1	30.000.000	30.000.000
4	Staff Ahli	1	25.000.000	25.000.000
5	Manajer Produksi	1	30.000.000	30.000.000
6	Manajer Teknik	1	30.000.000	30.000.000
7	Manajer Adminitrasi dan Keuangan	1	25.000.000	25.000.000
8	Manajer Umum	1	25.000.000	25.000.000
8	Kepala Seksi Proses	1	25.000.000	25.000.000
9	Keapala Seksi Laboratorium	1	25.000.000	25.000.000
10	Kepala Seksi Utilitas	1	25.000.000	25.000.000
11	Kepala Seksi Listrik	1	20.000.000	20.000.000
12	Kepala Seksi Pemasaran	1	20.000.000	20.000.000
13	Kepala Seksi Umum	1	20.000.000	20.000.000
14	Kepala Keuangan	1	25.000.000	25.000.000
15	Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	20.000.000	20.000.000
16	Kepala Seksi Proses	1	25.000.000	25.000.000

Lanjutan **Tabel 4.25.** Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total Gaji (Rp)
17	Kepala Seksi Administrasi	1	20.000.000	20.000.000
18	Kepala Seksi Personalia	1	20.000.000	20.000.000
19	Kepala Seksi Humas	1	20.000.000	20.000.000
20	Kepala Seksi Keamanan	1	20.000.000	20.000.000
21	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	20.000.000	20.000.000
22	Karyawan Proses	8	10.000.000	80.000.000
23	Karyawan Laboratorium	4	9.000.000	36.000.000
24	Karyawan Utilitas	4	9.000.000	36.000.000
25	Karyawan Unit Pemeliharaan	5	9.000.000	45.000.000
26	Karyawan Instrumentasi Pabrik	3	12.000.000	36.000.000
27	Karyawan Pemasaran	2	7.000.000	14.000.000
29	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	4	7.000.000	28.000.000
30	Karyawan Bag. Keuangan	4	7.000.000	28.000.000
31	Karyawan Bag. Administrasi	2	7.000.000	14.000.000
32	Karyawan Bag. Personalia	2	7.000.000	14.000.000
33	Karyawan Bag. Humas	2	7.000.000	14.000.000

Lanjutan **Tabel 4.25.** Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total gaji (Rp)
34	Petugas Keamanan	4	7.000.000	28.000.000
36	Dokter	2	10.000.000	20.000.000
37	Perawat	4	5.000.000	20.000.000
38	Petugas Kebersihan	7	4.197.000	19.379.210
39	Supir	3	4.197.000	12.591.090
40	Operator Proses	51	6.000.000	3.06.000.000
41	Utilitas	4	9.000.000	36.000.000
<b>Total</b>		1.135	739.591.090	1.365.167.330

- Tunjangan dan Fasilitas bagi Karyawan

Selain gaji pokok, setiap karyawan juga mendapatkan tunjangan yang diatur oleh perusahaan. Beberapa jenis tunjangan dan fasilitas yang diberikan oleh perusahaan antara lain adalah:

- a. Tunjangan makan

Makan siang disediakan oleh perusahaan dan setiap karyawan berhak makan siang yang disediakan. Namun karyawan juga dapat makan siang di luar wilayah perusahaan dan akan diberikan uang makan yang besarnya disesuaikan dengan jabatan karyawan.

- b. Tunjangan kesehatan

Setiap karyawan akan memiliki asuransi yang diatur oleh perusahaan, sesuai dengan undang-undang Republik Indonesia

Nomor 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional

Pasal 18. Jenis program jaminan sosial meliputi:

- Jaminan kesehatan
- Jaminan kecelakaan kerja
- Jaminan hari tua
- Jaminan pension dan kematian

Sehingga karyawan mengalami kecelakaan ataupun sakit dan harus dirawat, maka perusahaan akan mengganti seluruh biaya perawatan.

c. Tunjangan hari raya

Setiap karyawan akan mendapatkan tunjangan hari raya sebesar 1 bulan gaji setiap tahunnya.

d. Tunjangan keluarga

Karyawan yang telah memiliki keluarga akan mendapatkan tunjangan bagi istri dan anaknya (maksimal 2 anak) yang ketentuannya telah diatur oleh perusahaannya.

e. Tunjangan hari tua

Karyawan yang telah berumur 60 tahun akan memasuki usia pensiun dan akan diberikan uang pensiun sebesar 10% dari gaji total selama karyawan tersebut bekerja.

- Penyediaan fasilitas bagi karyawan
  - a. Penyediaan sarana transportasi / bus karyawan.
  - b. Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
  - c. Beasiswa kepada anak-anak karyawan yang berprestasi.
  - d. Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun.
  - e. Penyediaan fasilitas perumahan yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
- Cuti dan Hari Libur Nasional

Setiap karyawan tetap akan mendapatkan cuti kerja sebanyak 15 hari per tahunnya dan hal ini tidak berlaku akumulatif. Selain itu pada hari libur nasional, karyawan non-*shift* akan libur, namun karyawan *shift* yang memiliki jadwal kerja pada hari tersebut tidak libur namun jam kerjanya akan dihitung sebagai jam kerja lembur.

## 2. Kewajiban Karyawan

Hak yang diterima oleh karyawan perlu diimbangi juga dengan kewajiban yang harus diberikan oleh setiap karyawan. Beberapa kewajiban karyawan antara lain adalah:

- Wajib turut serta menyukseskan visi dan misi perusahaan
- Wajib mentaati kontrak kerja yang telah disepakati sebelumnya antara perusahaan dan karyawan
- Wajib menjaga kerahasiaan proses produksi pabrik

#### **4.8.7. Keselamatan Kerja**

Keselamatan kerja bagi karyawan sangat penting. Hal ini pun diatur oleh pemerintah dalam undang-undang. Oleh karena itu diperlukan adanya staf ahli kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang berfungsi untuk memberikan pelatihan kepada seluruh karyawan, terutama karyawan yang berada di area produksi untuk memperhatikan keselamatan kerja. Pelatihan juga dapat berupa uji coba sirine bahaya kebakaran, dll.

Perusahaan juga menyediakan beberapa jenis alat pelindung diri (APD) bagi setiap karyawan, dan setiap karyawan wajib memakai di dalam area produksi. APD tersebut antara lain adalah sepatu pengaman, *earplug*, *helmet*, baju tangan panjang, serta masker. Unit K3 juga menyediakan poster-poster yang berisikan himbauan kepada karyawan tentang keselamatan kerja.

#### **4.9. Evaluasi Ekonomi**

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

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Discounted Cash Flow*
- d. *Break Event Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*

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

1. Penentuan modal industry (*Total Capital Investment*)

Meliputi:

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap

- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variable (*Variable Cost*)
- c. Biaya tak pasti/mengambang (*Regulated Cost*)

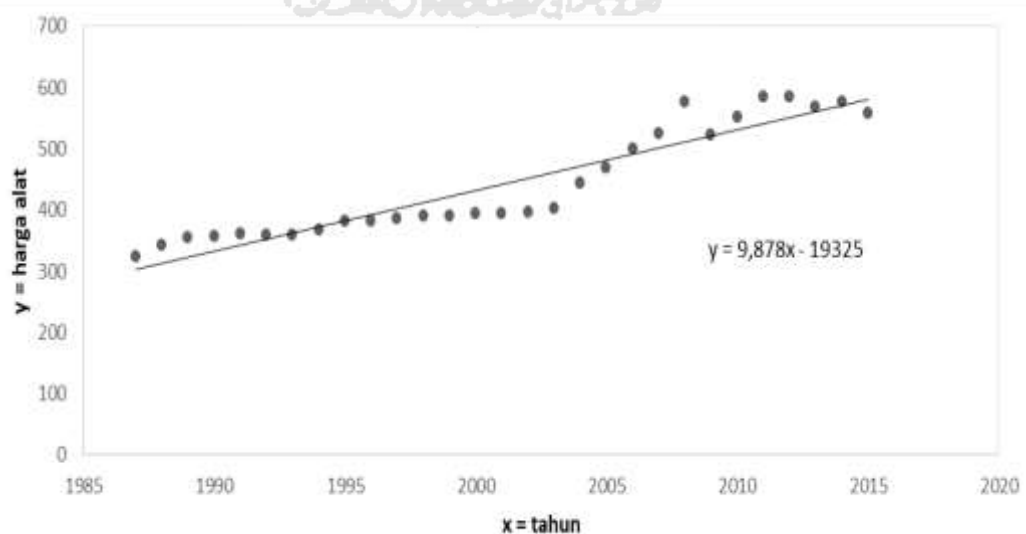


#### 4.9.1. Penaksiran Harga Alat

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

Pabrik Dietil eter ini beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun ke 20. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun ke 20 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai tahun 2015 ([www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci)), dicari dengan persamaan regresi linear.



**Gambar 4.8.** Indeks Harga Alat

Persamaan yang diperoleh adalah  $y = 9,878x - 19325$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun ke 20 yaitu sebesar 668,072. Harga-harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dari referensi buku Peters & Timmerhaus pada tahun 1990 dan Aries Newton pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini:

- Ex : Harga pembelian pada tahun ke 20  
Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1990)  
Nx : Indeks harga pada tahun ke 20  
Ny : Indeks harga pada tahun referensi (1990)

#### **4.9.2. Dasar Perhitungan**

##### **A. *Capital Investment***

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

*Capital investment* terdiri dari :

##### **a. *Fixed Capital Investment***

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

b. *Working Capital Investment*

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

B. *Manufacturing Cost*

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

Menurut Aries dan Newton (Tabel 23), *manufacturing cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

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

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

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

C. *General Exspense*

*General expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran – pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

#### 4.9.3. Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik Dietil eter dari Etanol ini dapat dilihat dari parameter – parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

##### A. *Return on Investment* (ROI):

*Return on investmen* digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

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

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI *before tax* sebesar 11% sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

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

*Pay out time* (POT) adalah

- a. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- c. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.
- d. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

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

### C. Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) adalah

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

- d. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

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

*Shut Down Point* adalah

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bias juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*)
- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

E. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)*

*Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)* adalah

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan menggunakan nilai mata uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.
- d. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah
- Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
  - *Annual profit* dan *taxes* konstan setiap tahun
  - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik

i : Nilai DCFRR

#### 4.9.4. Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik Dietil eter ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.26. sampai dengan Tabel 4.38.



