

**PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER (DME)
DARI METANOL DENGAN KAPASITAS
44.000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

Nama : Maharani Fatimah Azzahra

Nama : Tsabita Yamna Putri Rahman

NIM : 20521134

NIM : 20521148

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

2024

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER (DME) DARI METANOL
DENGAN KAPASITAS 44.000 TON/TAHUN**

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Maharani Fatimah Azzahra Nama : Tsabita Yamna Putri Rahman

NIM : 20521134

NIM : 20521148

Yogyakarta, 29 April 2024

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 pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Td. Tangan



Maharani Fatimah Azzahra

Td. Tangan



Tsabita Yamna Putri Rahman

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER (DME) DARI METANOL
DENGAN KAPASITAS 44.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Maharani Fatimah Azzahra NIM : 20521134	Nama : Tsabita Yamna Putri Rahman NIM : 20521148
---	---

Yogyakarta, 13 Mei 2024

Pembimbing,


Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
NIP: 005220101



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER (DME) DARI METANOL DENGAN
KAPASITAS 44.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Maharani Fatimah Azzahra
NIM : 20521134

Nama : Tsabita Yamna Putri Rahman
NIM : 20521148

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 29 Mei 2024

Tim Penguji,

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

Dr. Ariany Zulkania, S.T., M. Eng.
Penguji I

Dr. Tintin Mutiara, S.T., M. Eng.
Penguji II



7/6/2024



6 Juni 2024

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



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

KATA PENGANTAR

Assalmu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Prarancangan Pabrik Dimetil Eter (DME) dari Metanol dengan Kapasitas 44.000 Ton/Tahun”** guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Adapun dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, kami dibantu oleh berbagai pihak yang turut andil dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala petunjuk dan pertolongan kepada hamba-Mu yang sedang menuntut ilmu ini beserta Rasul-Nya yang membawa kita ke zaman terang benderang.
2. Orang tua dan keluarga atas kasih sayang, perhatian, doa serta dukungan baik moril maupun material yang telah diberikan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN.Eng, selaku dekan Fakultas Teknologi Industri yang telah memberikan kemudahan pelayanan administrasi.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknologi, Universitas Islam Indonesia.

5. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya serta memberikan arahan terkait bimbingan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini berlangsung.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
7. Semua pihak yang telah membantu berjalannya proses penyusunan Laporan Tugas Akhir yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Kami menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 29 April 2024

DAFTAR ISI

PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER (DME)	1
DARI METANOL DENGAN KAPASITAS	1
44.000 TON/TAHUN	1
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR LAMBANG	xviii
ABSTRAK	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.3 Tinjauan Pustaka	6
1.3.1 Metanol	6
1.3.2 Dimetil eter	8
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	12
1.4.1 Tinjauan Termodinamika.....	12

1.4.2 Tinjauan Kinetika	15
BAB II	16
PERANCANGAN PRODUK	16
2.1 Spesifikasi Produk	16
2.1.1 Dimetil Eter.....	16
2.2 Spesifikasi Produk Samping.....	17
2.2.1 Air	17
2.3 Spesifikasi Bahan Utama.....	17
2.3.1 Metanol	17
2.4 Spesifikasi Bahan Pembantu	18
2.4.1 Katalis γ -Alumina	18
2.5 Pengendalian Kualitas	21
2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	21
2.5.2 Pengendalian Proses Produksi	21
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	24
BAB III.....	25
PERANCANGAN PROSES.....	25
3.1 Diagram Alir Proses dan Material.....	26
3.3.1 Diagram Alir Proses Kualitatif	26
3.3.2 Diagram Alir Proses Kuantitatif	27
3.2 Uraian Proses.....	25
3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	25
3.2.2 Unit Sintesis.....	25
3.2.3 Unit Purifikasi.....	26
3.3 Spesifikasi Alat.....	28

3.3.1 Reaktor (R-01)	28
3.3.2 Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah.....	29
3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	31
3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan.....	33
3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	37
3.4 Neraca Massa	43
3.4.1 Neraca Massa Total	43
3.4.2 Neraca Massa Tiap Alat.....	44
3.5 Neraca Panas	47
3.5.1 Neraca Panas Vaporizer (V-01).....	47
3.5.2 Neraca Panas Separator (S-01)	47
3.5.3 Neraca Panas Reaktor (R-01)	48
3.5.4 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	48
3.5.5 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02).....	48
3.5.6 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01).....	49
3.5.7 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-02).....	49
3.5.8 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-03).....	49
3.5.9 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-04).....	50
BAB IV	51
PERANCANGAN PABRIK	51
4.1 Lokasi Pabrik.....	51
4.1.1 Penyediaan Bahan Baku	51
4.1.2 Pemasaran Produk.....	52
4.1.3 Utilitas.....	52
4.1.4 Transportasi	52

4.1.5 Tenaga Kerja.....	53
4.1.6 Faktor Penunjang Lain.....	53
4.2 Tata Letak Pabrik	53
4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium.....	54
4.2.2 Area proses dan Ruang Kontrol.....	54
4.2.3 Area Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi	54
4.2.4 Area Utilitas dan <i>Power Station</i>	54
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	56
4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk	56
4.3.2 Aliran Udara	57
4.3.3 Pencahayaan.....	57
4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan	57
4.3.5 Pertimbangan Ekonomi	57
4.3.6 Jarak Antar Alat Proses.....	58
4.3.7 Perluasan dan Pengembangan Produk	58
4.4 Organisasi Perusahaan.....	59
4.4.1 Bentuk Perusahaan.....	59
4.4.2 Struktur Organisasi	60
4.4.3 Tugas dan Wewenang.....	65
4.4.4 Status Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	71
4.4.5 Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan	74
4.4.6 Ketenagakerjaan.....	77
BAB V	81
UTILITAS	81
5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air	81

5.1.1 Unit Penyedia Air	81
5.1.2. Unit Pengolahan Air	87
5.2 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	93
5.3 Unit Pembangkit Listrik	94
5.4 Unit Penyedia Udara tekan.....	97
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	97
5.6 Unit Pengolahan Limbah.....	98
5.6.1 Limbah Cair	98
5.6.2 Limbah Gas.....	100
5.6.3 Limbah Padat	100
5.7 Unit Penyedia <i>Dowtherm A</i>	100
5.8 Spesifikasi Alat Utilitas	101
BAB VI	121
EVALUASI EKONOMI	121
6.1 Evaluasi Ekonomi.....	121
6.2 Penaksiran Harga Alat.....	122
6.3 Dasar Perhitungan	128
6.4 Perhitungan Biaya	128
6.5 Analisa Kelayakan.....	129
6.6 Hasil Perhitungan	133
6.7 Hasil Analisa Keuntungan.....	136
6.8 Hasil Analisa Kelayakan	136
BAB VII	141
KESIMPULAN DAN SARAN	141
7.1 Kesimpulan.....	141

7.2 Saran.....	142
DAFTAR PUSTAKA.....	143
LAMPIRAN.....	145

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perusahaan Penghasil Dimetil Eter di Dunia	2
Tabel 1. 2 Data Impor Dimetil Eter di Indonesia (BPS, 2022)	3
Tabel 1. 3 Data Ekspor Dimetil Eter di Indonesia (BPS, 2022)	3
Tabel 1. 4 Produksi dan Konsumsi DME	5
Tabel 1. 5 Sifat Fisik dan Kimia Senyawa Metanol (Mansour <i>et al.</i> , 2015).....	7
Tabel 1. 6 Sifat Fisis DME dengan Bahan Bakar Lainnya	9
Tabel 1. 7 Perbandingan Proses Pembuatan DME	12
Tabel 1. 8 Data Panas Pembentukan Standar ($\Delta H^{\circ}f$)	12
Tabel 2. 1 Analisis Risiko Proses.....	19
Tabel 2. 2 Sistem control yang digunakan dalam alat-alat proses pabrik DME ...	24
Tabel 4. 1 Rencana Rincian Luas Tanah dan Bangunan.....	55
Tabel 4. 2 Daftar Jabatan Perusahaan	72
Tabel 4. 3 Jumlah Karyawan.....	73
Tabel 4. 4 Jadwal Shift Karyawan	75
Tabel 4. 5 Daftar Gaji Karyawan	76
Tabel 5. 1 Kebutuhan Listrik Alat Proses	94
Tabel 5. 2 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	95
Tabel 5. 3 Kebutuhan Listrik Total	96
Tabel 5. 4 Spesifikasi Clarifier.....	101
Tabel 5. 5 Spesifikasi Sand Filter	101
Tabel 5. 6 Spesifikasi Carbon Filter.....	102
Tabel 5. 7 Spesifikasi SWRO.....	102
Tabel 5. 8 Spesifikasi BWRO	103
Tabel 5. 9 Spesifikasi Tangki Desalted.....	103
Tabel 5. 10 Spesifikasi Tangki Hydrant.....	104
Tabel 5. 11 Spesifikasi Tangki NaOCL	104
Tabel 5. 12 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler	105
Tabel 5. 13 Spesifikasi Cooling Tower.....	105
Tabel 5. 14 Spesifikasi Kation Exchange	106

Tabel 5. 15 Spesifikasi Anion Exchange	106
Tabel 5. 16 Spesifikasi Daerator	107
Tabel 5. 17 Spesifikasi Boiler	107
Tabel 5. 18 Spesifikasi PU-01.....	108
Tabel 5. 19 Spesifikasi PU-02.....	108
Tabel 5. 20 Spesifikasi PU-03.....	109
Tabel 5. 21 Spesifikasi PU-04.....	109
Tabel 5. 22 Spesifikasi PU-05.....	110
Tabel 5. 23 Spesifikasi PU-06.....	111
Tabel 5. 24 Spesifikasi PU-07.....	111
Tabel 5. 25 Spesifikasi PU-08.....	112
Tabel 5. 26 Spesifikasi PU-09.....	113
Tabel 5. 27 Spesifikasi PU-10.....	113
Tabel 5. 28 Spesifikasi PU-11.....	114
Tabel 5. 29 Spesifikasi PU-12.....	114
Tabel 5. 30 Spesifikasi PU-13.....	115
Tabel 5. 31 Spesifikasi PU-14.....	116
Tabel 5. 32 Spesifikasi PU-15.....	116
Tabel 5. 33 Spesifikasi PU-16.....	117
Tabel 5. 34 Spesifikasi PU-17.....	117
Tabel 5. 35 Spesifikasi PU-18.....	118
Tabel 5. 36 Spesifikasi Bak Ekualisasi	119
Tabel 5. 37 Spesifikasi Cold Basin	119
Tabel 5. 38 Spesifikasi Hot Basin.....	119
Tabel 6. 1 Tabel Indeks Harga Alat pada Tahun 1963-2019	123
Tabel 6. 2 Nilai Index Harga Alat.....	124
Tabel 6. 3 Harga Alat Proses.....	126
Tabel 6. 4 Harga Alat Utilitas	127
Tabel 6. 5 Physical Plant Cost (PPC).....	134
Tabel 6. 6 Direct Plant Cost (DPC).....	134
Tabel 6. 7 Capital Investment (FCI)	134

Tabel 6. 8 Working Capital Investment (WCI).....	134
Tabel 6. 9 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	135
Tabel 6. 10 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	135
Tabel 6. 11 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	135
Tabel 6. 12 General Expense (GE)	135
Tabel 6. 13 Total Production Cost (TPC)	136
Tabel 6. 14 Annual Fixed Cost (Fa).....	138
Tabel 6. 15 Regulated Cost (Ra).....	138
Tabel 6. 16 Variable Cost (Va)	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor DME.....	4
Gambar 1. 2 Grafik Ekspor DME	4
Gambar 1. 3 Struktur Metanol	7
Gambar 1. 4 Struktur Dimetil Eter.....	8
Gambar 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan DME (Ohno, 2006)	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif.....	27
Gambar 3. 3 Arus Keseluruhan Proses Produksi Dimetil Eter	43
Gambar 3. 4 Arus di Sekitar Vaporizer.....	44
Gambar 3. 5 Arus di Sekitar Separator	44
Gambar 3. 6 Arus di Sekitar Reaktor	45
Gambar 3. 7 Arus di Sekitar Menara Distilasi 1	46
Gambar 3. 8 Arus di Sekitar Menara Distilasi 2	46
Gambar 4. 1 Peta Rencana Lokasi Pabrik DME	53
Gambar 4. 2 Layout Pabrik DME	55
Gambar 4. 3 Layout Alat Proses	58
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi.....	64
Gambar 5. 1 Diagram Pengolahan Air Pabrik DME.....	93
Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga Alat	125
Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi	140

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Reaktor.....	144
Lampiran B <i>Process Engineering Flow Diagram</i> (PEFD).....	145
Lampiran C Kartu Konsultasi Bimbingan Prancangan Pabrik.....	146

DAFTAR LAMBANG

T	: Temperatur, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
Qs	: Kebutuhan <i>Steam</i> , kg
Qc	: Kebutuhan Air Pendingin, kg
Ms	: Massa <i>Steam</i> , kg
A	: Luas Bidang Penampang, ft ²
Vt	: Volume Tangki, m ³
t	: Waktu, jam
m	: Massa, kg
v	: Laju alir, m ³ /jam
P	: <i>Power Motor</i> , HP
Sg	: <i>Specific Gravity</i>
X	: Konversi, %
Vs	: Volume <i>Shell</i> , m ³
Vh	: Volume <i>Head</i> , m ³
Vt	: Volume total, m ³
ID	: <i>Inside Diameter</i> , in

OD	: <i>Outside Diameter</i> , in
Re	: Bilangan Reynold
E	: Efisiensi Pengelasan
f	: <i>Allowable Stress</i> , psia
r	: Jari-jari <i>Dish</i> , psia
icr	: Jari-jari Sudut Dalam, in
ts	: Tebal <i>Shell</i> , in
th	: Tebal <i>Head</i> , in
DI	: Diameter Pengaduk, m
z	: Panjang Reaktor, m
Zi	: Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki, in
L	: Lebar Pengaduk, in
N	: Kecepatan Putaran, rpm
UD	: Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh, Btu/jam.ft ² .°F
UC	: Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh Pada Awal, Btu/jam.ft ²
Rd	: Faktor Pengotor, Btu/jam.ft ² .°F
η	: Efisiensi
Wf	: <i>Total Head</i> , in
p	: Panjang, m
l	: Lebar, m
k	: Konduktivitas termal, Btu/jam.ft ² .°F
c	: Panas Spesifik, Btu/lb.°F
JH	: <i>Heat Transfer Factor</i>

hi : *Inside Film Coefficient, Btu/jam.ft².°F*
ho : *Outside Film Coefficients, Btu/jam.ft².F*
LMTD : *Long mean temperature Different, °F K*

ABSTRAK

Dimetil eter (DME) merupakan senyawa turunan eter yang paling sederhana dengan rumus molekul C_2H_6O dan memiliki aplikasi yang sangat luas di industri, dimana potensi terbesarnya adalah sebagai sumber energi alternatif, misalnya sebagai campuran untuk LPG. Senyawa ini dapat disintetis melalui proses dehidrasi metanol yang menghasilkan DME dan air. Proses yang dilakukan adalah reaksi dehidrasi metanol pada fasa gas dalam reaktor *fixed bed multitube* dengan katalis γ -alumina. Kondisi reaksi yang digunakan adalah tekanan 13,7 atm dan suhu $320^\circ C$. Reaktor bekerja secara adiabatik, dengan reaksi yang bersifat eksotermis. Selanjutnya dimetil eter yang dihasilkan dipisahkan dengan menara distilasi untuk menghasilkan distilat dengan kemurnian 99,99% sebanyak 44.000 ton/tahun. Sedangkan hasil bawah menara distilasi dipisahkan lebih lanjut pada menara distilasi selanjutnya untuk *recovery* metanol dan dikembalikan sebagai arus *recycle*. Bahan baku yang digunakan adalah metanol dengan kemurnian 99,85% wt sebanyak 61.604,53 ton/tahun. Kebutuhan air sebanyak 11,67 kg/jam. Pabrik ini akan didirikan di Kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini yaitu sebanyak 145 orang. Pabrik ini dikategorikan *low risk* ditinjau dari bahan baku yang digunakan, proses yang dilalui, pabrik DME lain yang sudah berdiri. Berdasarkan hasil dari evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa *Percent Return of Investment* (ROI) sebelum pajak yaitu 22,01% dan setelah pajak yaitu 15,41 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak yaitu 3,12 tahun dan setelah pajak 3,94 tahun. *Break Event Point* (BEP) yaitu 48,83 %, *Shut Down Point* (SDP) yaitu 20,94%, dan *Discounted CashFlow rate* (DCFR) yaitu 11,55%. Berdasarkan hasil dari keseluruhan tinjauan yang dilakukan dimulai dari ketersediaan bahan baku, kondisi operasi proses dan hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik Dimetil Eter yang dirancang dengan kapasitas 44.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Dimetil Eter, Metanol, Air, Suhu, Tekanan

ABSTRACT

Dimethyl ether (DME) is the simplest ether derivative compound with the molecular formula C_2H_6O and has very wide applications in industry, where its greatest potential is as an alternative energy source, for example as a mixture for LPG. This compound can be synthesized through a methanol dehydration process which produces DME and water. The process carried out is a methanol dehydration reaction in the gas phase in a fixed bed multitube reactor with a γ -alumina catalyst. The reaction conditions used were a pressure of 13.7 atm and a temperature of 320°C. The reactor works adiabatically, with reactions that are exothermic. Next, the resulting dimethyl ether is separated by a distillation tower to produce 44,000 tons/year of distillate with a purity of 99.99%. Meanwhile, the results from the bottom of the distillation tower are further separated in the next distillation tower for methanol recovery and returned as recycling stream. The raw material used is methanol with a purity of 99.85%wt amounting to 61.604,53 tonnes/year. The water requirement is 11.67 kg/hour. This factory will be established in the Bontang industrial area, East Kalimantan. The number of workers needed in this factory is 145 people. This factory is categorized as low risk in terms of the raw materials used, the processes followed, and other DME factories that have been established. Based on the results of the economic evaluation, it shows that the Percent Return of Investment (ROI) before tax is 22.01% and after tax is 15.41%, Pay Out Time (POT) before tax is 3.12 years and after tax 3.94 years. Break Event Point (BEP) is 48.83%, Shut Down Point (SDP) is 20.94%, and Discounted CashFlow rate (DCFR) is 11.55%. Based on the results of the overall review carried out starting from the availability of raw materials, process operating conditions and the results of the economic evaluation, it can be concluded that the Dimethyl ether plant designed with a capacity of 44,000 tonnes/year is feasible to be established.

Keywords : Dimethyl Ether, Methanol, Water, Temperature, Pressure

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memasuki era perdagangan bebas, Indonesia dituntut untuk mampu bersaing dengan negara-negara lain dalam bidang industri. Perkembangan industri sangat berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam menghadapi pasar bebas nanti. Sektor industri kimia memegang peranan penting dalam memajukan perindustrian di Indonesia. Inovasi proses produksi maupun pembangunan pabrik baru yang berorientasi pada mengubah bahan baku menjadi produk yang mempunyai nilai tinggi sangat diperlukan untuk menambah devisa negara. Salah satunya adalah dengan pembangunan pabrik *dimethyl ether* (DME). DME dibuat dari proses Dehidrasi Metanol (Gunadi, 2012).

Dimetil eter yang baru-baru ini diakui sebagai sumber energi pengganti yang bersih memiliki aplikasi yang sangat luas, seperti aplikasi pada pelarut, propellant, pengganti LPG dan bahan bakar transportasi. DME adalah suatu senyawa organik dengan rumus kimia CH_3OCH_3 yang dapat dihasilkan dari pengolahan gas bumi, hasil olahan dan hidrokarbon lain (Ng et al., 1999).

DME telah digunakan selama beberapa tahun dalam industri perawatan pribadi (sebagai propelan aerosol), dan sekarang semakin dieksploitasi untuk digunakan sebagai pembakaran bersih untuk LPG (*liquid petroleum gas*), diesel dan bensin. Seperti LPG, DME adalah gas pada suhu dan tekanan normal, tetapi berubah menjadi cairan ketika mengalami tekanan atau pendinginan sederhana. Pencairan

yang mudah ini membuat DME mudah dibawa dan disimpan. Sifat ini dan lainnya, termasuk kandungan oksigen yang tinggi, kurangnya sulfur atau senyawa berbahaya lainnya, dan pembakaran ultra bersih membuat DME solusi serbaguna dan menjanjikan dalam campuran bahan bakar terbarukan yang bersih dan rendah karbon yang dipertimbangkan di seluruh dunia. (*International DME Association*, 2015).

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Analisis pasar untuk produksi DME dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan pasar (ekspor dan impor) dan ketersediaan produk yang ada di pasar sehingga dapat diketahui kondisi produksi dimetil eter yang optimum. Di Indonesia, pabrik yang memproduksi DME adalah PT Bumitangerang Gas Industry dengan kapasitas produksi sebesar 12.000 ton/tahun. Di dunia juga sudah banyak terdapat pabrik DME yang datanya ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Perusahaan Penghasil Dimetil Eter di Dunia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas, ton/tahun
Shell/RWE	Germany	60.000
Hamburg DME Co.	Germany	10.000
Arkosue Co.	Holland	10.000
DuPont	West Virginia	15.000
DME Aerosol	Russia	20.000
KOGAS	Korea	300.000
	China	11.000.000
	Iran	800.000
	Swedia	170.000

Selain data produksi dimetil eter di industri dunia, dalam pertimbangan kapasitas pabrik juga diperlukan data impor dimetil eter di Indonesia yang terdapat pada Tabel 1.2 dan 1.3.

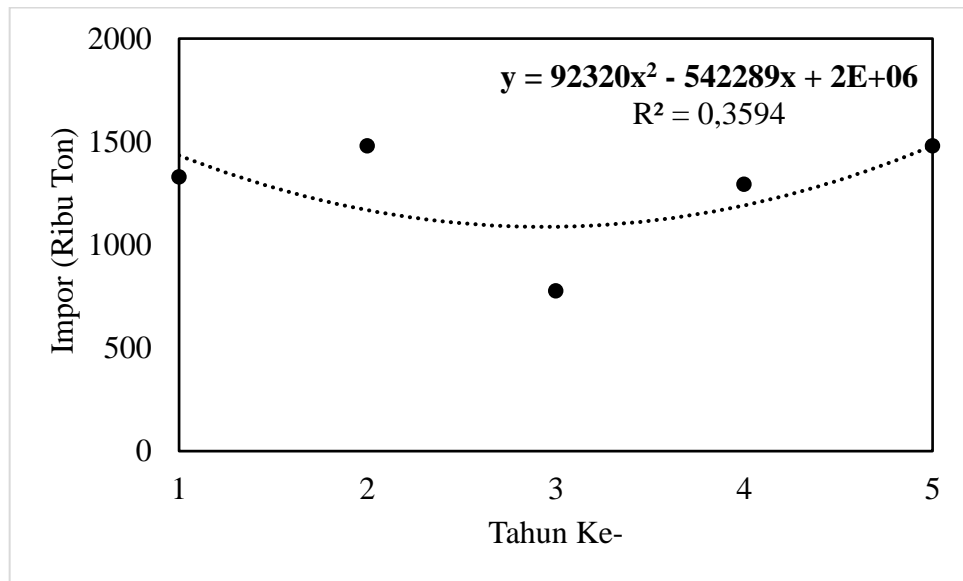
Tabel 1. 2 Data Impor Dimetil Eter di Indonesia (BPS, 2022)

No	Tahun	Jumlah Impor, ton/tahun
1	2018	1.329.610
2	2019	1.480.049
3	2020	776.939
4	2021	1.294.191
5	2022	1.480.688

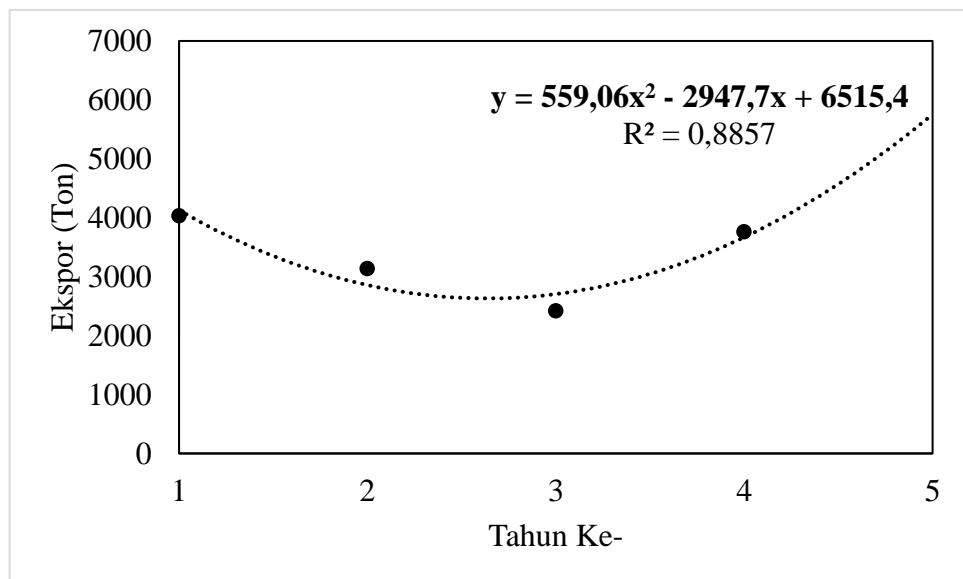
Tabel 1. 3 Data Ekspor Dimetil Eter di Indonesia (BPS, 2022)

No	Tahun	Jumlah Ekspor, ton/tahun
1	2018	4.032,98
2	2019	3.138
3	2020	2.422,42
4	2021	3.763,69

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bahwa nilai impor dimetil eter Indonesia pada tahun 2018 hingga 2022 mengalami fluktuasi dengan nilai 1.329.610-1.480.688 ton/tahun. Untuk nilai ekspor dimetil eter Indonesia pada tahun 2018 hingga 2021 juga mengalami fluktuasi dengan nilai 4.032,98-3.763,69 ton/tahun. Pada tahun 2022 tidak mendapatkan nilai ekspor dimetil eter Indonesia dikarenakan tidak adanya ekspor dimetil eter. Karena nilai sangat fluktuasi, dilakukan ekstrapolasi dengan bantuan *trendline* sehingga dapat mencari nilai kapasitas menggunakan metode regresi antara data tahun data tahun dengan data impor ekspor pada tahun 2018-2022.



Gambar 1. 1 Grafik Impor DME



Gambar 1. 2 Grafik Ekspor DME

Dari grafik regresi data tahun dengan data impor DME dilakukan analisis guna menentukan kapasitas produksi.

Perhitungan prediksi impor DME adalah sebagai berikut :

$$y = 9232x^2 - 4E+08x + 4E+11 \quad (1)$$

$x = 11$, merupakan tahun ke-11 (2028) pabrik didirikan

$$y = 174.720$$

Perhitungan prediksi ekspor DME adalah sebagai berikut :

$$y = 559,06x^2 - 2E+06x + 2E+09 \quad (2)$$

$x = 11$, merupakan tahun ke-11 (2028) pabrik didirikan

$$y = 470.697,26$$

Dalam penentuan kapasitas juga dibutuhkan data produksi dan konsumsi DME di Indonesia.

Tabel 1. 4 Produksi dan Konsumsi DME

No	Tahun	Produksi	Konsumsi
1	2018	1.677,6	98.356,611
2	2019	5.586	101.153,03
3	2020	5.716	104.350,67
4	2021	84.865	108.675,73
5	2022		111.350,1
Rata-rata		24.461,2	104.777,23

Untuk mencari peluang dibutuhkan data *supply* dan *demand* DME di Indonesia.

$$\text{Peluang} = (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi}) \quad (3)$$

$$= (470.697,26 + 104.777,23) - (174.720 + 24.461,2)$$

$$= 376.293,29 \text{ ton/tahun}$$

Range kapasitas 11,7% per tahun

$$= 11,7\% \times 376.293,29 \text{ ton/tahun}$$

$$= 44.043,52 \text{ ton/tahun}$$

Dibulatkan menjadi 44.000 ton/tahun.

Pabrik yang akan didirikan tentunya perlu pertimbangan ketersediaan bahan baku yang melimpah supaya suplai bahan baku *sustainable*. Produsen metanol di Indonesia adalah PT Kaltim Methanol Industri (PT KMI) dengan kapasitas produksi sebesar 660.000 ton/tahun.

Pemasaran metanol dari PT KMI sendiri sekitar 70% sudah terikat penjualan ke luar negeri. Sedangkan sisanya sebesar 30% dialokasikan untuk dalam negeri, yang berarti masih tersedia metanol sebesar 198.000 ton/tahun dikhususkan untuk pasar lokal Indonesia.

