

## **TUGAS AKHIR**

### **PRARANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER DARI METANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**



**OLEH:**

- 1. ROSA PERTIWI GUNADI      NIM I 1506027**
- 2. FEBRIYANTI BUDY A.      NIM I 1507024**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2012**

*commit to user*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT, hanya karena rahmat dan ridho-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul "Prarancangan Pabrik Dimethyl Ether dari Methanol dengan Proses Dehidrasi Methanol Kapasitas 15.000 Ton/Tahun" ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat
2. Enny Kriswiyanti A., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Dr. Margono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir
3. Bregas S.T. Sembodo, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Wusana Agung W., S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II dalam ujian pendadaran tugas akhir
4. Endang Kwartiningsih, S.T., M.T. dan Ir. Paryanto, M.S. selaku Pembimbing Akademik
5. Dr. Sunu H. Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS
6. Enny Kriswiyanti A., S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Non-Reguler FT UNS
7. Segenap Civitas Akademika atas semua bantuannya
8. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juli 2012

Penulis

## *Motto dan Persembahan*



*Kebingungan adalah awal dari pengetahuan  
Dan sesungguhnya sesudah kesulitan ... selalu ada kemudahan....  
Sehingga akhir itu akan lebih baik daripada permulaan....*

*Karya kecil ini kupersembahkan  
untuk kedua orang tua kami tercinta  
dan orang-orang yang selalu  
menyayangi kami....*

*Karya ini merupakan satu bagian kecil  
dari suatu perjalanan panjang  
untuk kembali pada satu tujuan yang sama, pada awal dan akhirnya....*

*commit to user*

## TERIMA KASIH “ocha” UNTUK :

**Allah SWT**, segala puji kupanjatkan hanya kepada-Mu, **Yang Maha Mengetahui yang terang dan yang tersembunyi** ( ...atas segala rahmat, hidayah dan pertolongan-Nya ...), **Suri Tauladan kami Nabi Muhammad SAW dan para sahabatnya.**

**Papah & Mamahku** ( *thanks for everything...aku tak akan bisa belajar begitu banyak hal, tanpa adanya kalian...aku menyayangi kalian selalu....* ).

**Keluarga Bapak Sugiyarno** ( *terima kasih untuk segala kebaikan dan kemurahan hati yang selalu kalian berikan padaku...*  ).

**Bu Eny & Pak Margono** ( *terima kasih atas bimbingan dan arahnya, hingga TA ini selesai..terima kasih kepada **semua dosen teknik kimia** atas ilmu yang telah diamalkan kepada saya..dan terima kasih kepada **segenap staf pengajaran dan laboratorium** atas semua bantuannya....* ).

**Tri Prastyo, S.T.** ( *lelaki ku tersayang, you brighten my day with the sound of your voice, you bring so much laughter and love, you are everything for me, and I was so blessed when GOD sent you here for me....semoga Allah SWT menyatukan cinta kita...amin ....* ).

**Febriyanti Budy Ananda, S.T.** ( *partner TA ku tersayang... terima kasih untuk kerjasamanya, hingga kita bisa menyelesaikan TA kita ini....* ).

**Adik - adikku** ( *klepon dan cimol, terima kasih atas perhatiannya, walaupun kita terpisahkan oleh jarak dan waktu, but you are always in my heart.....* ).

**Kakak – kakakku** ( *Firmansyah Gunadi, S.H. dan Yulia Endah Lestari, S.E. terima kasih atas segala waktu yang selalu kalian luangkan untukku.....semoga kalian lekas menikah...amin.....* )

**Semua Teman - temanku** ( *terimakasih untuk kerjasamanya, untuk kesediannya berbagi ilmu, dan semoga kelak dapat membawa manfaat bagi kita semua....it's very delight to have you all ....* ).

*commit to user*

## TERIMA KASIH “Febri” UNTUK :

**Allah SWT**, segala puji kupanjatkan hanya kepada-Mu, Yang Maha Mengetahui yang terang dan yang tersembunyi ( ...atas segala rahmat, hidayah dan pertolongan-Nya ...), **Suri Tauladan kami Nabi Muhammad SAW dan para sahabatnya.**

**Ayah & Bundaku** ( *thanks for everything...aku tak akan bisa belajar begitu banyak hal, tanpa adanya kalian...aku menyayangi kalian selalu....* ).

**Bu Eny & Pak Margono** ( *terima kasih atas bimbingan dan arahnya, hingga TA ini selesai..terima kasih kepada semua dosen teknik kimia atas ilmu yang telah diamalkan kepada saya..dan terima kasih kepada segenap staf pengajaran dan laboratorium atas semua bantuannya....* ).

**Rosa Pertiwi Gunadi, S.T.** ( *partner TA ku tersayang...terima kasih untuk kerjasamanya, hingga kita bisa menyelesaikan TA kita ini....* ).

**Adik - adikku** ( *terima kasih atas perhatiannya, biarpun kita terpisahkan oleh jarak dan waktu....but you are always in my heart....* ).

**Suami & Anakku Tersayang** ( *suami dan anakku tercinta...terimakasih atas dukungan dan doanya hingga TA ini selesai....* )

**Semua Teman - temanku** ( *terima kasih atas kerja sama dan kesabarannya, terimakasih untuk kesediannya berbagi ilmu, dan semoga kelak dapat membawa manfaat bagi kita semua....it's very delight to have you all ....* ).

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Motto dan Persembahan	iii
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xi
Intisari	xii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	 1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik	5
1.4. Tinjauan Pustaka	6
<b>BAB II DISKRIPSI PROSES</b>	11
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	11
2.2. Konsep Proses	12
2.3. Diagram Alir Proses	17
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	22
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan	28
<b>BAB III SPESIFIKASI PERALATAN</b>	34
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM</b>	59
4.1. Unit Pendukung Proses	59
4.1.1. Unit Pengadaan Air	59
4.1.2. Unit Pengadaan Udara Tekan	68
4.1.3. Unit Pengadaan Listrik	69
4.1.4. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	74
4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	76
4.2. Laboratorium	77



4.2.1. Laboratorium Fisik	78
4.2.2. Laboratorium Analitik	78
4.2.3. Laboratorium Peneliti dan Pengembangan	79
4.2.4. Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk Utama	79
4.2.5. Prosedur Analisa Air	80
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN</b>	81
5.1. Bentuk Perusahaan	81
5.2. Struktur Organisasi	82
5.3. Tugas dan Wewenang	86
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	93
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	95
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	95
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	98
<b>BAB VI ANALISA EKONOMI</b>	103
6.1. Penafsiran Harga Peralatan	105
6.2. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	107
6.3. Biaya Produksi Total ( <i>Total Production Cost</i> )	110
6.4. Keuntungan ( <i>Profit</i> )	111
6.5. Analisa Kelayakan	112
<b>KESIMPULAN</b>	116
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	117
<b>Lampiran :</b>	
LAMPIRAN A : Data Fisis	A-1
LAMPIRAN B : Neraca Massa	B-1
LAMPIRAN C : Neraca Panas	C-1
LAMPIRAN D : Reaktor	D-1