**Tabel 4.26. Physical Plant Cost**

No	Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	25.479.999.386	1.698.667
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	6.369.999.846	424.667
3	Instalasi cost	3.985.071.904	265.671
4	Pemipaan	5.904.989.858	393.666
5	Instrumentasi	6.336.875.847	422.458
6	Insulasi	949.129.977	63.275
7	Listrik	3.821.999.908	254.800
8	Bangunan	144.882.000.000	9.658.800
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	126.511.000.000	8.434.067
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		324.241.066.726	21.616.071

**Tabel 4.27. Direct Plant Cost**

No	Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	64.848.213.345	4.323.214
<i>Total (DPC + PPC)</i>		389.089.280.071	25.939.285

**Tabel 4.28. Fixed Capital Investment**

No	<i>Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	389.089.280.071	25.939.285
2	Kontraktor	92.188.911.908	6.145.927
3	Biaya tak terduga	38.908.928.007	2.593.929
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		520.187.119.986	34.679.141

**Tabel 4.29. Direct Manufacturing Cost**

No	<i>Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	222.634.225.804	14.842.282
2	<i>Labor</i>	16.382.007.960	1.092.134
3	<i>Supervision</i>	1.965.840.955	131.056
4	<i>Maintenance</i>	20.807.484.799	1.387.166
5	<i>Plant Supplies</i>	3.121.122.720	208.075
6	<i>Royalty and Patents</i>	73.876.399.054	4.925.093
7	<i>Utilities</i>	241.753.206.042	16.116.880
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		580.540.287.334	38.702.686

**Tabel 4.30. Indirect Manufacturing Cost**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	3.276.401.592	218.427
2	<i>Laboratory</i>	2.457.301.194	163.820
3	<i>Plant Overhead</i>	14.743.807.164	982.920
4	<i>Packaging and Shipping</i>	73.876.399.054	4.925.093
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		94.353.909.004	6.290.261

**Tabel 4.31. Fixed Manufacturing Cost**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	41.614.969.599	2.774.331
2	<i>Propertu taxes</i>	10.403.742.400	693.583
3	<i>Insurance</i>	5.201.871.200	346.791
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		57.220.583.199	3.814.706

**Tabel 4.32. Manufacturing Cost**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	580.540.287.334	38.702.686
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	94.353.909.004	6.290.261
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	57.220.583.199	3.814.706
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		732.114.779.536	48.807.652

**Tabel 4.33. Working Capital**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	4.722.544.184	314.836
2	<i>In Process Inventory</i>	7.764.853.722	517.657
3	<i>Product Inventory</i>	15.529.707.445	1.035.314
4	<i>Extended Credit</i>	31.341.502.629	2.089.434
5	<i>Available Cash</i>	15.529.707.445	1,035.314
<i>Working Capital (WC)</i>		74.888.315.424	4.992.554

**Tabel 4.34. General Expense**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	21.963.443.386	1.464.230
2	<i>Sales expense</i>	273.297.374.384	18.219.825
3	<i>Research</i>	36.605.738.977	2.440.383
4	<i>Finance</i>	11.901.508.708	793.434
<i>General Expense (GE)</i>		343.768.065.455	22.917.871

**Tabel 4.35. Total Production Cost**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	732.114.779.536.336	48.807.652
2	<i>General Expenses (GE)</i>	343.768.065.455.122	22.917.871
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		1.075.882.844.991.460	71.725.523

**Tabel 4.36. Fixed Cost**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	41.614.969.599	2.774.331
2	<i>Property taxes</i>	10.403.742.400	693.583
3	<i>Insurance</i>	5.201.871.200	346.791
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		57.220.583.199	3.814.706

**Tabel 4.37. Variable Cost**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	222.634.225.804	14.842.282
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	73.876.399.054	4.925.903
3	<i>Utilities</i>	241.753.206.042	16.116.880
4	<i>Royalties and Patents</i>	93.876.399.054	4.925.093
<i>Variable Cost (Va)</i>		612.140.229.953	77.290.433

**Tabel 4.38. Regulated Cost**

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	16.382.007.960	1.092.134
2	<i>Plant overhead</i>	3.276.401.592	218.427
3	<i>Supervision</i>	16.951.440.955	1.130.096
4	<i>Laboratory</i>	2.457.301.194	163.820
5	<i>Sales expense</i>	1.477.527.981.072	186.556.563
6	<i>General Expense</i>	508.908.097.981	33.927.207
7	<i>Maintenance</i>	20.807.484.799	1.387.166
8	<i>Plant supplies</i>	3.121.122.720	208.075
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		2.064.175.645.437	137.611.710

**4.9.5. Hasil Analisa Kelayakan**

Penjualan :

1. Dietil eter

Produksi = 10.000,000 kg/tahun

Harga Jual = Rp 14.774 /kg

Total Penjualan = Rp 1.477.500.000.000 /tahun

Pajak = 25 %

Biaya Pajak = Rp 100.411.284.020

Keuntungan setelah pajak = Rp 301.233.852.060

Pajak ditentukan sebesar 25% dari keuntungan menurut pasal 25 badan Direktorat Jenderal Pajak

A. *Return on Investment* (ROI)

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

$$ROI \text{ sebelum pajak} = 77 \%$$

$$ROI \text{ setelah pajak} = 58 \%$$

B. *Pay Out Time* (POT)

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

$$POT \text{ sebelum pajak} = 1 \text{ tahun}$$

$$POT \text{ setelah pajak} = 2 \text{ tahun}$$

C. *Break Even Point* (BEP)

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

$$BEP = 51,29 \%$$

D. *Shut Down Point* (SDP)

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

$$SDP = 38,70 \%$$

E. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR)

Umur pabrik = 8 tahun

*FCI* = Rp 520.187.119.986

*Working Capital* = Rp 6.258.065.725.111

*Salvage Value* (SV) = Rp 36.190.719.150

*Cash flow* (CF) = Annual Profit + Depresiasi + Finance  
= Rp 354.750.330.367

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

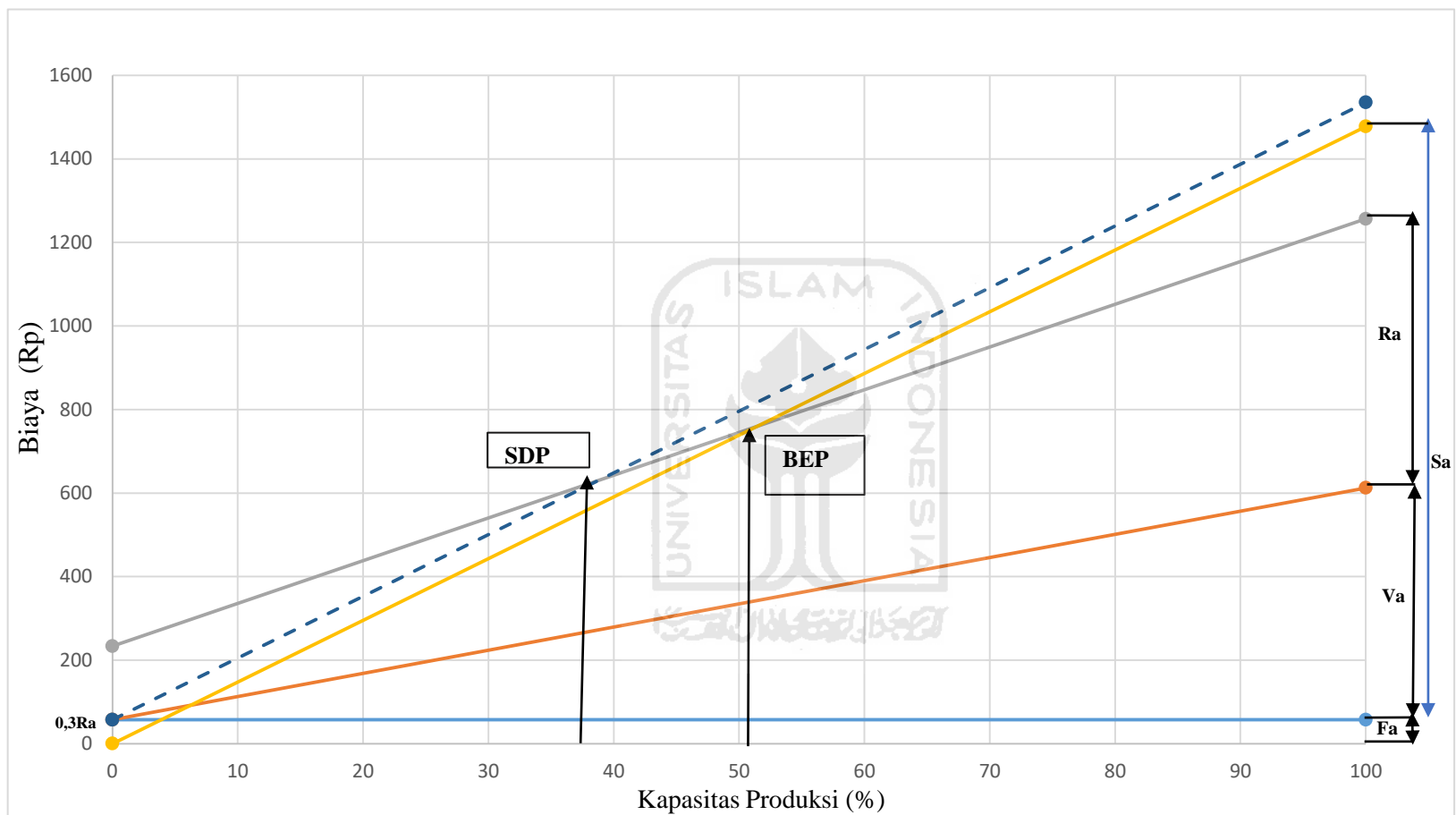
R = S

Dengan *trial & error* diperoleh nilai  $i = 7,45 \%$

**Tabel 4.39.** Analisis Kelayakan

Parameter	Terhitung	Persyaratan	Kriteria
ROI sebelum pajak	77,21 %	Minimal 44 %	Memenuhi
POT sebelum pajak	1 tahun	Maksimal 2 tahun	Memenuhi
BEP	51,29 %	40-60%	Memenuhi
DCFRR	7,44 %	$Interest = 1,5$ x bunga simpanan bank (6 %)	Memenuhi