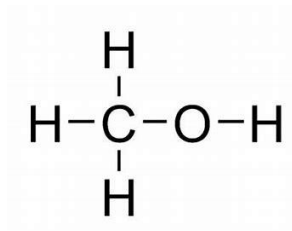
Kapasitas produksi pabrik-pabrik DME yang telah berjalan sangat variatif, sehingga penentuan kapasitas pabrik yang akan dibangun bergantung pada ketersediaan bahan baku. Bahan baku metanol yang diperlukan untuk pabrik DME di Indonesia cukup banyak dengan suplai dari PT Kaltim Methanol Industri yaitu sekitar 198.000 ton/tahun untuk pasar lokal.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan mempertimbangkan hasil perhitungan perkiraan impor DME pada tahun 2028, maka akan diperoleh kapasitas produksi DME yang direncanakan adalah 44.000 ton/tahun. Kapasitas produksi ini dipilih dengan alasan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sebesar 44.000 ton.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Metanol

Metanol atau yang dapat dikenal dengan istilah metil alkohol merupakan senyawa organik berupa cairan dan tidak berwarna dengan rumus kimia CH_3OH dan dapat diproduksi melalui gas alam. Struktur kimia dari metanol tersaji di Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1. 3 Struktur Metanol

Senyawa organik ini memiliki berat molekul 32,042 gram/mol. Titik didih metanol 99% pada tekanan atmosfer adalah sekitar 64-65°C dengan berat spesifik (*specific gravity*) sebesar 0,7920-0,7930. Senyawa ini termasuk senyawa yang bersifat *flammable* dengan *flash point* 16°C *open cup*). Secara fisik metanol merupakan cairan bening, berbau seperti alkohol, dapat bercampur dengan air, etanol, kloroform, higroskopis, mudah menguap, dan mudah terbakar (Spencer, 1998)

Tabel 1. 5 Sifat Fisik dan Kimia Senyawa Metanol (Mansour *et al.*, 2015)

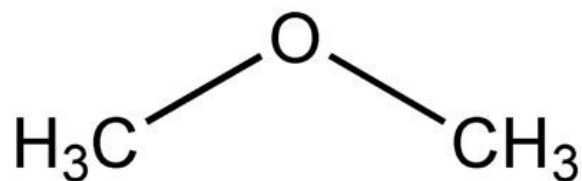
Wujud	Cairan
Tampak	Tidak berwarna
Tekanan Uap	12,3 kPa
Densitas	0,7918 gram/cm ³
Viskositas	0,808 mPa.s
Titik Didih	64,5°C
Titik Beku	-97,8°C
<i>Specific Gravity</i>	0,7915

Pemanfaatan metanol digunakan sebagai pendingin anti beku, bahan bakar, bahan aditif industri etanol, dan sebagai bahan baku untuk pembuatan resin serta polimer. Ada beberapa yang menggunakan metanol untuk memproduksi formaldehid untuk menghasilkan *adhesive* untuk *polywood* dan untuk proses produksi kayu. Metanol berpotensi untuk dijadikan bahan bakar bebas asap untuk

gas turbin, mesin *gasoline*, dan teknologi *fuel cell* lainnya. Metanol di Indonesia diproduksi oleh PT Kaltim Methanol Industri dengan kemurnian 99,85% (Grade AA) yang disintesis dari gas alam.

1.3.2 Dimetil eter

Dimetil Eter (DME) merupakan senyawa turunan eter paling sederhana yang tidak berwarna dan tidak beracun. Dimetil eter yang memiliki nama lain ethoxymethane memiliki rumus kimia C_2H_6O yang dapat diperoleh oleh proses dehidrasi metanol. Sifat fisik dari DME mirip dengan LPG (Propana dan Butana) terlebih lagi pada titik didih atau tekanan uap (Semelsberger et al., 2006). DME dengan berat molekul 46,07 gram/mol merupakan senyawa yang tidak berwarna, tidak beracun, dan tidak berbau baik dalam fase gas maupun cair dan mampu larut dalam pelarut organik seperti alkohol dan air, serta memiliki sifat *flammable* dan *explosive* tinggi (Abbas et al., 2006). Apabila terbakar, DME akan berwarna biru dan tidak membentuk peroksida dalam keadaan murni atau dalam formulasi aerosol. Struktur 2 dimensi dari DME ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Struktur Dimetil Eter

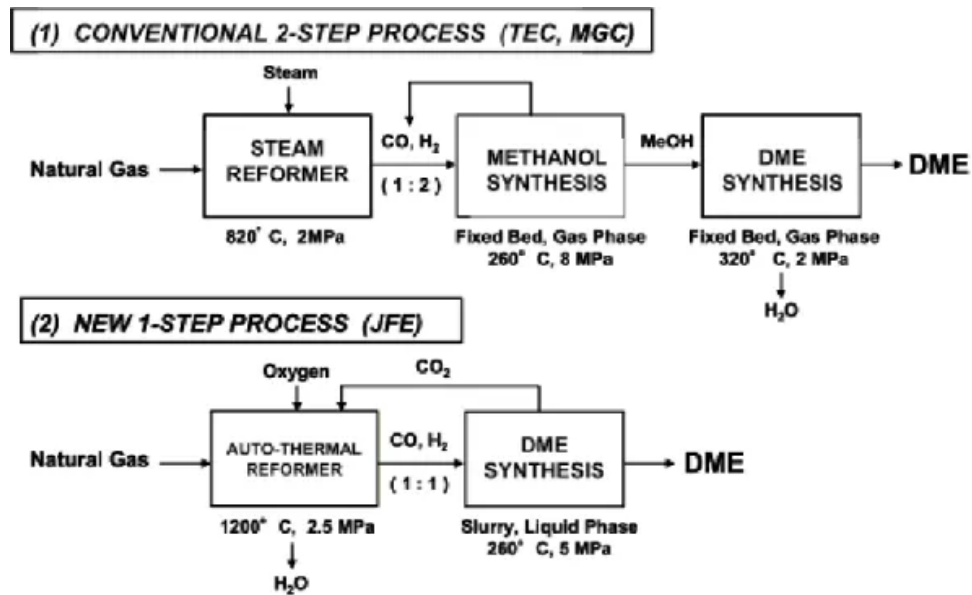
Dimetil Eter (DME) merupakan *substituent* yang ideal untuk LPG dan pengganti yang menjanjikan untuk diesel. Selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, DME juga dapat dimanfaatkan didalam industri *consumer product* (

hairspray, shaving cream, foam, dan, antiperspirants). Automotive, cat, produk makanan, dan lain-lain. DME muncul sebagai bahan bakar alternatif kerana DME menghasilkan jejak karbon yang lebih rendah dan permintaannya sebagai pengganti LPG semakin meningkat di negara-negara terutama di China dan India (Rakshit, 2016). Penggunaan DME sebagai bahan bakar mampu menurunkan emisi sebesar 30-80% untuk emisi CO₂ dan 5-15% untuk emisi NO_x. Berikut merupakan sifat fisis dari DME dan bahan bakar lainnya (Adachi et al., 2000).

Tabel 1. 6 Sifat Fisis DME dengan Bahan Bakar Lainnya

Senyawa	DME	Metana	Propana	Metanol	Diesel
<i>Chemical Formula</i>	CH ₃ OCH	CH ₄	C ₃ H ₈	CH ₃ OH	-
Titik didih (°C)	-25,1	-161,6	-42	64,5	180-360
Densitas (gram/cm ³)	0,67	-	0,49	0,79	0,84
<i>Specific gravity of gas</i>	1,59	0,55	1,52	-	-
<i>Vapor pressure (atm, 25°C)</i>	6,1	-	9,3	-	-
<i>Ignition point (°C)</i>	235	650	470	450	250
Explosion limit (%)	3,4-1,7	5-15	2,1-9,4	5,5-36	0,6-7,5
<i>Cetane number</i>	55-60	0	5	5	40-45
<i>Net calorific value (kcal/kg)</i>	6.900	12.000	11.100	4.800	10.200
<i>Net calorific value (kcal/Nm³)</i>	14.200	8.600	21.800	-	-

Proses pembuatan DME secara umum terbagi menjadi dua, yaitu *methanol dehydration process* dan *synthesis process*. Pada *direct synthesis*, menggunakan hidrokarbon (missal dari *natural gas*) menjadi *synthesis gas* yang terdiri dari kombinasi karbon monoksida dan hydrogen. Kemudian *synthesis gas* diperoleh lebih lanjut menjadi DME baik melalui pembuatan metanol lalu dimurnikan terlebih dahulu, yang biasa disebut *two step processes*, atau sintesis secara langsung, yang disebut *one step processes*. Gambaran dari dua proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.5 berikut.

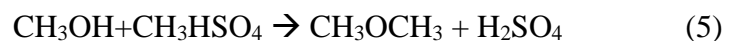
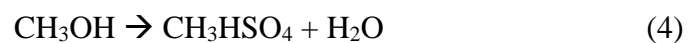


Gambar 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan DME (Ohno, 2006)

a. Dehidrasi metanol dengan asam sulfat

Pada proses ini metanol cair akan diuapkan kemudian dilewatkan pada reaktor yang telah terisi katalisator asam sulfat pada suhu 125-140°C dan tekanan 2 atm. Campuran produk keluar reaktor yang terdiri dari dimetil eter, air dan metanol dilewatkan ke *scrubber*, campuran produk keluar reaktor akan dimurnikan dengan proses distilasi.

Berikut reaksi yang terjadi:



Proses ini dilakukan dengan suhu dan tekanan yang rendah, namun peralatan yang digunakan sangat banyak dan alat tersebut harus mempunyai ketahanan korosi yang kuat karena proses ini menggunakan asam sulfat sebagai

katalis. Konversi metanol menjadi dimetil eter juga rendah yaitu sekitar 45% (Ohno, 2006).

b. Dehidrasi Metanol dengan Katalis Alumina

Pada reaksi ini terjadinya proses kontak langsung antara metanol katalis alumina yang mengandung 10,2% silika. Reaksi tersebut dilakukan pada suhu tinggi (250°C-400°C) dalam fase gas. Dengan demikian, secara teoritis gas metanol dikontakkan secara langsung dengan katalis alumina padat dalam reaktor pada suhu tinggi. Selanjutnya DME yang terbentuk dipurifikasi lagi dengan distilasi, untuk memisahkan antara DME dengan pengotor lain.

Berikut reaksi yang terjadi :



Proses ini dapat dikatakan sangat sederhana dan peralatan yang digunakan sedikit sehingga biaya investasi untuk peralatan menjadi sedikit juga. Suhu operasi reaktor ini dapat dikatakan tinggi, namun mempunyai konversi tinggi yaitu mencapai 80% (Turton, 2012).

Berdasarkan kedua proses tersebut, dipilih proses dehidrasi metanol dengan katalis alumina karena proses tersebut memiliki konversi tinggi yaitu mencapai 80% dan menggunakan peralatan yang sedikit dengan proses yang sederhana. Berikut perbandingan proses pembuatan dimetil eter.

Tabel 1. 7 Perbandingan Proses Pembuatan DME

No	Faktor Pembeding	Proses Pembuatan		
		Dehidrasi Metanol		<i>Direct Synthesis</i>
1	Bahan baku	Metanol		Gas alam, <i>syn-gas</i>
2	Katalis	Al ₂ O ₃ , SiO ₂	H ₂ SO ₄	Al ₂ O ₃ , ZnO, CuO
3	Reaksi	2CH ₃ OH ↔ CH ₃ OCH ₃ + H ₂ O	(1)CH ₃ OH → CH ₃ HSO ₄ + H ₂ O (2)CH ₃ OH + CH ₃ HSO ₄ → CH ₃ OCH ₃ + HSO ₄	(1)2CO + 4H ₂ → 2CH ₃ OH (2)2CH ₃ OH → CH ₃ OCH ₃ + H ₂ O (3)CO + H ₂ O → CO ₂ + H ₂
4	Jenis reaktor	<i>Fixed bed reactor</i>	CSTR	<i>Slurry-phase reactor, Fixed bed Reactor</i>
5	Konversi	80%	45%	90%
6	Kondisi Operasi	250-370°C; 11-15 atm	125-140°C; 2 atm	260°C; 30-50 atm
7	Produk samping	Air	H ₂ SO ₄	CO ₂

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Reaksi bersifat eksotermis maupun endotermis dapat ditentukan dari panas pembentukan standar (ΔH_f°). Reaksi utamanya yaitu :



Dari persamaan reaksi diatas, maka dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta H_r^\circ = H_f^\circ \text{ produk} - H_f^\circ \text{ reaktan} \quad (8)$$

Tabel 1. 8 Data Panas Pembentukan Standar (ΔH_f°)

Komponen	ΔH_f° , kJ/mol	ΔG_f° , kJ/mol
Reaktan		
Metanol	-201,17	-162,51
Produk		
Dimetil Eter	-184,05	-112,93
Air	-241,8	-228,6

(Yaws Mc Graw hill handbook, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta H^0_r &= H^0_f \text{produk} - H^0_f \text{reaktan} & (8) \\
 &= [1(\Delta H^0_f \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}) + 1(\Delta H^0_f \text{ H}_2\text{O})] - [2(\Delta H^0_f \text{ CH}_3\text{OH})] \\
 &= [1(-184,05) + 1(-241,8)] - [2(-201,17)] \\
 &= -23,51 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Dari data (ΔH^0) diatas bernilai negatif maka reaksi yang terjadi bersifat eksotermis sehingga sistem membebaskan energi. Untuk mengetahui reaksi bersifat *irreversible* atau *reversible* dapat ditinjau dari energi pembentukan dan konstanta kesetimbangan (K). Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$\Delta G^0_r = -R.T.\ln K \quad (9)$$

$$\ln K = \frac{-\Delta G^0_r}{RT} \quad (10)$$

$$\frac{\ln K_A}{\ln K_B} = \frac{-\Delta G^0_r}{R} \times \frac{T - T_{ref}}{T \times T_{ref}} \quad (11)$$

Keterangan :

- ΔG^0_r = Energi Gibbs (kal/gmol)
- K_A = Konstanta kesetimbangan pada suhu referensi
- K_B = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi
- T1 = Temperatur operasi
- T2 = Temperatur referensi
- R = tetapan gas (8,314k j/kmol.K)

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_r &= G^{\circ}_f \text{produk} - G^{\circ}_f \text{reaktan} & (12) \\
 &= [1(\Delta G^{\circ}_f \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}) + 1(\Delta G^{\circ}_f \text{ H}_2\text{O})] - [2(\Delta G^{\circ}_f \text{ CH}_3\text{OH})] \\
 &= [1(-112,93) + 1(-228,6)] - [2(-162,51)] \\
 &= -16,51 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh nilai energi bebas Gibbs reaksi sebesar -16,51 kJ/mol. Hasil tersebut bernilai negatif yang menunjukkan bahwa reaksi pada proses ini spontan.

Dari persamaan (2.3) dapat ditentukan harga K pada 298,15 K (25°C) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_r &= -R.T.\ln K \\
 -16,51 \text{ kJ/mol} &= (-8314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol.K}) \cdot (298,15 \text{ K}) \cdot \ln K \\
 \ln K &= 0,0067 \\
 K &= 1,00672
 \end{aligned}$$

Pada $T = T_{\text{operasi}}$

$$\ln \frac{K_{\text{Operasi}}}{K_{298,15}} = \frac{-\Delta G^{\circ}_r}{R} \times \frac{T - T_{\text{ref}}}{T \times T_{\text{ref}}}$$

$$\ln \frac{K_{\text{Operasi}}}{0,1,00672} = \frac{-(-16,51 \text{ kJ})}{8,314} \times \frac{593 \text{ K} - 298,15 \text{ K}}{593 \text{ K} \times 298,15 \text{ K}}$$

$$\ln \frac{K_{\text{Operasi}}}{0,1,00672} = 0,0033$$

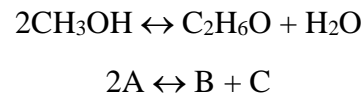
$$\frac{K_{\text{Operasi}}}{0,1,00672} = 1,0033$$

$$K_{\text{Operasi}} = 0,99$$

Dari perhitungan diperoleh nilai $K < 1$, maka reaksi pembentukan dimetil eter merupakan reaksi *reversible*. Untuk menjaga reaksi agar tetap ke kanan maka dilakukan dengan cara memperbesar konsentrasi produk dan juga mengeluarkan produk yang sudah terbentuk.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Reaksi yang terjadi :



Kinetika Reaksi (Bakhtyari, A. and Rahimpour, M.R., 2018) :

$$-r_A = \frac{kK_A^2 \left(C_A^2 - \frac{C_C C_B}{K} \right)}{\left(1 + 2\sqrt{K_A C_A} + K_C C_C \right)^4} \quad (13)$$

Didapat nilai k, Ka dan Kc (Bercic and Levec,1992) :

k : 5,4 kg/jam

K : 6,69

K_A : 52,6 m³/mol

K_C : 453,9 m³/mol

Dengan ,

$$C_i = \frac{P_i}{R \cdot T} \quad (14)$$

$$P_i = y_i \cdot P_T \quad (15)$$

$$y_i = \frac{F_i}{F_T} \quad (16)$$

Persamaan tersebut berlaku untuk kisaran temperatur antara 290-360 °C.
Reaksi terjadi pada fase gas dengan menggunakan katalis alumina.

BAB II
PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Dimetil Eter

Rumus kimia	: C_2H_6O	
Berat molekul	: 46,06 gram/gmol	
Fase	: Gas (1 atm, 25oC)	
Wujud	: <i>Colorless liquid</i>	
Densitas	: 668,3 g/L	
Tekanan kritis	: 53 atm	
Titik didih	: -24,82 °C	
Titik lebur	: -141,5°C	
<i>Specific gravity</i>	: 1,612 (udara = 1)	
<i>Flash point</i>	: <i>Closed cup: -41,11°C</i>	
<i>Flammability limits</i>	: <i>Lower: 3,3%, upper: 26,2%</i>	
<i>Auto-ignition temperature</i>	: 350°C	
Komposisi	: C_2H_6O	99,93% w
	CH_3OH	0,7% w
	H_2O	0,15 ppm
	C_3H_6O	1,24 ppm
Kelarutan	: 7% dalam air (17,8°C)	
Harga	: \$1.000/ton	

(Sumber : Safety Data Sheet)

2.2 Spesifikasi Produk Samping

2.2.1 Air

Rumus Kimia	: H_2O
Berat Molekul	: 18,016 gram/gmol
Fase	: Cair (1 atm, 25°C)
Wujud	: <i>Colorless liquid</i>
Bau	: Tidak berbau
Densitas	: 997 g/L (1 atm, 25oC)
Titik didih	: 100°C
Titik lebur	: 0 °
<i>Specific gravity</i>	: 1,612 (udara = 1)
<i>Heat capacity (Cp)</i>	: 1 cal/(g°C) (1 atm, 25°C)
Viskositas	: 0,85 cP (30°C)

(Sumber : MSDS)

2.3 Spesifikasi Bahan Utama

2.3.1 Metanol

Rumus kimia	: CH_3OH
Berat molekul	: 32,04 gram/gmol
Fase	: Cair (1 atm, 25°C)
Wujud	: <i>Colorless liquid</i>

Densitas	: 792 g/L (1 atm, 20 °C)	
Tekanan kritis	: 78,5 atm	
Titik didih	: 64,5 °C	
Titik lebur	: -97,8°C	
<i>Specific gravity</i>	: 0,7915	
Sifat	: <i>Flammable</i>	
Flash point	: <i>Closed cup: 12°C, open cup: 16°C</i>	
<i>Flammability limits</i>	: <i>Lower: 6%, upper: 36,5%</i>	
<i>Auto-ignition temperature</i>	: 464°C	
Komposisi	: CH_3OH	>99,85% w
	: H_2O	0,1% w
	: C_3H_6O	30 ppm
Harga	: \$250 / ton	

(Sumber : PT Kaltim Methanol Industri & Sciencelab.com)

2.4 Spesifikasi Bahan Pembantu

2.4.1 Katalis γ -Alumina

Rumus kimia	: Al_2O_3
Berat molekul	: 101,96 gram/gmol
Fase	: Solid (<i>Solid crystalline powder</i>)
Bentuk Partikel	: <i>Hollow cylindrical</i>
Densitas	: 869 kg/m ³
Tekanan kritis	: 78,5 atm

Kelarutan	: Tidak larut dalam air
Titik Didih	: 2977 °C
Titik lebur	: 2030 °C
<i>Specific gravity</i>	: 3,9
Diameter partikel	: 3-7 mm
Luas permukaan	: 164 m ² /gram
Harga	: \$1.000/ton

(Sumber : Safety Data Sheet)

Tabel 2. 1 Analisis Risiko Proses

No	Parameter Risiko	Deskripsi	Resiko	
			Rendah	Tinggi
Kondisi Operasi				
1	Suhu	320°C		✓
2	Tekanan	13,7 atm		✓
Bahan baku yang digunakan				
1	Metanol	<i>Flammability</i> : Mudah Terbakar, kategori 2		✓
		<i>Toxicity</i> : Beracun, kategori 3		✓
		<i>Reactivity</i> : Tidak reaktif dalam kondisi normal	✓	
		<i>Corrosivity</i> : tidak korosif	✓	

2	Katalis Alumina	<i>Flammability</i> : Tidak mudah Terbakar, kategori 0	✓	
		<i>Toxicity</i> : Tidak beracun, kategori 0	✓	
		<i>Reactivity</i> : Kategori 0	✓	
		<i>Corrosivity</i> : Kategori 1		✓
Sifat Produk yang Dihasilkan				
1	Dimetil Eter	<i>Flammability</i> : Mudah Terbakar, kategori 4		✓
		<i>Toxicity</i> : Blue kategori 1	✓	
		<i>Reactivity</i> : Yellow kategori 1	✓	
		<i>Corrosivity</i> : tidak korosi kategori 0	✓	
2	Air	<i>Flammability</i> : Tidak mudah terbakar, kategori 0	✓	
		<i>Toxicity</i> : Tidak beracun, kategori 0	✓	
		<i>Reactivity</i> : Tidak reaktif, kategori 0	✓	
		<i>Corrosivity</i> : tidak korosi, 0	✓	

(Sumber : MSDS)

Berdasarkan data diatas, maka pabrik Dimetil Eter dapat dikategorikan ke dalam pabrik dengan resiko rendah.

2.5 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik Dimetil Eter ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses produksi dan pengendalian kualitas produk.

2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku metanol dan bahan-bahan lain seperti katalis dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses dengan baik di dalam pabrik.

2.5.2 Pengendalian Proses Produksi

Alat ukur dan instrument merupakan bagian penting dalam mengendalikan proses produksi. Dengan adanya system tersebut maka bagian-bagian penting dari pabrik yang memerlukan pengawasan rutin dapat dikontrol dengan baik. Instrument memiliki 3 fungsi utama, yaitu sebagai alat pengukur, alat analisa, dan alat kendali. Selain digunakan untuk mengetahui kondisi operasi, instrument juga berfungsi untuk mengatur variable proses, baik secara manual maupun secara otomatis untuk memperingatkan operator akan kondisi yang kritis dan berbahaya. *Instrument* harus ada dan harus berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan kebutuhan dimana *instrument* tersebut ditempatkan. *Instrument* merupakan salah satu faktor yang

sangat menentukan mutu dari suatu hasil produksi. Pengendalian proses pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

2.5.2.1 Aliran Sistem Kontrol

1. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
2. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
3. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.5.2.2 Alat Sistem Kontrol

1. Sensor, digunakan untuk identifikasi variable-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan *level*, *thermocouple* untuk sensor suhu.
2. *Controller* meliputi *Level Control* (LC), *Temperature Control* (TC), *Pressure Control* (PC), *Flow Control* (FC).
 - a. *Level Control* (LC)

Level Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat sehingga tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan. Secara umum LC digunakan dalam suatu alat yang berupa kolom atau *vessel*. LC dihubungkan dengan *control valve* pada aliran keluar kolom atau *vessel*.

b. *Temperature Control* (TC)

Temperature Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan suhu operasi yang ditetapkan.

c. *Pressure Control* (PC)

Pressure Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan tekanan operasi berdasarkan tekanan operasi suatu alat yang ditetapkan. PC sangat dibutuhkan pada system yang menggunakan aliran *steam* atau gas. PC dihubungkan dengan *control valve* pada aliran keluaran *steam* dan gas.

d. *Flow Control* (FC)

Flow Control berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan debit aliran dari suatu bahan yang akan masuk ke suatu proses atau alat.

3. *Acuator* digunakan untuk memanipulasi agar variable *actuator* sama dengan variable *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* atau *manual hand valve*.

Alat – alat proses pada pabrik DME ini dipasang system control untuk mengendalikan kondisi operasi agar sesuai dengan yang ditetapkan. Sistem control yang digunakan dalam alat-alat proses pabrik DME ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Sistem control yang digunakan dalam alat-alat proses pabrik DME

No	Nama Alat	Kode Alat	Instrumen
1	Reaktor	R-01	<i>Temperature Control</i> <i>Pressure Control</i>
2	Cooler	HE-02 HE-03 HE-04	<i>Temperature Control</i>
3	Heater	HE-01	<i>Temperature Control</i>
4	Reboiler	RB-01 RB-02	<i>Ratio Control</i> <i>Level Control</i>
6	Accumulator	ACC-01 ACC-02	<i>Level Control</i>
7	Expansion valve	EV-01	<i>Pressure Control</i>
8	Vaporizer	VP-01	<i>Temperature Control</i>
9	Distilasi	MD-01 MD-02	<i>Pressure Control</i> <i>Level Control</i>
10	Pompa	P-01 P-02 P-03 P-04 P-05 P-06	<i>Pressure Control</i>

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

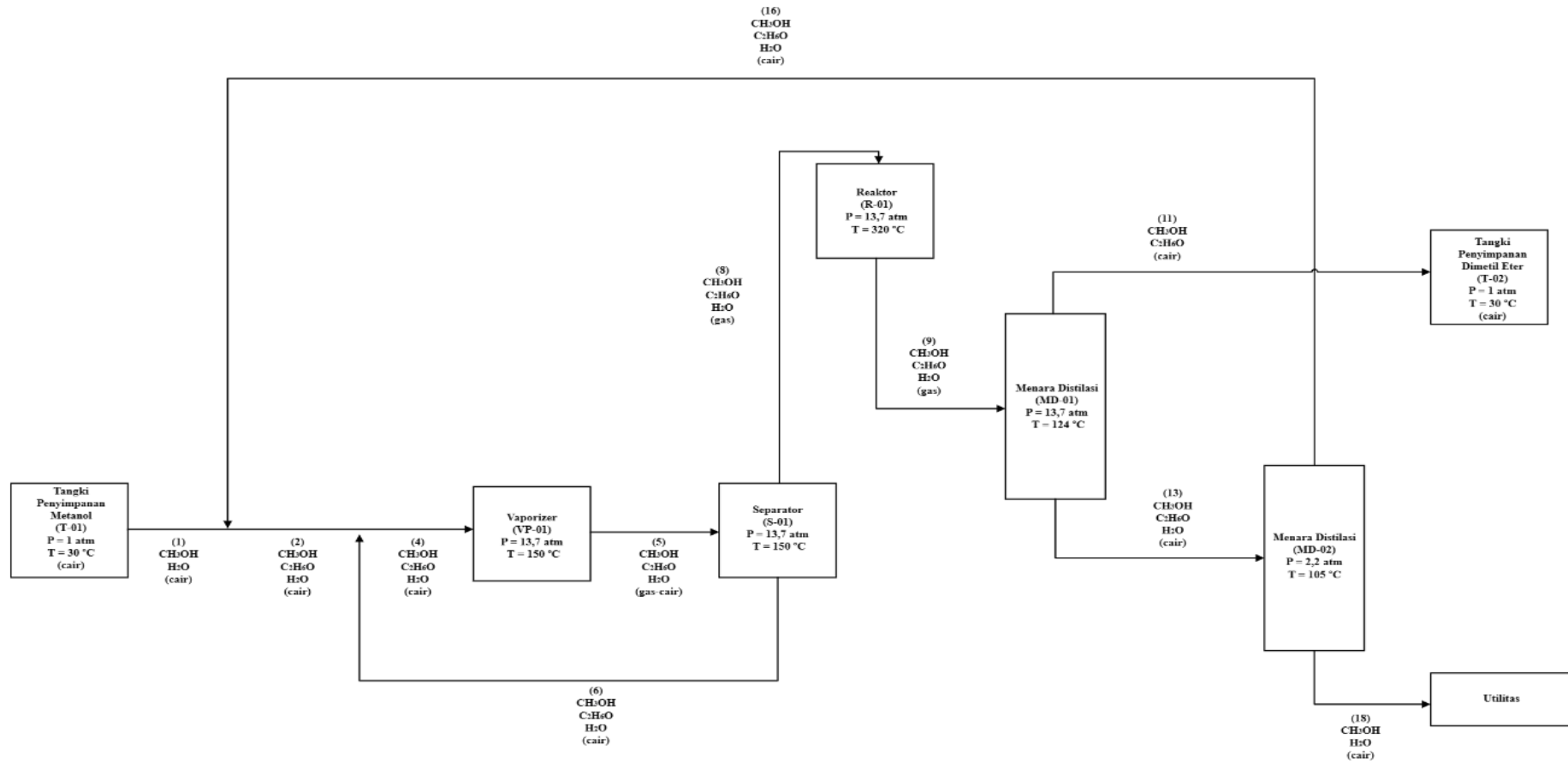
Kualitas dari produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh proses-proses sebelumnya. Untuk memperoleh mutu produk standar, maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian yang baik terhadap proses yang ada sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan di pasaran.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