## A. DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data perkiraan kebutuhan DME beberapa negara tahun 2010	3
Tabel 1.2. Data pabrik DME di dunia dan kapasitasnya	3
Tabel 1.3. Data impor DME di Indonesia	4
Tabel 2.1. Data konstanta kesetimbangan	16
Tabel 2.2. Neraca massa Tee	23
Tabel 2.3. Neraca massa Reaktor	23
Tabel 2.4. Neraca massa MD-01	23
Tabel 2.5. Neraca massa MD-02	24
Tabel 2.6. Neraca massa Total	24
Tabel 2.7. Neraca panas Tee	24
Tabel 2.8. Neraca panas Vaporizer	25
Tabel 2.9. Neraca panas HE-01	25
Tabel 2.10. Neraca panas Reaktor	25
Tabel 2.11. Neraca panas CL-01	26
Tabel 2.12. Neraca panas MD-01	26
Tabel 2.13. Neraca panas CL-02	26
Tabel 2.14. Neraca panas MD-02	27
Tabel 2.15. Neraca panas CL-03	27
Tabel 2.16. Neraca panas Total	27
Tabel 4.1. Kebutuhan Air Pendingin	66
Tabel 4.2. Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i>	67

*commit to user*



Tabel 4.3. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi	67
Tabel 4.4. Kebutuhan Air Sungai	68
Tabel 4.5. Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Proses dan Utilitas	69
Tabel 4.6. Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan	71
Tabel 4.7. Total Kebutuhan Listrik Pabrik	73
Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	95
Tabel 5.2. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan	97
Tabel 6.1. Indeks Harga Alat	106
Tabel 6.2. <i>Fixed Capital Investment</i>	108
Tabel 6.3. <i>Working Capital Investment</i>	109
Tabel 6.4. <i>Direct Manufakturng Cost</i>	110
Tabel 6.5. <i>Indirect Manufakturng Cost</i>	110
Tabel 6.6. <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	111
Tabel 6.7. <i>General Expense</i>	111
Tabel 6.8. Analisa Kelayakan	114

## B. DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Impor DME	4
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif	18
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif	19
Gambar 2.3. Diagram Alir Proses	20
Gambar 2.4. Layout Pabrik	30
Gambar 2.5. Layout Peralatan Proses	33
Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air Sungai	64
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	85
Gambar 6.1. <i>Chemical Engineering Cost Index</i>	107
Gambar 6.2. Grafik Analisa Kelayakan	115

## INTISARI

**Rosa Pertiwi Gunadi, Febriyanti Budy Ananda, 2012, Prarancangan Pabrik Dimethyl Ether dari Methanol Dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 15.000 ton/tahun, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.**

Pabrik *dimethyl ether* yang dirancang dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini berlokasi di kawasan Bontang, Kalimantan timur. Bahan baku yang dibutuhkan adalah *methanol* sebanyak 23.089 ton/tahun yang diperoleh dari PT Kaltim *Methanol* Industri.

*Dimethyl ether* dibuat dengan cara dehidrasi *methanol* pada suhu 250 °C-400 °C dan tekanan 15,5 atm di dalam suatu *fixed bed multitube reactor* dengan kondisi *non adiabatic non isothermal* dengan katalis alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu dialirkan *dowterm A* sebagai pendingin di dalam *shell*. Produk yang keluar reaktor kemudian dimurnikan dalam menara distilasi untuk memisahkan *dimethyl ether* dengan *methanol* dan air.

Unit pendukung proses terdiri dari unit pengadaan air yaitu air sungai sebanyak 22061,1405 kg/jam, unit pengadaan *steam* sebanyak 28303,8159 kg/jam, unit pengadaan listrik sebesar 450 kW, unit pengadaan udara tekan sebesar 100 m<sup>3</sup>/jam dan unit pengadaan bahan bakar solar sebanyak 452,0078 m<sup>3</sup>/jam). Pabrik juga dilengkapi laboratorium untuk menjaga mutu dan kualitas produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*.

Dari hasil analisa ekonomi diperoleh *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 52,15 %, setelah pajak 39,11 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,6 tahun, setelah pajak 2 tahun, *Break Even Point* (BEP) 54,11 %, *Shut Down Point* (SDP) 46,09 % dan *Discounted Cash Flow* (DCF) 33,85 %.

Dari hasil analisa ekonomi tersebut, pabrik *dimethyl ether* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun cukup menarik untuk dipertimbangkan pendiriannya di Indonesia.

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I. 1. Latar Belakang Pendirian Pabrik**

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 ekonomis tinggi sangat diperlukan untuk menambah devisa negara. Salah satunya adalah dengan pembangunan pabrik *dimethyl ether* (DME). DME dibuat dari proses dehidrasi *methanol*.

DME merupakan bahan bakar ramah lingkungan sebagai alternatif untuk menggantikan bahan bakar diesel dan LPG. DME mempunyai sifat yang serupa dengan LPG selain itu juga mudah ditangani, dicairkan, diangkut dan disimpan. DME mempunyai sifat yang lebih baik dari LPG yakni antara lain lebih bersih, berbau harum, tidak beracun, dan mempunyai panas kalori yang lebih kecil dibandingkan LPG. Panas kalori DME sebesar 6.900 kcal/kg dan panas kalori LPG sebesar 11.100 kcal/kg. Gentur Putrojati (2009) melakukan penelitian di LIPI dan menyatakan bahwa DME diperkirakan mempunyai harga 20 % lebih rendah dari LPG.

Kebutuhan bahan bakar di beberapa negara dunia mengalami peningkatan yang pesat dari tahun ke tahun. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan DME juga meningkat. Data yang diperoleh dari Majalah Internal PT PGN (Persero) Tbk menyatakan bahwa kebutuhan DME di China pada tahun 2010 sebesar 8 juta ton/tahun, di Korea kebutuhan DME sebesar 10.000 ton/tahun, dan di Jepang sebesar 100.000 ton/tahun. Namun demikian produksi DME dunia saat ini masih 143.000 ton/tahun.

Pabrik DME ini direncanakan berproduksi sebanyak 15.000 ton per tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan sisanya diekspor ke Cina, India dan Jepang. Untuk menjamin kelangsungan beroperasinya pabrik, maka penyediaan bahan baku harus benar-benar diperhatikan. Bahan baku *methanol* dapat diperoleh dari PT. Kaltim *Methanol* Industri yang berlokasi di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas 660.000 ton/tahun.