**Gambar 4.9.** Grafik *Break Even Point*

#### 4.9.6. Analisa Resiko Pabrik

Dalam pendirian pabrik perlu diperhatikan terkait resiko pabrik tersebut apa beresiko rendah (*low risk*) atau beresiko tinggi (*high risk*). Berikut ini beberapa parameter untuk melihat pabrik dietil eter ini termasuk pabrik yang beresiko rendah atau tinggi :

##### a. Kondisi Operasi

- Suhu : Suhu tertinggi pada proses terdapat pada Reaktor (R-101) yaitu sebesar 250 °C.
- Tekanan : Tekanan tertinggi terdapat pada Menara Distilasi (T-101) yaitu sebesar 12 atm.

##### b. Karakteristik bahan baku dan produk

###### - Bahan Baku

Etanol merupakan salah satu senyawa kimia yang mudah terbakar, mudah menguap (*volatile*), dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, serta menyebabkan gangguan pernapasan apabila terhirup.

###### - Produk

Produk dari pabrik ini adalah dietil eter, yang memiliki karakteristik mudah terbakar, dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, serta menyebabkan gangguan pernapasan apabila terhirup. Sedangkan produk sampingnya etilen, yang memiliki karakteristik mudah terbakar, dan dapat menyebabkan iritasi juga.

c. Sumber Bahan Baku

Bahan baku dari pabrik dietil eter adalah etanol yang diperoleh dari PT. Molindo Raya Industrial yang terletak di Jl. Sumberwaras No. 255, Lawang, Karang Sono, Kalirejo, Malang, Jawa Timur.

d. Limbah Pabrik

Pada hasil akhir dari *bottom* menara distilasi (T-101) yaitu berupa air dan sedikit etanol yang akan di alirkan ke unit pengolahan limbah.

e. Hasil Perhitungan Ekonomi

Pada Tabel 4.39. analisa kelayakan ekonomi dari pabrik dietil eter ini memenuhi semua parameter kelayakan ekonomi.

Dari hasil analisa resiko pabrik di atas, karena dari beberapa parameter seperti karakteristik bahan baku dan produk, masih terdapat sedikit limbah etanol, serta dari hasil kelayakan ekonominya dapat disimpulkan bahwa pabrik dietil eter ini termasuk ke dalam pabrik beresiko tinggi (*high risk*),

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil laporan perancangan pabrik kimia ini antara lain :

1. Pabrik dietil eter dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku etanol sebesar 15.968,7208 ton/tahun.
2. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dietil eter sebesar 18.073 m<sup>2</sup>.
3. Pabrik dietil eter dengan kapasitas 10.000 ton/tahun membutuhkan utilitas berupa :
  - a. Air = 33.733,29 kg/jam
  - b. Dowtherm A = 21.018,49 kg/jam
  - c. Bahan bakar = 157 kg/jam
  - d. Listrik = 331 kW
4. Pabrik membutuhkan tenaga kerja sebanyak 136 pekerja.
5. Perancangan pabrik dietil eter bila ditinjau dari kondisi operasi, pemilihan bahan baku dan produk, analisa kelayakan ekonomi, serta limbah pabrik, maka pabrik dietil eter dari etanol menggunakan katalis alumina dengan proses dehidrasi kapasitas 10.000 ton/tahun tergolong pabrik beresiko tinggi (*high risk*).

6. *Total Capital Investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik ini terdiri dari *fixed capital investment* sebesar Rp 520.187.119.986 dan *working capital* sebesar Rp 74.888.315.424
7. *Total Production Cost* yang terdiri dari *manufacturing cost* sebesar Rp 732.114.779.536 dan *general expense* sebesar Rp 343.768.065.455
8. Nilai ROI pabrik dietil eter ini adalah :
- ROI sebelum pajak = 77 %
- ROI setelah pajak = 58 %
- Pabrik ini beresiko tinggi memiliki syarat ROI sebelum pajak minimal 44 % dan pabrik ini memenuhi syarat
9. Nilai POT pabrik dietil eter :
- POT sebelum pajak = 1 tahun
- POT setelah pajak = 2 tahun
- Pabrik beresiko tinggi memiliki syarat POT sebelum pajak maksimal 2 tahun dan pabrik ini memenuhi syarat
10. Nilai BEP, SDP dan DCFRR pabrik dietil eter ini adalah
- Nilai BEP = 51,29 %
- Nilai SDP = 38,70 %
- Nilai DCFRR = 7,45 %

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ekonomi di atas maka pabrik dietil eter dari etanol menggunakan katalis alumina dengan proses dehidrasi kapasitas 10.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat untuk didirikan.

## 5.2. Saran

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

1. Optimasi saat pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangannya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Pendirian Pabrik Dietil eter dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan Dietil eter di Indonesia, karena belum adanya pabrik Dietil eter yang berdiri di Indonesia.
4. Pendirian Pabrik Dietil eter dapat menjadi solusi pemerintah untuk mendorong tumbuhnya industri kimia di dalam negeri, agar menjadi sector penggerak perekonomian nasional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost", Mc. Graw Hill Book co., New York
- Brown, G.G., 1950, "Unit Operation", John Wiley and Sons Inc, New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H., 1959., "Equipment Design", John Willey & Sons, inc., New York.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering Design", Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford
- Geankoplis, J.C., 1978, "*Transport Process and Unit Operation*" *Third Edition*, Prentice Hall International Inc., United States of America.
- Kementrian Perindustrian Indonesia. 2019. "Pemerintah Pacu Industri Kimia Jadi Penggerak Ekonomi Nasional". Jakarta.
- Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd Edition, vol. 4, New york., Interscience Publishing Inc.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 6th ed., McGraw-Hillo Book Company, New York.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

- Reza, M.A.D., dan Nivenia, T.D., 2017. Pembuatan Dietil eter dengan Katalis Berbasis Dipromote dengan Logam Cr dan Co dalam Reaktor Fixed Bed. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri : Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Seader, J.D., and Henley, E.J., 2006, *Separation Process Principles, Second Edition*, New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Smith, J.M., Van Ness, H.G., and Abbott, M., 1997, “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*”, *Sixth Edition.*, New York : Mc Graw Hill Book Companies, Inc.
- Ullmann, (1987), “*Encyclopedia of Industrial Chemistry*”, Vol, A.10, 5th edition, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim Federal Republic of Germany.
- Walker, C.A., Butt, J.B., and Bliss, H., 1962. *Rates of Reaction in a Recycling System Dehydration of Ethanol and Diethyl Ether Over Alumina*. A.I.Ch.E. Journal, Vol. 8 (1) : 42-47.
- Wibowo, A. 2014. Pra Rancangan Pabrik Dietil eter dengan Proses Dehidrasi Etanol Kapasitas Produksi 15.000 Ton/Tahun. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri : Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Widayat dan Satriadi, H. 2008. Optimasi Pembuatan Dietil eter dengan Proses Reaktif Distilasi. Reaktor. Vol. 12 (1) : 7-11.
- Yaws, C.L., 1999, “*Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemicals*”, New York : Mc Graw Hill Book Companies, Inc.



Zhang, *et al.* 2014. *Catalysts for Forming Diethyl Ether*. Patent, US  
2014/0275636.

<https://www.alibaba.com/>

<https://www.bppt.go.id/>

<http://www.matche.com/>

<https://www.bps.go.id/>

<https://www.chemengonline.com/category/separation-processes/>



The logo of Universitas Islam Indonesia is a light gray watermark in the background. It features a stylized torch or flame inside a shield-like shape, with the words "UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA" written around it.