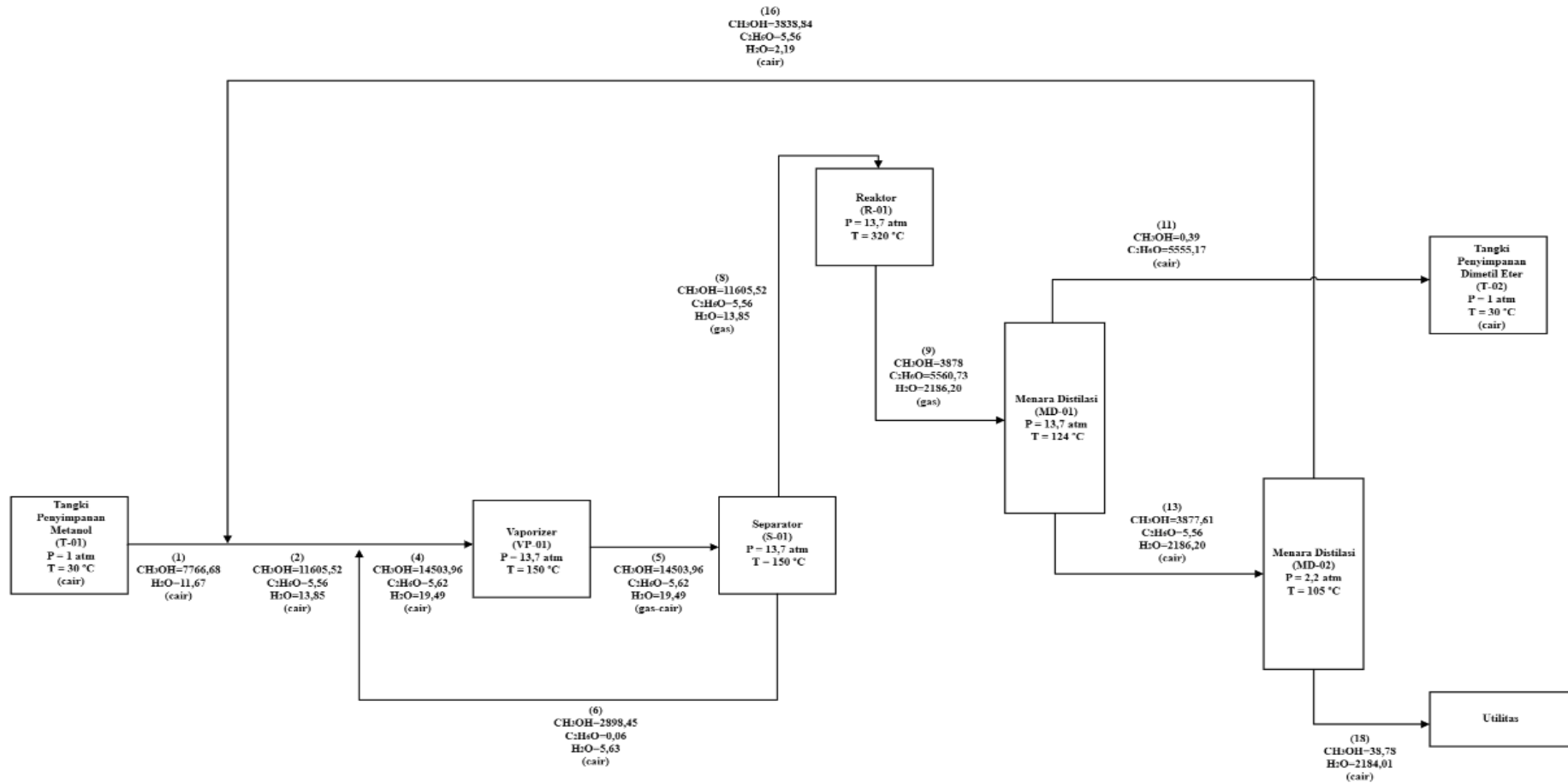
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.3.1 Diagram Alir Proses Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Kualitatif

3.3.2 Diagram Alir Proses Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Proses Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama pabrik Dimetil Eter adalah metanol dengan grade AA yang diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri. Metanol grade AA mempunyai kemurnian minimal 99,85%, kandungan air 0,1%wt, dan *impurities* berupa aseton sebanyak 30 ppm. Metanol cair dipipakan langsung dari PT. Kaltim Metanol Industri dan disimpan dalam tangki penyimpanan pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C.

Metanol dialirkan dan ditekan oleh pompa P-02 hingga mencapai tekanan 10 atm. Metanol diuapkan 80% cairannya dengan *vaporizer* VP-01 pada suhu 150,21°C. Arus keluar *vaporizer* mempunyai fase campuran cair-jenuh dan dialirkan kedalam *separator* S-01 untuk memisahkan antara metanol fasa gas dengan fasa cairnya. Metanol cair kemudian di-*recycle* ke VP-01 untuk dapat diuapkan kembali. Metanol fasa gas hasil pemisahan dari S-01 dinaikkan suhunya menggunakan HE-01 dengan memanfaatkan panas gas hasil reaksi hingga mencapai kondisi reaksi optimum, yaitu 320°C.

3.2.2 Unit Sintesis

Metanol fasa gas pada tekanan 13,7 atm dan suhu 150°C dimasukkan kedalam *fixed bed reactor* R-01 dengan katalis γ -alumina. Reaksi yang terjadi didalam reaktor merupakan reaksi dehidrasi metanol menjadi dimetil eter dan air dengan konversi sebesar 66,58%. Reaksi yang terjadi beserta panas reaksinya adalah sebagai berikut :



Reaksi dehidrasi metanol bersifat eksotermis sehingga untuk mencapai konversi yang maksimum, reaktor dijalankan pada tekanan tinggi dan suhu rendah, yaitu, yaitu pada tekanan 13,7 atm dan 320 °C. Arus keluar reaktor dalam fasa gas yang berisikan dimetil eter, air, sisa metanol yang belum bereaksi dialirkan ke unit purifikasi. Suhu akhir gas keluar reaktor adalah 124 °C.

3.2.3 Unit Purifikasi

Panas dari campuran gas keluar R-01 dimanfaatkan untuk memanaskan umpan reaktor pada HE-01. Campuran gas yang dihasilkan oleh reaktor didinginkan pada HE-02 hingga mencapai suhu uap jenuhnya, yaitu 124°C. Campuran gas dalam kondisi uap jenuh dialirkan menuju menara distilasi MD-01 untuk dipisahkan produk dimetil eternya. Menara distilasi MD-01 dirancang untuk beroperasi pada tekanan tertentu untuk meminimalkan beban *kondenser* karena pada tekanan atmosferis, dimetil eter mempunyai titik didih pada suhu -24°C sehingga tidak bisa menggunakan pendingin air sebagai pendingin pada *condenser*. Hasil atas menara distilasi MD-01 mengandung dimetil eter dengan kemurnian 99,99%, dan sedikit metanol. Hasil atas MD-01 akan direflux sebagian dan sebagian besar lainnya akan didinginkan pada HE-03 hingga suhu 30°C untuk disimpan pada T-02 pada tekanan 1 atm. Produk disimpan dalam fase cair. Hasil bawah MD-01 berupa air dengan metanol akan direflux sebagian dan sebagian besar lainnya akan masuk unit *Methanol Recovery* pada MD-02. Hasil bawah MD-01 perlu disesuaikan suhu dan tekanannya sebelum masuk ke MD-02. Arus didinginkan hingga 105 °C pada HE-04 dan diekspansikan dalam *Expansion Valve* EV-01 hingga tekanan menjadi 2,2

atm. Arus campuran metanol-air masuk ke MD-02 dalam keadaan cair jenuh. Hasil atas MD-02 berupa metanol pada fasa cair akan direflux sebagian dan sebagian besar lainnya di-*recycle* ke unit persiapan bahan baku. Arus *recycle* ditekan menggunakan pompa P-05 dan dicampur dengan arus masuk *vaporizer* VP-01. Hasil bawah MD-01 berupa air dengan sedikit metanol yang akan diproses lebih lanjut di unit utilitas.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Reaktor (R-01)

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor

Kode	R-01			
Fungsi	Untuk mereaksikan bahan baku metanol menjadi dimetil eter (DME) dan air			
Jumlah	1 Unit			
Tipe	<i>Fix Bed Multitube</i>			
Jenis Bahan	<i>Carbon Steel SA-7</i>			
Katalis	γ -Alumina			
Kondisi Operasi				
P	16,44	atm		
T in umpan	320	°C	593	K
T out produk	320	°C	593	K
GHSV	2.573,20	/jam		
Jenis pendingin	<i>Dowtherm A</i>			
T in	100	°C	373	K
Tout	153,89	°C	426,89	K
m _{pendingin}	3.675,43	kg/jam		
Spesifikasi Tube				
Nt	74	buah		
Z	7,25	m		
IDt	1,05	in	0,026	m
ODt	1,32	in	0,033	m
Jenis susunan	<i>Triangular Pitch on 1 inch</i>			
Jenis material	<i>Carbon Steel</i>			
PT	1,65	in	0,04	m
C	0,33	in	0,008	m
Tebal tube	0,14	in	0,003	m
Spesifikasi Shell				
IDs	50	in	1,27	m
ODs	51,57	in	1,31	m
ts	0,79	in	0,02	m
Jenis material	<i>Carbon Steel</i>			
Spesifikasi Head				
Bentuk head	<i>Torispherical Flanged & Dished Head</i>			
tH	0,19	in	0,005	m
hH	10,90	in	0,28	m
icr	3	in	0,08	m
r	42	in	1,07	m
sf	2,5	in	0,06	m
HR	288,47	in	7,33	m
Harga	\$ 20.567,79			

3.3.2 Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah

a. Vaporizer (VP-01)

Tabel 3. 2 Spesifikasi Vaporizer

Kode	VP-01			
Fungsi	Menguapkan 80% umpan reaktor yang berasal dari tangki penyimpanan metanol (T-01).			
Jenis Alat	<i>Shell and Tube Heat Exchanger 1-2</i>			
Konfigurasi :				
TEMA Type	BEM			
OD Tube	0,75	in		
Pitch	0,94	in		
Pola Tube	<i>30-Triangular</i>			
Tipe Baffle	<i>Single Segmental</i>			
Orientasi Pemotongan Baffle	<i>Horizontal</i>			
Bahan default exchanger	<i>Carbon Steel</i>			
Ukuran :				
ID shell	13,25	in	0,34	m
OD shell	14	in	0,36	m
Panjang Tube	70,87	in	1,8	m
Baffle Space	14,96	in	0,38	m
N Baffle	2			
N tube	108			
Tube Passes	1			
Shells di Seri	1			
Shells di Paralel	1			
Harga	\$ 24.902,91			

b. Separator (S-01)

Tabel 3. 3 Spesifikasi Separator

Kode	S-01			
Fungsi	Memisahkan uap metanol dan air dengan cairan metanol dan air.			
Jumlah	1 alat			
Tipe	Silinder Vertikal dengan tutup dan dasar Elipsoidal			
Kondisi Operasi				
Tekanan Operasi	13,7	atm	201,33	psi
Suhu Operasi	150	°C	423	K
Spesifikasi				

Lanjutan Tabel 3.3

Bahan Kontruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Dimensi	Tebal <i>Shell</i>	4/9	in	0,01	m
	Diameter	24	in	0,61	m
	Tinggi <i>Head</i>	8,4	in	0,21	m
	Tebal <i>Head</i>	½	in	0,01	m
	Tinggi Total	227,99	in	5,79	m
Harga	\$ 25.812,31				

c. Menara Distilasi 1 (MD-01)

Tabel 3. 4 Spesifikasi Menara Distilasi 1

Kode	MD-01	
Fungsi	Memisahkan hasil reaktor (R-01) menjadi DME dengan kemurnian sebesar 99,9%	
Jenis	<i>Binercomponent Distillation</i>	
Tipe	<i>Plate tower (sieve tray) berbentuk torispherical dishead</i>	
Material	<i>Carbon Steel Grade SA-283 C</i>	
Kondisi Operasi		
Umpan, °C	105,34	
Distilat, °C	57,45	
<i>Bottom</i> , °C	54,72	
Spesifikasi		
<i>Shell</i>		
Diameter, m	1,07	
Tinggi, m	10,65	
Tebal, in	0,75	
Material	<i>Carbon Steel</i>	
<i>Head</i>		
Tebal, in	0,8	
Material	<i>Carbon Steel</i>	
Tipe Tray		
Jenis <i>Tray</i>	<i>Sieve</i>	
Jumlah <i>plate actual</i>	18	
Diameter <i>hole</i> , in	1,30	
<i>Tray spacing</i> , m	0,45	
Plate Pressure Drop		
Bagian atas, atm	0,02	
Bagian bawah, atm	5,64E-06	
Harga	\$ 357.004,31	

d. Menara Distilasi 2 (MD-02)

Tabel 3. 5 Spesifikasi Menara Distilasi 2

Kode	MD-02
Fungsi	Memisahkan DME dari metanol dan air
Jenis	<i>Binercomponent Distillation</i>
Tipe	<i>Plate tower (sieve tray) berbentuk torispherical dishead</i>
Material	<i>Carbon Steel Grade SA-283 C</i>
Kondisi Operasi	
Umpan, °C	99,00
Distilat, °C	85,82
<i>Bottom</i> , °C	122,77
Spesifikasi	
<i>Shell</i>	
Diameter, m	1,37
Tinggi, m	15,6
Tebal, m	0,75
Material	<i>Carbon Steel</i>
<i>Head</i>	
Tebal, in	0,8
Material	<i>Carbon Steel</i>
Tipe Tray	
Jenis Tray	<i>Sieve</i>
Jumlah <i>plate actual</i>	29
Diameter hole, in	1,18
<i>Tray spacing</i> , m	0,45
<i>Plate Pressure Drop</i>	
Bagian atas, atm	0,09
Bagian bawah, atm	2,15E-06
Harga	\$ 241.912,77

3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

a. Tangki Penyimpanan Metanol (T-01)

Tabel 3. 6 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Metanol

Kode	T-01
Fungsi	Menyimpan metanol 99,99%
Lama penyimpanan, hari	14
Fase	Cair
Jumlah	1 unit
Jenis tangki	<i>Vertical Cylindrical Tank dengan Conical Roof</i>

Lanjutan Tabel 3.6

Kondisi Operasi	
Suhu, °C	30
Tekanan, atm	1
Volume tangki m ³	4004,55
Diameter, m	24,38
Spesifikasi	
Tinggi/Panjang, m	9,14
Jumlah <i>course</i>	5
Tebal <i>shell</i> , in	0,19
Head Bottom	
Tebal <i>head</i> , in	0,19
Tebal <i>bottom</i> , in	0,25
Harga	\$ 534.399,50

b. Tangki Penyimpanan Dimetil Eter (T-02)

Tabel 3. 7 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Dimetil Eter

Kode	T-02
Fungsi	Menyimpan produk dimetil eter 99,99%
Lama penyimpanan, hari	14
Fase	Cair
Jumlah	1 unit
Jenis tangki	<i>Vertical Cylindrical Tank dengan Torispherical Roof</i>
Kondisi Operasi	
Suhu, °C	30
Tekanan, atm	12
Volume tangki m ³	913,17
Diameter, m	15,24
Spesifikasi	
Tinggi/Panjang, m	5,49
Jumlah <i>course</i>	6
Tebal <i>shell</i> , in	0,19
Head Bottom	
Tebal <i>head</i> , in	0,19
Tebal <i>bottom</i> , in	0,25
Harga	\$ 204.468

c. Accumulator MD-01 (ACC-01)

Tabel 3. 8 Spesifikasi Accumulator MD-01

Kode	ACC-01			
Fungsi	Untuk menampung keluaran kondensor (CD-01) pada menara distilasi (MD-01)			
Jenis	<i>Horizontal cylinder</i>			
Jumlah	1 Unit			
Bahan Kontruksi	<i>Carbon Steel Grade SA-283 C</i>			
Volume Embun	0,16	m ³ /menit		
Kapasitas tangki	65,78	ft ³	1,86	m ³
Diameter tangki	3,03	ft	0,92	m
Panjang tangki	72	in	1,83	m
Kondisi operasi	T =	57,96	°C	
	P =	12,2	atm	
Harga,	\$ 5.928,36			

d. Accumulator MD-02 (ACC-02)

Tabel 3. 9 Spesifikasi Accumulator MD-02

Kode	ACC-02			
Fungsi	Untuk menampung keluaran kondensor (CD-02) pada menara distilasi (MD-02)			
Jenis	<i>Horizontal Cylinder</i>			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel Grade SA-283 C</i>			
Jumlah	1 Unit			
Volume Embun	0,09	m ³ /menit		
Kapasitas Tangki	37,43	ft ³	1,05	m ³
Diameter Tangki	2,28	ft	0,69	m
Panjang Tangki	96,00	In	2,43	m
Kondisi Operasi	T	85,85	C	
	P	12,2	atm	
Harga	\$ 4.355,53			

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

Tabel 3. 10 Spesifikasi Pompa 1

Kode	P-01			
Fungsi	Mengalirkan metanol ke tangki penyimpanan (T-01)			
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>			
Impeller	<i>Mixed Flow Impellers</i>			
Jumlah	1	buah		

Lanjutan Tabel 3.10

Bahan Kontruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	52	gal/min			
Rate Volumetrik	0,117	ft ³ /s	0,003	m ³ /s	
Kecepatan Aliran	4	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2	in	0,06	m
	OD	2,88	in	0,07	m
	IPS	2,5	in	0,06	m
	Flow Area	4,79	in ²	0,003	m ²
Efisiensi Pompa	58%				
Power Pompa	0,36	HP	267	Watt	
Power Motor	0,5	HP	373	Watt	
Harga	\$4.893,48				

Tabel 3. 11 Spesifikasi Pompa 2

Kode	P-02				
Fungsi	Memompa larutan dari T-01				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Kontruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	78	gal/min			
Rate Volumetrik	0,175	ft ³ /s	0,005	m ³ /s	
Kecepatan Aliran	3	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	3	in	0,08	m
	OD	3,5	in	0,09	m
	IPS	3	in	0,08	m
	Flow Area	7,38	in ²	0,005	m ²
Efisiensi Pompa	65%				
Power Pompa	13,61	HP	10,147	Watt	
Power Motor	20	HP	14,91	Watt	
Harga	\$4.893,48				

Tabel 3. 12 Spesifikasi Pompa 3

Kode	P-03				
Fungsi	Mengalirkan kondensat MD-01 dari ACC-01 menuju reflux dan ke HE-03				

Lanjutan Tabel 3.12

Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Radial Flow Implellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Kontruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	48	gal/min			
Rate Volumetrik	0,108	ft ³ /s	0,003	m ³ /s	
Kecepatan Aliran	3	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2	in	0,06	m
	OD	2,88	in	0,07	m
	IPS	2,5	in	0,06	m
	Flow Area	4,79	in ²	0,003	m ²
Efisiensi Pompa	48%				
Power Pompa	1,70	HP	1,26	Watt	
Power Motor	3	HP	2,23	Watt	
Harga	\$4.893,48				

Tabel 3. 13 Spesifikasi Pompa 4

Kode	P-04				
Fungsi	Mengalirkan kondensat MD-02 menuju reflux dan ke P-05				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Radial Flow Implellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Kontruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	27	gal/min			
Rate Volumetrik	0,06	ft ³ /s	0,0017	m ³ /s	
Kecepatan Aliran	3	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2	in	0,05	m
	OD	2,38	in	0,06	m
	IPS	2	in	0,05	m
	Flow Area	3,35	in ²	0,002	m ²
Efisiensi Pompa	50%				
Power Pompa	0,74	HP	554	Watt	
Power Motor	1	HP	746	Watt	
Harga	\$4.893,48				

Tabel 3. 14 Spesifikasi Pompa 5

Kode	P-05				
Fungsi	Memompa arus recycle dari hasil atas MD-02				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Radial Flow Implellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Kontruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	27	gal/min			
Rate Volumetrik	0,06	ft ³ /s	0,0018	m ³ /s	
Kecepatan Aliran	3	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2	in	0,05	m
	OD	2,38	in	0,06	m
	IPS	2	in	0,05	m
	Flow Area	3,35	in ²	0,002	m ²
Efisiensi Pompa	48%				
Power Pompa	6,07	HP	4,53	Watt	
Power Motor	7,5	HP	5,59	Watt	
Harga	\$4.893,48				

Tabel 3. 15 Spesifikasi Pompa 6

Kode	P-06				
Fungsi	Memompa DME dari T-02 ke jetty				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Radial Flow Implellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Kontruksi	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	45	gal/min			
Rate Volumetrik	0,101	ft ³ /s	0,003	m ³ /s	
Kecepatan Aliran	3	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2	in	0,06	m
	OD	2,88	in	0,07	m
	IPS	2,5	in	0,06	m
	Flow Area	4,79	in ²	0,003	m ²
Efisiensi Pompa	48%				
Power Pompa	8,19	HP	6,11	Watt	
Power Motor	10	HP	7,46	Watt	
Harga	\$4.893,48				

Tabel 3. 16 Spesifikasi *Expansion Valve*

Kode	EV-01				
Fungsi	Menurunkan tekanan keluaran reboiler (RB-01) untuk diumpankan ke MD-02				
Jenis	<i>Globe Valve Open</i>				
Kapasitas	6.069	kg/jam			
Spesifikasi					
Dimensi					
	ID	2	in	0,05	m
	OD	2,38	in	0,06	m
	a't	3,35	ft ²	0,002	m ²
	Le	16	m		
Bahan Kontruksi	<i>Carbon steel SA 203 Grade C</i>				
Harga	\$ 2.000				

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

a. Condensor Total

Tabel 3. 17 Spesifikasi Condensor 1

Kode :	CD-01			
Fungsi :	Mengembunkan kembali sebagian hasil atas menara distilasi (MD-01)			
Jumlah :	1 alat			
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>			
Jenis Bahan :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>			
<i>Operating Condition</i>				
<i>Position</i>	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida panas (produk <i>heavy organics</i>)		Fluida dingin (<i>water</i>)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Hot</i>		<i>Cold</i>	
	In	Out	In	Out
<i>Liquid flowrate, kg/jam</i>	0	1.013.211,18	742.161,21	742.161,21
<i>Vapor flowrate, kg/jam</i>	271.049,97	0	0	0
<i>Temperature, °C</i>		58		
<i>Pressure, atm</i>	13,7	13,7		
<i>Mechanical Design</i>				
<i>Shell (hot fluid)</i>		<i>Tube</i>		
<i>Length, ft</i>	8	<i>Lenght, ft</i>	8	
<i>Passes</i>	1	ID, in	1	
ID, in	14	OD, in	0,58	

Lanjutan Tabel 3.17

Baffle spaces, in	2,8	<i>Number tube</i> , buah	130
		A, ft ²	202,09
		BWG	14
ΔP terhitung, atm	0,0007	<i>Pitch, triangular</i> , in	0,75
ΔP Diizinkan, atm	0,34	ΔP terhitung, atm	0,01
Rdmin, m ² s K/kJ	0,88	ΔP Diizinkan, atm	0,68
Rdcal, m ² s K/kJ	1,08	Rdmin, m ² s K/kJ	0,88
Harga, \$	19.729,88	Rdcal, m ² s K/kJ	1,08

Tabel 3. 18 Spesifikasi Condensor 2

Kode :	CD-02			
Fungsi :	Menyimpan bahan baku			
Jumlah :	1 alat			
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>			
Jenis Bahan :	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>			
<i>Operating Condition</i>				
<i>Position</i>	<i>Shell</i>		<i>Tube</i>	
<i>Fluid</i>	Fluida panas (produk <i>heavy organics</i>)		Fluida dingin (<i>water</i>)	
<i>Fluid Type</i>	<i>Hot</i>		<i>Cold</i>	
	In	Out	In	Out
<i>Liquid flowrate</i> , kg/jam	0	724.608,25	541.881,63	541.881,6
<i>Vapor flowrate</i> , kg/jam	182.726,6	0	0	0
Temperature, °C		86		
Pressure, atm	2,23	2,23		
<i>Mechanical Design</i>				
<i>Shell (hot fluid)</i>		<i>Tube</i>		
<i>Length</i> , ft	8	<i>Length</i> , ft	8	
<i>Passes</i>	1	ID, in	1	
ID, in	14	OD, in	0,58	
<i>Baffle spaces</i> , in	2,8	<i>Number tube</i> , buah	130	
		A, ft ²	382,72	
		BWG	14	
ΔP terhitung, atm	0,0005	<i>Pitch, triangular</i> , in	0,75	
ΔP Diizinkan, atm	0,34	ΔP terhitung, atm	0,05	
Rdmin, m ² s K/kJ	0,88	ΔP Diizinkan, atm	0,68	
Rdcal, m ² s K/kJ	0,45	Rdmin, m ² s K/kJ	0,88	
Harga, \$	24.439,37	Rdcal, m ² s K/kJ	0,46	

b. Heat Exchanger

Tabel 3. 19 Spesifikasi HE-01

Kode :	HE-01	
Fungsi :	Memanaskan arus inlet reaktor menggunakan arus outlet reaktor	
Jumlah :	1	
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger 1-1</i>	
TEMA Type :	BEM	
<i>Location of hot fluid :</i>	<i>Tube Side</i>	
<i>Tube OD/ Pitch</i>	0,75 / 0,94	in
<i>Tube Pattern</i>	<i>30-Triangular</i>	
<i>Baffle Type</i>	<i>Single segmental</i>	
<i>Baffle cut orientation</i>	<i>Horizontal</i>	
<i>Default exchanger material</i>	<i>Carbon Steel</i>	
Ukuran		
<i>Shell ID/OD</i>	13,25/14	in
<i>Tube Length</i>	218,50	in
<i>Baffle spacing center-center (BC)</i>	18,11	in
<i>Number of Baffles</i>	10	
<i>Number of Tubes/ Tube Passes</i>	109/1	
<i>Shell in series</i>	2	
<i>Shell in parallel</i>	1	
<i>Excess surface (%)</i>	3	
<i>Dp ratio Shellside/Tubeside</i>	0,96/0,31	
Harga	\$ 71.478,97	

Tabel 3. 20 Spesifikasi HE-02

Kode :	HE-02	
Fungsi :	Mendinginkan arus umpan MD-01 menggunakan air pendingin.	
Jumlah :	1	
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger 1-1</i>	
TEMA Type :	BEM	
<i>Location of hot fluid :</i>	<i>Tube Side</i>	
<i>Tube OD/ Pitch</i>	0,75 / 0,94	in
<i>Tube Pattern</i>	<i>30-Triangular</i>	
<i>Baffle Type</i>	<i>Single segmental</i>	
<i>Baffle cut orientation</i>	<i>Horizontal</i>	
<i>Default exchanger material</i>	<i>Carbon Steel</i>	
Ukuran		
<i>Shell ID/OD</i>	15,25/16	in

Lanjutan Tabel 3.20

<i>Tube Length</i>	53,15	in
<i>Baffle spacing center-center (BC)</i>	8,85	in
<i>Number of Baffles</i>	2	
<i>Number of Tubes/ Tube Passes</i>	152/2	
<i>Shell in series</i>	1	
<i>Shell in parallel</i>	1	
<i>Excess surface (%)</i>	12	
<i>Dp ratio Shellside/Tubeside</i>	0,628/0,47	
Harga	\$ 19.369,31	

Tabel 3. 21 Spesifikasi HE-03

Kode :	HE-03	
Fungsi :	Mendinginkan arus hasil atas dari MD-01 berupa metanol dan air menggunakan pendingin	
Jumlah :	1	
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger 1-1</i>	
<i>TEMA Type :</i>	BEM	
<i>Location of hot fluid :</i>	<i>Tube Side</i>	
<i>Tube OD/ Pitch</i>	0,75 / 0,94	in
<i>Tube Pattern</i>	<i>30-Triangular</i>	
<i>Baffle Type</i>	<i>Single segmental</i>	
<i>Baffle cut orientation</i>	Horizontal	
<i>Default exchanger material</i>	<i>Carbon Steel</i>	
Ukuran		
<i>Shell ID/OD</i>	8,071/8,63	in
<i>Tube Length</i>	153,54	in
<i>Baffle spacing center-center (BC)</i>	7,48	in
<i>Number of Baffles</i>	18	
<i>Number of Tubes/ Tube Passes</i>	42/2	
<i>Shell in series</i>	1	
<i>Shell in parallel</i>	1	
<i>Excess surface (%)</i>	2	
<i>Dp ratio Shellside/Tubeside</i>	0,55/0,19	
Harga	\$ 13.393,99	

Tabel 3. 22 Spesifikasi HE-04

Kode :	HE-04		
Fungsi :	Mendinginkan arus <i>bottom</i> MD-01 berupa metanol dan air menggunakan air pendingin		
Jumlah :	1		
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger 1-1</i>		
TEMA Type :	BEM		
Location of hot fluid :	<i>Tube Side</i>		
Tube OD/ Pitch	0,75 / 0,94		in
Tube Pattern	<i>30-Triangular</i>		
Baffle Type	<i>Single segmental</i>		
Baffle cut orientation	<i>Horizontal</i>		
Default exchanger material	<i>Carbon Steel</i>		
Ukuran			
Shell ID/OD	8,07/8,62		in
Tube Length	177,17		in
Baffle spacing center-center (BC)	2,17		in
Number of Baffles	76		
Number of Tubes/ Tube Passes	49/1		
Shell in series	1		
Shell in parallel	1		
Excess surface (%)	3		
Dp ratio Shellside/Tubeside	0,89/0,08		
Harga	\$ 16.146,45		

c. Reboiler

Tabel 3. 23 Spesifikasi Reboiler 1

Kode :	RB-01			
Fungsi :	Menguapkan kembali sebagian hasil bawah menara distilasi (MD-01)			
Jumlah :	1 alat			
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>			
Jenis Bahan :	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>			
Spesifikasi :				
A	208,13	ft ²	19,34	m ²
Ud	0,87	kJ / m ² s K		
Uc	2,42	kJ / m ² s K		
Rd	0,74	m ² s K / kJ		
Rd min	0,53	m ² s K / kJ		
L	3,04	m		

Lanjutan Tabel 3.23

Cold Fluid : Tube				
BWG	140,75	in	0,4	m
IDt	0,58	in	0,01	m
ODt	106	in	0,02	m
nt	0,06	buah		
a''	4	m ²		
passes	2,62	in		
hio		kJ / m ² s K		
Hot Fluid : Shell				
IDs	12	in	0,30	m
Pitch	0,94	in	0,02	m
passes	2	in	0,05	m
ho	7,23	kJ / m ² s K		
Harga	\$27.947,99			

Tabel 3. 24 Spesifikasi Reboiler 2

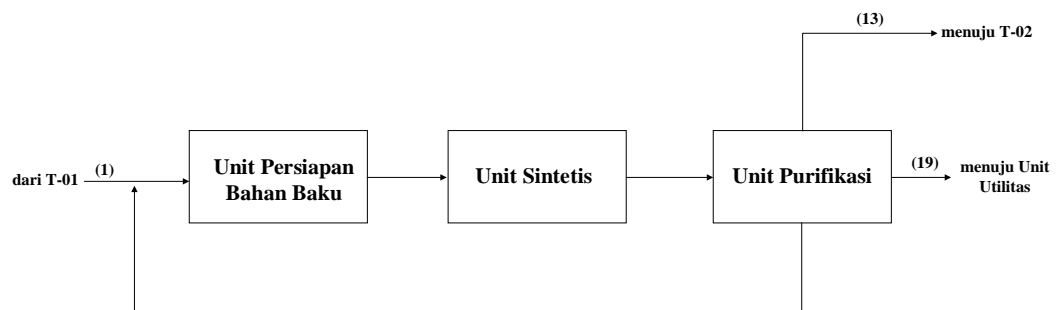
Kode :	RB-02			
Fungsi :	Menguapkan kembali sebagian hasil bawah menara distilasi (MD-02)			
Jumlah :	1 alat			
Tipe :	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>			
Jenis Bahan :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>			
Spesifikasi :				
A	78,54	ft ²	7,29	m ²
Ud	0,90	kJ / m ² s K		
Uc	2,42	kJ / m ² s K		
Rd	0,68	m ² s K / kJ		
Rd min	0,53	m ² s K / kJ		
L	3,05	m		
Cold Fluid : Tube				
BWG	14,00	in	0,36	m
IDt	0,58	in	0,01	m
ODt	0,75	in	0,01	m
nt	40	buah		
a''	0,06	m ²		
passes	4	in		
hio	2,62	kJ / m ² s K		
Hot Fluid : Shell				
IDs	8	in	0,20	m
Pitch	0,93	in	0,02	m

Lanjutan Tabel 3.24

passes	2	in	0,05	m
ho	98,96	$\text{kJ} / \text{m}^2 \text{ s K}$		
Harga	\$ 16.333,24			

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Total



Gambar 3. 3 Arus Keseluruhan Proses Produksi Dimetil Eter

Basis satuan massa yang digunakan pada neraca massa *overall* adalah kg/jam.