## **I. 2. Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik.**

Kapasitas produksi dapat diartikan sebagai jumlah produksi dalam satuan waktu tertentu. Kapasitas produksi DME direncanakan sebesar 15.000 ton/tahun dengan beberapa pertimbangan antara lain :

### **a. Bahan baku.**

Berdasarkan kapasitas perancangan pabrik DME sebesar 15.000 ton/tahun, diambil bahan baku dari PT. Kaltim *Methanol* Industri yang memiliki kapasitas sebesar 660.000 ton/tahun.

b. Kebutuhan dan Kapasitas Produksi DME di Dunia

Kebutuhan DME di beberapa negara dunia dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Perkiraan Kebutuhan DME Beberapa Negara Tahun 2010

Negara	Kebutuhan
China	8 juta ton/tahun
Korea	10.000 ton/tahun
Jepang	100.000 ton/tahun

Sumber : Source by KOGAS R&D, IDA Conference

Produksi DME di dunia tercantum pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Data Pabrik DME di Dunia dan Kapasitasnya

Name	Kapasitas (ton/th)
RWE, Germany	60.000
Humburg DME Co, Germany	10.000
Arkosue Co, Holland	10.000
Du Pont, West Virginia	15.000
Austria	10.000
Taiwan	15.000
Japan	10.000
Chinese	13.000
Total	143.000

Sumber : United States Departement Of Energy, 2002



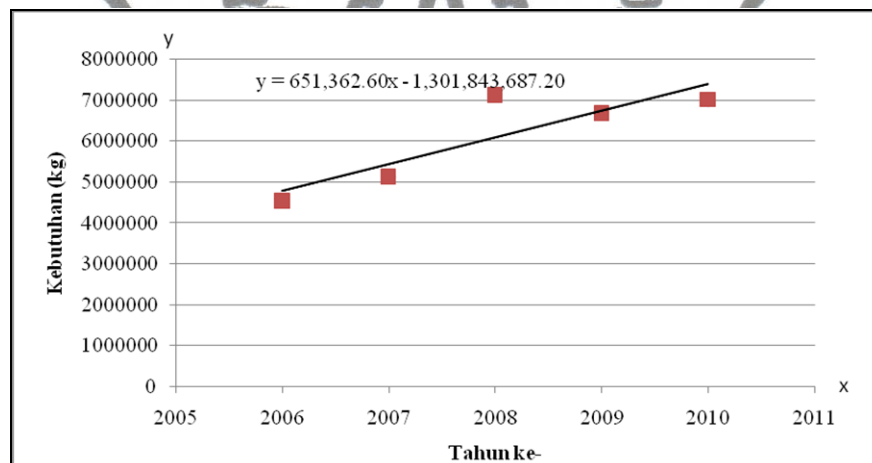
c. Kebutuhan DME di Indonesia

Data impor DME menurut UNdata dapat dilihat dalam Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Data Impor DME di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (kg/th)
2006	4.528.913
2007	5.123.230
2008	7.123.866
2009	6.677.436
2010	7.008.623

Sumber : UNdata Ekspor dan Impor, 2010



Gambar 1.1. Grafik Impor DME

Berdasarkan persamaan pada Gambar 1.1, diperkirakan bahwa kebutuhan DME di Indonesia pada tahun 2016 adalah 11.303 ton/tahun. Kapasitas perancangan pabrik DME ditetapkan sebesar 15.000 ton/tahun direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan sisanya untuk diekspor.



### 1.3. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat berpengaruh pada keberadaan suatu pabrik, baik dari segi komersial maupun kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Oleh karena itu lokasi pabrik sangat menentukan keberlangsungan jalannya pabrik di masa yang akan datang. Pabrik DME direncanakan akan didirikan di daerah Bontang, Propinsi Kalimantan Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan DME adalah *methanol* yang diperoleh dari PT. Kaltim *Methanol* Industri, Bontang, Kalimantan Timur yang memiliki kapasitas 660.000 ton per tahun.

2. Daerah Pemasaran

Pemasaran produk DME diorientasikan untuk kebutuhan dalam negeri dan sisanya diekspor.

3. Transportasi

Pengangkutan bahan baku menuju lokasi mudah karena fasilitas transportasi jalan raya baik dan lancar.

4. Tenaga Kerja

Daerah Bontang termasuk daerah berpenduduk tinggi, sehingga kebutuhan tenaga kerja dapat terpenuhi, baik tenaga kerja kasar dan ahli.

5. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan seperti keperluan tenaga listrik, air dan bahan bakar dapat terpenuhi karena lokasi terletak di kawasan industri. Kebutuhan tenaga

listrik didapat dari PLN setempat dan generator pembangkit pabrik. Kebutuhan air dapat diambil dari air Sungai Mahakam. Kebutuhan bahan bakar dapat dipenuhi oleh PT. Pertamina setempat.

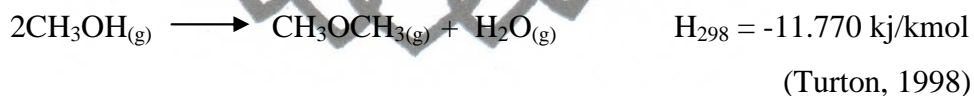
## 1.4. Tinjauan Pustaka

### 1.4.1. Proses Pembuatan DME

Proses pembuatan DME ada 2 metode, yaitu metode sintesa reaksi langsung dan tidak langsung.

#### 1. *Direct synthesis* (Metode Sintesa Langsung)

Proses *direct synthesis* (reaksi langsung) adalah proses pembuatan DME dari *methanol* dengan menggunakan katalis alumina. Reaksi berlangsung dalam fase gas dan reaktor yang digunakan adalah jenis *fixed bed multitube*, reaksi dehidrasi ini bersifat eksotermis:



Reaksi terjadi pada suhu 250 °C – 400 °C dengan tekanan minimal 15 atm.

Katalis yang digunakan adalah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alumina) berbentuk padat. Jika reaktor bekerja pada suhu diatas 400 °C dapat menyebabkan kerusakan pada katalis.

Konversi yang diperoleh dari proses ini sebesar 80 %. Pada reaksi ini tidak ada reaksi samping dan reaksi yang terjadi adalah *reversible*.

Keuntungan:

- a. Prosesnya sederhana dan peralatan yang digunakan sedikit
- b. Biaya investasi untuk peralatan yang digunakan sedikit

*commit to user*

- c. Konversinya tinggi, yaitu > 75 %

Kerugian dari proses *direct synthesis* adalah suhu operasinya yang relatif tinggi. (Turton, 1998)

## 2. *Indirect synthesis* (Sintesa Tidak Langsung)

Proses *indirect synthesis* (sintesa tidak langsung) adalah proses pembuatan DME dari *methanol* dengan katalisator asam sulfat yang berada dalam reaktor pada suhu 125 °C sampai 140 °C dan tekanan 2 atm. Hasil dari reaktor dilewatkan ke *scrubber*, kemudian dimurnikan dengan proses destilasi. Reaksi yang terjadi dalam proses ini adalah sebagai berikut:



Konversi : 45%

Kuntungan dari proses *indirect synthesis* adalah suhu dan tekanan reaktor relatif rendah.

Kerugian:

- a. Peralatan yang digunakan lebih banyak
- b. Menggunakan asam sulfat yang bersifat korosif, sehingga diperlukan peralatan dengan bahan konstruksi yang tahan terhadap korosi yang harganya lebih mahal
- c. Konversinya rendah, yaitu : 45 %

(Turton, 1998)

Proses pembuatan *dimethyl ether* yang dipilih adalah proses secara *direct synthesis* (reaksi langsung) atau disebut juga dengan reaksi dehidrasi *methanol*, karena proses ini memiliki nilai konversi yang tinggi yaitu sebesar 80 %.

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

*International DME Assotiation* (2012) menyatakan bahwa DME dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, mesin otomotif, dan bahan bakar penggerak turbin gas. Kegunaan DME yang lain adalah sebagai berikut :

1. Bahan bakar dalam tabung aerosol, serta sebagai bahan bakar industri dan rumah tangga.
2. Bahan baku pembuatan *dimethyl sulfate*.
3. Sebagai *refrigerant*.