# LAMPIRAN A

## Lampiran A

### Perhitungan Reaktor

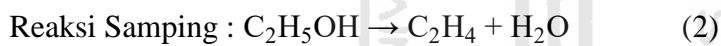
Jenis	: Reaktor <i>Fixed Bed Multitube</i>
Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi dehidrasi etanol ( $C_2H_5OH$ ) pada fase gas, dengan katalis padat alumina ( $Al_2O_3$ ), sehingga membentuk produk utama berupa Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ ), dan produk samping etilen ( $C_2H_4$ ).
Kondisi Operasi	: Suhu = 250 °C Tekanan = 1 atm Konversi = 84,6% Reaksi Ekostermis, Isothermal Adiabatis
Tujuan Perancangan	: 1. Menentukan jenis reaktor 2. Menghitung neraca massa 3. Menghitung neraca panas 4. Menghitung neraca panas pada media pendingin 5. Menghitung <i>pressure drop</i> 6. Perancangan Reaktor

## Neraca Massa Reaktor

**Tabel 1. Neraca Massa di Reaktor**

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)
	Arus 2	Arus 3
Dietil eter ( $C_4H_{10}O$ )	0	1.175,70
Etanol ( $C_2H_5OH$ )	1.727,76	62,90
Air ( $H_2O$ )	90,93	456,42
Etilen ( $C_2H_4$ )	0	123,67
Total	1.181,69	1.818,69

### Reaksi yang terjadi di dalam reaktor



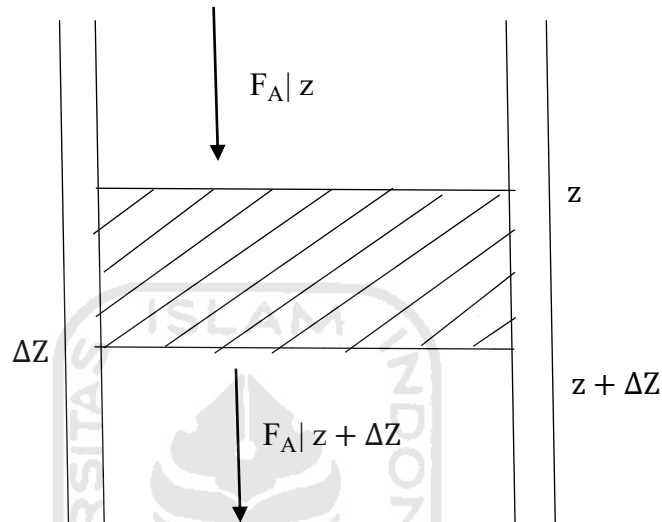
### 1. Menentukan Jenis Reaktor

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

- Reaksi berlangsung pada fase gas dengan katalis padat.
- Katalis yang digunakan berumur panjang.
- Perawatan, perbaikan, dan operasional mudah.
- Pemakaian tidak terbatas pada kondisi reaksi tertentu (eksotermis atau endotermis) sehingga pemakaian lebih fleksibel.
- Konstruksi sederhana.

## 2. Menghitung neraca massa pada elemen volume

Reaksi berlangsung dalam keadaan *steady state* dalam reaktor setebal  $\Delta Z$  dengan konversi X. Neraca massa  $C_2H_5OH$  pada elemen volume :



*rate of input – rate of output – rate of reaction = rate of accumulation* (3)

karna *steady state*, maka  $R_{acc} = 0$

$$F_A|_z - F_A|_{z+\Delta Z} - (-r_a) \times \Delta v = 0 \quad (4)$$

$$\Delta v = \frac{\pi D^2}{4} \times N_t \times \Delta Z \quad (5)$$

$\Delta v$  = Volume gas diantara katalis pada elemen volume

$$F_A|_z - F_A|_{z+\Delta Z} - (-r_a) \times \frac{\pi D^2}{4} \times N_t \times \Delta Z = 0 \quad (6)$$

$$F_A|_z - (F_A|_{z+\Delta Z} = (-r_a) \times \frac{\pi D^2}{4} \times N_t \times \Delta Z \quad (7)$$

Kedua ruas dibagi dengan  $\Delta Z$  :

$$\frac{F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z}}{\Delta Z} = (-ra) \times \frac{\pi ID^2}{4} \times Nt \quad (8)$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z}}{\Delta Z} = (-ra) \times \frac{\pi ID^2}{4} \times Nt \quad (9)$$

$$\frac{dF_A}{dZ} = (-ra) \times \frac{\pi ID^2}{4} \times Nt \quad (10)$$

Dimana :

$$F_A = F_{A0} - F_{A0}X \quad (11)$$

$$dF_A = -F_{A0}dX \quad (12)$$

$$F_{A0} \frac{dX}{dZ} = (-ra) \times \frac{\pi ID^2}{4} \times Nt \quad (13)$$

$$\frac{dX}{dZ} = \frac{(-ra)\pi ID^2 Nt}{4F_{A0}} \quad (14)$$

Keterangan :  $\frac{dX}{dZ}$  = Perubahan konversi persatuan panjang

ID = Diameter dalam pipa

Z = Tebal tumpukan katalisator

$(-ra)$  = Kecepatan reaksi

Nt = Jumlah Tube

Nilai Kecepatan Reaksi (-ra) :

Nilai (-ra) di dapatkan dari jurnal (Walker, C.A., Butt, J.B., and Bliss, H., 1962.

*Rates of Reaction in a Recycling System Dehydration of Ethanol and Diethyl*

*Ether Over Alumina.* A.I.Ch.E. Journal, Vol. 8 (1) : 42-47).

$$r = \frac{K_{S1} L K_A p_A}{D} + \frac{K_{S2} L K_A^2 p_A^2}{4D^2} \quad (15)$$

$$D = 1 + p_A K_A + p_W K_W + p_E K_E \quad (16)$$

NOTATION	
$E'$	= activation energy, cal./g.-mole
$K'$	= chemical reaction equilibrium constant
$K$	= adsorption equilibrium constant, mm. Hg <sup>-1</sup>
$K_{s1}L$	= monomolecular surface reaction rate constant; reactions A, C, and D, g.-moles/min., g. of catalyst
$K_{s2}L$	= bimolecular surface reaction rate constant; reaction B, g.-moles/min., g. of catalyst
$L$	= concentration of active sites, moles/unit weight of catalyst
$P$	= total pressure, mm. Hg
$p$	= partial pressure, mm. Hg
$r$	= rate of reaction, g.-moles/min., g. of catalyst
Subscripts	
A	= ethanol
E	= diethyl ether
O	= ethylene
o	= initial conditions
W	= water

Diketahui :  $K_{S1}L = 0,1594 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$  ( Reaksi Utama)

$K_{S2}L = 0,0049 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$  ( Reaksi Samping)

$K_A = 0,0006 \text{ mmHg}^{-1}$

$K_W = 0,0024 \text{ mmHg}^{-1}$

$$K_E = 0,0012 \text{ mmHg}^-$$

$$p_A = 52.744,5511 \text{ mmHg}$$

$$K_W = 29.795,1647 \text{ mmHg}$$

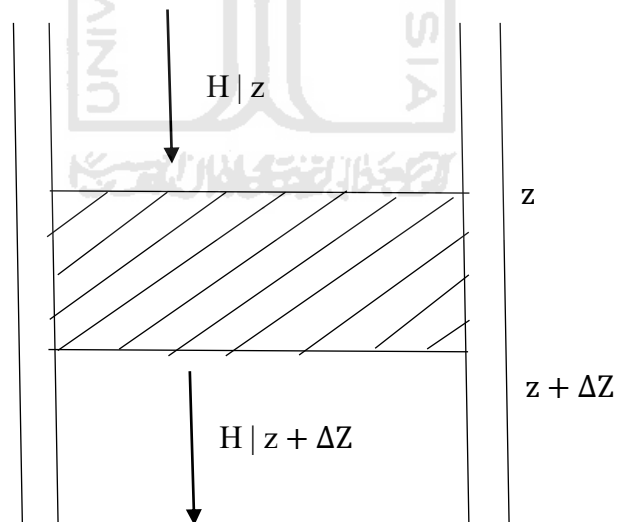
$$K_E = 61.892,4204 \text{ mmHg}$$

Maka :

$$D = 178.4260$$

$$r = 0,0283 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

### 3. Menghitung neraca panas pada elemen volume



$$\text{heat of input} - \text{heat of output} + \text{heat of generation} - \text{heat transfer} = \text{Acc} \quad (17)$$



$$H|_z - H|_{z+\Delta Z} + (-ra) \times \Delta HR \times V - U_d \times N_t \times \Delta Z \times \pi \times OD \times (T - T_p) = 0 \quad (18)$$

$$H|_z - H|_{z+\Delta Z} + (-ra) \times \Delta HR \times \frac{\pi ID^2}{4} \times ID^2 \times \Delta Z \times N_t - U_d \times N_t \times \Delta Z \times \pi \times OD \times (T - T_p) = 0$$

$$H|_z - H|_{z+\Delta Z} = -(-ra) \times \Delta HR \times \frac{\pi ID^2}{4} \times ID^2 \times \Delta Z \times N_t + U_d \times N_t \times \Delta Z \times \pi \times OD \times (T - T_p)$$

Kedua ruas dibagi dengan  $\Delta Z$  :

$$\frac{H|_z - H|_{z+\Delta Z}}{\Delta Z} = -(-ra) \times \Delta HR \times \frac{\pi ID^2}{4} \times ID^2 \times N_t + U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p)$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{F_A|_z - F_A|_{z+\Delta Z}}{\Delta Z} = -(-ra) \times \Delta HR \times \frac{\pi ID^2}{4} \times ID^2 \times N_t + U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p)$$

$$-\frac{dH}{dZ} = -(-ra) \times \Delta HR \times \frac{\pi ID^2}{4} \times ID^2 \times N_t + U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p)$$

Dimana :

$$H = Q = \sum F_i C_{pi} (T - T_{ref}) \quad (25)$$

$$dH = \sum F_i C_{pi} dT \quad (26)$$

$$\sum F_i \times C_{pi} \times \frac{dT}{dZ} = (-ra) \times \Delta HR \times \frac{\pi ID^2}{4} \times ID^2 \times N_t - U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p)$$

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{\Delta HR \times F_{A0} \times \frac{dx}{dZ} - U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p)}{\sum F_i \times C_{pi}} \quad (28)$$