Berikut adalah analisis neraca massa *overall*.

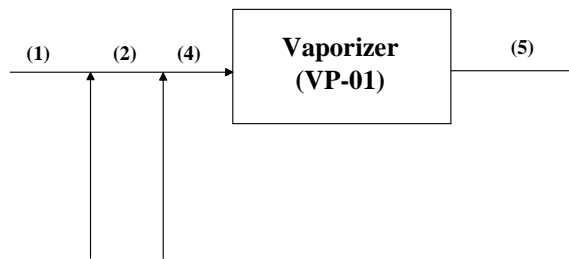
Tabel 3. 25 Neraca Massa Total

Komponen	BM	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
			Tangki DME	Utilitas
		1	13	19
CH ₃ OH	32	7.767,25	0,39	38,78
C ₂ H ₆ O	46	0	5.555,17	0
H ₂ O	18	11,01	0	2.184,01
Total		7.778,35	5.555,56	2.222,79
			7.778,35	

3.4.2 Neraca Massa Tiap Alat

Basis satuan massa yang digunakan adalah kg/jam. Berikut adalah analisis neraca massa tiap alat.

3.4.2.1 Neraca Massa Vaporizer (VP-01)

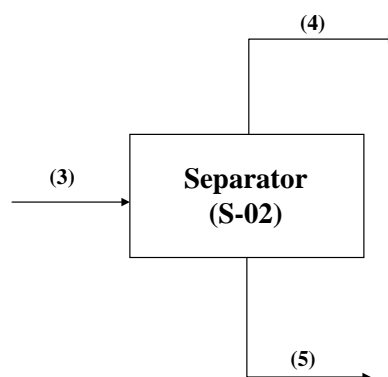


Gambar 3. 4 Arus di Sekitar Vaporizer

Tabel 3. 26 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	4 (cair)	5 (gas-cair)
CH ₃ OH	14.504,48	14.504,48
C ₂ H ₆ O	5,62	5,62
H ₂ O	19,49	19,49
Total	14.529,59	14.529,59

3.4.2.2 Neraca Massa Separator (S-01)

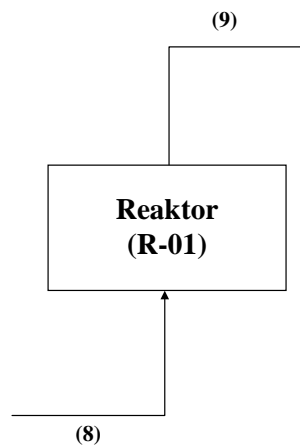


Gambar 3. 5 Arus di Sekitar Separator

Tabel 3. 27 Neraca Massa Separator

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	5 (gas-cair)	6 (cair)	8 (gas)
CH ₃ OH	14.504,48	2.898,55	11.605,93
C ₂ H ₆ O	5,62	0,06	5,56
H ₂ O	19,49	5,63	13,85
Total	14.529,59	2.904,24	11.624,35
		14.529,59	

3.4.2.3 Neraca Massa Reaktor (R-01)

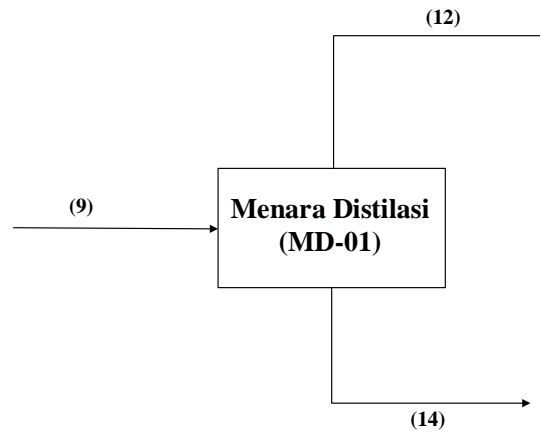


Gambar 3. 6 Arus di Sekitar Reaktor

Tabel 3. 28 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	8 (gas)	9 (gas)
CH ₃ OH	11.605,93	3.878
C ₂ H ₆ O	5,56	5.560,73
H ₂ O	13,85	2.186,20
Total	11.625	11.625

3.4.2.4 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)

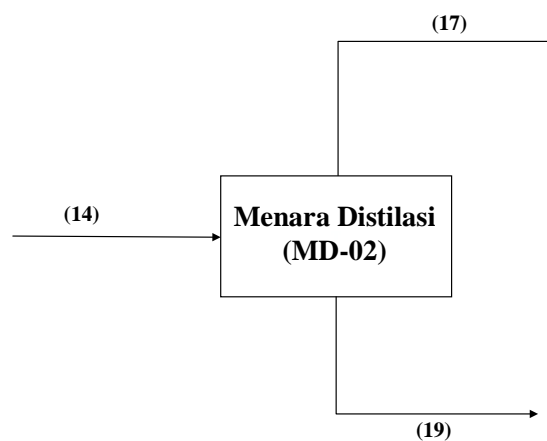


Gambar 3. 7 Arus di Sekitar Menara Distilasi 1

Tabel 3. 29 Neraca Massa Menara Distilasi 1

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	9 (gas)	12 (cair)	14 (cair)
CH ₃ OH	3.878	0,39	3.877,61
C ₂ H ₆ O	5.560,73	5.555,17	5,56
H ₂ O	2.186,20	0	2.186,20
Total	11.624,94	5.555,56	6.069,38
		11.624,94	

3.4.2.5 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)



Gambar 3. 8 Arus di Sekitar Menara Distilasi 2

Tabel 3. 30 Neraca Massa Menara Distilasi 2

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	14 (cair)	17 (cair)	19 (cair)
CH ₃ OH	3.877,61	3.838,84	38,78
C ₂ H ₆ O	5,56	5,56	0
H ₂ O	2.186,20	2,19	2.184,02
Total	6.069,38	3.846,58	2.222,79
		6.069,38	

3.5 Neraca Panas

Neraca panas setiap alat dihitung dalam satuan kJ/jam dengan suhu referensi 25°C atau 298,15 K.

3.5.1 Neraca Panas Vaporizer (V-01)

Tabel 3. 31 Neraca Panas Vaporizer

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	4 (cair)	Qsteam	5 (gas-cair)
CH ₃ OH	922.261,08		1.530.363,34
C ₂ H ₆ O	316,19		433,07
H ₂ O	4.330,19		3.383,79
Total	926.907,46	607.272,74	1.534.180,20
	1.534.180,20		1.534.180,20

3.5.2 Neraca Panas Separator (S-01)

Tabel 3. 32 Neraca Panas Separator

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	5 (gas-cair)	6 (cair)	8 (gas)
CH ₃ OH	1.530.363,34	124.277,13	1.406.086,21
C ₂ H ₆ O	433,07	44,47	388,60
H ₂ O	3.383,79	479,88	2.903,91
Total	1.534.180,20	124.801,47	1409.378,73
		1.534.180,20	

3.5.3 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Tabel 3. 33 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	8 (gas)	Q pendingin	9 (gas)	Panas Reaksi
CH ₃ OH	4.303.713,41		1.876.480,66	
C ₂ H ₆ O	1.739,88		2.392.452,07	
H ₂ O	7.599,57		1.513.714,18	
Total	4.313.052,86	1.478.129,18	5.782.645,91	8.536,13
	5.791.182,04		5.791.182,04	

3.5.4 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3. 34 Neraca Panas Menara Distilasi 1

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)		
	9 (gas)	Reboiler	12 (cair)	14 (cair)	Condenser
CH ₃ OH	1.023.558,97		18,42	292.382,98	
C ₂ H ₆ O	1.717.481,33		271.030,65	454,41	
H ₂ O	905.922,36		0	271.592,64	
Total	3.646.962,66	-3.351.463,9461	271.049,07	564.430,04	-539.980,3894
	295.498,72		295.498,72		

3.5.5 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)

Tabel 3. 35 Neraca Panas Menara Distilasi 2

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)		
	16 (cair)	Reboiler	17 (gas)	19 (cair)	Condenser
CH ₃ OH	814.475,76		1.634.378,24	7.413,46	
C ₂ H ₆ O	1.335,59		1.551,88	0	
H ₂ O	730.672,33		1.378,39	667.572,57	
Total	1.546.483,68	-1.072.361,90	1.637.308,51	674.986,03	-1.838.172,76
	474.121,78		474.121,78		

3.5.6 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 3. 36 Neraca Panas HE-01

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	7 (gas)	Beban HE-01	
CH ₃ OH	1.406.370,62		4.303.713,41
C ₂ H ₆ O	480,84		1.739,88
H ₂ O	2.580,45		7.599,57
Total	1.490.431,91	2.903.620,95	4.313.052,86
	4.313.052,86		

3.5.7 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-02)

Tabel 3. 37 Neraca Panas HE-02

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	10 (gas)	11 (gas)	Beban HE-02
CH ₃ OH	1.876.480,66	466.099,83	
C ₂ H ₆ O	2.392.451,07	461.804,54	
H ₂ O	1.513.714,18	403.784,48	
Total	5.782.645,91	1.331.688,85	4.450.957,06
		5.782.645,91	

3.5.8 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-03)

Tabel 3. 38 Neraca Panas HE-03

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	12 (cair)	13 (cair)	Beban HE-03
CH ₃ OH	14,77	2,48	
C ₂ H ₆ O	184.019,45	29.820,23	
H ₂ O	0	0	
Total	184.034,22	29.822,71	154.211,51
		184.034,22	

3.5.9 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-04)

Tabel 3. 39 Neraca Panas HE-04

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
	14 (cair)	15 (cair)	Beban HE-04
CH ₃ OH	863.082,28	24.759,64	
C ₂ H ₆ O	1.144,70	29,85	
H ₂ O	1.387.567,06	55.792,73	
Total	2.251.794,05	80.582,22	2.171.211,82
		2.251.794,05	

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Ketepatan pemilihan lokasi suatu pabrik harus direncanakan dengan berbagai pertimbangan baik, matang, dan tepat. Kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa yang akan datang merupakan faktor-faktor yang perlu mendapat perhatian dalam penetapan lokasi suatu pabrik. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan distribusi dari produk yang dihasilkan. Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang harus diperhatikan diantaranya adalah pengadaan bahan baku, utilitas, dan faktor penunjang lain-lain. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perancangan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik DME ini berlokasi di daerah Bontang, Kalimantan Timur. Faktor-faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

4.1.1 Penyediaan Bahan Baku

Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik DME didirikan didekat penghasil utama bahan baku metanol, yaitu pabrik metanol milik PT Kaltim

Methanol Industri di Bontang, Kalimantan Timur yang beroperasi dengan kapasitas 660.000 ton/tahun.

4.1.2 Pemasaran Produk

Sasaran pemasaran produk DME ini adalah untuk *blending* dengan LPG, bahan *aerosol propellant*. Pemasarannya diharapkan untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor sehingga lokasi pabrik dipilih dekat Pelabuhan untuk memudahkan pemasaran produk.

4.1.3 Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan laut. Kebutuhan air suplai berasal dari laut. Sarana yang lain seperti bahan bakar dapat diperoleh dengan transportasi darat maupun transportasi air.

4.1.4 Transportasi

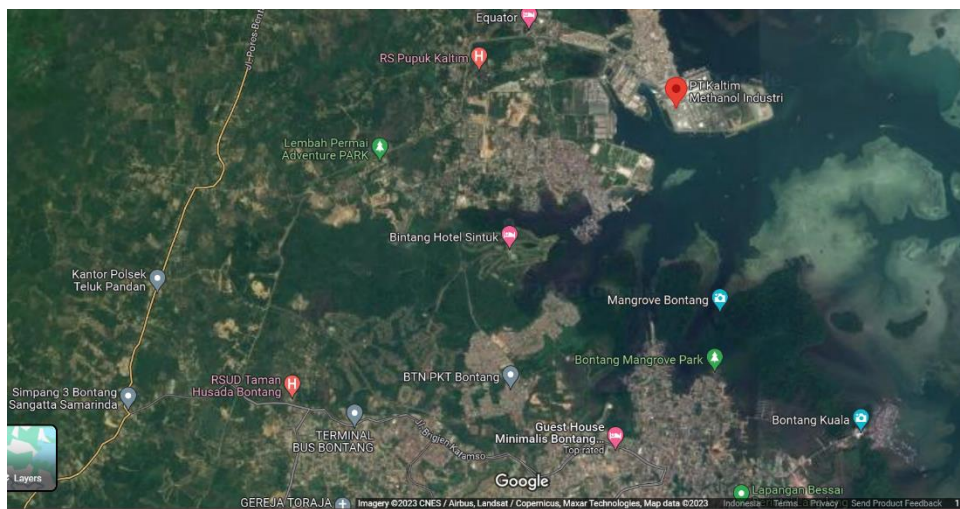
Sarana transportasi untuk keperluan bahan baku dapat dilakukan dengan cara pemipaan karena lokasi pabrik DME ini tidak jauh dengan pabrik penghasil bahan baku, sedangkan untuk pemasaran produk ditempuh melalui jalur darat, maupun laut. Dengan tersediannya sarana baik darat maupun air, maka diharapkan kelancaran kegiatan proses produksi, serta kelancaran pemasaran.

4.1.5 Tenaga Kerja

Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja.

4.1.6 Faktor Penunjang Lain

Kalimantan Timur merupakan kawasan dengan sumber daya yang sangat melimpah, sehingga banyak industri yang didirikan. Faktor-faktor seperti tersedianya bahan baku, air, lahan, kestabilan iklim menjadi pertimbangan bahwa pabrik DME layak didirikan di kawasan ini.



Gambar 4. 1 Peta Rencana Lokasi Pabrik DME

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian – bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan

bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir.

Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Area administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengembangan, pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

4.2.2 Area proses dan Ruang Kontrol

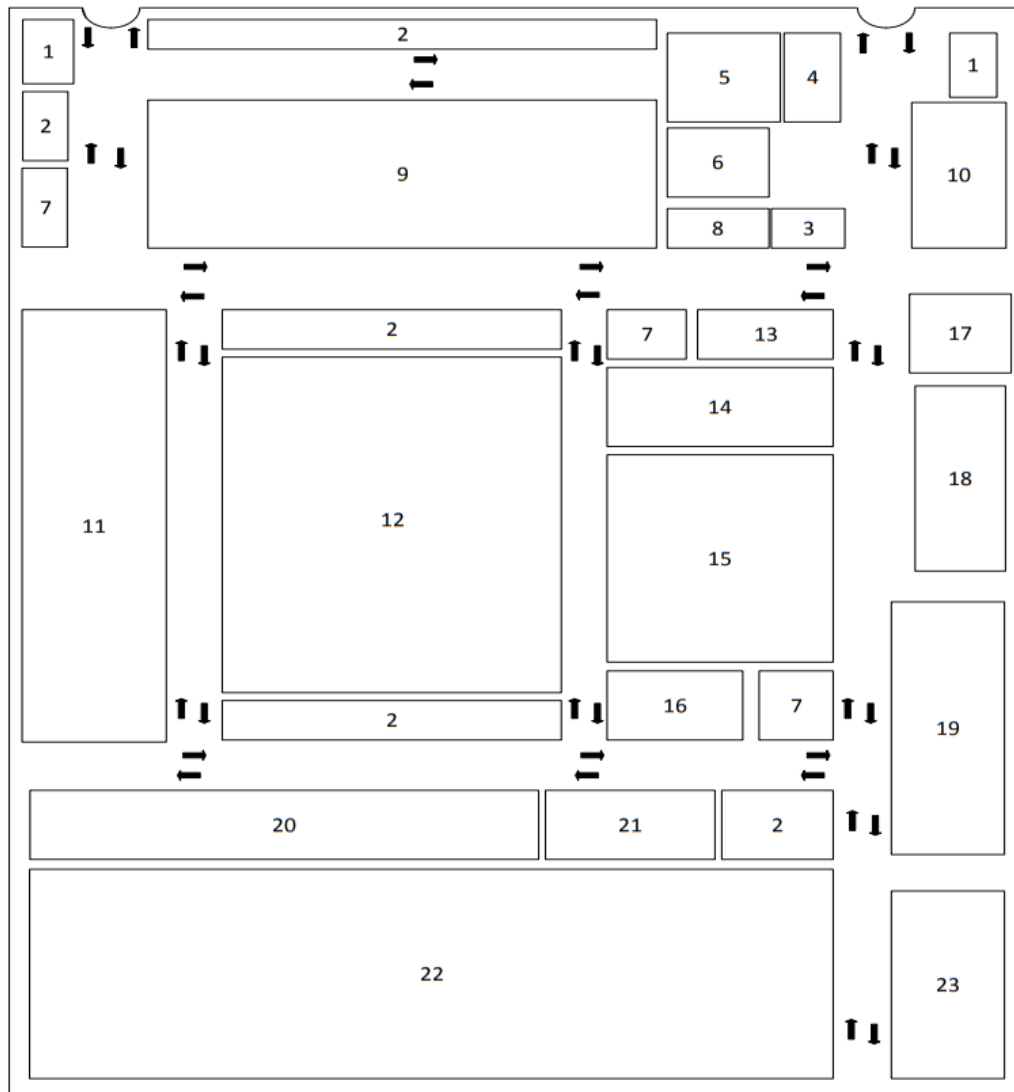
Merupakan area tempat alat – alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

4.2.3 Area Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

Merupakan area tempat menyimpan alat – alat dan bahan kimia, tempat kegiatan umum, reparasi transportasi, dan parkir kendaraan.

4.2.4 Area Utilitas dan *Power Station*

Merupakan area dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Tata letak pabrik dan tata letak alat proses disajikan pada Gambar 4.2.



Skala 1:1000

Gambar 4. 2 *Layout Pabrik DME*

Tabel 4. 1 Rencana Rincian Luas Tanah dan Bangunan

No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Pos jaga	4	9	40
	Pos jaga	4	9	40
2	Taman	58	18	1.048
	Taman	4	9	40
	Taman	40	4	181
	Taman	40	4	181
	Taman	13	9	121

Lanjutan Tabel 4.1

3	Poliklinik	4	4	20
4	Koperasi	4	13	60
5	Aula	13	9	121
6	Masjid	9	9	81
7	Pemadam	4	9	40
	Pemadam	9	4	40
	Pemadam	9	9	81
8	Kantin	9	4	40
9	Kantor utama	58	18	1.048
10	Parkir karyawan & tamu	9	18	161
11	Parkir truk	18	49	887
12	Area penyimpanan produk	40	40	1.632
13	Ruang control util	18	4	81
14	Ruang control proses	27	9	242
15	Are proses	27	27	725
16	Gudang alat	18	9	161
17	Gudang bahan kimia	9	9	81
18	Lab	9	22	202
19	Utilitas	13	27	363
20	Jembatan timbang	58	9	524
21	Bengkel	22	9	202
22	Area perluasan	9	27	254
23	Unit pengolahan limbah	13	22	302
Luas Tanah				15.718,76
Luas bangunan				9000
Total				24.718,76

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

4.3.2 Aliran Udara

Aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

4.3.3 Pencahayaan

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

4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam penerangan *lay out* peralatan, lalu lintas perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

4.3.5 Pertimbangan Ekonomi

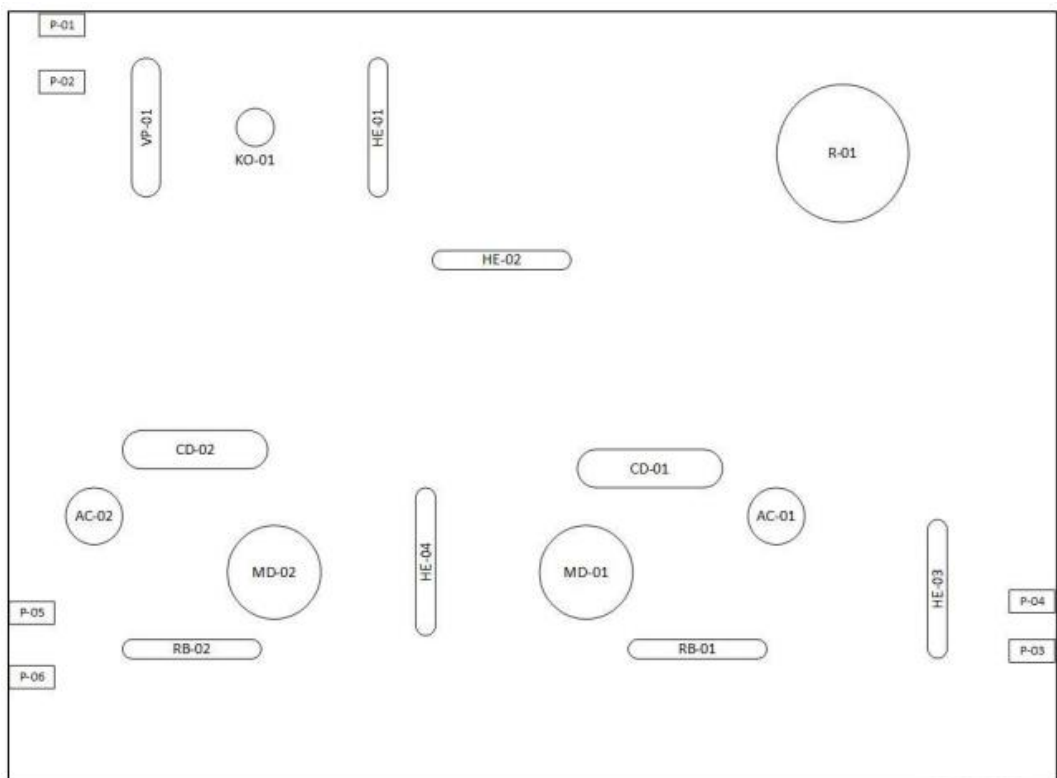
Dalam menempatkan alat – alat proses pada pabrik diusahakan agar menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

4.3.6 Jarak Antar Alat Proses

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

4.3.7 Perluasan dan Pengembangan Produk

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan (*Vilbrant, 1959*)



Skala 1:500

Gambar 4. 3 Layout Alat Proses

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan dari Pabrik Dimetil Eter dengan kapasitas 44.000 ton/tahun direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) yang berlokasi di Kawasan Kaltim Industrial Estate (KIE) Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Lahan di Kota Bontang pun masih banyak yang tersedia untuk dibangun pabrik. Pemilihan lokasi yang dekat dengan pabrik penghasil bahan baku akan menurunkan biaya transportasi sehingga penghematan biaya produksi akan tercapai. Pendirian pabrik di kota Bontang juga akan membuka lapangan pekerjaan untuk warga sekitar. Kota Bontang memiliki letak yang cukup strategis, yaitu terletak pada jalan trans-Kaltim dan berbatasan langsung dengan Selat Makassar sehingga menguntungkan dalam mendukung interaksi wilayah Kota Bontang dengan wilayah lain, sehingga untuk pemasaran produk dan pembelian bahan baku akan lebih mudah. Suatu pabrik tentunya membutuhkan dukungan modal dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dukungan modal ini dapat diperoleh salah satunya dari Penanam Modal Asing (PMA). Saham adalah surat berharga yang membuktikan kepemilikan seseorang atau badan hukum terhadap perusahaan yang menerbitkan saham. Saham merupakan salah satu bentuk penyertaan modal dalam suatu perusahaan yang menerbitkan saham. Saham merupakan salah satu bentuk penyertaan modal dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas.

Perseroan terbatas (PT) merupakan usaha berbentuk badan hukum resmi yang kepemilikannya dinyatakan dengan saham. Bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dipilih atas dasar beberapa faktor sebagai berikut.