(en.wikipedia.org)

#### 1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia

##### 1.4.3.1. Bahan Baku

###### a. *Methanol*

Sifat-sifat *methanol*

*Methanol* merupakan cairan jernih, tidak berwarna, dan mudah terbakar.

Berikut ini adalah sifat-sifat *methanol* :

Rumus Kimia	: $\text{CH}_3\text{OH}$
Fasa	: Cair ( $30^\circ\text{C}$ , 1 atm)
Berat Molekul	: 32 gr/grmol
Rapat Massa	: $0,7866 \text{ g/cm}^3$ (@ $25^\circ\text{C}$ )
Titik didih	: $64,70^\circ\text{C}$ (1atm)

*commit to user*

Titik leleh	: -97,95 °C
Temperatur kritis	: 239,43 °C
Tekanan kritis	: 8096 kPa
Kelarutan	: sempurna dalam air

(Kirk & othmer, 1983)

#### 1.4.3.2. Produk

##### a. DME

Rumus Kimia	: $\text{CH}_3\text{OCH}_3$
Berat Molekul	: 46,07 gr/grmol
Titik leleh	: -138,5 °C
Titik didih (1atm)	: -25,1 °C
Densitas cairan (20°C)	: 0,67 kg/l
Temperatur kritis	: 127 °C
Tekanan kritis	: 53,7 bar
Viskositas cairan (25°C)	: 0,12 - 0,15 kg/ms

(Kirk & Othmer, 1983)

##### b. Air

Sifat Fisis :

Berat molekul	: 18,0153 gr/grmol
Titik didih, , pada 101,3 kPa	: 100 °C
Titik beku,	: 0 °C
Temperatur kritis,	: 374 °C
Tekanan kritis,	: 220,55 bar
Kapasitas panas, pada 20 °C	: 4185 J/(kg.K)

Panas pembentukan, pada 298 K	: 6,002 kJ/mol
Densitas, pada 20 °C	: 0,99823 kg/L
Viskositas, pada 20 °C	: 1,0050 cp
Tekanan uap, pada 20 °C	: 2,338 kPa

(Kirk & Othmer,1983)

#### **I.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum**

Reaksi pembentukan *DME* merupakan reaksi dehidrasi *methanol*. Reaksi berlangsung dalam fase gas. *Methanol* yang akan direaksikan diubah fasenya dari fase cair ke fase gas. Reaksi bersifat eksotermis dan beroperasi pada kondisi non adiabatik non isothermal. Reaktor yang digunakan adalah *fixed bed multitube reactor*. Produk yang keluar reaktor berupa *dimehtyl ether* (DME), air serta *methanol* sisa.

*Methanol* dialirkan ke reaktor dengan tekanan minimal 15 atm dan suhu 250 °C. Suhu operasi reaktor berkisar antara 250 °C – 400 °C. Jika suhu reaktor dibawah 250 °C maka reaksi akan berlangsung lambat, apabila reaktor beroperasi pada suhu diatas 400 °C akan terjadi kerusakan pada katalis. Produk yang dihasilkan keluar reaktor kemudian masuk ke *distillation column DME*. DME sebagai hasil atas *DME distillation column* selanjutnya dialirkan ke tangki penampung produk, hasil bawah terdiri dari *methanol* sisa, air dan sedikit DME dimasukan ke *methanol distillation column*. Hasil atas *methanol distillation column* berupa *methanol* dan sedikit DME yang kemudian direcycle ke reaktor. Hasil bawah *methanol distillation column* berupa air.

*commit to user*



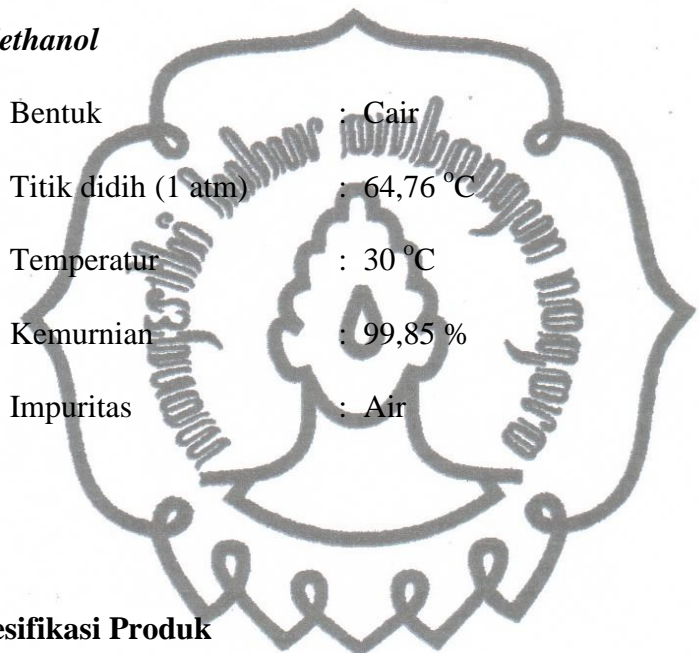
## **BAB II**

### **DESKRIPSI PROSES**

#### **2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk**

##### **2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku**

###### **2.1.1.1 Methanol**

- 
- a. Bentuk : Cair
  - b. Titik didih (1 atm) : 64,76 °C
  - c. Temperatur : 30 °C
  - d. Kemurnian : 99,85 %
  - e. Impuritas : Air

(PT. KMI)

##### **2.1.1 Spesifikasi Produk**

###### **2.1.2.1 Dimethyl Ether (DME)**

- a. Bentuk : Cair
- b. Titik didih (1 atm) : -24,9 °C
- c. Kemurnian : 99,5 %
- d. Impuritas : *Methanol*
- e. Titik lebur : -141,5 °C

(PT. Sinteco)

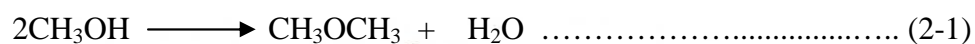
*commit to user*



## 2.2 Konsep Proses

### 2.2.1 Dasar dan Mekanisme Reaksi

Reaksi pembuatan *dimethyl ether* (DME) dengan menggunakan bahan baku *methanol* adalah sebagai berikut :



Pada reaksi diatas terjadi dehidrasi *methanol* menjadi *dimethyl ether* dan air dengan katalis  $\text{Al}_2\text{O}_3$  berbentuk padat. (Turton,1998)

### 2.2.2. Mekanisme Reaksi

Reaksi katalitis dengan reaktan *methanol* berbentuk gas dan katalisator  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (alumina) berbentuk padatan berlangsung sebagai berikut:

1. a. Difusi gas reaktan dari fase gas ke permukaan luar (*interface*) katalis.  
b. Difusi reaktan dari permukaan luar katalis melewati pori-pori ke permukaan dalam pori katalis (difusi molekuler).
2. Adsorpsi reaktan pada permukaan dalam katalis.
3. Reaksi  $2\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots (2-2)$
4. Desorpsi hasil reaksi dari permukaan dalam katalis.
5. a. Difusi gas hasil reaksi dari permukaan dalam katalis ke permukaan luar katalis.  
b. Difusi gas hasil reaksi dari permukaan luar katalis (*interface*) ke fase gas.