Keterangan :  $\frac{dT}{dZ}$  = Perubahan suhu persatuan panjang

OD = Diameter luar pipa

$\Delta H_R$  = Panas reaksi

$T_p$  = Suhu pendingin

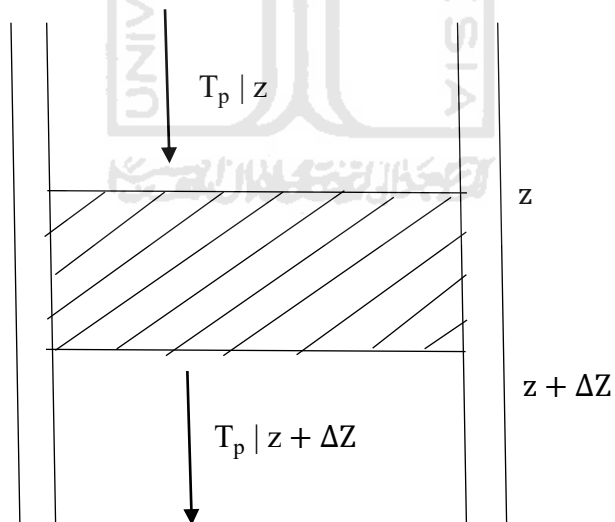
$F_i$  = Laju umpan masuk

$C_{pi}$  = Kapasitas panas komponen

$N_t$  = Jumlah tube

$U_d$  = Koefisien perpindahan panas

#### **4. Menghitung neraca panas pada media pendingin**



$$\text{heat of input} - \text{heat of output} - \text{heat transfer} = \text{Acc} \quad (29)$$

$$W_p \times C_{p_p} \times T_p \big|_z - W_p \times C_{p_p} \times T_p \big|_{z+\Delta Z} + U_d \times N_t \times \Delta Z \times \pi \times OD \times (T - T_p) = 0 \quad (30)$$

$$W_p \times C_{p_p} \times T_p \big|_z - W_p \times C_{p_p} \times T_p \big|_{z+\Delta Z} = - U_d \times N_t \times \Delta Z \times \pi \times OD \times (T - T_p) \quad (31)$$

Kedua ruas dibagi dengan  $\Delta Z$  :

$$\frac{W_p \times C_{p_p} \times T_p|_z - W_p \times C_{p_p} \times T_p|_{z+\Delta Z}}{\Delta Z} = - U_d \times N_t \times \Delta Z \times \pi \times OD \times (T - T_p) \quad (32)$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{W_p \times C_{p_p} \times T_p|_z - W_p \times C_{p_p} \times T_p|_{z+\Delta Z}}{\Delta Z} = - U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p) \quad (33)$$

$$-\frac{dT_p}{dZ} = - \frac{U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p)}{W_p \times C_{p_p}} \quad (34)$$

$$\frac{dT_p}{dZ} = \frac{U_d \times N_t \times \pi \times OD \times (T - T_p)}{W_p \times C_{p_p}} \quad (35)$$

Keterangan :  $\frac{dT_p}{dZ}$  = Perubahan suhu pendingin persatuan panjang

OD = Diameter luar pipa

$T_p$  = Suhu pendingin

$C_{p_p}$  = Kapasitas panas pendingin

$N_t$  = Jumlah tube

$U_d$  = Koefisien perpindahan panas

$W_p$  = Laju alir pendingin

#### **4. Menghitung *pressure drop***

Persamaan yang paling banyak digunakan untuk menghitung *pressure drop* dalam *fixed bed reactor* adalah persamaan Ergun :

$$\frac{dP}{dz} = - \frac{G_t}{\rho_g \times g \times D_p} \times \frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} \times \left[ \frac{150 \times (1-\epsilon)}{D_p} + 1,75 \times G_t \right] \quad (35)$$

Keterangan : G = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa

$\rho$  = Densitas gas

Dp = Densitas partikel katalisator

g = Gaya Gravitasi

$\varepsilon$  = Porositas katalisator

$\mu$  = Viskositas gas

## 5. Perancangan Reaktor

- Data – data fisis umpan reaktor

### a. Menentukan Kapasitas Panas Gas Umpan ( $C_{pg}$ )

$$C_{pg} = A + BT + CT^2 + DT^3 \quad (36)$$

**Tabel 2.** Data  $C_p$  gas ( $C_{pg}$ )

Komponen Senyawa	A	B	C	D	E
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	35,979	2,8444E-01	-1,2673E-06	-1,0128E-07	3,4529E-11
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	27,091	1,1055E-01	1,0957E-04	-1,5046E-07	4,6601E-11
H <sub>2</sub> O	33,933	-8,4186E-03	2,9906E-05	-1,7825E-08	3,6934E-12
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	32,083	-1,4831E-02	2,4774E-04	-2,3766E-07	6,8274E-11

**Tabel 3.** Perhitungan  $C_p$  Gas Umpan Campuran

Komponen Senyawa	kmol/jam	Yi	Cp (Joule/mol.K)	Cp (Kj/kmol.K)	Cp (Kj/kg.K)	Cp Camp (Kj/kg.K)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0,00	0,00	32.885,98	32.885,98	444,39	0,00

C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	37,56	0,88	18.389,97	18.389,97	399,78	352,39
H <sub>2</sub> O	5,05	0,12	7.747,64	7.747,64	430,42	51,03
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,00	0,00	11.995,74	11.995,74	428,42	0,00
<b>Total</b>	<b>42,61</b>	<b>1,00</b>	<b>71.018,43</b>	<b>71.018,43</b>	<b>1.703,02</b>	<b>403,42</b>

C<sub>pg</sub> campuran = 403,42 kJ/kg.k

**b. Menentukan Viskositas Gas Umpan (C<sub>pg</sub>)**

$$n_{\text{gas}} = A + BT + CT^2 \quad (37)$$

**Tabel 4.** Data Viskositas Gas (mP)

Komponen Senyawa	A	B	C
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	-7,932	3,0235E-01	-7,3858E-05
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	1,499	3,0741E-01	-4,4479E-05
H <sub>2</sub> O	-36,826	4,2900E-01	-1,6200E-05
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	-3,985	3,8726E-01	-1,1227E-04

**Tabel 5.** Perhitungan Viskositas Gas Umpan Campuran

Komponen Senyawa	kmol/jam	Y <sub>i</sub>	μ (mP)	μ (cP)	BM <sup>0.5</sup>	Y <sub>i</sub> *μ <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> *BM <sup>0.5</sup>
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0,00	0,00	130,03	0,00001	8,60	0,000000	0,00
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	37,56	0,88	150,15	0,00001	6,78	0,000012	5,98

H <sub>2</sub> O	5,05	0,12	183,17	0,00002	4,24	0,000002	0,50
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,00	0,00	167,88	0,00002	5,29	0,000000	0,00
<b>Total</b>	<b>42,61</b>	<b>1,00</b>	<b>631,23</b>	<b>0,00006</b>	<b>24,92</b>	<b>1,37E-05</b>	<b>6,48</b>

$$\mu_{\text{mix}} = \frac{\sum (y_i \times \mu_i) \times (BM_i)^{0,5}}{\sum y_i \times BM_i^{0,5}} \quad (38)$$

Viskositas(μg) Campuran = 5,92E-05 gr/cm.s

$$= 0,021 \text{ kg/m.jam}$$

#### c. Menentukan Densitas Gas Umpan

$$\rho = \frac{BM_{\text{camp}} \times P}{Z \times R \times T} \quad (39)$$

Diketahui : BM campuran = 42,68 kg/mol    R = 0,08 bar.m<sup>3</sup>/kmol.K

P = 1,01 bar    T = 463,15 K

Z = 0,89 bar/K

Densitas Umpan Campuran = 1,07 kg/m<sup>3</sup>

#### d. Menentukan Konduktivitas Gas Umpan

**Tabel 6.** Data Konduktivitas Gas (K<sub>g</sub>) Perkomponen

Komponen Senyawa	A	B	C
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	-0,00032	1,6530E-05	1,1709E-07
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-0,00556	4,3620E-05	8,5033E-08

H <sub>2</sub> O	0,00053	4,7093E-05	4,9551E-08
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	-0,00123	3,6219E-05	1,2459E-07

**Tabel 7.** Perhitungan Konduktivitas Gas Umpan Campuran

Komponen Senyawa	kmol/jam	Yi	K (W/m.k)	BM <sup>0.33</sup>	Yi*K	Yi*BM <sup>0.33</sup>
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0,00	0,00	0,04	4,14	0,00	0,00
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	37,56	0,88	0,04	3,54	0,04	3,12
H <sub>2</sub> O	5,05	0,12	0,04	2,59	0,004	0,31
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,00	0,00	0,04	3,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>42,61</b>	<b>1,00</b>	<b>0,17</b>	<b>13,28</b>	<b>0,04</b>	<b>3,43</b>

$$k_{\text{mix}} = \frac{\sum (y_i \times k_i) \times (BM_i)^{0,33}}{\sum y_i \times BM_i^{0,33}} \quad (40)$$

Konduktivitas Campuran = 0,16 W/m.k

= 0,56 kJ/jam.m.k

#### e. Menentukan Panas Reaksi

**Tabel 8.** Panas Reaksi

Komponen	Qreaksi				$\Delta H_f$ 298 (Kj/kmol)
	Input Reaktor		Output Reaktor		
	Mole Flow	Mass Flow	Mole Flow	Mass Flow	
	<i>kmol/jam</i>	<i>kg/jam</i>	<i>kmol/jam</i>	<i>kg/jam</i>	
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0,00	0,00	15,89	1.175,70	-252,21
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	37,56	1.727,76	1,37	62,90	-234,81
H <sub>2</sub> O	5,05	90,94	25,36	456,42	-241,80
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,00	0,00	4,42	123,67	52,30
Total	42,61	1.818,69	47,03	1.818,69	-676,52

$$Q_{reaksi} = Q_{produk} - Q_{reaktan}$$

$$\begin{aligned} Q_{reaksi \text{ produk}} &= (-252,21 \times 15,89) + (-234,81 \times 1,37) + \\ &\quad (-241,80 \times 25,36) + (52,30 \times 4,42) \\ &= -10.228,40 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{reaksi \text{ reaktan}} &= (-234,81 \times 37,56) + (-241,80 \times 5,05) \\ &= -10.041,02 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } Q_{reaksi} &= (-10.228,40 \text{ kJ/jam}) - (-10.041,02 \text{ kJ/jam}) \\ &= -187,38 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Karena  $Q_{reaksi}$  bernilai minus (-), maka reaksi bersifat eksotermis)

#### f. Data Katalis

Jenis = Aluminium Oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

Bentuk = Bubuk Putih

Diameter = 0,01 m

Porositas = 0,06

Massa jenis =  $3,987 \text{ g/cm}^3$

- **Dimensi Reaktor**

#### a. Menentukan Jenis Ukuran dan Jumlah Tube

Diameter pipa reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Karna reaksi yang terjadi eksotermis, untuk itu dipilih aliran gas dalam pipa turbulen agar koefisien perpindahan panas lebih panas dan lebih besar. Pengaruh ratio  $D_p / D_t$  terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir



katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu  $hw/h$  telah diteliti oleh *Colburn's (Smith, page 571)* yaitu :

**Tabel 9.** Ratio  $D_p/D_t$  dan  $hw/h$

					0,2	
$D_p/D_t$	0,05	0,10	0,15	0,20	5	0,30
					7,0	
$hw/h$	5,50	7,00	7,80	7,50	0	6,60

Dimana :

$hw$  = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

$h$  = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

$D_p$  = diameter katalisator

$D_t$  = diameter tube

Dipilih :  $D_p/D_t = 0,15$

Sehingga :

$D_p/D_t = 0,15$

$D_p = 1 \text{ cm}$

$D_t = 1 / 0,15 = 6,67 \text{ cm} = 2,63 \text{ in}$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnya baik.