1. Modal yang dikumpulkan lebih besar, yaitu melalui penjualan saham
2. Mudah dalam melakukan perluasan usaha, didukung oleh modal yang kuat
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan
4. Kemampuan mendapatkan kredit lebih baik, didukung oleh kredibilitas perusahaan
5. Kelangsungan hidup Perseroan Terbatas lebih terjamin dengan semakin berkembangnya usaha
6. Lapangan usaha lebih luas
7. Saham dapat diperjualbelikan secara bebas
8. Manajemen perusahaan dapat dilakukan dengan lebih baik berdasarkan visi dan misi perusahaan yang jelas
9. Mudah bergerak di pasar modal

4.4.2 Struktur Organisasi

Kemajuan perusahaan dapat dicapai salah satunya dengan adanya sinergi satu sama lain antara pihak-pihak yang bertanggung jawab yang dapat dituangkan dalam struktur organisasi. Kemajuan di suatu perusahaan akan tercapai dengan komunikasi yang terjadi di dalamnya. Untuk mempermudah komunikasi antara pihak-pihak yang bersangkutan. untuk memperoleh sistem organisasi yang baik, maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain:

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi

3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
4. Adanya kesatuan arah (*unity of director*)
5. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
7. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
8. Adanya koordinasi
9. Struktur organisasi disusun sederhana
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
11. Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*)
12. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya
13. Penempatan orang harus sesuai keahliannya

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut:

1. Struktur organisasi dapat membantu mencapai target perusahaan
2. Pembagian tugas dan tanggung jawab akan lebih mudah dan jelas
3. Dapat dilakukan penawaran, evaluasi, dan juga pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien
4. Penempatan kerja akan lebih tepat dan dapat disesuaikan dengan kualifikasi karyawan

Struktur organisasi yang dipilih untuk Pabrik Dimetil Eter ini adalah *Line and Staff System*. Dipilih *Line and Staff System* karena garis kekuasaan pada system ini lebih sederhana dan praktis. *Line and Staff System* merupakan struktur organisasi yang mendistribusikan tanggung jawab pekerjaan dari manajemen yang menduduki

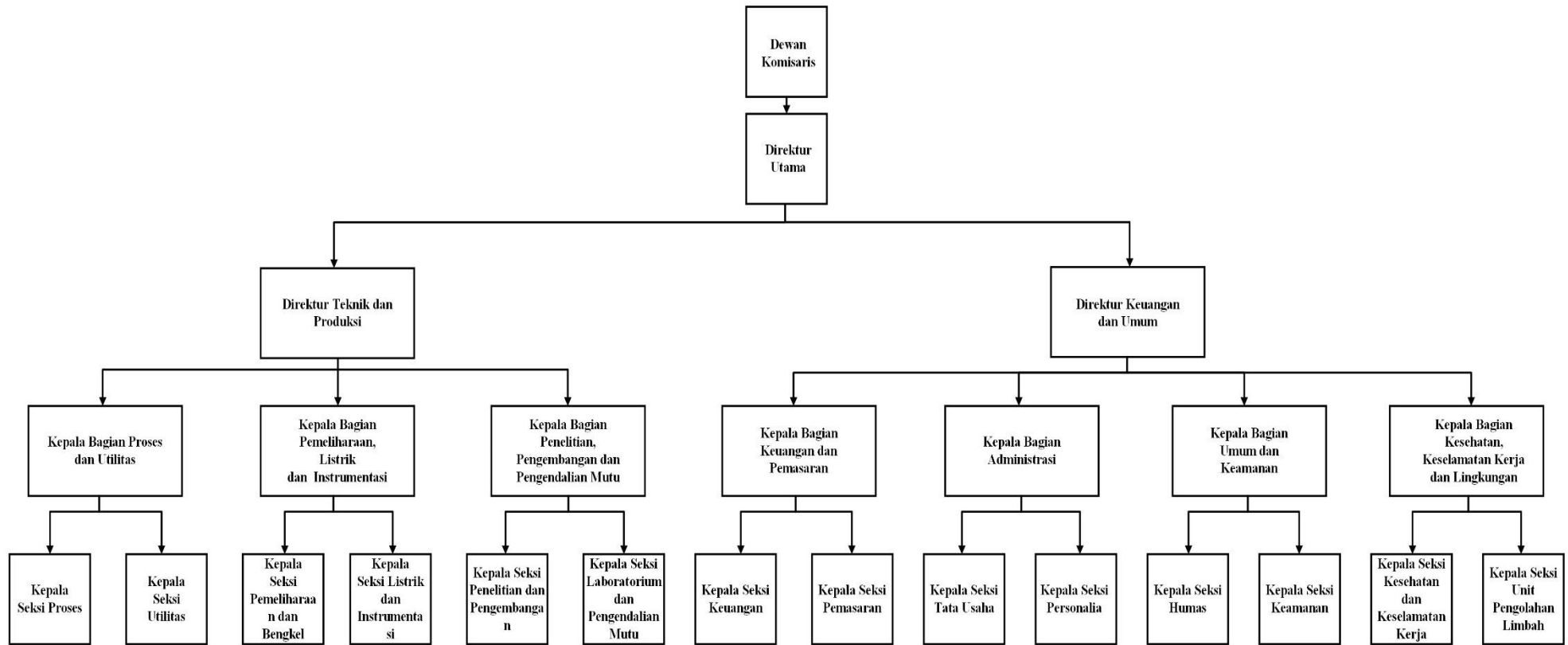
kedudukan paling tinggi hingga pada level karyawan. *Line and Staff System* merupakan jenis struktur organisasi yang hanya bertanggung jawab kepada satu atasan saja. Untuk memperlancar urusan produksi, perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang yang sudah ahli di bidangnya. Adanya staff ahli ini akan memberikan pemikiran dan inovasi terkait bidang kerjanya demi mencapai tujuan perusahaan.

Line and Staff System dibagi menjadi dua kelompok yang akan saling berkolaborasi dalam menjalankan organisasi system *line and staff* ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan
2. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian-keahlian yang dimilikinya. Staff akan memberikan saran-saran kepada unit operasinya.

Pemegang saham yang bertindak sebagai pemilik perusahaan dalam menjalankan tugasnya dalam sehari-hari akan dibantu oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan akan dipimpin oleh Direktur Utama yang dalam pelaksanaan tugasnya akan dibantu oleh jajaran direksi lainnya, yaitu Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Pemasaran, dan Direktur Umum. Direksi dari setiap bagian akan dibantu oleh Kepala Bagian yang dalam suatu perusahaan disebut dengan manager. Setiap manajer membawahi kepala bagian (*section manager*) yang tugasnya akan dibantu oleh karyawan perusahaan sesuai bidangnya masing-masing. Setiap kedudukan dalam struktur organisasi perusahaan mempunyai wewenang, hak, dan kewajibannya yang saling

berbeda. Setiap bawahan hanya mempunyai satu garis tanggung jawab kepada atasannya, dan setiap atasan hanya memiliki satu garis komando kepada bawahannya.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

4.4.3 Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan.

Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur.
2. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
3. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun

b. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggung jawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut.

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direksi.
3. Membantu Direksi dalam tugas-tugas penting.

c. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut.

1. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
2. Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
3. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
4. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
5. Mengkoordinir kerjasama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya.

Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum :

1. Direktur Teknik dan Produksi

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

2. Direktur Keuangan dan Umum

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

d. Bagian

Setiap bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktorat yang menaunginya.

Bagian-bagian tersebut terdiri dari:

1. Bagian Proses dan Utilitas

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.

2. Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumen

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Bagian Keuangan dan Pemasaran

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Bagian Administrasi

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

6. Bagian Humas dan Keamanan

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

7. Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.

e. Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari:

1. Seksi Proses

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.

2. Seksi Utilitas

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

3. Seksi Pemeliharaan dan bengkel

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukung proses produksi

4. Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

5. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

6. Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.

7. Seksi Keuangan

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

8. Seksi Pemasaran

Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

9. Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis di bidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta aset perusahaan.

10. Seksi Personalia

Bertanggung jawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

11. Seksi Hubungan Masyarakat

Bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.

12. Seksi Keamanan

Bertanggung jawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

13. Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Bertanggung jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

14. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

f. Staf Ahli

Staf Ahli bertugas memberi masukan, baik berupa saran, nasihat, dan pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan. Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik, keuangan dan pemasaran maupun sumber daya manusia dan umum. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang sebagai berikut:

1. Memberikan nasihat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.

2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Meningkatkan efisiensi kinerja.

4.4.4 Status Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

a. Status Karyawan

Berdasarkan statusnya karyawan dibedakan menjadi beberapa golongan, antara lain:

1. Karyawan Tetap

Karyawan Tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi juga mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2. Karyawan Harian

Karyawan Harian merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) dari direksi juga mendapat gaji harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja, karyawan ini menerima gaji Borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

b. Penggolongan Jabatan

Jabatan dalam struktur organisasi perusahaan diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi Pendidikan dan keahlian sesuai jabatan dan tanggung jawabnya. Karyawan pada perusahaan ini terdiri dari beragam jenjang Pendidikan, mulai dari lulusan Sekolah Menengah Atas (SMA) hingga Magister (S-2). Rincian penggolongan jabatan beserta jenjang pendidikannya dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 2 Daftar Jabatan Perusahaan

Jabatan	Pendidikan
Direktur Utama	S2
Direktur Utama	S2
Kepala Bagian	S1
Kepala Seksi	S1
Staff Ahli	S1
Sekretaris	S1
Karyawan dan Operator	D3/S1
Dokter	S1
Paramedis	D3/S1
Supir	SMA
<i>Cleaning Service</i>	SMA

c. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan pada perusahaan harus diperhitungkan secara cermat agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif dan efisien. Jumlah karyawan pada setiap posisi tergantung pada kebutuhan. Rincian jumlah karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 3 Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	1
5	Ka. Bagian Umum	1
6	Ka. Bagian Pemasaran	1
7	Ka. Bagian Keuangan	1
8	Ka. Bagian Teknik	1
9	Ka. Bagian Produksi	1
10	Ka. Bagian Penelitian, Pengembangan	1
11	Ka. Sek. Personalia	1
12	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	1
13	Ka. Sek. Keamanan	1
14	Ka. Sek. Pembelian	1
15	Ka. Sek. Pemasaran	1
16	Ka. Sek. Administrasi	1
17	Ka. Sek Kas/Anggaran	1
18	Ka. Sek, Proses	1
19	Ka. Sek. Pengendalian	1
20	Ka, Sek Laboratorium	1
21	Ka. Sek Utilitas	1
22	Ka. Sek. Pengembangan	1
23	Ka. Sek Penelitian	1
24	Ka. Sek. Personalia	1
25	Karyawan Personalia	3
26	Karyawan Hubungan Masyarakat	6
27	Karyawan Keamanan	4
28	Karyawan Pembelian	4
29	Karyawan Pemasaran	3
30	Karyawan Administrasi	3
31	Karyawan Kas/Anggaran	8
32	Karyawan Proses	5
33	Karyawan Pengendalian	4
34	Karyawan Laboratorium	7
35	Karyawan Pemeliharaan	10
36	Karyawan Kesehatan Keselamatan Kerja	6

Lanjutan Tabel 4.2

37	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	3
38	Operator	32
39	Sekretaris	5
40	Dokter	2
41	Paramedis	3
42	Supir	6
43	<i>Cleaning Service</i>	5
Total		145

4.4.5 Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan

a. Pembagian Jam Kerja

Pabrik DME dari metanol ini beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *turn around*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

1. Pegawai *non shift* yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai *non shift* termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non Teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *non shift* :

Senin-Kamis : 07.00 – 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 07.00 – 16.00 (istirahat 11.00 – 13.00)

Sabtu : 07.00 – 12.00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

2. Pegawai *shift* bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 *shift*. Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala *shift*, operator, karyawan-karyawan *shift*, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai *shift* sebagai berikut:

Shift I : 08.00 – 16.00

Shift II : 16.00 – 24.00

Shift III : 24.00 – 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok.

Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift:

Tabel 4. 4 Jadwal Shift Karyawan

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	III	III	III	-	I	I	I	II	II	II	-	-
B	-	I	I	I	II	II	II	-	-	III	III	III
C	I	II	II	II	-	-	III	III	III	-	I	I
D	II	-	-	III	III	III	-	I	I	I	II	II

c. Sistem Gaji Karyawan

1. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan mengacu UUD pasal 14 ayat (1,2) PP Nomor 78 Tahun 2015 dan peraturan Menteri No 1 Tahun 2017 tentang struktur dan skala upah setiap golongan jabatan.

2. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian sesuai peraturan dirjen pajak nomor 31/PJ/2009.

3. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok sesuai 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.

Berikut adalah perincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan :

Tabel 4. 5 Daftar Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	80.000.000	80.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	65.000.000	65.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	65.000.000	65.000.000
Staff Ahli	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Bag Umum	1	18.000.000	18.000.000
Ka. Bag. Pemasaran	1	18.000.000	18.000.000
Ka. Bag. Keuangan	1	18.000.000	18.000.000
Ka. Bag. Teknik	1	18.000.000	18.000.000
Ka. Bag. Produksi	1	18.000.000	18.000.000
Ka. Bag. Litbang	1	18.000.000	18.000.000
Ka. Sek. Personalia	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Humas	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Keamanan	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pembelian	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Administrasi	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Proses	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pengendalian	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek Laboratorium	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Utilitas	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pengembangan	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Penelitian	1	15.000.000	15.000.000
Karyawan Personalia	3	8.000.000	24.000.000

Lanjutan Tabel 4.4

Karyawan Humas	3	8.000.000	24.000.000
Karyawan Keamanan	6	5.000.000	30.000.000
Karyawan Pembelian	4	8.000.000	32.000.000
Karyawan Pemasaran	4	8.000.000	32.000.000
Karyawan Administrasi	3	8.000.000	24.000.000
Karyawan Kas/Anggaran	3	8.000.000	24.000.000
Karyawan Proses	8	8.000.000	64.000.000
Karyawan Pengendalian	5	8.000.000	40.000.000
Karyawan Laboratorium	4	8.000.000	32.000.000
Karyawan Pemeliharaan	7	8.000.000	56.000.000
Karyawan Utilitas	10	8.000.000	80.000.000
Karyawan K3	6	8.000.000	48.000.000
Karyawan Litbang	3	8.000.000	24.000.000
Operator	32	6.500.000	208.000.000
Sekretaris	5	8.000.000	40.000.000
Dokter	2	8.000.000	16.000.000
Paramedis	3	5.000.000	15.000.000
Sopir	6	3.500.000	21.000.000
<i>Cleaning Service</i>	5	2.700.000	13.500.000
Total	145		1.375.500.000

4.4.6 Ketenagakerjaan

Setiap karyawan mempunyai hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak tersebut antara lain :

- a. Tunjangan karyawan terdiri dari:
 1. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
 2. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan
 3. Tunjangan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
 4. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri

b. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dihitung sebagai hari libur kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (*overtime*).

c. Hak Cuti

Hak cuti karyawan terdiri dari :

1. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun tersebut.
2. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan wanita yang melahirkan.

d. Fasilitas Karyawan

Dalam rangka meningkatkan produktivitas karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani karyawan, sehingga mereka tidak merasa jenuh dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari dan kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi:

1. Poliklinik

Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi produksi pabrik. Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

2. Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupa masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan lainnya.

3. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

4. Makan dan Minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk perusahaan.

5. Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa *shuttle bus*. Bus akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang kerja.

6. Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK).

BAB V

UTILITAS

Dalam menjalankan proses produksi di suatu pabrik, fasilitas penunjang sangat diperlukan. Utilitas menjadi sarana penunjang yang sangat penting untuk memastikan kelancaran proses produksi pada pabrik agar berjalan sesuai dengan harapan. Unit utilitas didalam sebuah pabrik terdiri atas berbagai komponen yang mendukung berbagai kebutuhan operasional. Unit utilitas terdiri dari:

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
- b. Unit Pembangkit *Steam*
- c. Unit Pembangkit Listrik
- d. Unit Penyedia Udara tekan
- e. Unit Penyedia Bahan Bakar
- f. Unit Pengolaham Limbah

5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air

5.1.1 Unit Penyedia Air

Air adalah salah satu komponen penting baik sebagai bahan baku maupun penunjang yang sangat esensial dalam proses produksi. Unit pengadaan dan pengolahan air berperan sebagai penyedia kebutuhan air yang digunakan untuk semua aktivitas didalam pabrik. Unit ini tidak hanya berperan sebagai penyedia air, tetapi juga melakukan pengolahan air untuk berbagai keperluan seperti proses produksi, pendinginan, sanitasi dan pemadam kebakaran sehingga air tersebut siap

digunakan didalam industri untuk memenuhi kebutuhan air pada umumnya menggunakan air sungai, air sumur, air danau, hingga air laut. Dalam perancangan pabrik Dimetil Eter dari metanol sumber air yang digunakan merupakan sumber air yang berasal dari air laut yang bersalah dari Selat Makassar sebagai sumber air utama. Pertimbangan menggunakan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

1. Pabrik ini membutuhkan air dalam kapasitas yang besar sehingga dipilih air laut sebagai sumber air karena jumlah air laut yang melimpah dipandang dapat memenuhi kebutuhan pabrik.
2. Sumber air terdekat dari pabrik ini adalah air laut.
3. Kualitas air laut cenderung lebih stabil dibandingkan air sungai. Kualitas air sungai sangat tergantung pada musim. Saat musim penghujan tiba maka TDS (*Total Dissolved Solid*) akan meningkat jika dibandingkan dengan musim kemarau.

Air laut yang sudah diolah akan digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik sebagai :

1. Air untuk keperluan umum

Selain untuk kebutuhan proses, air digunakan pula untuk kebutuhan umum seperti pada perkantoran, laboratorium, dan perumahan karyawan.

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Umum Pabrik

Kebutuhan air	Jumlah (kg/jam)
Perkantoran (200 orang karyawan dengan kebutuhan 100 kg/orang/hari)	833,33
Perumahan (50 rumah dengan kebutuhan 500 kg/orang/hari)	1.041,67
Laboratorium	583,33
Taman (500 m ²) dengan penyiraman 2 liter/m ² /hari	41,67
Overdesign (20%)	2300,00
Total	4800,00

2. Air untuk Pemadam Kebakaran (*Hydrant Water*)

Keberadaan air pemadam pada suatu pabrik merupakan hal penting. Fungsi air pemadam adalah untuk memadamkan api ketika terjadi kebakaran. Kebutuhan air pemadam yang dibutuhkan sebanyak 177,33 kg/jam.

3. Air pendingin

Alasan penggunaan air sebagai fluida pendingin berdasarkan faktor berikut:

- a. Air merupakan bahan yang mudah didapatkan dalam jumlah yang besar dengan biaya yang murah.
- b. Air mudah dikendalikan dan dikerjakan
- c. Dapat menyerap panas per satuan volume yang tinggi
- d. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperatur pendingin
- e. Tidak terdekomposisi

Air pendingin ini digunakan sebagai fluida pendingin pada *Cooler* . Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air pendingin :

- a. Kesadahan (*Hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.

- b. Besi yang dapat menimbulkan korosi
- c. Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan *film* yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Pada pabrik Dimetil Eter, dibutuhkan pendingin yang digunakan pada *heat exchanger* . Jumlah pendingin yang dibutuhkan sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin Pabrik

Alat	Massa, kg/jam
HE-02	143.813
HE-03	20.655,7
HE-04	2.186,2
CD-01	126,79
CD-02	240,34
Total	167.022,03

4. Air Pembangkit Steam / Air Umpan Boiler

Berikut adalah syarat air umpan boiler ;

- a. Tidak berbuih (berbusa)

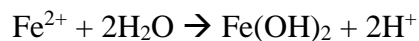
Bisa disebabkan adanya *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa diantaranya adalah kesulitan dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *Boiler* dan juga buih ini dapat menyebabkan percikan yang kuat serta dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut. Untuk mengatasi hal-hal diatas maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan *boiler*.

b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

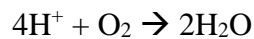
Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas-gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 , yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.



Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan *hydrogen* yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka akan terjadi korosi menurut reaksi berikut :



Bikarbonat dalam air akan membentuk CO_2 yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentukan CO_2 kembali.

Pada air pembangkit *steam*, *saturated steam* digunakan sebagai pemanas pada *heat exchanger*, *vaporizer*, dan *reboiler*. Jumlah *saturated steam* yang dibutuhkan sebagai berikut :

Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam Alat Proses

Alat	Jumlah, kg/jam
VP-01	131.352
RB-01	23,35
RB-02	12,15
Total	131.387,5

5. Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan sebagai keperluan laboratorium, kantor, mandi, mencuci, taman, dan lainnya.

Berikut adalah persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan sebagai air sanitasi :

a. Syarat Fisika

Secara sifat fisika air sanitasi tidak boleh berwarna dan berbau, kekeruhan SiO_2 kurang dari 1 ppm dan pH netral.

b. Syarat Kimia

Secara sifat kimia air sanitasi tidak boleh mengandung bahan beracun dan tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak larut dalam air seperti PO_4^{3-} , Hg, Cu, dan sebagainya.

c. Syarat Bakteriologis

Secara biologi air sanitasi tidak mengandung bakteri terutama bakteri *pathogen* yang merubah sifat fisis air.

6. Air untuk Kebutuhan Proses

Pada pabrik Dimetil Eter ini, tidak dibutuhkan air sebagai bahan baku, sehingga tidak ada air yang dipersiapkan untuk kebutuhan proses. Total air

laut yang dibutuhkan dihitung dengan menjumlahkan semua komponen pada poin-poin diatas.

Jumlah air laut yang harus disediakan sebagai berikut :

Tabel 5. 4 Total Air untuk Kebutuhan Proses

Utilitas	Massa, kg/jam
Air untuk keperluan umum	4800
Air pendingin	167.022,03
Air pembangkit steam	131.387,5
Air pemadam kebakaran	177,33
Total	303.386,86

5.1.2. Unit Pengolahan Air

Berikut adalah tahapan proses pengolahan air ;

1. Penyaringan Awal/*Screener*

Air laut diambil secara langsung (*Direct intake*) menggunakan pipa. Pipa pengambilan air laut dilengkapi dengan *strainer (screener)* untuk mencegah benda-benda seperti sampah, kotoran, serta ikan masuk ke dalam.

2. Kolam Ekualisasi

Kolom Ekualisasi digunakan untuk menjaga debit air ke alat selanjutnya agar tetap konstan juga dilakukan penambahan *Sodium Hypochlorite* (NaOCl).

3. *Pre-Mix Tank*

Tahap selanjutnya adalah klorinasi yang dilakukan pada tangki pencampuran, dengan menggunakan *Sodium Hypochlorite* (NaOCl). Klorinasi dilakukan untuk membunuh bakteri dan mikroorganisme supaya tidak terjadi *biological fouling* pada *membrane osmosis*. Air yang masuk di

tangki pencampuran juga dimaksudkan untuk menjaga stabilitas debit air yang akan di treatment.

4. *Clarifier*

Clarifier berfungsi untuk pengendapan untuk menjernihkan air bahan baku seperti air sungai atau tanah. *Clarifier* dapat menghilangkan *solid* tersuspensi. Untuk mempercepat pengendapan lazimnya ditambahkan *chemical* koagulan dan flokulan agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi pada air.

5. *Sand Filter*

Sand Filter adalah sebuah sistem pengolahan air yang menggunakan lapisan pasir sebagai media penyaringan untuk menghilangkan partikel kekeruhan dan padatan terlarut dari air. Prinsip kerjanya didasarkan pada mekanisme filtrasi fisik di mana air dialirkan melalui lapisan pasir, dan partikel-partikel kekeruhan tertahan di antara butiran-butiran pasir tersebut. Secara berkala, *sand filter* perlu menjalani proses *backwashing*, di mana arah aliran air dibalikkan untuk membersihkan kotoran filter dan mengembalikan kemampuan filtrasi pasir.

6. *Carbon Filter*

Carbon Filter dapat menyerap klorin bebas dan kloramin (*free chlorine* & *chloramine*) yang dapat memberikan rasa dan bau yang tidak sedap pada air.

Filter karbon dipergunakan sebagai filter awal pada proses filtrasi pemurnian air yang menggunakan *Reverse osmosis* (RO) untuk melindungi

membran RO agar tidak mudah tersumbat dan macet. Media karbon aktif juga perlu diganti secara berkala. mengingat karbon aktif memiliki pori-pori dan permukaan granular yang luas, maka bakteri dan lumut dapat tumbuh secara perlahan.

7. SWRO (*Sea Water Reverse Osmosis*)

Setelah melalui chemical treatment air di pompakan menuju SWRO sebagai alat utama dalam proses desalinasi air laut ini. Air laut akan dipompa pada tekanan 13 hingga 17 atm melewati membran SWRO. Setelah melewati membran, kadar garam pada air akan berkurang hingga 99,7%. (Wattech, 2017). *Recovery* SWRO dapat mencapai 85% tergantung pada kondisi air laut yang digunakan.

8. BWRO (*Brackish Water Reverse Osmosis*)

BWRO adalah proses *Reverse Osmosis* untuk memisahkan garam dan mineral dalam air dengan cara air harus melewati lapisan *membrane semi-permeabel* dengan ukuran pori- sangat kecil. Metode ini adalah salah satu cara mendapatkan air tawar dari sumber air payau.

9. Tangki Desalinasi

Setelah melewati BWRO, air bersih ditampung dalam tangki desalinasi, sedangkan sisa air yang kaya akan garam dialirkan kembali menuju laut. Dari tangki desalinasi, air didistribusikan untuk memenuhi keperluan umum, air pendingin, dan air untuk kebutuhan *steam* yang di produksi *boiler*.

10. Tangki Klorinator

Air dari tangki desalinasi dialirkan ke tangki klorinator. Air harus ditambahkan dengan klor atau Kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti *amoeba*, ganggang, dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi.

11. Kation Exchanger (KEU)

Selain untuk keperluan umum, air dari tangki desalinasi juga digunakan sebagai air untuk pembangkit steam, namun dalam pengumpamaan menjadi *steam* diperlukan beberapa tahap seperti demineralisasi yang mana air umpan boiler harus bebas dari garam yang terlarut, maka proses ini berfungsi untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada air seperti ion Ca^+ , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- .

Air diumpankan ke *cation exchanger* yang berfungsi untuk menukar ion-ion *posited*/kation yang ada di air umpan seperti Ca^+ , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} . Alat ini sering disebut *softener* yang mengandung resin jenis *Duolite C-3 (Phenolic Resin)* dimana kation-kation dalam umpan akan ditukar dengan ion H^+ yang ada pada resin. Akibat bertukarnya ion H^+ dari kation-kation yang ada dalam air umpan, maka air keluaran *cation exchanger* mempunyai pH rendah dan *Free Acid Material (FMA)* yaitu CaCO_3 sekitar 12 ppm. FMA merupakan salah satu parameter untuk mengukur tingkat kejenuhan resin. Pada operasi normal FMA stabil sekitar 12 ppm, apabila FMA turun berat resin yang digunakan telah jenuh sehingga perlu diregenerasi dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 5%.

12. Anion Exchanger (AEU)

Air keluaran *Cation Exchanger* kemudian diumpankan ke *anion exchanger*. *Anion exchanger* berfungsi sebagai alat penukar anion-anion (HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{3-} , CL^-) yang terdapat didalam air umpan. Didalam anion exchanger mengandung resin jenis *Nalcite SAR styrene divinyl benzene*) dimana anion-anion dalam air umpan akan ditukar dengan ion OH^- dari asam-asam yang terkandung dalam umpan menjadi bebas dan berikatan dengan OH^- yang lepas dari resin yang mengakibatkan terjadinya netralisasi sehingga pH air keluar *anion exchanger* kembali normal. Kandungan silika pada air keluaran anion exchanger menjadi tolak ukur bahwa resin telah jenuh (12ppm). Resin yang telah jenuh diregenerasi menggunakan larutan NaOH 5%. Air keluaran dari *cation* dan *anion exchanger* kemudian melalui tahapan proses Unit Deaerasi.

13. Unit Deaerator (DAU)

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada boiler seperti O_2 dan CO_2 . Air yang telah mengalami demineralisasi dipompakan menuju deaerator. Pada pengolahan air untuk boiler tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit Deaerator ini berfungsi menghilangkan gas O_2 dan CO_2 yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam Deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_4) yang berfungsi untuk mengikat O_2 sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube*

boiler. Air yang keluar dari Deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler.

14. Bak Air Pendingin

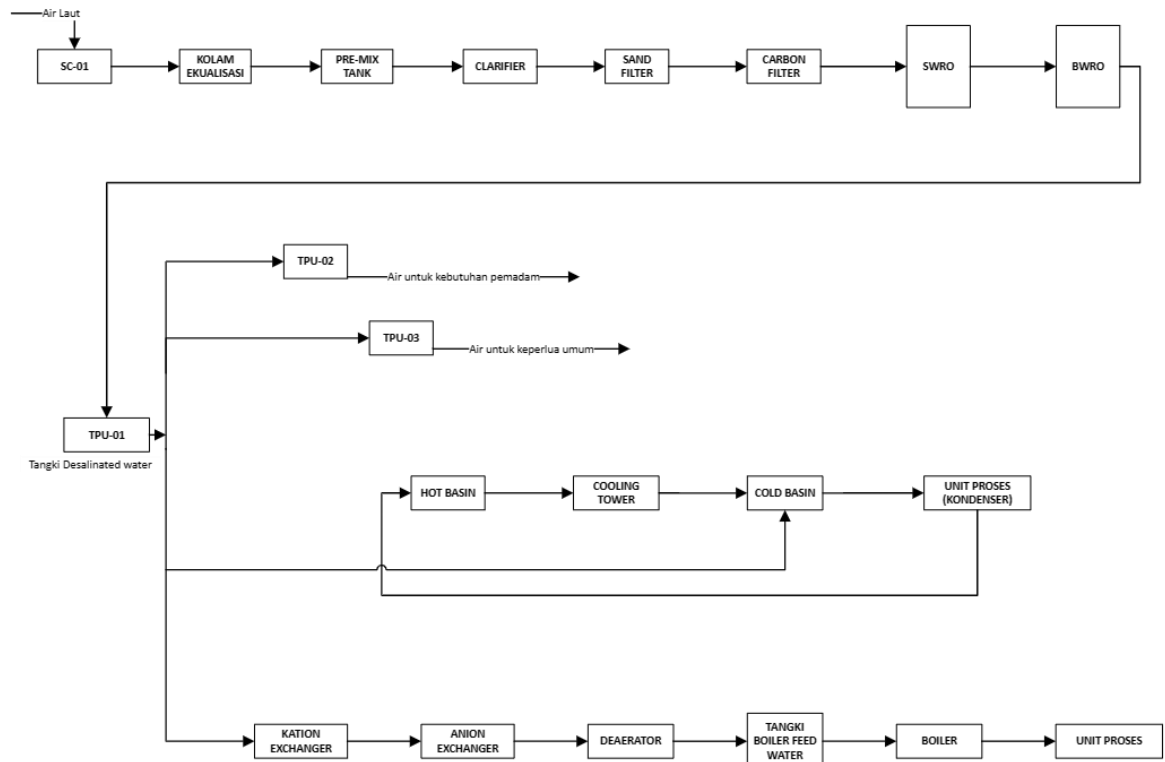
Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blowdown* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut.