Mekanisme reaksi katalitis diatas pada tahap difusi dan reaksi berlangsung sangat cepat, sedangkan adsorpsi pada permukaan katalis berlangsung paling lambat. Kecepatan reaksi katalitis secara keseluruhan dikontrol oleh adsorpsi.

*commit to user*

Persamaan konstanta kecepatan reaksi pembentukan *dimethyl ether* adalah sebagai berikut :

$$(-r_{\text{methanol}}) = 1,21 \cdot 10^{-2} \exp \left[ \frac{-80480}{RT} \right] \cdot P_{\text{methanol}}$$

Dengan :

$(-r_a)$  = kecepatan reaksi, kmol / m<sup>3</sup> .jam

T = suhu, K

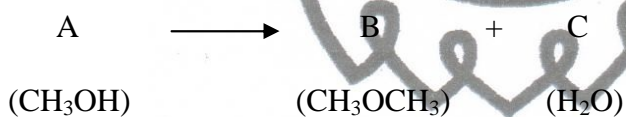
$P_{\text{methanol}}$  = Tekanan parsial *methanol*, Kpa

R = konstanta gas ideal = 8314,34 J/ kgmol.K

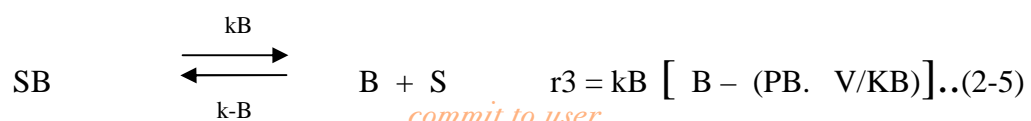
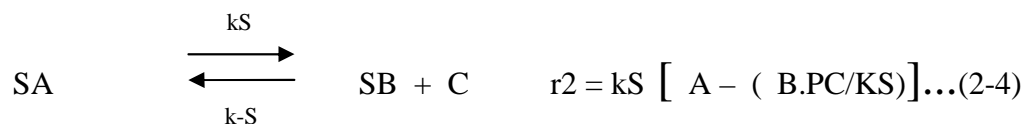
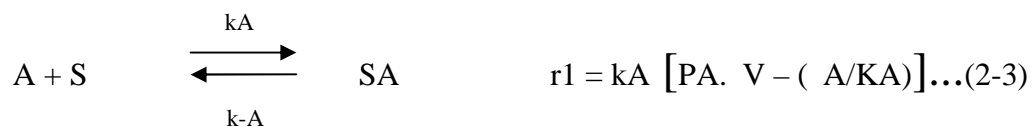
(Turton, 1998)

Penurunan Rumus :

Reaksi :



Mekanisme :



*commit to user*

$$(1) \quad A = (B \cdot PC) / KS \dots\dots\dots(2-6)$$

$$(2) \quad B = (PB \cdot V) / KB \dots\dots\dots(2-7)$$

$$(1) \quad \longrightarrow \quad (2)$$

$$A = (B \cdot PC) / KS$$

$$A = (PB \cdot PC \cdot V) / (KS \cdot KB) \dots\dots\dots(2-8)$$

Neraca Permukaan

$$B + A + V = 1$$

$$\left[ \left( \frac{PB}{KB} + \frac{PB \cdot PC}{KS \cdot KB} + 1 \right) \right] \phi V = 1$$

$$\left[ \frac{PB \cdot KS + PB \cdot PC + KS \cdot KB}{KS \cdot KB} \right] \phi V = 1$$

$$V = \left[ \frac{KS \cdot KB}{PB \cdot KS + PB \cdot PC + KS \cdot KB} \right] \dots\dots\dots(2-9)$$

$$(2-8) \longrightarrow (2-9) \quad \theta_A = \frac{PB \cdot PC}{KS \cdot KB} \cdot \frac{KS \cdot KB}{(PB \cdot KS + PB \cdot PC + KS \cdot KB)}$$

$$\theta_A = \frac{PB \cdot PC}{PB \cdot KS + PB \cdot PC + KS \cdot KB} \dots\dots\dots(2-10)$$

$$(2-3) \longrightarrow (2-9) \longrightarrow (2-10)$$

$$r_1 = k_A \left[ \left( \frac{PA \cdot KS \cdot KB}{PB \cdot KS + PB \cdot PC + KS \cdot KB} \right) - \left( \frac{PB \cdot PC}{PB \cdot KS + PB \cdot PC + KS \cdot KB} \cdot 1 / K_A \right) \right]$$

Asumsi B dan C tidak terabsorpsi maka PB dan PC = 0

$$r_1 = k_A \left[ \left( \frac{PA \cdot KS \cdot KB}{\cancel{PB \cdot KS} + \cancel{PB \cdot PC} + KS \cdot KB} \right) - \left( \frac{\cancel{PB \cdot PC}}{\cancel{PB \cdot KS} + \cancel{PB \cdot PC} + KS \cdot KB} \cdot 1 / K_A \right) \right]$$

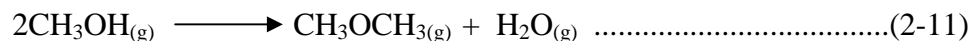
$$r_1 = k_A \left[ \frac{PA \cdot \cancel{KS} \cdot \cancel{KB}}{\cancel{KS \cdot KB}} \right]$$

$$r_1 = k_A \cdot PA$$

commit to user

### 2.2.3. Fase Reaksi

Fase reaksi untuk reaksi pembentukan *dimethyl ether* dari *methanol* adalah sebagai berikut :



Reaksi secara keseluruhan berada dalam fase gas.

### 2.2.4. Kondisi Operasi

Reaksi dijalankan di dalam *fixed bed multitube reactor* yang berlangsung secara eksotermis. Reaktor beroperasi secara non adiabatik non isothermal pada tekanan minimal 15 atm dan suhu 250 °C – 400 °C. Jika suhu reaktor lebih tinggi dari 400 °C dapat terjadi kerusakan katalis. Suhu dibawah 250 °C dapat mengganggu kecepatan reaksi, sehingga akan memperlama waktu reaksi. (Turton,1998)

### 2.2.5 Sifat Reaksi

#### 2.2.5.1 Tinjauan Termodinamika

Turton (1998) menyebutkan nilai  $H_{298} = -11770 \text{ kJ/kmol}$ . Karena harga  $\Delta H^{\circ}_{\text{reaksi}}$  negatif, maka reaksi pembentukan DME bersifat eksotermis, sehingga sistem membebaskan energi.