Dari tabel 11 Kern (*Dimensions of steel pipe*, page 844) dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

<i>Nominal pipe size</i>	= 3 in
<i>Outside diameter (OD)</i>	= 3,5 in = 8,89 cm = 0,08 m
<i>Schedule number</i>	= 40
<i>Inside diameter (ID)</i>	= 3,07 in = 7,79 cm = 0,08 m
<i>Flow area per pipe</i>	= 7,38 in <sup>2</sup> = 47,61 cm <sup>2</sup> = 0,005 m <sup>2</sup>
<i>Surface per in ft</i>	= 0,92 ft <sup>2</sup> /ft
<i>Weight per lin ft</i>	= 7,58 lb stell

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

Asumsi:  $N_{re} = 4100$

dimana:

$D_p$  = diameter partikel katalis = 1 cm

$\rho_p$  = densitas katalis = 3,99 g/cm<sup>3</sup>

$f_d$  = *friction factor* = 2

- **Kecepatan Mass Velocity (Gt)**

Diketahui :  $\mu_g = 0,02 \text{ kg/m.jam}$

$$Dt = 0,08 \text{ m}$$

$$N_{re} = 4100$$

Maka :

$$G_t = \frac{\mu_g \times N_{re}}{Dt} \quad (41)$$

$$= 1.121,93 \text{ kg/m}^2.\text{jam} = 0,03 \text{ g/cm}^2.\text{s}$$

- **Luas Penampang Shell ( $A_t$ )**

Diketahui :  $G = 1.818,69 \text{ kg/jam}$

$$G_t = 1.121,93 \text{ kg/m}^2.\text{jam}$$

Maka :

$$A_t = \frac{G}{G_t} \quad (42)$$

$$= 1,62 \text{ m}^2$$

- **Luas Penampang Tube ( $A_o$ )**

Diketahui :  $Dt = 0,08 \text{ m}$

Maka :

$$A_o = \frac{\pi}{4} \times ID^2 \quad (43)$$

$$= 0,01 \text{ m}^2$$

- **Jumlah Tube Maksimal ( $N_{tmax}$ )**

Diketahui :  $A_t = 1,62 \text{ m}^2$

$$A_o = 0,01 \text{ m}^2$$

Maka :

$$N_{tmax} = \frac{A_t}{A_o} \quad (44)$$

$$= 339,75 \text{ buah}$$

- **V<sub>max</sub>**

Diketahui :  $\rho_b = 3.99 \text{ kg/m}^3$

$$\rho_g = 1,27 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$D_p = 0,01 \text{ m}$$

$$f_D = 2$$

Maka :

$$V_{max} = \sqrt{\frac{4 \times (\rho_b - \rho_g) \times g \times D_p}{3 \times \rho_g \times f_D}} \quad (44)$$

$$= 15,58 \text{ m/s} = 56.084,33 \text{ m/jam}$$

Diketahui :  $Q = 1.695,02 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$V_{max} = 56.084,33 \text{ m/jam}$$

Maka :

$$A_t = \frac{Q}{V_{max}} \quad (45)$$

$$= 0,03 \text{ m}^2$$

- **Jumlah Tube Minimal (N<sub>tmin</sub>)**

Diketahui :  $A_t = 0,03 \text{ m}^2$

$A_o = 0,01 \text{ m}^2$

Maka :

$$N_{tmin} = \frac{A_t}{A_o} \quad (46)$$

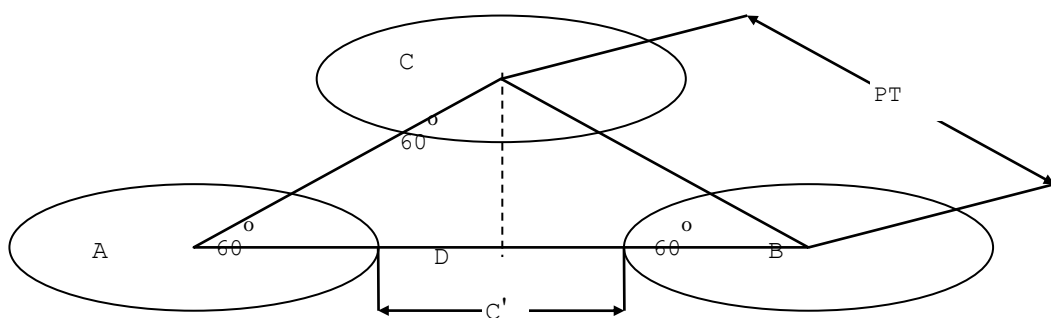
= 6,33 buah

**Jumlah Tube yang diambil = 200 buah**

#### b. Menentukan Diameter dalam Reaktor

Direncanakan tube disusun dengan pola *triangular pitch*, pertimbangannya :

- Susunan tube lebih kuat
- Lebih mudah dibersihkan
- Supaya turbulensi yang terjadi pada aliran fluida dalam shell menjadi besar, sehingga akan memperbesar koefisien perpindahan panas konveksinya ( $h_o$ )



$$P_t = 1,25 \times O_{Dt} \quad (47)$$

$$= 1,25 \times 3,5 = 4,38 \text{ in} = 11,11 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$$

$$C' = PT - OD \quad (48)$$

$$= 4,38 - 3,5 = 0,88 \text{ in} = 2,22 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

Untuk menentukan diameter shell, dicari luas penampang shell total (A<sub>total</sub>). Maka, diameter shell reaktor :

$$N_t = 200 \text{ buah}$$

$$P_t = 4,38 \text{ in}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Diameter shell (IDs)} &= \sqrt{\frac{4 \times N_t \times P_t^2 \times 0,866}{\pi}} \quad (49) \\ &= 64,96 \text{ in} = 164,99 \text{ cm} = 1,65 \text{ m} \end{aligned}$$

### c. Pendingin Reaktor (Dowtherm A)

Pada kondisi 30 °C

$$\text{Diketahui : } C_p = 0,38 \text{ Btu/lb.F} = 1,60 \text{ Kj/Kg.K}$$

$$\text{Densitas} = 65,66 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Konduktivitas} = 0,08 \text{ Btu/jam.ft.}^\circ\text{F} = 0,14 \text{ W/m.K}$$

$$\text{Viskositas} = 3,70 \text{ cP}$$

$$Q_{\text{pendingin}} = 1.527.113,25 \text{ Kj/jam}$$

$$m_{\text{pendingin}} = 8.671,90 \text{ kg/jam}$$

#### d. Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Overall (UD)

##### - Tube side

Diketahui :  $C_p = 96,35 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$

$$\mu = 0,01 \text{ lb/ft.jam}$$

$$k = 0,09 \text{ Btu/jam.ft.}^\circ\text{F}$$

$$j_H = 17$$

$$Pr = 15,29$$

$$ID_t = 0,26 \text{ ft}$$

$$OD = 0,29 \text{ ft}$$

$$PR = \left( \frac{C_p \times \mu}{k} \right) \quad (50)$$

$$= 15,29$$

$$h_i = j_H \left( \frac{k}{ID_t} \right) \times (Pr)^{1/3} \quad (51)$$

$$= 14,89 \text{ Btu/jam.ft}^2.^\circ\text{F}$$

$$h_{io} = h_i \left( \frac{ID}{OD} \right) \quad (52)$$

$$= 13,05 \text{ Btu/jam.ft}^2.^\circ\text{F}$$

##### - Shell Side

Diketahui :  $ID = 5,41 \text{ ft}$

$$B \text{ (baffle)} = 4,06 \text{ ft}$$

$$\text{Pitch} = 0,37 \text{ ft}$$

$$C' = 0,07 \text{ ft}$$

$$W \text{ (laju pendingin)} = 8.671,90 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Flow area shell (as)} = \frac{ID \times C'B}{PT \times 144} \quad (53)$$

$$= 0,03 \text{ ft}^2$$

$$\text{Mass velocity fluida dalam shell (Gs)} = \frac{W}{as} \quad (54)$$

$$= 626.386,62 \text{ lb/jam.ft}^2$$

$$\text{Diameter equivalent (ds)} = \frac{4 \times \left( \frac{1}{2PT} \times 0,86PT - \frac{0,5 \times \pi \times d}{4} \right)}{0,5 \times \pi \times do} \quad (55)$$

$$= 2,05 \text{ in} = 0,21 \text{ ft}$$

$$\text{Bilangan Reynold Shell} = \frac{Gs \times De}{\mu_s} \quad (56)$$

$$= 35.136,47$$

Dari fig.28 Kern, hal 838 didapat  $jH = 40$

$$h_o = jH \left( \frac{k_s}{De} \right) \times \left( \frac{C_{ps} \times \mu_s}{k_s} \right)^{1/3} \quad (57)$$

$$= 39,92 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

#### e. Menentukan *Clean Overall Coefficient* (UC)



Diketahui :  $h_{io} = 13,05 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$