Untuk mengatasi hal tersebut diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut.

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat *dispersant*, untuk mencegah timbulnya penggumpalan.

15. *Cooling Tower* (CTU)

Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*, air yang didinginkan pada *cooling Tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.



Gambar 5. 1 Diagram Pengolahan Air Pabrik DME

5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Pada unit pembangkit *steam*, air dari tangki umpan boiler diumpankan menuju boiler untuk membangkitkan *steam*. Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi yaitu dengan menyediakan boiler dengan kebutuhan *steam* sebanyak 10.087,35 kg/jam. *Steam* yang berasal dari boiler digunakan sebagai media pemanas yang hasilnya berupa uap dan dimasukkan ke alat *heat exchanger* untuk memanaskan, kemudian hasilnya yang berupa embunan dimasukkan ke dalam tangki kondensat dan diumpankan kembali ke tangki umpan boiler.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik pembuatan DME diperoleh melalui 2 sumber, yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan *generator diesel*. Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak konsisten. Sebaliknya, jika disediakan generator, maka kesinambungan akan tetap terjaga. *Generator diesel* berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat yang membutuhkan energi listrik seperti kompresor, pompa, dan alat-alat instrumentasi.

Generator Diesel menggunakan bahan bakar solar yang dicampur udara dan dikompresi didalam mesin untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan dikonversi menjadi daya untuk memutar poros engkol dan dihubungkan dengan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Tenaga listrik PLN digunakan untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan listrik pabrik. Energi listrik dari *generator diesel* digunakan sebagai sumber energi listrik utama untuk penerangan dan menggerakkan alat proses ketika listrik padam. Energi listrik pada pabrik Dimetil eter meliputi:

1. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Alat Proses

No	Nama Alat	Power (HP)	Watt	kW
1	Pompa 01	0,86	640,12	0,46
2	Pompa 02	33,6	25.060,63	25,06
3	Pompa 03	4,7	3.501,68	3,50
4	Pompa 04	1,7	1.299,50	1,30
5	Pompa 05	13,57	10.119,96	10,12
6	Pompa 06	18,20	13.571,92	13,57
Total		72,67	54.192,92	54,19

2. Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Utilitas

No	Nama Alat	Power (HP)	Watt	kW
1	Pompa Utilitas-01	1	745,70	0,75
2	Pompa Utilitas-02	1	745,70	0,75
3	Pompa Utilitas-03	1	745,70	0,75
4	Pompa Utilitas-04	1	745,70	0,75
5	Pompa Utilitas-05	1	2.237,10	2,23
6	Pompa Utilitas-06	1	745,70	0,75
7	Pompa Utilitas-07	1	745,70	0,75
8	Pompa Utilitas-08	1	745,70	0,75
9	Pompa Utilitas-09	1	745,70	0,75
10	Pompa Utilitas-10	1	745,70	0,75
11	Pompa Utilitas-11	1	745,70	0,75
12	Pompa Utilitas-12	1	745,70	0,75
13	Pompa Utilitas-13	1	745,70	0,75
14	Pompa Utilitas-14	1	2.237,10	2,23
15	Pompa Utilitas-15	1	2.237,10	2,23
16	Pompa Utilitas-16	1	745,70	0,75
17	Pompa Utilitas-17	1	745,70	0,75
18	Pompa Utilitas-18	1	745,70	0,75
19	Kompresor udara Instrumentasi	9	6.711,30	6,71
20	Pengaduk <i>Clarifier</i>	0,50	372,85	0,37
21	SWRO	75	55.927,50	55,92
22	BWRO	30	22.37	22,37
23	<i>Cooling Tower</i>	30	22.37	22,37
Total		171	127.514,70	127,51

3. Kebutuhan Listrik Alat Kontrol, Listrik Penerangan, Peralatan Kantor, Bengkel dan Laboratorium, Perumahan.

- a. Power yang dibutuhkan alat kontrol diperkirakan sebesar 25% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor yaitu 4,54 kW.
- b. Power yang dibutuhkan untuk penerangan diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor yaitu 2,72 kW.

- c. Power yang dibutuhkan untuk kantor (*AC, computer, dll*) diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor yaitu 2,72 kW.
- d. Power yang dibutuhkan untuk bengkel dan laboratorium diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor yaitu 2,72 kW.

e. Power yang dibutuhkan untuk listrik untuk 15 unit rumah sebesar 15 kW

Jadi kebutuhan listrik total yang dibutuhkan pada pabrik DME ini adalah sebagai berikut ;

Tabel 5. 7 Kebutuhan Listrik Total

No	Nama Alat	Daya (kW)
1	Power Plant dan Utilitas	18,17
2	Alat Kontrol	4,54
3	Penerangan	2,72
4	Peralatan Kantor	2,72
5	Bengkel, Laboratorium	2,72
6	Perumahan	15
Total		45,89

Kebutuhan listrik di pabrik Dimetil Eter ini selain dari PLN, listrik cadangan dapat dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Energi listrik yang dihasilkan generator berasal dari putaran poros engkol yang digerakkan oleh panas yang dihasilkan dari bahan bakar solar. Spesifikasi generator yang digunakan dalam pabrik ini yaitu :

Jenis = Silinder tegak

Jumlah solar = 2,96 lt/jam

0,0029 m³/hari

0,07 m³/hari

5.4 Unit Penyedia Udara tekan

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatis*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 150 m³/jam dengan tekanan 40 psig (3,72 atm). Alat pengadaaan udara tekan menggunakan kompresor.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Untuk menghitung jumlah bahan bakar di boiler yang dibutuhkan dengan persamaan berikut:

$$W_m = \frac{Q}{\eta_b \cdot F}$$

Q = 1,27E+11 kJ/jam

η_b = 80%

F = 19..676 lb/jam

= 3.655.889,45 L/jam

Sedangkan kebutuhan bahan bakar di generator yaitu dengan rumus

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \frac{\left(\text{kapasitas} \times \frac{1 \text{ Btu/jam}}{0,00029307 \text{ kW}} \right)}{\text{Heat value}}$$

= 0,78 gal/jam

= 2,96 L/jam

Sehingga unit penyedia bahan bakar dibutuhkan untuk menyimpan bahan bakar yang akan digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah solar. Keperluan solar dari boiler sebanyak 3.655.889,45 L/jam dan untuk generator sebanyak 2,96 L/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Suatu proses industri kimia selalu menghasilkan limbah, baik limbah yang bersifat B3 (berbahaya dan beracun) maupun yang aman bagi manusia. Pemilihan sistem pengolahan limbah disesuaikan dengan karakteristik limbah tersebut, dimana prosesnya harus aman dan tidak menimbulkan bahaya bagi pekerjanya, serta menggunakan biaya yang seefisien mungkin. Limbah yang dihasilkan terutama limbah cair harus melewati proses pengolahan limbah dan akan diperiksa kadarnya sampai rentang dan batas yang diperbolehkan atau sesuai dengan bau mutu sehingga limbah tersebut dapat dibuang langsung ke lingkungan. Berdasarkan fasenya, limbah terbagi menjadi tiga jenis, yaitu :

5.6.1 Limbah Cair

Limbah cair pabrik ini untuk mengurangi kandungan bahan pencemar dalam air terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba *pathogen*, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam. Limbah cair pabrik ini berasal dari :

1. Limbah proses

Limbah cair yang dihasilkan pada proses ini adalah limbah metanol dan air. selain itu limbah proses juga dihasilkan dari laboratorium. Hasil

buangan diolah terlebih dahulu dengan cara biodegradasi menggunakan mikroba.

2. Limbah Sanitasi

Limbah sanitasi merupakan air buangan yang digunakan untuk keperluan kantor dan pabrik seperti kamar mandi, air untuk pencucian, air masak, dan lain-lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan treatment yang khusus karena tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Pembuangan limbah ini harus diatur sedemikian rupa untuk volume pembuangan disesuaikan dengan aturan dan saluran pembuangannya harus diatur dengan baik.

3. Air berminyak dari pompa

Air berminyak merupakan air yang berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat-alat lainnya. Pemisahan air berminyak dapat dilakukan dengan pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenis. Minyak yang berada di bagian atas akan dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air dibagian bawah akan dialirkan ke penampungan akhir, kemudian dibuang.

4. Limbah utilitas

Limbah utilitas pada pabrik ini berupa air sisa regenerasi resin yang mengandung asam yang berasal dari proses regenerasi *cation exchanger* dan basa yang berasal dari regenerasi resin *anion exchanger*. Air yang boleh dibuang langsung ke lingkungan diusahakan harus ber-pH 7 (netral) sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan.

5.6.2 Limbah Gas

Limbah gas berasal dari gas hasil pembakaran pada boiler seperti SO_x , NO_x , CO_2 , dan sebagainya. Secara umum limbah gas tersebut langsung dibuang ke udara bebas.

5.6.3 Limbah Padat

Pabrik dimetil eter ini limbah padat dihasilkan dari limbah katalis reaktor (R-01). Limbah padat juga dihasilkan dari resin yang berasal dari proses *pada ion exchanger*. Limbah tersebut merupakan limbah B3 yang kemudian akan diserahkan ke pengelola limbah B3, seperti PPLI.

5.7 Unit Penyedia *Dowtherm A*

Untuk unit penyedia *Dowtherm A*, setelah digunakan untuk proses pendinginan, *dowtherm* ditampung pada tangki penyimpanan *Dowtherm* sebelum dilakukan proses pendinginan pada *cooling tower*. *Dowtherm* keluaran *cooling tower* akan dialirkan kembali sebagai fluida pendingin. Namun, dikarenakan selama proses pendinginan pada *cooling tower* terjadi penguapan, maka keluaran *cooling tower* dicampur dengan *make-up dowtherm* terlebih dahulu.

5.8 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Clarifier

Tabel 5. 8 Spesifikasi *Clarifier*

CLARIFIER		
Fungsi	Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran koloid yang terbawa oleh air	
Bentuk	Bak silinder tegak dengan bentuk bawah kerucut	
Kapasitas	13,41	m ³
Waktu tinggal	5	jam
Dimensi		
Diameter silinder	2,94	m
Tinggi silinder	1,47	m
Tinggi conis	1,50	m
Tinggi total klarifier	2,97	m
Diameter pipa umpan	0,44	m
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel</i>	
Jumlah	1	unit
Penggaruk		
Jenis penggaruk	<i>rake</i>	
Kecepatan putar	0,03	rpm
Daya	0,25	hp

2. Sand Filter

Tabel 5. 9 Spesifikasi *Sand Filter*

SARINGAN PASIR		
Fungsi	Menyaring kotoran yang terbawa dari klarifier	
Jenis	Bak persegi panjang	
Bahan	Carbon Steel	
Spesifikasi		
Luas aliran	0,58	m ²
Panjang	1,52	m
Lebar	0,76	m
Tinggi tumpukan	1,22	m

3. Carbon Filter

Tabel 5. 10 Spesifikasi Carbon Filter

CARBON FILTER		
Waktu tinggal optimum:	1	jam
Volume:	4,31	m ³
Kecepatan filtrasi :	3	gal/menit/ft ²
	7,33	m ³ /jam.m ²
Luas penampang:	0,59	m ²
Volume bed:	4,31	m ³
Tinggi bed:	7,33	m
	7,50	m
<i>Bulk density bed:</i>	0,54	g/mL
	540	kg/m ³
Massa karbon aktif:	2.327,79	kg
Diameter:	0,87	m

4. Sea Water Reverse Osmosis (RO-01)

Tabel 5. 11 Spesifikasi SWRO

SWRO		
Tugas	Menurunkan salinitas air laut agar sesuai dengan baku mutu	
Jenis	Membran FILMTEC™ SW30HR LE-400	
Suhu Operasi	30	°C
Desain Flux	3,59	m ³ /jam
Recovery SWRO	45	%
Salt rejection	0,99	
Permeate lolos	Air yang dibutuhkan	
Umpan air laut	3.674,46	kg/jam
Brine water (rejected)	1.084,87	kg/jam
Jumlah membran	27	

5. Membrane BWRO

Tabel 5. 12 Spesifikasi BWRO

BWRO		
Tugas	Menurunkan salinitas air laut agar sesuai dengan baku mutu	
Jenis	Membran FILMTEC™ SW30HR LE-400	
Tekanan Operasi	10	Bar
<i>Recovery</i>	80	%
<i>Salt rejection</i>	95	%
<i>Permeate lolos</i>	Air yang dibutuhkan	
Dimensi	6800 x 1000 x 2200	mm
Daya Listrik	56	kW
Voltase Motor	400	V
	59	Hz

6. Tangki Desalted

Tabel 5. 13 Spesifikasi Tangki Desalted

TPU-01		
Tugas	Menampung desalinated water keluaran SWRO sebelum disalurkan ke proses pengolahan lain	
Jenis	<i>Flat Bottomed Vertical Cylindrical tank with Conical Roof</i>	
Jumlah	1	buah
Massa Desalinated water	25.163,84	kg/jam
Waktu tinggal	1	jam
Densitas	1.022,8	kg/m ³
Kebutuhan (volume)	24,60	m ³
<i>Volume Overdesign</i>	29,52	m ³
	1.042,53	ft ³
	185,68	bbl
Tebal <i>shell</i>	0,15	in
Tebal <i>head</i>	0,29	in
Tinggi <i>head</i>	1,32	ft

7. Tangki Hydrant

Tabel 5. 14 Spesifikasi Tangki Hydrant

TPU-02		
Jenis	<i>Flat Bottomed Vertical Cylindrical tank with Conical Roof</i>	
Jumlah	1	buah
Massa	177,33	Kg/jam
Waktu tinggal	24	Jam
Densitas	1.022,8	Kg/m ³
Kebutuhan (volume)	4,16	m ³
Volume <i>Overdesign</i>	4,99	m ³
	176,33	ft ³
	31,40	bbl
Tebal <i>shell</i>	0,14	In
Tebal <i>head</i>	0,21	In
Tinggi <i>Head</i>	0,88	ft

8. Tangki Sanitasi

Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki Sanitasi

TPU-03		
Jenis	<i>Flat Bottomed Vertical Cylindrical tank with Conical Roof</i>	
Jumlah	1	buah
Waktu tinggal	24	Jam
Densitas	1.022,8	Kg/m ³
Kebutuhan (volume)	3.674,44	Kg/jam
Luas tangki	7,29	m ²
Tinggi cairan dalam tangki	11,81	m
Tebal <i>shell</i>	0,20	In
Tebal <i>head</i>	0,56	In
Tinggi <i>Head</i>	0,88	ft

9. Tangki Umpan Boiler

Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler

TANGKI UMPAN BOILER		
Fungsi	Menyimpan air umpan boiler	
Kapasitas	106.522,38	m ³
Bentuk	Tangki silinder horizontal dilengkapi dengan dearator	
Dimensi		
Panjang (L)	106,89	m
Diameter (D)	35,63	m
Bahan konstruksi	Carbon steel	
Jumlah	1	unit

10. Cooling Tower

Tabel 5. 17 Spesifikasi *Cooling Tower*

COOLING TOWER		
Fungsi	Mendinginkan cairan panas dari hot basin agar dapat digunakan Kembali sebagai air pendingin	
Jenis	<i>Induced-draft fan cooling tower</i>	
Kapasitas	197.999,89	m ³
Bentuk	Tangki silinder horizontal dilengkapi dengan dearator	
Kondisi Operasi		
Suhu	Suhu masuk, F	119
	Suhu Keluar, F	86
Dimensi		
Tinggi	5,16	m
Jumlah	1	
Spesifikasi Motor		
<i>Power fan</i>	0,23	Hp
<i>Power Motor</i>	0,25	Hp
Beban Pendinginan	252.801,59	Btu/jam

11. Cation Exchange

Tabel 5. 18 Spesifikasi *Kation Exchange*

TANGKI KATION		
Fungsi	Menukar ion-ion positif (kation) dengan ion H	
Jenis	Tangki silinder tegak	
Bahan konstruksi	Carbon steel	
Kapasitas resin	1.939,91	m ³
Jumlah	2	
Dimensi		
Tinggi	12,72	m
Diameter	30,53	m

12. Anion Exchange

Tabel 5. 19 Spesifikasi *Anion Exchange*

TANGKI ANION		
Fungsi	Menukar ion-ion negatif (anion) dengan ion OH-	
Jenis	Tangki silinder tegak	
Bahan konstruksi	Carbon steel	
Kapasitas resin	620,77	m ³
Jumlah	2	
Dimensi		
Tinggi	8,70	m
Diameter	20,88	m

13. Deaerator

Tabel 5. 20 Spesifikasi Deaerator

DEAERATOR		
Fungsi	Menghilangkan kandungan gas-gas terlarut dalam air umpan boiler seperti O ₂ dan CO ₂ untuk mengurangi terjadinya korosi.	
Jenis	<i>Horizontal and Vertical Vessel</i>	
Bahan konstruksi	Carbon steel	
Kapasitas resin	1.153,87	m ³
L	19.577,78	kg/jam
Densitas liquid	1.000	kmol.jam
Packing section		
Packing faktor	310	
FLV	0,21	
Tinggi tangki	3,41	m
Dimeter tangki	1,70	m

14. Boiler

Tabel 5. 21 Spesifikasi Boiler

BOILER		
Fungsi	Membuat steam jenuh	
Jenis	Boiler lorong api	
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	
Spesifikasi		
ID	0,07	m
OD	0,06	m
a"	0,23	m ² /m
L	0,61	m
A	336,46	m ²
Jumlah Pipa	228	

15. Pompa Utilitas

a. Pompa Utilitas 01

Tabel 5. 22 Spesifikasi PU-01

Kode :	PU-01				
Fungsi :	Mengalirkan airlaut ke kolom ekualisasi				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,56	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,001	ft ³ /s	0,0002	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,54	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,82	in	0,02	m
	OD	1,05	in	0,03	m
	IPS	3/4	in	0,02	m
	Flow Area	0,53	in ²	0,0003	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,04	HP	28,31	watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	watt	

b. Pompa Utilitas 02

Tabel 5. 23 Spesifikasi PU-02

Kode :	PU-02				
Fungsi :	Mengalirkan air dari kolam ekualisasi ke clarifier				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,56	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,01	ft ³ /s	0,0002	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,54	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,82	in	0,02	m

Lanjutan Tabel 5.23

	OD	1,05	in	0,03	m
	IPS	1	in	0,02	m
	Flow Area	0,53	in ²	0,0003	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,03	HP	25,25	Watt	
Power Motor	0,08	HP	62,14	Watt	

c. Pompa Utilitas 03

Tabel 5. 24 Spesifikasi PU-03

Kode :	PU-03				
Fungsi :	Mengalirkan dan menaikkan tekanan air dari <i>clarifier</i> menuju <i>sand filter</i>				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,43	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,005	ft ³ /s	0,0002	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,46	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,82	in	0,02	m
	OD	1,05	in	0,03	m
	IPS	3/4	in	0,02	m
	Flow Area	0,53	in ²	0,0003	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,19	HP	143,42	Watt	
Power Motor	0,25	HP	186,43	Watt	

d. Pompa Utilitas 04

Tabel 5. 25 Spesifikasi PU-04

Kode :	PU-04				
Fungsi :	Mengalirkan dari <i>sand filter</i> menuju <i>carbon filter</i>				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				

Lanjutan Tabel 5.25

Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,43	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,005	ft ³ /s	0,0002	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,46	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,82	in	0,02	m
	OD	1,05	in	0,03	m
	IPS	3/4	in	0,02	m
	Flow Area	0,53	in ²	0,0003	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,04	HP	26,72	Watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	Watt	

e. Pompa Utilitas 05

Tabel 5. 26 Spesifikasi PU-05

Kode :	PU-05				
Fungsi :	Mengalirkan air dari <i>sand filter</i> menuju <i>carbon filter</i> menuju SWRO dan menaikkan tekanan hingga 25 atm				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,43	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,005	ft ³ /s	0,0002	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1.4624	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,824	in	0,02	m
	OD	1.05	in	0,03	m
	IPS	3/4	in	0,02	m
	Flow Area	0.53	in ²	0,0003	m ²
Efisiensi pompa	80%				

Lanjutan Tabel 5.26

Power Pompa	1,13	HP	843,62	Watt	
Power Motor	1,50	HP	1118,55	Watt	

f. Pompa Utilitas 06

Tabel 5. 27 Spesifikasi PU-06

Kode :	PU-06				
Fungsi :	Mengalirkan air dari SWRO menuju BWRO				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	1,23	gal/min			
Rate Volumetrik :	0.0027	ft ³ /s	7,76E-05	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	2.0554	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,49	in	0,01	m
	OD	0,68	in	0,02	m
	IPS	3/8	in	0,01	m
	Flow Area	0,19	in ²	0,005	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,02	HP	15,16	Watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	Watt	

g. Pompa Utilitas 07

Tabel 5. 28 Spesifikasi PU-07

Kode :	PU-07				
Fungsi :	Mengalirkan air dari TPU-01 menuju TPU-02				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					

Lanjutan Tabel 5.28

Kapasitas :	0,12	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,0003	ft ³ /s	7,78E-06	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	0,68	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,27	in	0,007	m
	OD	0,41	in	0,01	m
	IPS	1/8	in	0,003	m
	Flow Area	0,06	in ²	0,00004	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,002	HP	1,38	Watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	Watt	

h. Pompa Utilitas 08

Tabel 5. 29 Spesifikasi PU-08

Kode :	PU-08				
Fungsi :	Mengalirkan air dari TPU-01 menuju TPU-03				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	0,62	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,001	ft ³ /s	3,891E-05	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,90	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,36	in	0,009	m
	OD	0,54	in	0,014	m
	IPS	1/4	in	0,006	m
	Flow Area	0.10	in ²	0,0001	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,01	HP	9,66	Watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	Watt	

i. Pompa Utilitas 09

Tabel 5. 30 Spesifikasi PU-09

Kode :	PU-06				
Fungsi :	Mengalirkan air <i>make up</i> pendingin menuju <i>cold basin</i>				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,42	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,005	ft ³ /s	0,0002	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1.4521	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,82	in	0,02	m
	OD	1,05	in	0,03	m
	IPS	1	in	0,02	m
	Flow Area	0,53	in ²	0,01	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,03	HP	23,67	Watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	Watt	

j. Pompa Utilitas 10

Tabel 5. 31 Spesifikasi PU-10

Kode :	PU-10				
Fungsi :	Mengalirkan air dari <i>hot basin</i> menuju <i>cooling tower</i>				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,42	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,005	ft ³ /s	0,0002	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,45	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,82	in	0,02	m
	OD	1.05	in	0,03	m

Lanjutan Tabel 5.31

	IPS	3/4	in	0,02	m
	Flow Area	0,53	in ²	0,0003	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,04	HP	26,54	Watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	Watt	

k. Pompa Utilitas 11

Tabel 5. 32 Spesifikasi PU-11

Kode :	PU-11				
Fungsi :	Mengalirkan air dari <i>cooling tower</i> menuju <i>cold basin</i>				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	2,18	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,005	ft ³ /s	0,0001	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,31	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,82	in	0,02	m
	OD	1,05	in	0,03	m
	IPS	1	in	0,02	m
	Flow Area	0.53	in ²	0,01	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,03	HP	20,85	Watt	
Power Motor	0,05	HP	37,29	Watt	

l. Pompa Utilitas 12

Tabel 5. 33 Spesifikasi PU-12

Kode :	PU-12				
Fungsi :	Mengalirkan air dari <i>cold basin</i> menuju proses				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				

Lanjutan Tabel 5.34

Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	4,59	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,01	ft ³ /s	0,0003	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,71	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	1,049	in	0,03	m
	OD	1,32	in	0,03	m
	IPS	1	in	0,03	m
	Flow Area	0,86	in ²	0,0006	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,07	HP	50,49	Watt	
Power Motor	0,13	HP	93,21	Watt	

m. Pompa Utilitas 13

Tabel 5. 34 Spesifikasi PU-13

Kode :	PU-13				
Fungsi :	Mengalirkan air dari TPU-01 menuju <i>cation exchange</i>				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	7,72	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,02	ft ³ /s	0,0005	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,21	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	1,61	in	0,04	m
	OD	1,9	in	0,05	m
	IPS	2	in	0,04	m
	Flow Area	2,04	in ²	0,05	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,09	HP	69,93	Watt	
Power Motor	0,25	HP	186,43	Watt	

n. Pompa Utilitas 14

Tabel 5. 35 Spesifikasi PU-14

Kode :	PU-14				
Fungsi :	Mengalirkan air dari <i>cation exchanger</i> menuju <i>anion</i>				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	7,72	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,01	ft ³ /s	0.0005	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,21	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	1,61	in	0,04	m
	OD	1,9	in	0,05	m
	IPS	1 1/2	in	0,04	m
	Flow Area	2,04	in ²	0,001	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,10	HP	78,11	Watt	
Power Motor	1,50	HP	1118,55	Watt	

o. Pompa Utilitas 15

Tabel 5. 36 Spesifikasi PU-15

Kode :	PU-15				
Fungsi :	Mengalirkan air dari <i>anion exchanger</i> menuju dearator				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	7,72	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,02	ft ³ /s	0.00090454	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,21	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	1,61	in	0,04	m
	OD	1,9	in	0,05	m

Lanjutan Tabel 5.37

	IPS	1 1/2	in	0,04	m
	Flow Area	2,04	in ²	0,001	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,10	HP	78,11	Watt	
Power Motor	1,50	HP	1118,55	Watt	

p. Pompa Utilitas 16

Tabel 5. 37 Spesifikasi PU-16

Kode :	PU-16				
Fungsi :	Mengalirkan air dari deaerator menuju tangki BWF				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	7,72	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,02	ft ³ /s	0,0005	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,21	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	1,61	in	0,04	m
	OD	1,9	in	0,05	m
	IPS	2	in	0,04	m
	Flow Area	2,04	in ²	0,05	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,09	HP	69,93	Watt	
Power Motor	0,25	HP	186,43	Watt	

q. Pompa Utilitas 17

Tabel 5. 38 Spesifikasi PU-17

Kode :	PU-17				
Fungsi :	Mengalirkan air dari tangki BFW menuju boiler				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				

Lanjutan Tabel 5.39

Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	7,72	gal/min			
Rate Volumetrik :	0,02	ft ³ /s	0,0005	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,21	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	1,61	in	0,04	m
	OD	1,9	in	0,05	m
	IPS	1 1/2	in	0,038	m
	Flow Area	2,04	in ²	0,001	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,10	HP	78,11	Watt	
Power Motor	0,25	HP	186,43	Watt	

r. Pompa Utilitas 18

Tabel 5. 39 Spesifikasi PU-18

Kode :	PU-18				
Fungsi :	Mengalirkan bahan bakar ke boiler				
Jenis :	<i>Centrifugal pump</i>				
Impeller :	<i>Radial Flow Impellers</i>				
Jumlah :	1	buah			
Bahan Konstruksi :	<i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas :	7,72	gal/min			
Rate Volumetrik :	0.01	ft ³ /s	0,0005	m ³ /s	
Kecepatan Aliran :	1,21	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	1.61	in	0,04	m
	OD	1.9	in	0,05	m
	IPS	2	in	0,04	m
	Flow Area	2.04	in ²	0,05	m ²
Efisiensi pompa	80%				
Power Pompa	0,19	HP	69,92	Watt	
Power Motor	0,25	HP	186,42	Watt	

16. Bak Ekualisasi

Tabel 5. 40 Spesifikasi Bak Ekualisasi

BAK PENGENDAP AWAL		
Fungsi	Mengendapkan kotoran kasar yang terbawa oleh air sungai	
Kapasitas	106,03	m ³
Bentuk	Bak persegi panjang	
Dimensi		
Panjang (P)	8,92	m
Lebar (L)	2,97	m
Tinggi (H)	4	m
Bahan konstruksi	Beton bertulang	
Jumlah	1	unit

17. Cold Basin

Tabel 5. 41 Spesifikasi Cold Basin

COLD BASIN		
Fungsi	Menampung air yang akan digunakan untuk proses	
Jumlah air	6.602,24	Kg/jam
Debit	6,45	m ³ /jam
Waktu tinggal	1	jam
Volume	6,45	m ³
Over design	20	%
Volume Desain	7,10	m ³
Panjang	2,42	M
Lebar	2,42	M
Tinggi	1,21	m

18. Hot basin

Tabel 5. 42 Spesifikasi Hot Basin

HOT BASIN		
Fungsi	Menampung air proses yang didinginkan	
Jumlah air	3.474,85	Kg/jam
Debit	3,39	m ³ /jam

Lanjutan Tabel 5.42

Waktu tinggal	1	jam
Volume	3,39	m ³
Over design	20	%
Volume Desain	3,74	m ³
Panjang	1,9	m
Lebar	1,9	m
Tinggi	0,98	m

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1 Evaluasi Ekonomi

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

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah :

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

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

- a. Penentuan modal industry (*Total Capital Investment*)

Meliputi:

1. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
2. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

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

Meliputi:

1. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
2. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

c. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

1. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
2. Biaya variable (*Variable Cost*)
3. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

6.2 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses pada tiap alat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Harga peralatan setiap tahun akan berbeda, harga dapat mengalami kenaikan atau penurunan tergantung dengan kondisi ekonomi, sehingga akan sulit untuk menentukan harga peralatan secara pasti. Untuk memperkirakan harga peralatan dapat dilakukan dengan mengetahui harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Analisa harga alat dilakukan pada tahun 2002, 2014, 2016, 2017 untuk pembelian alat pada tahun pembangunan yaitu 2028. Dalam Analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga kebutuhan pabrik lainnya diperhitungkan pada tahun Analisa. Berikut adalah indeks harga yang di dalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI)

Tabel 6. 1 Tabel Indeks Harga Alat pada Tahun 1963-2019

Tahun	Index
1963	102,40
1964	103,30
1965	104,20
1966	107,20
1967	109,70
1968	113,70
1969	119,00
1970	125,70
1971	132,20
1972	137,20
1973	144,10
1974	165,40
1975	182,40
1976	192,10
1977	204,10
1978	218,80
1979	238,70
1980	261,20
1981	297,00
1982	314,00
1983	317,00
1984	322,70
1985	325,30
1986	318,40
1987	323,80
1988	342,50
1989	355,40
1990	357,60
1991	361,30
1992	358,20
1993	359,20
1994	368,10
1995	381,10
1996	381,70
1997	386,50
1998	389,50
1999	390,60
2000	394,10
2001	394,30
2002	395,60
2003	402,00
2004	444,20

2005	468,20
2006	499,60
2007	525,40
2008	575,40
2009	521,40
2010	550,80
2011	585,70
2012	584,60
2013	567,30
2014	576,10
2015	556,80
2016	541,70
2017	567,70
2018	603,10
2019	607,50

Dari regresi linier, diperoleh nilai index berikut:

Tabel 6. 2 Nilai Index Harga Alat

Tahun	Index
2020	621,290
2021	630,754
2022	640,219
2023	649,683
2024	659,148
2025	668,612
2026	678,541
2027	687,541
2028	697,006

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries & Newton, 1955).