Konstanta kesetimbangan (K) untuk reaksi pembentukan *dimethyl ether* dengan proses dehidrasi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

*commit to user*

Tabel 2.1. Data Konstanta Keseimbangan

T	K
200 °C (473 K)	92.6
300 °C (573 K)	52.0
400 °C (673 K)	34.7

Sumber : Turton, 1998

Tabel 2.1 menunjukkan harga konstanta keseimbangan kecil, sehingga reaksi bersifat *reversible*, namun nilainya sudah lebih besar dari 1 dan pada suhu yang digunakan (250 – 400 °C) tidak ada reaksi samping, sehingga reaksi dianggap *irreversible*. (Turton, 1998)

#### 2.2.5.2 Tinjauan Kinetika

Persamaan konstanta kecepatan reaksi pembentukan DME adalah sebagai berikut :

$$(-r_{\text{methanol}}) = 1,21 \cdot 10^{-2} \exp \left[ \frac{-80480}{RT} \right] \cdot P_{\text{methanol}}$$

(Turton, 1998)

Dengan :

$(-r_a)$  = kecepatan reaksi, kmol /m<sup>3</sup>.jam

T = suhu, K

$P_{\text{methanol}}$  = Tekanan parsial *methanol*, Kpa

R = konstanta gas ideal = 8314,34 J/ kgmol.K

*commit to user*

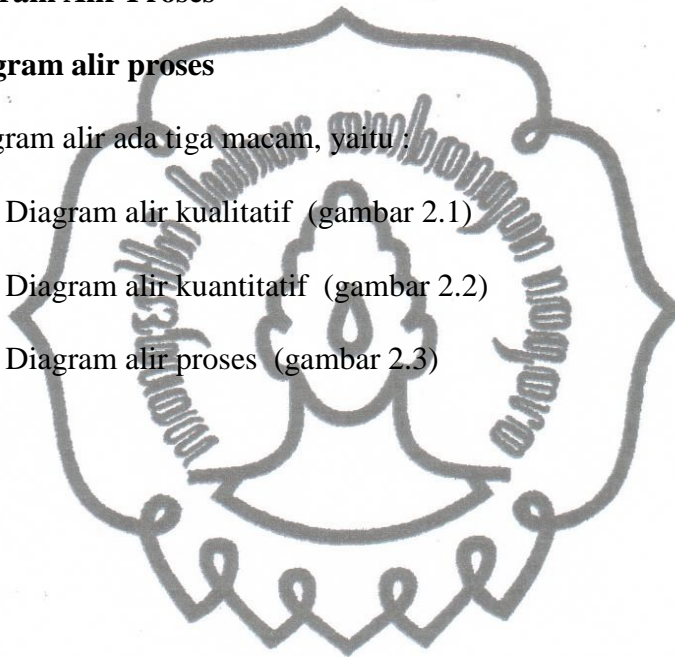
Persamaan tersebut berlaku untuk kisaran temperatur antara 250 °C sampai 400 °C dan tekanan diatas 15 atm. Reaksi terjadi pada fase gas dengan menggunakan katalisator  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . (Turton, 1998)

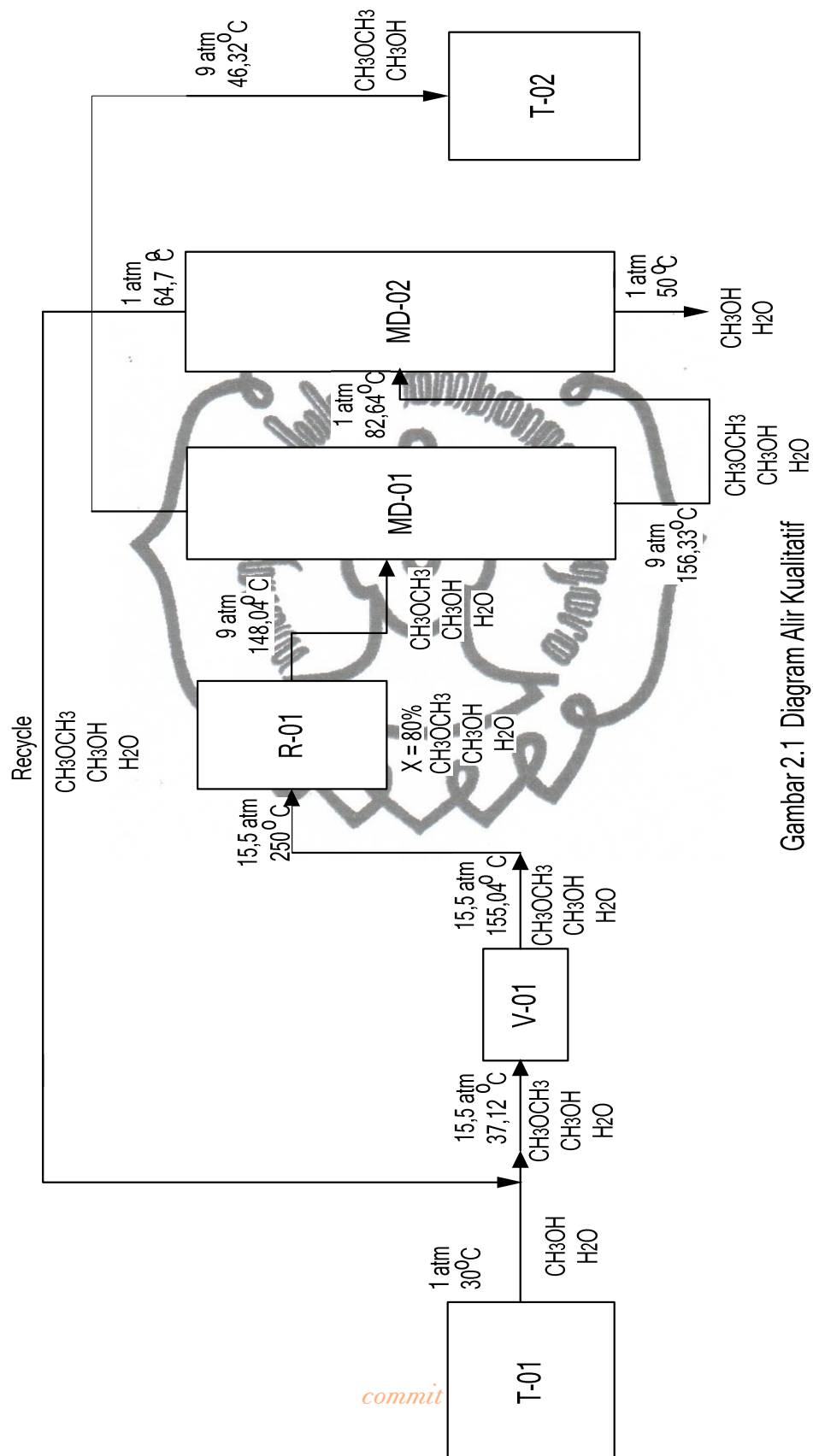
## **2.3 Diagram Alir Proses**

### **2.3.1 Diagram alir proses**

Diagram alir ada tiga macam, yaitu :

- Diagram alir kualitatif (gambar 2.1)
- Diagram alir kuantitatif (gambar 2.2)
- Diagram alir proses (gambar 2.3)