$h_o = 14,89 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$

$$UC = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} \quad (58)$$
$$= 9,84 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$$

Dari tabel 12 Kern, hal 845 didapat:

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

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

$R_d = R_d \text{ shell} + R_d \text{ tube} = 0,0025$

Sehingga diperoleh :

$$UD = \frac{1}{R_d + \frac{1}{UC}} \quad (59)$$

$= 9,60 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$

#### **f. Menentukan Panjang Reaktor**

Kondisi masuk reaktor ( $X_o$ ) = 0

Posisi awal katalis ( $Z_o$ ) = 0

Suhu masuk pipa ( $T_o$ ) = 523,15 K

Tekanan masuk pipa ( $P_o$ ) = 1 atm

Aliran massa umpan masuk pipa ( $F_{Ao}$ ) = 42,61 kg/jam

Aliran massa pendingin masuk ( $W_s$ ) = 8.671,90 kg/jam

**Tabel 10.** Perhitungan Hasil Simulasi Panjang Reaktor Menggunakan Metode Runge Kutta

$\Delta z$	0.1		
z (m)	x	$T_p$ (K)	T (K)
0	0.0000	303	523.15
0.1	0.0054	303.09	522.41
0.2	0.0107	303.17	521.67
0.3	0.0161	303.26	520.94
0.4	0.0215	303.35	520.20
0.5	0.0269	303.43	519.47
0.6	0.0322	303.52	518.74
0.7	0.0376	303.60	518.01
0.8	0.0430	303.69	517.29
0.9	0.0483	303.77	516.56
1	0.0537	303.85	515.84
1.1	0.0591	303.94	515.12
1.2	0.0644	304.02	514.41
1.3	0.0698	304.10	513.69
1.4	0.0752	304.19	512.98
1.5	0.0806	304.27	512.26
1.6	0.0859	304.35	511.56
1.7	0.0913	304.43	510.85
1.8	0.0967	304.51	510.14
1.9	0.1020	304.59	509.44
2	0.1074	304.67	508.74
2.1	0.1128	304.76	508.04
2.2	0.1182	304.84	507.34
2.3	0.1235	304.92	506.65

2.4	0.1289	304.99	505.95
2.5	0.1343	305.07	505.26
2.6	0.1396	305.15	504.57
2.7	0.1450	305.23	503.88
2.8	0.1504	305.31	503.20
2.9	0.1557	305.39	502.51
3	0.1611	305.47	501.83
3.1	0.1665	305.54	501.15
3.2	0.1719	305.62	500.48
3.3	0.1772	305.70	499.80
3.4	0.1826	305.77	499.13
3.5	0.1880	305.85	498.46
3.6	0.1933	305.93	497.79
3.7	0.1987	306.00	497.12
3.8	0.2041	306.08	496.45
3.9	0.2095	306.15	495.79
4	0.2148	306.23	495.13
4.1	0.2202	306.30	494.47
4.2	0.2256	306.37	493.81
4.3	0.2309	306.45	493.15
4.4	0.2363	306.52	492.50
4.5	0.2417	306.60	491.85
4.6	0.2470	306.67	491.20
4.7	0.2524	306.74	490.55
4.8	0.2578	306.81	489.90
4.9	0.2632	306.89	489.26
5	0.2685	306.96	488.62
5.1	0.2739	307.03	487.98
5.2	0.2793	307.10	487.34
5.3	0.2846	307.17	486.70
5.4	0.2900	307.24	486.07

5.5	0.2954	307.31	485.43
5.6	0.3008	307.38	484.80
5.7	0.3061	307.45	484.17
5.8	0.3115	307.52	483.55
5.9	0.3169	307.59	482.92
6	0.3222	307.66	482.30
6.1	0.3276	307.73	481.68
6.2	0.3330	307.80	481.06
6.3	0.3383	307.87	480.44
6.4	0.3437	307.94	479.82
6.5	0.3491	308.00	479.21
6.6	0.3545	308.07	478.60
6.7	0.3598	308.14	477.99
6.8	0.3652	308.20	477.38
6.9	0.3706	308.27	476.77
7	0.3759	308.34	476.17
7.1	0.3813	308.40	475.57
7.2	0.3867	308.47	474.97
7.3	0.3921	308.54	474.37
7.4	0.3974	308.60	473.77
7.5	0.4028	308.67	473.18
7.6	0.4082	308.73	472.58
7.7	0.4135	308.80	471.99
7.8	0.4189	308.86	471.40
7.9	0.4243	308.92	470.81
8	0.4296	308.99	470.23
8.1	0.4350	309.05	469.64
8.2	0.4404	309.11	469.06
8.3	0.4458	309.18	468.48
8.4	0.4511	309.24	467.90
8.5	0.4565	309.30	467.33

8.6	0.4619	309.37	466.75
8.7	0.4672	309.43	466.18
8.8	0.4726	309.49	465.61
8.9	0.4780	309.55	465.04
9	0.4834	309.61	464.47
9.1	0.4887	309.67	463.90
9.2	0.4941	309.73	463.34
9.3	0.4995	309.79	462.78
9.4	0.5048	309.85	462.22
9.5	0.5102	309.91	461.66
9.6	0.5156	309.97	461.10
9.7	0.5209	310.03	460.55
9.8	0.5263	310.09	460.00
9.9	0.5317	310.15	459.44
10	0.5371	310.21	458.89
10.1	0.5424	310.27	458.35
10.2	0.5478	310.33	457.80
10.3	0.5532	310.39	457.26
10.4	0.5585	310.44	456.71
10.5	0.5639	310.50	456.17
10.6	0.5693	310.56	455.63
10.7	0.5747	310.62	455.10
10.8	0.5800	310.67	454.56
10.9	0.5854	310.73	454.03
11	0.5908	310.79	453.50
11.1	0.5961	310.84	452.97
11.2	0.6015	310.90	452.44
11.3	0.6069	310.95	451.91
11.4	0.6122	311.01	451.39
11.5	0.6176	311.07	450.86
11.6	0.6230	311.12	450.34

11.7	0.6284	311.18	449.82
11.8	0.6337	311.23	449.30
11.9	0.6391	311.28	448.79
12	0.6445	311.34	448.27
12.1	0.6498	311.39	447.76
12.2	0.6552	311.45	447.25
12.3	0.6606	311.50	446.74
12.4	0.6660	311.55	446.23
12.5	0.6713	311.61	445.73
12.6	0.6767	311.66	445.22
12.7	0.6821	311.71	444.72
12.8	0.6874	311.76	444.22
12.9	0.6928	311.82	443.72
13	0.6982	311.87	443.22
13.1	0.7035	311.92	442.73
13.2	0.7089	311.97	442.23
13.3	0.7143	312.02	441.74
13.4	0.7197	312.07	441.25
13.5	0.7250	312.13	440.76
13.6	0.7304	312.18	440.27
13.7	0.7358	312.23	439.79
13.8	0.7411	312.28	439.30
13.9	0.7465	312.33	438.82
14	0.7519	312.38	438.34
14.1	0.7573	312.43	437.86
14.2	0.7626	312.48	437.38
14.3	0.7680	312.53	436.91
14.4	0.7734	312.57	436.43
14.5	0.7787	312.62	435.96
14.6	0.7841	312.67	435.49
14.7	0.7895	312.72	435.02

14.8	0.7948	312.77	434.55
14.9	0.8002	312.82	434.09
15	0.8056	312.86	433.62
15.1	0.8110	312.91	433.16
15.2	0.8163	312.96	432.70
15.3	0.8217	313.01	432.24
15.4	0.8271	313.05	431.78
15.5	0.8324	313.10	431.32
15.6	0.8378	313.15	430.87
15.7	0.8432	313.19	430.42
15.8	0.8486	313.24	429.97
15.9	0.8539	313.29	429.52
16	0.8593	313.33	429.07
16.1	0.8647	313.38	428.62
16.2	0.8700	313.42	428.17
16.3	0.8754	313.47	427.73
16.4	0.8808	313.51	427.29
16.5	0.8861	313.56	426.85
16.6	0.8915	313.60	426.41
16.7	0.8969	313.65	425.97
16.8	0.9023	313.69	425.54
16.9	0.9076	313.73	425.10

- ***Mechanical Design Reaktor***

**a. Menentukan Tebal Shell**

Bahan yang digunakan Carbon Steel SA-283 Grade C

Diketahui :

$$P_{operasi} = 1 \text{ atm} = 14,69 \text{ psi}$$

$$P_{design} = (120/100) \times 14,69 \text{ psi} = 17,64 \text{ psi}$$

$$D = 64,96 \text{ in} = r = 32,48 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan yang diizinkan (f)} = 12650 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi pengelasan (E)} = 0,85$$

$$\text{Faktor korosi} = 0,13 \text{ in}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Tebal Shell (ts)} &= \frac{P \times r}{f \times E - 0,6P} + C \quad (60) \\ &= 0,1783 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih tebal dinding reaktor standar, yaitu 1 in. . (Tabel 5.6, halaman 88, Brownell)

$$\text{Diameter luar reaktor} = ID + 2 \times ts \quad (61)$$

$$= 64,97 \text{ in} + 2(1) \text{ in}$$

$$= 66,96 \text{ in}$$

Dipilih Diameter luar reaktor standar, yaitu 72 in. (Tabel 5.7, halaman 90, Brownell)