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

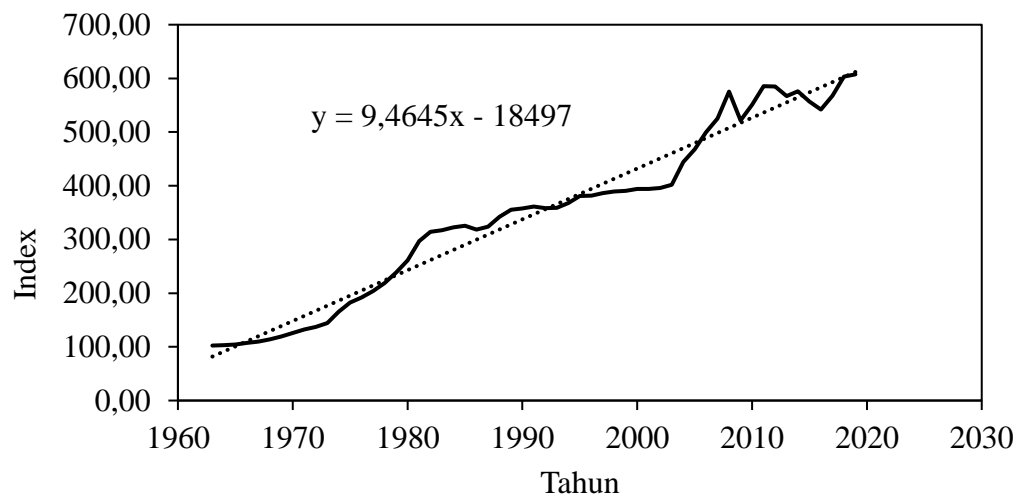
Dimana:

Ex : Harga pembelian pada tahun

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Index harga pada tahun

Ny : Index harga pada tahun referensi



Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga Alat

Persamaan yang diperoleh dari grafik yang tertera adalah $y=9,4645x - 18497$.

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari nilai CEP Indeks pada tahun referensi dan perancangan. Berdasarkan nilai CEP indeks tersebut, dapat ditentukan harga alat proses dan alat utilitas sebagai berikut:

Tabel 6. 3 Harga Alat Proses

Kode Alat	Sumber dan Tahun Harga	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			X	2028	2014	2028
ACC-01	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 4.900,00	\$ 5.928,36
ACC-02	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 3.600,00	\$ 4.355,53
CD-01	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 16.300,00	\$ 19.720,88
CD-02	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 20.200,00	\$ 24.439,37
EV-01	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 2.000,00	\$ 2.455,54
HE-01	aspen (2019)	1	607,50	697,01	\$ 62.300,00	\$ 71.478,97
HE-02	aspen (2019)	1	607,50	697,01	\$ 16.882,00	\$ 19.369,31
HE-03	aspen (2019)	1	607,50	697,01	\$ 11.674,00	\$ 13.393,99
HE-04	aspen (2019)	1	607,50	697,01	\$ 14.073,00	\$ 16.146,45
VP-01	aspen (2019)	1	607,50	697,01	\$ 21.705,00	\$ 24.902,91
S-01	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 29.600,00	\$ 35.812,15
MD-01	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 290.774,18	\$ 357.004,77
MD-02	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 197.034,00	\$ 241.912,77
P-01	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 4.000,00	\$ 4.839,48
P-02	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 4.000,00	\$ 4.839,48
P-03	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 4.000,00	\$ 4.839,48
P-04	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 4.000,00	\$ 4.839,48
P-05	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 4.000,00	\$ 4.839,48
P-06	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 4.000,00	\$ 4.839,48
R-01	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 17.000,00	\$ 20.567,79
RB-01	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 23.100,00	\$ 27.947,99
RB-02	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 13.500,00	\$ 16.333,24
T-01	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 441.700,00	\$ 534.399,50
T-02	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 169.000,00	\$ 204.468,00
Total					\$ 1.379.342,18	\$ 1.669.673,93

Tabel 6. 4 Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Sumber dan Tahun Harga	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			X	2028	2014	2028
Clarifier	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 125.858,00	\$ 154.524,89
Sand Filter	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 8.816,00	\$ 10.824,04
Carbon Filter	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 14.875,00	\$ 18.263,10
Membran SWRO	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 354.056,00	\$ 434.699,94
Membran BWRO	alibaba (2017)	1	567,70	697,01	\$ 156.316,00	\$ 191.920,36
Tangki Desalted	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 37.400,00	\$ 45.249,13
Tangki Hydrant	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 17.100,00	\$ 20.688,77
Tangki Sanitasi	mhhe (2002)	1	395,60	697,01	\$ 15.100,00	\$ 26.604,63
Premix Tank	mhhe (2002)	1	395,60	697,01	\$ 38.636,00	\$ 68.072,61
Cooling Tower	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 13.800,00	\$ 16.696,20
Kation Exchange	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 18.300,00	\$ 22.140,62
Anion Exchange	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 28.900,00	\$ 34.965,24
Daerator	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 13.900,00	\$ 16.817,19
Boiler	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 486.100,00	\$ 588.117,72
Pompa 1	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 2	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 3	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 4	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 5	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 6	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 200,00	\$ 241,97
Pompa 7	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 100,00	\$ 120,99
Pompa 8	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 200,00	\$ 241,97
Pompa 9	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 10	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 11	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 500,00	\$ 604,93
Pompa 12	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 600,00	\$ 725,92
Pompa 13	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 1.000,00	\$ 1.209,87
Pompa 14	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 1.000,00	\$ 1.209,87
Pompa 15	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 1.000,00	\$ 1.209,87
Pompa 16	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 1.000,00	\$ 1.209,87
Pompa 17	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 1.000,00	\$ 1.209,87
Pompa 18	matche (2014)	1	576,10	697,01	\$ 1.000,00	\$ 1.209,87
Bak Ekualisasi	2016	1	541,70	697,01	\$ 3.567,25	\$ 4.589,98
Cold Basin	2016	1	541,70	697,01	\$ 18.655,79	\$ 24.004,43
Hot Basin	2016	1	541,70	697,01	\$ 18.419,90	\$ 23.700,90
Total					\$ 1.380.899,94	\$ 1.715.309,31

6.3 Dasar Perhitungan

Kapasitas produk metanol=	44.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2028
Kurs mata uang tahun 2024	= 1US\$ = 15.880,10

6.4 Perhitungan Biaya

a. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital Investment* terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

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

2. *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 & Newton table 23, *Manufacturing Cost* meliputi:

1. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

2. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

3. *Fixed Cost*

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

- c. *General Expense*

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

6.5 Analisa Kelayakan

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

- a. *Percent Return On Investment (ROI)*

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

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

Keuntungan dihitung berdasarkan penjualan tahunan atau *annual sales* (Sa) dan total *manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisi pengembalian hutang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik. Pabrik dengan resiko yang cenderung 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:

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

4. 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:

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.
4. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40%-60%

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

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 (SDP) adalah:

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit).
2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
3. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

e. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$FC + WC = C \left(\sum_{k=1}^N \frac{1}{(1+i)^k} \right) + \frac{WC + SV}{(1+i)^{10}}$$

Dimana :

FC : *Fixed Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow=profit after taxes+depresiasi +finance*

I : Nilai DCFR

WC : *Working Capital*

N : Umur pabrik= 10 tahun

6.6 Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik Dimetil Eter ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan.

Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 6.5 sampai dengan Tabel 6.13.

Tabel 6. 5 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	Rp 53.753.872.320,77	\$ 3.384.983,24
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 13.438.468.080,19	\$ 846.245,81
3	Instalasi Cost	Rp 8.831.057.721,24	\$ 556.108,45
4	Pemipaan	Rp 29.713.487.291,56	\$ 1.871.114,62
5	Instrumentasi	Rp 13.448.079.063,10	\$ 846.851,03
6	Insulasi	Rp 2.068.574.258,05	\$ 130.262,04
7	Listrik	Rp 5.375.387.232,08	\$ 338.498,32
8	Bangunan	Rp 13.427.365.354,89	\$ 845.546,65
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 134.274.000.000,00	\$ 8.455.488,32
Total		Rp 274.330.291.321,89	\$ 17.275.098,48

Tabel 6. 6 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Engineering and Construction</i>	Rp 54.866.058.264,38	\$ 3.455.019,70
2	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp 329.196.349.586,27	\$ 20.730.118,17
Total		Rp 384.062.407.850,64	\$ 24.185.137,87

Tabel 6. 7 *Capital Investment (FCI)*

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp 329.196.349.586,27	\$ 20.730.118,17
2	<i>Contractor's fee</i>	Rp 13.167.853.983,45	\$ 829.204,73
3	<i>Contingency</i>	Rp 82.299.087.396,57	\$ 5.182.529,54
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		Rp 424.663.290.966,28	\$ 26.741.852,44

Tabel 6. 8 *Working Capital Investment (WCI)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 7.963.696.468,02	\$ 501.489,06
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp 422.126.423,91	\$ 26.582,10
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 50.655.170.869,33	\$ 3.189.852,13
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 58.222.992.377,22	\$ 3.666.412,20
5	<i>Available Cash</i>	Rp 50.655.170.869,33	\$ 3.189.852,13
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 167.919.157.007,81	\$ 10.574.187,63

Tabel 6. 9 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 382.257.430.462,10	\$ 24.071.475,02
2	<i>Labor</i>	Rp 1.375.500.000,00	\$ 86.617,84
3	<i>Supervision</i>	Rp 343.875.000,00	\$ 21.654,46
4	<i>Maintenance</i>	Rp 42.466.329.096,63	\$ 2.674.185,24
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 6.369.949.364,49	\$ 401.127,79
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 6.986.759.085,27	\$ 2.199.847,32
7	<i>Utilities</i>	Rp 2.534.984.867,75	\$ 159.632,80
Total		Rp 442.334.827.879,24	\$ 29.614.540,48

Tabel 6. 10 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 206.325.000,00	\$ 12.992,68
2	<i>Laboratory</i>	Rp 137.550.000,00	\$ 8.661,78
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 687.750.000,00	\$ 43.308,92
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 34.933.795.426,33	\$ 2.199.847,32
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 35.965.420.426,33	\$ 2.264.810,70

Tabel 6. 11 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 442.334.827.879,24	\$ 29.614.520,48
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 35.965.420.426,33	\$ 2.264.810,70
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 50.959.594.915,95	\$ 3.209.022,29
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 529.259.843.221,53	\$ 35.088.373,47

Tabel 6. 12 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Capital Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 16.716.206.386,88	\$ 1.052.651,20
2	<i>Sales Expense</i>	Rp 27.860.343.978,13	\$ 1.754.418,67
3	<i>Research</i>	Rp 19.502.240.784,69	\$ 1.228.093,07
4	<i>Finance</i>	Rp 11.851.648.959,48	\$ 746.320,80
<i>General Expenses (GE)</i>		Rp 75.930.440.109,18	\$ 4.781.483,75

Tabel 6. 13 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 529.259.843.221,53	\$ 35.088.373,47
2	<i>General Expenses (GE)</i>	Rp 75.930.440.109,18	\$ 4.781.483,75
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 605.190.283.330,71	\$ 39.869.857,22

6.7 Hasil Analisa Keuntungan

a. Keuntungan sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 698.675.908.526,64

Total production cost : Rp 605.190.283.330,71

Keuntungan sebelum pajak : Total penjualan – Total biaya produksi
: Rp 93.485.625.195,93

b. Keuntungan sesudah pajak

Pajak 30% dari keuntungan : Rp 28.045.687.558,78

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – Pajak
: Rp 65.439.937.637,15

6.8 Hasil Analisa Kelayakan

Sebelum melakukan analisis kelayakan pendirian pabrik, terlebih dahulu dilakukan pemilihan kategori pabrik berdasarkan aspek resiko pabrik. Menurut Aries dan Newton (1955) suatu pabrik dikategorikan rendah (*low risk*) jika jenis usahanya sudah *established* dan komersial. Sementara suatu pabrik dikategorikan beresiko tinggi (*high risk*) jika jenis usahanya benar-benar baru, dimana usaha tersebut perlu eksploitasi besar ke skala pabrik dan dalam kondisi pasar yang tidak

pasti. Pabrik Dimetil Eter (DME) dari metanol dikategorikan sebagai pabrik yang *low risk*. Hal ini dikarenakan:

1. Sudah terdapat pabrik yang memproduksi Dimetil Eter di Amerika, Iran, China, Jepang, dan Indonesia. Produk dimetil eter merupakan bahan yang direncanakan oleh pemerintah sebagai bahan substitusi dalam LPG sebesar 20%. Kebutuhan Dimetil Eter di Indonesia tinggi sehingga investor memiliki kepercayaan terhadap fisibilitas pendirian pabrik.
2. Resiko dari bahan baku dan kondisi operasi pada peralatan proses masih dapat diatasi dengan pengelolaan potensi hazar dan proses kontrol yang baik.
3. Bahan baku metanol yang dibutuhkan diproduksi di Indonesia serta banyak diproduksi di China. Suplai bahan baku dapat terjamin dan proses produksi dapat berjalan sepanjang tahun.
4. Kondisi operasi proses dari pabrik secara keseluruhan yaitu beroperasi pada suhu paling tinggi 320°C dan tekanan 13,7 atm pada Reaktor.

Analisa kelayakan suatu pabrik sangat penting dilakukan untuk melihat menarik atau tidaknya investasi pabrik tersebut dari segi ekonomi. Kelayakan suatu pabrik dapat dianalisis melalui parameter-parameter berikut ini:

a. *Return on Investment* (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 22,01%

ROI setelah pajak = 15,41%

b. *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 3,12 Tahun

POT setelah pajak = 3,94 Tahun

Tabel 6. 14 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 42.466.329.096,63	\$ 2.674.185,24
2	<i>Property taxes</i>	Rp 4.246.632.909,66	\$ 267.418,52
3	<i>Insurance</i>	Rp 4.246.632.909,66	\$ 267.418,52
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		Rp 50.959.594.915,95	\$ 3.209.022,29

Tabel 6. 15 *Regulated Cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Gaji Karyawan</i>	Rp 1.375.500.000,00	\$ 86.617,84
2	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 206.325.000,00	\$ 12.992,68
3	<i>Supervision</i>	Rp 343.875.000,00	\$ 21.654,46
4	<i>Plant Overhead</i>	Rp 687.750.000,00	\$ 43.308,92
5	<i>Laboratory</i>	Rp 137.550.000,00	\$ 8.661,78
6	<i>General Expense</i>	Rp 75.930.440.109,18	\$ 4.781.483,75
7	<i>Maintenance</i>	Rp 42.466.329.096,63	\$ 2.674.185,24
8	<i>Plant Supplies</i>	Rp 6.369.949.364,49	\$ 401.127,79
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp 127.516.718.570,30	\$ 7.628.904,68

Tabel 6. 16 *Variable Cost (Va)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 382.257.430.465,10	\$ 24.071.475,02
2	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 34.933.795.426,33	\$ 2.199.847,32
3	<i>Utilities</i>	Rp 2.534.984.867,75	\$ 159.632,80
4	<i>Royalty & Patent</i>	Rp 6.986.759.085,27	\$ 439.969,46
<i>Variable Cost (Va)</i>		Rp 426.712.969.844,45	\$ 26.870.924,61

c. *Break Even Point* (BEP)

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

$$BEP = 48,83\%$$

d. *Shut Down Point* (SDP)

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

$$SDP = 20,94\%$$

e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

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

$$\text{FCI} = \text{Rp } 424.663.190.966,28$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 167.919.157.007,81$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 42.266.329.096,63$$

$$\text{Cash Flow (CF)} = \text{Rp } 119.757.915.693,26$$

$$FC + WC = C \left(\sum_{k=1}^N \frac{1}{(1+i)^k} \right) + \frac{WC + SV}{(1+i)^{10}}$$

Sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai

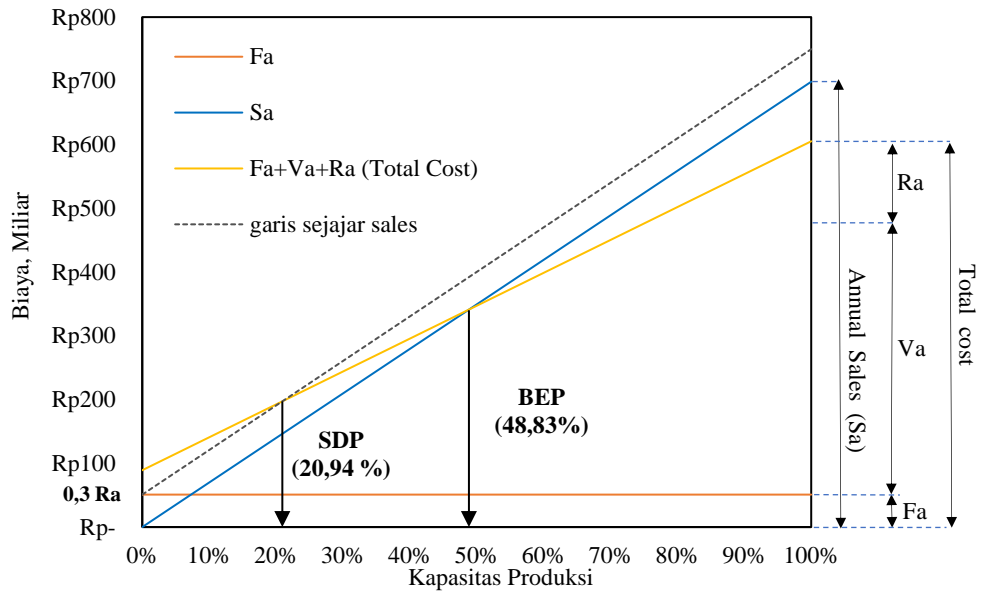
DCFR adalah:

$$\text{DCFR} = 11,55\%$$

$$\text{Bunga bank Indonesia pada 2020} = 8\%$$

$$1,5 \text{ darai bunga bank Indonesia 2023} = 12\% \text{ (Bunga tahun 2027)}$$

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik Dimetil Eter dapat dipahami melalui grafik *Break Even Point* berikut:



Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

- a. Alasan pendirian pabrik Dimetil Eter dari Metanol dengan kapasitas 44.000 ton/tahun adalah mengurangi ketergantungan jumlah impor dan memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Pabrik Dimetil Eter dengan kapasitas 44.000 ton/tahun beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan akan didirikan pada tahun 2028 di daerah Bontang, Kalimantan Timur. Dengan jumlah karyawan 145 orang.
- c. Dari perhitungan evaluasi ekonomi diperoleh sebagai berikut:
 1. Keuntungan pabrik sebelum pajak sebesar Rp 93.485.625.195,93 per tahun dan setelah pajak sebesar Rp 65.439.937.637,15 per tahun.
 2. *Return Of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 22,01% dan setelah pajak sebesar 15,41%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko tinggi minimum 11%
 3. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 3,12 tahun dan POT setelah pajak selama 3,94 tahun. Syarat POT untuk pabrik beresiko rendah maksimal 5 tahun.
 4. *Break Even Point* (BEP) pada pabrik Dimetil Eter sebesar 48,83 %. Nilai tersebut sudah termasuk kedalam syarat BEP dari pabrik kimia antara 40%-60%.
 5. *Shut Down Point* (SDP) untuk nilai SDP didapatkan sebesar 20,94%.

6. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) pada pabrik Dimetil Eter sebesar 11,55%. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sebesar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.
- d. Melalui evaluasi ekonomi yang dilakukan, Pabrik Dimetil Eter dari Metanol yang dirancang dengan kapasitas 44.000 ton/tahun layak dan menarik untuk didirikan.

7.2 Saran

Dalam perancangan suatu pabrik kimia diperlukan konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia tersebut diantaranya sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan optimasi bahan baku serta pemilihan alat utama maupun alat penunjang sehingga mengoptimalkan keuntungan yang didapatkan.
- b. Produk metanol dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya kebutuhan masyarakat saat ini dan kebutuhan dalam negeri dan ekspor keluar negeri dengan jumlah yang semakin meningkat.
- c. Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang di dukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian suatu pabrik

DAFTAR PUSTAKA

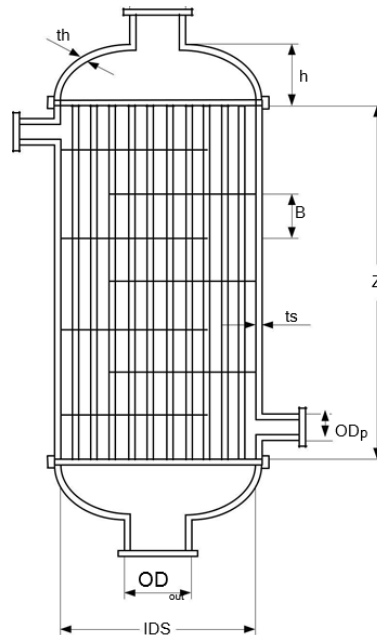
- Abbas, S. H., Latif, L. A., & Umar, K. (2006). Kajian Awal Sintesa Dimethyl Ether (DME) Sebagai Bahan Bakar Alternatif.
- Adachi, Y., Komoto, M., Watanabe, I., Ohno, Y. and Fujimoto, K., 2000. Effective utilization of remote coal through dimethyl ether synthesis. *Fuel*, 79(3-4), pp.229-234.
- Alibaba. (2022). <https://www.alibaba.com/> . Diakses pada April 2024
- Aries, R. S., and R. D. Newton. 1955. Chemical Engineering Cost Estimation. New York: McGraw Hill Book Company.
- Gunadi, R.P., 2012. Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dari Metanol dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 15.000 Ton/Tahun.
- Badan Pusat Statistik. (2022). <https://www.bps.go.id> Diakses pada September 2023
- Bakhtyari, A. and Rahimpour, M.R., 2018. Methanol to dimethyl ether. In *Methanol* (pp. 281-311). Elsevier.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959. *Process equipment design: vessel design*. John Wiley & Sons.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering", vol.6, Pergamon Press, Oxford.
- Gunadi, R.P., 2012. Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dari Metanol dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 15.000 Ton/Tahun.
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). Perry's Chemical Engineers' Handbook (8th ed.). McGraw-Hill, Inc.
- International DME Association (IDA). 2015. <https://www.aboutdme.org/> . Diakses pada 5 April 2018 Pukul 21.15 WI
- Mansour, M.M., Abdel-Megeed, A., Nasser, R.A. and Salem, M.Z.M., 2015. Comparative evaluation of some woody tree methanolic extracts and Paraloid B-72 against phytopathogenic mold fungi *Alternaria tenuissima* and *Fusarium culmorum*. *BioResources*, 10(2), pp.2570-2584.
- Matche. (2014). <http://matche.com> . Diakses pada April 2024
- Mhhe.(2002). www.mhhe.com . Diakses pada April 2024
- Ng, K. L., D. Chadwick, and B. A. Toseland. 1999. "Kinetics and Modeling of Dimethyl Ether Synthesis from Synthesis Gas," *Chemical Engineering Science*, 54, 3587-3592.
- Ohno, Y., Yoshida, M., Shikada, T., Inokoshi, O., Ogawa, T., Norie, I., 2006, "New Direct Synthesis Technology for DME and Its Application Technology", JFE Technical Report.
- Rakshit, P. 2016. Multi-Purpose Clean Fuel DME from Methanol: Catalysis and Kinetics.
- Rase, H.F., and Barrow M45.H., "Project Engineering of Process Plants", Willey and Sons, Inc, New York, 1977.
- Semelsberger, T. A., Borup, R. L., & Greene, H. L. (2006). Dimethyl ether (DME) as an alternative fuel. *Journal of Power Sources*, 156(2), pp.497–511.

- Spencer, M.S., 1998. Role of ZnO in methanol synthesis on copper catalysts. *Catalysis letters*, 50(1), pp.37-40.
- Turton, Richard., et al. 2012. *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Process Fourth Edition*. United States: Printice Hall.
- Vilbrant, F.C., and Dryden, C.E., 1959, *Chemical Engineering Plant Design*, Mc Graw Hill Book Company, Japan
- Watech, 2017. www.watech.co.id . Diakses pada 25 Maret 2024
- Yaws, C.L., 1999. *Chemical properties handbook: physical, thermodynamic, environmental, transport, safety, and health related properties for organic and inorganic chemicals*.

LAMPIRAN A
Perhitungan Reaktor

REAKTOR 01

(R-01)



Tugas	:Mereaksikan Metanol dengan katalisator γ -alumina menjadi dimetil eter (DME) dan air dengan konversi 66,58%	
Fase Proses	: Gas	
Jenis	: <i>Fixed Bed Reactor Catalytic</i>	
Kondisi Operasi	: Jenis	: γ -alumina
		: <i>Hollow Cylinder</i>
Spesifikasi Katalis	: Bentuk	
	: ρ_B	: 1470 kg/m ³

: Porositas : 0.4

: De Katalis, $idc = 7,7$

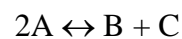
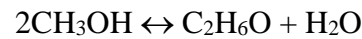
mm

1. Dasar Pemilihan Reaktor

- Zat pereaksi berupa fase gas dengan katalis padat
- Umur katalis Panjang 12-15 bulan.
- Reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang tidak terlalu besar
- Tidak di perlukan pemisahan katalis dari gas keluaran Reaktor.
- Konstruksi reaktor *Fixed Bed Multitube* lebih sederhana jika dibandingkan dengan Reaktor *Fluidized Bed* sehingga biaya pembuatan, operasional dan perawatan relatif mudah.

2. Penyusunan Modelan Matematis Dan Data Kinetika Reaksi

Reaksi yang terjadi :



Kinetika Reaksi (Bakhtyari, A. and Rahimpour, M.R., 2018) :

$$-r_A = \frac{kK_A^2 \left(C_A^2 - \frac{C_C C_B}{K} \right)}{\left(1 + 2\sqrt{K_A C_A} + K_C C_C \right)^4}$$

Dengan ,

$$C_i = \frac{P_i}{R \cdot T}$$

$$P_i = y_i \cdot P_T$$

$$y_i = \frac{F_i}{F_T}$$

Neraca massa disusun untuk seluruh komponen yang terdapat di dalam reactor. Komponen yang terlibat adalah CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, H_2O . Neraca massa seluruh komponen disusun pada elemen volume.