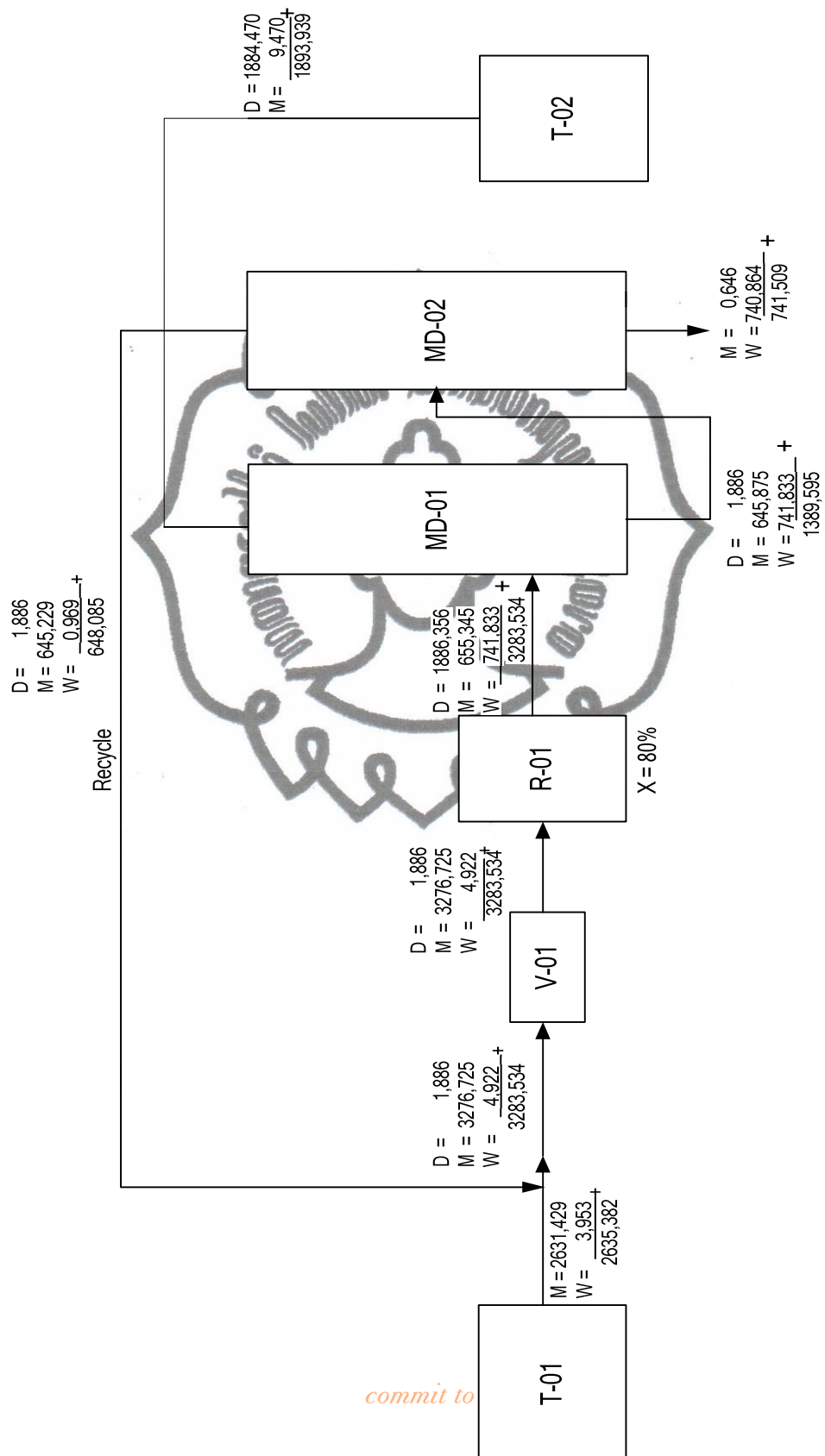


Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif



*Prarancangan Pabrik Dimethyl Ether dari Methanol  
Dengan Proses Dehidrasi  
Kapasitas 15.000 ton/tahun*

19



Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif

### 2.3.2 Langkah Proses

Langkah proses pembuatan DME dari *methanol* dapat dikelompokkan dalam tiga tahap proses, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan DME
3. Tahap pemurnian

#### 2.3.1.1 Tahap persiapan bahan baku

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan *methanol* sebelum direaksikan dalam reaktor. *Methanol* di pasaran berbentuk cair dengan kemurnian sekitar 99,85 % berat.

*Methanol* pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dari Tangki penyimpanan (T-01) dialirkan menuju ke *tee* kemudian dicampur dengan arus recycle dari Menara Distilasi (MD-02). Umpan *methanol* dipompa (P-01) ke *vaporizer* (V-01) yang beroperasi pada tekanan 15,5 atm untuk diuapkan hingga mencapai suhu 155,04 °C.

*Methanol* dari *vaporizer* (V-01) selanjutnya dialirkan menuju *heat exchanger* (HE-01) untuk dinaikkan suhunya mencapai 250 °C. Pada HE-01 menggunakan pemanas berupa *steam* pada suhu 525 °F.

#### 2.3.2.2. Tahap pembentukan DME

Campuran *methanol* setelah dipanaskan hingga suhu 250 °C kemudian masuk kedalam reaktor yang berisi katalis padat  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Dalam reaktor terjadi proses dehidrasi *methanol* menjadi *dimethyl ether* dan air.

*commit to user*

Reaktor yang digunakan untuk reaksi adalah jenis *fixed bed multitube* dengan kondisi *non adiabatic non isothermal* dan bersifat eksotermis. Reaktor beroperasi pada suhu 250 °C - 400 °C dengan tekanan 15,5 atm. Jika reaksi berjalan pada suhu dibawah 250 °C, maka reaksi akan berjalan lambat. Pada suhu diatas 400 °C, maka akan terjadi kerusakan pada katalis. Konversi yang diperoleh dalam reaktor sebesar 80 %.

#### **2.3.2.3. Tahap pemurnian**

##### **1. Pemisahan DME**

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan produk DME dari *methanol* dan air untuk disimpan dalam tangki penyimpanan produk (T-02). Produk reaktor keluar pada suhu 283 °C dan tekanan 15,15 atm, kemudian diturunkan tekanannya sampai 9 atm dengan menggunakan *expansion valve* (EV-01). Dalam *expansion valve* (EV-01) terjadi penurunan suhu hingga 277,65 °C, kemudian dimasukkan kedalam *heat exchanger* (CL-01) untuk didinginkan lagi sampai suhu 148,04 °C. Dari HE-01 produk kemudian diumpankan ke menara distilasi (MD-01) dengan umpan berupa uap jenuh pada suhu 148,04 °C tekanan 9 atm. Pada MD-01 terjadi pemisahan antara *DME* dengan *methanol* dan air. Hasil atas MD-01 adalah produk DME dengan komposisi sebesar 99,5% berat dengan impuritas *methanol*.

DME keluar sebagai hasil atas MD-01 pada tekanan 9 atm dan suhu 46,32 °C, sedangkan hasil bawah berupa campuran *methanol*, air dan sedikit DME yang keluar pada tekanan 9 atm dan suhu 156,33 °C. Produk DME

*commit to user*

disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) pada suhu 46,32 °C dan tekanan 9 atm.