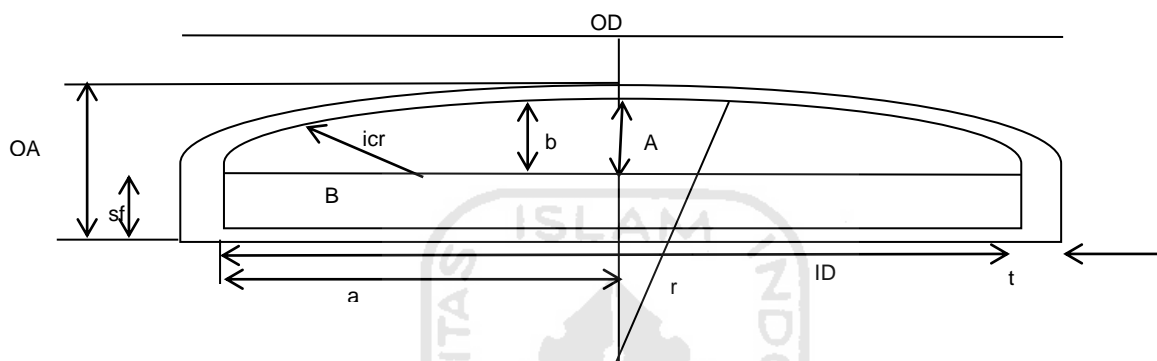


## b. Menentukan Head Reaktor

### - Tebal Head Reaktor

Bentuk Head = *Torispherical head*

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA-283 Grade C



Keterangan Gambar :

ID = Diameter dalam head

OD = Diameter luar head

a = Jari – jari dalam head

t = Tebal head

r = Jari – jari head

icr = Jari – jari dalam sudut dish

b = Tinggi head

sf = *Straight Flange*

OA = Tinggi total head

Diketahui :

$$P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm} = 14,69 \text{ psi}$$

$$P_{\text{design}} = (120/100) \times 14,69 \text{ psi} = 17,64 \text{ psi}$$

$$D = 64,96 \text{ in} = r = 32,48 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan yang diizinkan (f)} = 12650 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi pengelasan (E)} = 0,85$$

$$\text{Faktor korosi} = 0,13 \text{ in}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Tebal head (th) reaktor} &= \frac{P \times ID_s}{2f \times E - 0,2P} + C \quad (62) \\ &= 0,1783 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih tebal dinding reaktor standar, yaitu 1 in. . (Tabel 5.6, halaman 88, Brownell)

#### **- Tinggi Head Reaktor**

Diketahui :

$$OD_s = 72 \text{ in}$$

$$t_s = 1 \text{ in}$$

$$\text{didapat : irc} = 11,5 \text{ in}$$

$$r = 66 \text{ in}$$

$$a = ID_s/2 = 32,48 \text{ in}$$

$$AB = a - irc = 20,98 \text{ in}$$

$$BC = r - irc = 54,50 \text{ in}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 50,30 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 15,69 \text{ in}$$

Dari tabel 5.6 Brownell halaman 88 dengan  $th = 1 \text{ in}$  didapat  $sf = 1,5 - 4 \text{ in}$  perancangan digunakan  $sf = 4 \text{ in}$

Tinggi head reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} hH &= th + b + sf \quad (63) \\ &= (1 + 15,69 + 4) \text{ in} \\ &= 20,69 \text{ in} = 1,73 \text{ ft} = 0,53 \text{ m} \end{aligned}$$

#### **- Tinggi Total Reaktor**

Tinggi Total Reaktor = Panjang tube (Z) + Tinggi head reaktor (64)

$$= (622,05 + 20,69) \text{ in}$$

$$= 642,75 \text{ in} = 53,56 \text{ ft} = 16,33 \text{ m}$$

#### **- Volume Reaktor**

$$\text{Volume head (Vh)} = 0,000049 \times ID_s^3 \quad (65)$$

$$= 0,0002 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Shell (Vs)} = (3,14/4) \times \text{ID}_s^2 \times \text{Panjang Tube (Z)} \quad (66)$$

$$= 33,76 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Reaktor (Vr)} = \text{Volume head} + \text{Volume Shell} \quad (67)$$

$$= 33,76 \text{ m}^3$$

#### - Berat Tumpukan Katalis (w)

Diketahui :  $\rho_b = 3,99 \text{ gr/cm}^3$

$$N_t = 200 \text{ buah}$$

$$\text{ID}_t = 7,79 \text{ cm}$$

$$Z = 660 \text{ cm}$$

$$\epsilon = 0,06$$

Maka :

$$\text{Berat Tumpukan Katalis (w)} = \frac{\rho_b \times N_t \times \pi}{4 \text{ ID}_t^2 \times Z (1 - \epsilon)} \quad (67)$$

$$= 56.455.852,85 \text{ gr}$$

$$= 56.455,85 \text{ kg}$$

#### - Volume Tumpukan Katalis (V)

$$\text{Volume Tumpukan Katalis (V)} = \frac{\rho_b}{w} \quad (68)$$

$$= 14.159.983 \text{ cm}^3$$

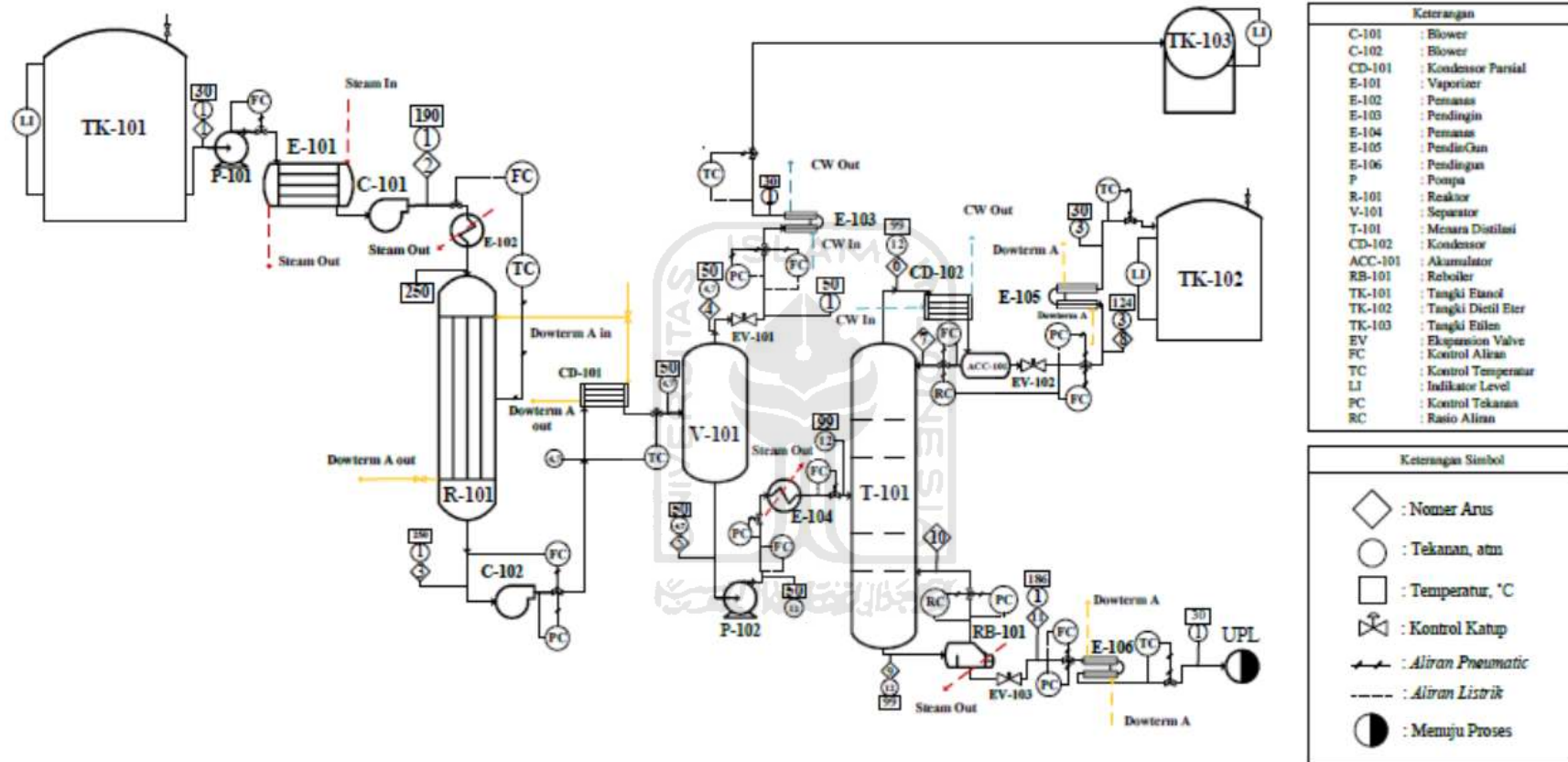
$$= 14,16 \text{ m}^3$$



# LAMPIRAN B



**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRA RANCANGAN PABRIK DIETIL ETHER DARI ETANOL MENGGUNAKAN KATALIS ALUMINA DENGAN**  
**PROSES DEHIDRASI KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



KOMPONEN	Laju Alir (kg/Jam)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Etanol	1.915,44	1.915,44	69,73	69,73	0,79	68,93	0,01	-	68,93	68,92	68,93
Diethyl Ether	-	-	1.303,42	1.303,42	92,95	1.210,46	1.124,33	1.210,33	0,12	0,12	0,12
Etilen	-	-	137,10	137,10	116,53	20,57	20,57	20,57	-	-	-
Air	100,81	100,12	505,99	505,99	2,42	503,57	-	-	503,57	572,57	503,67

	<b>PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM</b> <b>PRA RANCANGAN PABRIK DIETIL ETHER DARI</b> <b>ETANOL MENGGUNAKAN KATALIS ALUMINA</b> <b>DENGAN PROSES DEHIDRASI KAPASITAS</b> <b>10.000 TON/TAHUN</b>
	<b>Di Susun Oleh :</b> <b>1. Fakhri Fachreza (16521187)</b> <b>2. Irfansyah (16521115)</b>
	<b>Dosen Pembimbing :</b> <b>1. Ika Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.</b> <b>2. Dr. Diana, S.T., M.Sc.</b>