Neraca massa reaktan CH_3OH dalam kondisi *steady state*:

Rate of mass in CH_3OH – Rate of mass out CH_3OH – rate of reaction = rate of acc

$$F_{\text{CH}_3\text{OH}}|_V - (F_{\text{CH}_3\text{OH}}|_{V+\Delta V} + (-r_{\text{CH}_3\text{OH}})\Delta V) = 0 \text{ (steady state)}$$

Persamaan dibagi dengan ΔV dan dinyatakan dalam limit, sehingga persamaan menjadi:

$$\lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{F_{\text{CH}_3\text{OH}}|_{V+\Delta V} - F_{\text{CH}_3\text{OH}}|_V}{\Delta V} = -r_{\text{CH}_3\text{OH}}$$

$$-\frac{dF_{\text{CH}_3\text{OH}}}{dV} = -(-r_{\text{CH}_3\text{OH}})$$

$$F_{A0} \frac{dx}{dV} = (-r_{\text{CH}_3\text{OH}})$$

$$dV = \frac{F_{A0}}{(-r_{\text{CH}_3\text{OH}})} dx$$

$$dV = \frac{F_{\text{CH}_3\text{OH}}}{-r_{\text{CH}_3\text{OH}}} dx = \frac{F_{\text{CH}_3\text{OH}}}{\frac{kK_{\text{CH}_3\text{OH}}^2 \left(C_{\text{CH}_3\text{OH}}^2 - \frac{C_{\text{H}_2\text{O}} C_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}}}{k} \right)}{\left(1 + 2\sqrt{K_{\text{CH}_3\text{OH}} C_{\text{CH}_3\text{OH}}} + K_{\text{H}_2\text{O}} C_{\text{H}_2\text{O}} \right)^4}} dx$$

Pressure Drop

Aliran gas akan melewati tumpukan katalis sehingga terjadi pressure drop. Pressure drop dapat dihitung menggunakan persamaan ergun, yaitu :

$$\frac{dP}{dz} = -\frac{G_T}{\rho_f d_p} \frac{1 - \phi}{\phi^3} \left(1,75G_T + \frac{150\mu_f}{d_p} \right)$$

Dengan,

$$\frac{dP}{dz} = \text{Pressure drop (Pa/m)}$$

$$G_t = \text{Fluks laju alir massa, kg/m}^2 \text{ /s}$$

$$\rho_f = \text{Densitas gas, kg/m}^3$$

$$D_p = \text{Diameter ekivalen katalis, m}$$

$$\phi = \text{Porositas}$$

$$\mu_f = \text{Viskositas Gas}$$

3. Neraca Panas

$$\sum Q_{total} = Q_{keluar} - Q_{reaksi} + Q_{masuk}$$

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

$$Q_{reaksi \text{ total}} = 8.536,13 \text{ kJ/jam}$$

$$\begin{aligned} Q_{pendingin} &= \sum Q_{in} - \sum Q_{out} \\ &= 4.304.516,73 - 5.782,645,91 \\ &= 1.478.129,1763 \text{ kJ/jam} \\ &= 1.400.995,96 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\Delta H = \Delta H(T_{out}) - \Delta H(T_{in})$$

$$\Delta H = 444,26 \text{ kJ/kg}$$

Maka Kebutuhan air *Dowtherm* yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} M_p &= 3.327,18 \text{ kg/jam} \\ &= 7.335,18 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

4. Neraca Massa

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 8	Arus 9
CH₃OH	11.605,93	3.878,00
C₂H₆O	5,56	5.560,73
H₂O	13,85	2.186,20
Total	11.625	11.625

5. Perhitungan Sifat – sifat Fisis

A. Kapasitas Panas Gas

Kapasitas panas gas merupakan fungsi suhu yang dinyatakan sebagai berikut :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4, C_p \text{ dalam } \frac{J}{\text{mol} \cdot K} \text{ dan } T \text{ dalam } K$$

Berdasarkan data pada Yaws (1999), nilai konstanta A, B, C, D, dan E untuk setiap komponen disajikan sebagai berikut

Konstanta Kapasitas Panas Gas

Komponen	A	B	C	D	E
CH₃OH	40,046	-3,83E-02	2,45E-04	-2,17E-07	5,99E-11
C₂H₆O	34,668	7,03E-02	1,65E-04	-1,77E-07	4,93E-11
H₂O	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,69E-12

Nilai kapasitas panas gas campuran dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_{p_{mix}} = \sum C_{p_i} y_i$$

Dengan,

$C_{p_{mix}}$ = kapasitas panas gas komponeni(J/mol/K)

$$y_i = \text{fraksi mol komponen } i$$

B. Viskositas Gas

Viskositas gas merupakan fungsi suhu yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu_i = A_i + B_i T + C_i T^2$$

Berdasarkan data pada Yaws (1999), nilai konstanta A, B, dan C untuk setiap komponen disajikan sebagai berikut :

Konstanta Viskositas Gas

Komponen	A	B	C
CH₃OH	-14	3,90E-01	-6,28E-05
C₂H₆O	-4,276	3,03E-01	6,35E-05
H₂O	-36,826	4,29E-01	-1,62E-05

Nilai Viskositas gas campuran dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\mu_{mix} = \frac{\sum y_i \mu_i M r_i^{0.5}}{\sum y_i M r_i^{0.5}}$$

Dengan,

μ_{mix} = viskositas komponen i (W/m/K)

μ_i = viskositas komponen i (W/m/K)

$M r_i$ = Berat molekul komponen i (gram/mol)

y_i = fraksi mol komponen i

C. Konduktivitas Gas

Konduktivitas gas merupakan fungsi suhu yang dinyatakan sebagai berikut :

$$k_i = A_i + B_i T + C_i T^2$$

Berdasarkan data pada Yaws (1999), nilai konstanta A, B, dan C untuk setiap komponen disajikan sebagai berikut.

Konstanta Konduktivitas Gas

Komponen	A	B	C
CH ₃ OH	0,00234	5,43E-06	1,32E-07
C ₂ H ₆ O	-0,0315	1,50E-04	1,39E-09
H ₂ O	0,00053	4,71E-05	4,96E-08

Nilai konduktivitas gas campuran dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$k_{mix} = \frac{\sum y_i k_i M r_i^{0.33}}{\sum y_i M r_i^{0.33}}$$

Dengan,

k_{mix} = viskositas komponen i (W/m/K)

k_i = viskositas komponen i (W/m/K)

$M r_i$ = Berat molekul komponen i (gram/mol)

y_i = fraksi mol komponen i

D. Densitas

Densitas gas dapat ditentukan melalui persamaan gas ideal sebagai berikut.

$$P.V = n.R.T$$

$$P.V = \frac{\rho.V}{M r} . R.T$$

$$\rho = \frac{P.M r}{R.T}$$

ρ = densitas gas (kg/m³)

P = tekanan gas (Pa)

M_r = berat molekul rata – rata gas (gram/mol)

R = konstanta gas $\left(8,314 \frac{m^3 \cdot Pa}{mol \cdot K}\right)$

T = suhu (K)

6. Perhitungan Spesifikasi Reaktor

Perhitungan spesifikasi dan simulasi Reaktor R-01 dilakukan dengan metode numeris Runge-Kutta menggunakan. Berikut adalah spesifikasi reaktor yang diperoleh :

Parameter	Besaran
Jumlah	1 buah
Diameter	1,31m
Tinggi	7,33 m
Suhu Inlet	593 K
Tekanan Inlet	13,7 atm

7. Mechanical Design Reactor

A. Head

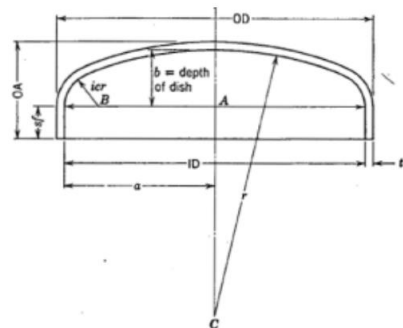
Dalam melakukan pemilihan jenis head, dilakukan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- 1) *Flanged & Standard Dished Head*, umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangka dengan diameter kecil.
- 2) *Torispherical Flanged & Dished Head*, digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.
- 3) *Elliptical Dished Head*, digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal.

- 4) *Hemispherical Head*, digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi. Kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas.

Dari pertimbangan-pertimbangan di atas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih bentuk *Torispherical Flanged & Dished Head*, karena dapat digunakan untuk mengatasi tekanan hingga 15 bar (Brownell & Young, 1959)

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{ID}{2} \\ b &= r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ AB &= \frac{ID}{2} - (icr) \\ BC &= r - (icr) \\ AC &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ OA &= t + b + sf \end{aligned}$$



Keterangan :

- ID = diameter dalam head, in
 OD = diameter luar head, in
 t = tebal head, in
 r = jari-jari dish, in
 icr = jari-jari sudut dish, in
 b = tinggi head, in
 sf = straight flange, in

1) Tebal Head

Menurut Brownell & Young (1979), tebal Menara dapat dihitung dengan persamaan

$$t = \frac{0,885P \cdot r_c}{f \cdot E - 0,1P} + C$$

Dengan, t = tebal head, in

P	=	tekanan, psi
r_c	=	<i>radius of dish</i> , in
f	=	<i>maximum allowance stress</i> , psi
E	=	<i>welded joint efficiency</i>
C	=	<i>corrosion allowance</i> , in

Tangki dirancang menggunakan *Carbon Steel SA-7* dengan tegangan maksimum yang diizinkan sebesar 21000 psi. Data-data mengenai bahan-bahan tersebut adalah sebagai berikut.

- *Allowance stress, f* : 21000 psi
- Efisiensi sambungan, E : 0,8 (*double welded butt joint*)
- Faktor Korosi, C : 0,125 in

Interval pressure pada reaktor sebesar 13,7 atm dan untuk *factor safety*, maka digunakan *overdesign* sebesar 20% dari *interval pressure*, sehingga:

- *Interval pressure (20% overdesign)* : 16,44 atm = 241,6 psi
- Diameter dalam *shell* : 0,75 m = 29,70 in

Maka, jari-jari dish (r_c) = 30 in

- Tebal *head* (th) : 0,13 in

Dipilih tebal *head* standar 0,19 in.

2) Tinggi Head

$$Hh = b + sf + th$$

Berdasarkan tabel 5.6 (Brownell & Young, 1959), maka diperoleh:

$$t_{\text{head Standar}} = 7,81 \text{ in}$$

$$sf = 2,50 \text{ in}$$

$$icr = 2,00 \text{ in}$$

Berdasarkan perhitungan, diperoleh data sebagai berikut :

$$a = 22,49 \text{ in} = 0,57 \text{ m}$$

$$AB = 19,49 \text{ in} = 0,49 \text{ m}$$

$$BC = 39,00 \text{ in} = 0,99 \text{ m}$$

$$AC = 33,78 \text{ in} = 0,86 \text{ m}$$

$$b = 8,21 \text{ in} = 0,21 \text{ m}$$

Sehingga diperoleh tinggi head sebesar 10,90 in atau sebesar 0,27 m.

3) Volume Head

Volume *head* dapat dihitung menggunakan persamaan 5.12 (Brownell & Young, 1959).

$$V_{head} = 2(0,00049ID_s^3)$$

Dengan,

V_{head} = volume *head*, ft³

ID_s = diameter dalam *shell*, in

Sehingga diperoleh volume head sebesar 0,0026 ft³ atau sebesar 0,000073 m³

4) Luas Head

Luas head dapat dihitung menggunakan persamaan 5.11 (Brownell & Young, 1959).

$$A_{head \text{ in}} = p(2a)sf + \frac{p}{4}(2a)^2$$

Sehingga diperoleh

$$A_{head \text{ in}} = 1942,43 \text{ in}^2 = 1,25 \text{ m}^2$$

$$A_{head \text{ out}} = 1971,99 \text{ in}^2 = 1,27 \text{ m}^2$$

B. Shell

1) Diameter Dalam Shell (IDs)

Diameter dalam shell (IDs) sebesar 1,14 m

2) Tebal Shell (ts)

Menurut Brownell & Young (1979), tebal shell dapat dihitung dengan persamaan :

$$t = \frac{P \cdot D}{f \cdot E - 0,6P}$$

Dengan,

t = tebal *shell*, in

P = tekanan, psi

r = jari-jari shell, in

f = *maximum joint efficiency*

C = *corrosion allowance*, in

Tangki dirancang menggunakan *Carbon Steel SA-7* dengan tegangan maksimum yang diizinkan sebesar 12650 psi. Data-data mengenai bahan-bahan tersebut adalah sebagai berikut.

- *Allowance stress*, f : 12650 psi
- Efisiensi sambungan, E : 0,80 (*double welded butt joint*)
- Faktor korosi, C : 0,125 in

Internal pressure pada reaktor sebesar 13,7 atm dan untuk faktor *safety*, maka digunakan *overdesign* sebesar 20% dari *internal pressure*, sehingga:

- *Internal pressure* (20% *overdesign*) : 16,44 atm = 241,60 psi
- Diameter dalam *shell* : 1,14 m = 44,97 in
- Tebal *shell* (ts) : 0,75 in

3) Diameter Luar *Shell* (ODs)

$$OD_S = ID_S + 2T_S$$

Diperoleh ODs sebesar 48 in

C. Spesifikasi Reaktor

1) Volume Reaktor

$$V_R = V_{\text{shell}} + 2V_{\text{head}} = 9,86 \text{ m}^3$$

2) Tinggi Total Reaktor

$$H_R = Z + H_{\text{Head}} = 7,33 \text{ m}$$

8. Perhitungan Saluran Pemasukan dan Pengeluaran

Diameter optimal untuk pipa yang terbuat dari arbon steel dihitung dengan persamaan berikut (Coulson and Richardson, 1983).

$$D_{opt} = 282. G^{0,53} \rho^{-0,37}$$

Dengan

D_{opt} = diameter dalam pipa optimum, mm

G = kecepatan aliran massa fluida, kg/s

ρ = densitas fluida, kg/m³

Saluran Pemasukan Gas Umpan

Kecepatan aliran massa (Gin) = 3,22 kg/s

Densitas campuran liquid = 3,47 kg/m³

Sehingga diperoleh Dopt sebesar 344,06 mm atau 13,41 in.

Berdasarkan tabel 23 Brown, dipilih pipa standar dengan ukuran :

IPS	= 12	in
OD	= 12,75	in
<i>Schedule Number</i>	= 30	
ID	= 12,09	in
<i>Flow Area per pipe</i>	= 115	in ²
<i>Surface per lin ft Outside</i>	= 3,34	ft ² /ft
<i>Surface per lin ft Inside</i>	= 3,17	ft ² /ft
<i>Weight per lin ft</i>	= 43,8	lb steel

Saluran Pengeluaran Gas Keluar

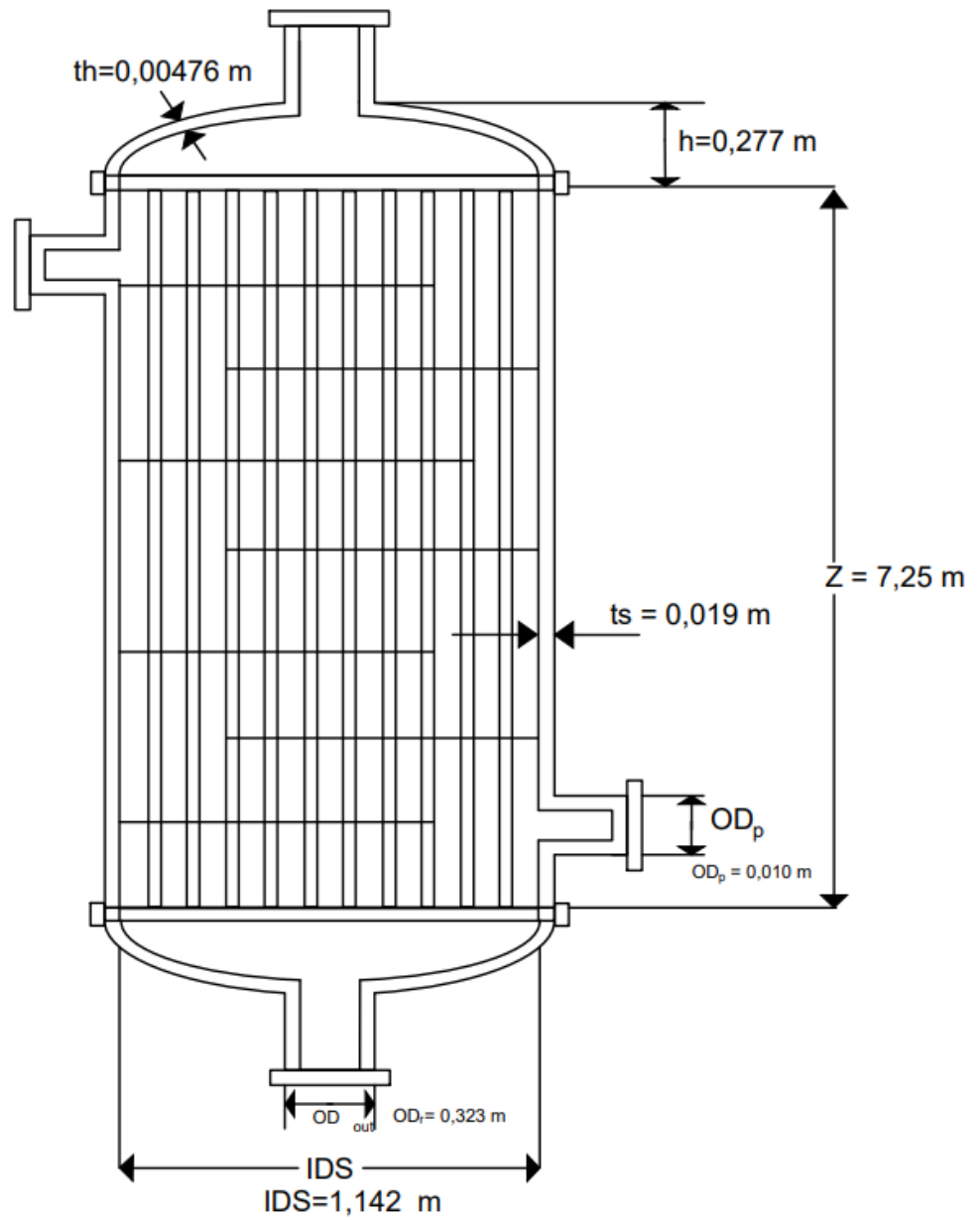
Kecepatan aliran massa (Gin) = 3,23 kg/s

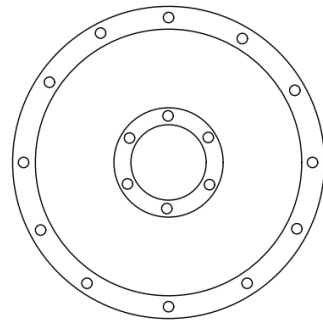
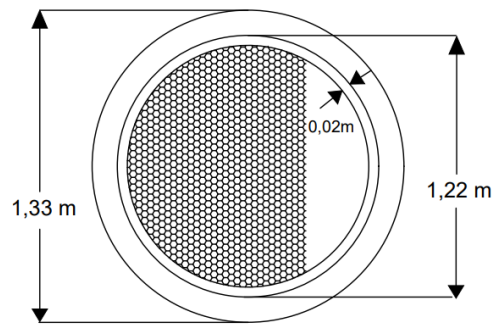
Densitas campuran liquid = 9,01 kg/m³

Sehingga diperoleh Dopt sebesar 241,66 mm atau 9,51 in.

Berdasarkan tabel 23 Brown, dipilih pipa standar dengan ukuran :

IPS	= 8	in
OD	= 8.025	in
<i>Schedule Number</i>	= 40	
ID	= 7.981	in
<i>Flow Area per pipe</i>	= 50	in ²
<i>Surface per lin ft Outside</i>	= 2.258	ft ² /ft
<i>Surface per lin ft Inside</i>	= 2.09	ft ² /ft
<i>Weight per lin ft</i>	= 28.6	lb steel

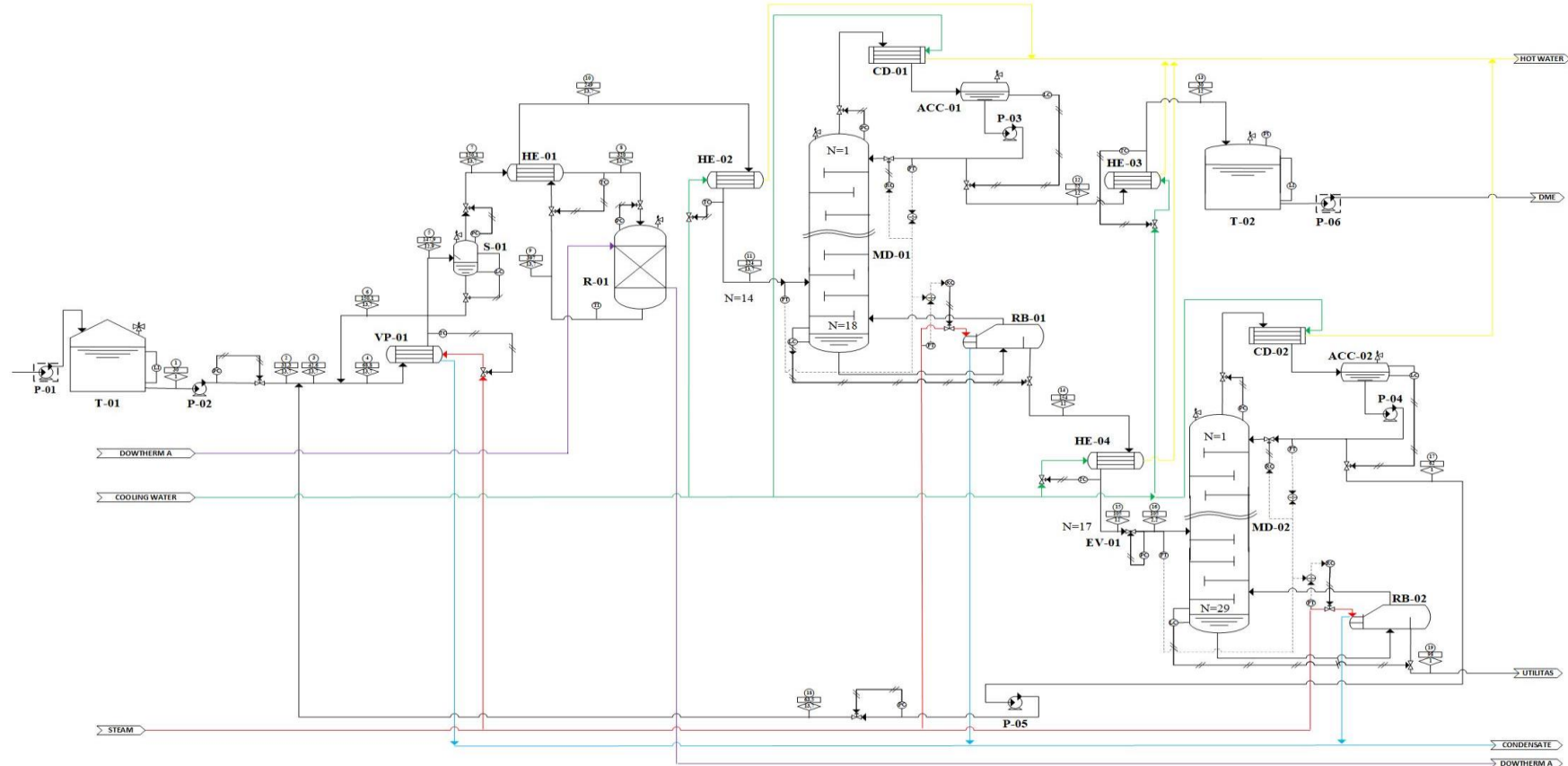
Mechanical Design Reaktor Fixed Bed



LAMPIRAN B

Process Engineering Flow Diagram (PEFD)

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER (DME) DARI METANOL DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 44.000 TON/TAHUN**



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
METHANOL	7.767,25	7.767,25	11.606,09	14.504,48	14.504,48	2.898,55	11.605,93	11.605,93	3.878,00	3.878,00	3.878,00	0,39	0,39	3.877,61	3.877,61	3.877,61	3.838,84	3.838,84	38,78
DME	0,00	0,00	5,56	5,62	5,62	0,06	5,56	5,56	5.560,73	5.560,73	5.560,73	5.555,17	5.555,17	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	0,00
WATER	11,10	11,10	13,85	19,49	19,49	5,63	13,85	13,85	2.186,20	2.186,20	2.186,20	0,00	0,00	2.186,20	2.186,20	2.186,20	2,19	2,19	2.184,02
TOTAL	7.778,35	7.778,35	11.625,50	14.529,59	14.529,59	2.904,24	11.625,35	11.625,00	11.625,00	11.624,94	11.624,94	5.555,56	5.555,56	6.069,38	6.069,38	6.069,38	3.846,58	3.846,58	2.222,79

KETERANGAN ALAT		Simbol		Keterangan	
T	Tangki Penyimpanan	PR	Pressure Relief Valve	FT	Flow Transmitter
P	Pompa	CV	Control Valve	RC	Ratio Controller
VP	Vaporizer	—	—	—	—
S	Separator	—	—	—	—
HE	Heat Exchanger	—	—	—	—
R	Reaktor	—	—	—	—
MD	Distorsi Dimana	—	—	—	—
CD	Condenser	—	—	—	—
ACC	Accumulator	—	—	—	—
RB	Reboiler	—	—	—	—
EV	Expansion Valve	—	—	—	—

Simbol		Keterangan	
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—

Simbol		Keterangan	
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI
INDUSTRI UNIVERSITAS TELAM
INDONESIA YOGYAKARTA
PRARANCANGAN FLOW DIAGRAM
PABRIK DIMETIL ETER DARI
METANOL DENGAN KAPASITAS
44.000 TON/TAHUN
Disusun oleh: 1. Muhammad Fathma Azzahra 20011114
2. Yulia Yuliana Putri Heliana 20011118
Dosen Pembimbing: 1. Dr. Gati Haryati, S.T., M.T.

LAMPIRAN C

Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

1. Nama Mahasiswa : Maharani Fatimah Azzahra
NIM : 20521134
2. Nama Mahasiswa : Tsabita Yamna Putri Rahman
NIM : 20521148

Judul Prarancangan : Prarancangan Pabrik Dimetil Eter (DME) dari
Metanol dengan Kapasitas 44.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 14 September 2023

Batas Akhir Bimbingan : 13 Maret 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	21-09-2023	Perkenalan dan diskusi tentang prarancangan pabrik	
2	25-09-2023	Diskusi spesifikasi bahan dan produk, dan diagram alir	
3	27-09-2023	Konsultasi spesifikasi bahan dan produk, diagram alir, penentuan kapasitas	
4	04-10-2023	Penetapan kapasitas	
5	06-10-2023	Diskusi mengenai neraca massa, kinetika, dan termodinamika	
6	09-10-2023	Konsultasi diagram alir	
7	10-10-2023	Konsultasi diagram alir dan neraca massa	
8	16-10-2023	Konsultasi diagram alir dan neraca massa	
9	18-10-2023	Penetapan diagram alir	
10	20-10-2023	Perhitungan neraca massa	
11	31-10-2023	Perbaikan neraca massa	
12	01-11-2023	Penetapan neraca massa dan diskusi terkait perhitungan reaktor	
13	07-11-2023	Revisi neraca massa dan fraksi massa	

14	08-11-2023	Revisi neraca massa dengan menghapus purge	
15	10-11-2023	Revisi neraca massa bagian recycle	
16	14-11-2023	Pembahasan mengenai neraca panas	
17	26-11-2023	Konsultasi dan penetapan neraca panas	
18	28-11-2023	Pembahasan mengenai reaktor	
19	05-12-2023	Mencari volume reaktor	
20	08-12-2023	Konsultasi mengenai kinetika reaksi	
21	14-12-2023	Konsultasi volume reaktor	
22	15-12-2023	Konsultasi panjang dan diameter reaktor	
23	11-01-2024	Mechanical Desain Reaktor	
24	12-01-2024	Konsultasi Aspen Plus	
25	16-01-2024	Konsultasi Mechanical Desain Reaktor	
26	17-01-2024	Lampiran Reaktor	
27	06-02-2024	Pengendalian Proses	
28	13-03-2024	Pembahasan mengenai MD	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 13 Mei 2024

Pembimbing,

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

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

1. Nama Mahasiswa : Maharani Fatimah Azzahra
NIM : 20521134
2. Nama Mahasiswa : Tsabita Yamna Putri Rahman
NIM : 20521148

Judul Prarancangan : Prarancangan Pabrik Dimetil Eter (DME) dari
Metanol dengan Kapasitas 44.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2024

Batas Akhir Bimbingan : 13 September 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	19-03-2024	Konsultasi mengenai MD	
2	20-03-2024	Pembahasan mengenai Separator	
3	21-03-2024	Membuat PEFD	
4	26-03-2024	Pembahasan alat penyimpanan bahan, transportasi bahan, dan penukar panas	
5	27-03-2024	Pembahasan organisasi perusahaan	
6	28-03-2024	Pembahasan Utilitas	
7	01-04-2024	Pembahasan Evaluasi Ekonomi	
8	06-05-2024	Pembahasan Naskah	
9	08-05-2024	Revisi Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 13 Mei 2024

Pembimbing,

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