## 2. Tahap Pemisahan *methanol* dan air.

Hasil bawah MD-01 yang berupa campuran DME, *methanol* dan air pada suhu 156,33 °C dan tekanan 9 atm dialirkan ke ekspander (E-01) untuk diturunkan tekanannya menjadi 1 atm. Dengan terjadinya penurunan tekanan pada E-01 maka suhu keluar E-01 juga mengalami penurunan hingga 128,54 °C. Hasil keluaran E-01 dialirkan dalam *heat exchanger* (CL-02) untuk mendapatkan kondisi cair jenuh hingga 82,64 °C, kemudian diumpankan menuju MD-02 dengan tekanan 1 atm dan suhu 82,64 °C. Pada MD-02 terjadi pemisahan antara *methanol* dan air. *Destilat* MD-02 berupa *methanol* dan sedikit air keluar pada tekanan 1 atm dan suhu 64,7 °C, dan diumpankan ke *tee*. Hasil bawah MD-02 yang berupa air dan sedikit *methanol* beserta DME masuk ke IPAL, tetapi sebelumnya suhu diturunkan dari 120,1 °C menjadi 50 °C dengan menggunakan *heat exchanger* (CL-03).

## 2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

### 2.4.1 Neraca Massa

Diagram alir neraca massa sistem tabel

Produk : *Dimethyl ether* (DME)

Kapasitas : 15.000 ton /tahun

Basis perhitungan : 1 jam operasi

## 2.4.2 Neraca Massa Alat

### 1. Tee

Tabel 2.2. Neraca Massa Tee

Komponen	Input (kg)		Output (kg)
	Arus 1	Arus 9	Arus 2
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	0,000	1,886	1,886
CH <sub>3</sub> OH	2631,429	645,296	3276,725
H <sub>2</sub> O	3,953	0,969	4,922
<b>Total</b>	<b>2635,382</b>	<b>648,152</b>	<b>3283,534</b>
	<b>3283,534</b>		

### 2. Reaktor (R-01)

Tabel 2.3. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg)	Output (kg)
	Arus 4	Arus 5
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	1,886	1886,356
CH <sub>3</sub> OH	3276,725	655,345
H <sub>2</sub> O	4,922	741,833
<b>Total</b>	<b>3283,534</b>	<b>3282,534</b>

### 3. Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 2.4. Neraca Massa MD-01

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	1886,356	1884,470	1,886
CH <sub>3</sub> OH	655,345	9,470	645,875
H <sub>2</sub> O	741,833	0,000	741,833
<b>Total</b>	<b>3283,534</b>	1893,939	1389,595
		<b>3283,534</b>	

*commit to user*

#### 4. Menara Destilasi (MD-02)

Tabel 2.5. Neraca Massa MD-02

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	1,886	0,000	1,886
CH <sub>3</sub> OH	645,875	0,646	645,229
H <sub>2</sub> O	741,833	740,864	0,069
<b>Total</b>	<b>1389,595</b>	741,509	648,085
		<b>1389,595</b>	

#### Neraca Massa Total

Tabel 2.6. Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	Arus 1	Arus 6	Arus 8
CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	0,000	1884,470	0,000
CH <sub>3</sub> OH	2631,429	9,470	0,646
H <sub>2</sub> O	3,953	0,000	740,864
<b>Total</b>	<b>2635,382</b>	1893,939	741,509
		<b>2635,382</b>	

#### 2.4.3 Neraca Panas

Neraca tenaga sistem tabel :

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Suhu referensi : 298 °K

##### 1. Tee

Tabel 2.7. Neraca Panas Tee

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q masuk arus 1	33978,2698	-



Q masuk arus 9	66015,7759	-
Q keluar arus 2	-	100060,5841
<b>Total</b>	<b>100.060,5841</b>	<b>100060,5841</b>

## 2. Vaporizer (V-01)

Tabel 2.8. Neraca Panas Vaporizer

Komponen	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Q umpan	100060,5841	-
Q keluar vaporizer	-	656324,8971
Q recycle keluar	-	1172290,805
Q <i>steam</i>	1728555,1189	-
<b>Total</b>	<b>1828615,702</b>	<b>1828615,702</b>

## 3. Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 2.9. Neraca Panas HE-01

Komponen	Input, kJ/jam	Output, kJ/jam
Q arus masuk HE	3573970,5620	-
Q arus keluar HE		6916732,9914
Q pemanas	3342762,4312	-
<b>Total</b>	<b>6916732,9914</b>	<b>6916732,9914</b>

## 4. Reaktor (R-01)

Tabel 2.10. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q masuk arus 6	1211879,0863	-
Q keluar arus 7	-	1303102,640
Q reaksi standar	91223,5536	-



<b>Total</b>	<b>1303102,640</b>	<b>1303102,640</b>
--------------	--------------------	--------------------

## 5. Cooler (CL-01)

Tabel 2.11. Neraca Panas CL-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q yang dibawa umpan cooler	8738726,3858	-
Q yang dibawa keluar cooler	-	3325760,0589
Q yang diserap air pendingin	-	5412966,3268
<b>Total</b>	<b>8738726,3858</b>	<b>8738726,3858</b>

## 6. Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 2.12. Neraca Panas MD-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q masuk arus 5	971559,07	-
Q keluar arus 7	-	233376,65
Q keluar arus 6	-	43860,67
Q condensor	-	7130423,80
Q reboiler	6436102,06	-
<b>Total</b>	<b>7407661,13</b>	<b>7407661,13</b>

## 7. Cooler (CL-02)

Tabel 2.13. Neraca panas di cooler CL-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q yang dibawa umpan cooler	551439,6019	-
Q yang dibawa keluar cooler	-	551439,6019
<b>Total</b>	<b>551439,6019</b>	<b>551439,6019</b>

*commit to user*

## 8. Menara Destilasi (MD-02)

Tabel 2.14. Neraca Panas MD-02

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q masuk arus 7	274044,70	-
Q keluar arus 8	-	126,96
Q keluar arus 9	-	64292,88
Q condensor	-	1213554,82
Q reboiler	1003929,96	-
<b>Total</b>	<b>1277974,66</b>	<b>1277974,66</b>

## 9. Cooler (CL-03)

Tabel 2.15. Neraca Panas CL-03

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q yang dibawa umpan cooler	530180,8151	-
Q yang dibawa keluar cooler	-	530180,8151
<b>Total</b>	<b>530180,8151</b>	<b>530180,8151</b>

## Neraca Panas Total

Tabel 2.16. Neraca Panas Total

Komponen	kJ/jam	
	Q masuk	Q keluar
Q1	100060,5841	
Q6		43860,67
Q8		126,96
Q yang dibangkitkan		57072,9541
<b>Total</b>	<b>100060,5841</b>	<b>100060,5841</b>

*commit to user*

## **2.5. Lay Out Pabrik dan Peralatan**

### **2.5.1. Lay Out Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses. Pada prarancangan pabrik ini, tata letak dari pabrik dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

1. Pabrik DME merupakan pabrik baru (bukan pengembangan), sehingga dalam menentukan *lay out* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Berdasarkan kebutuhan DME dunia yang terus meningkat maka diperlukan adanya perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik masa depan.
3. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *lay out* diusahakan jauh dari sumber api , bahan panas, dan bahan yang mudah meledak.
4. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung

Secara garis besar *lay out* dibagi menjadi beberap bagian utama, yaitu :

- a. Daerah administrasi/ perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Daerah administrasi/ perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol adalah daerah pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi.

*commit to user*

Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual.

b. Daerah proses

Daerah proses adalah daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung.

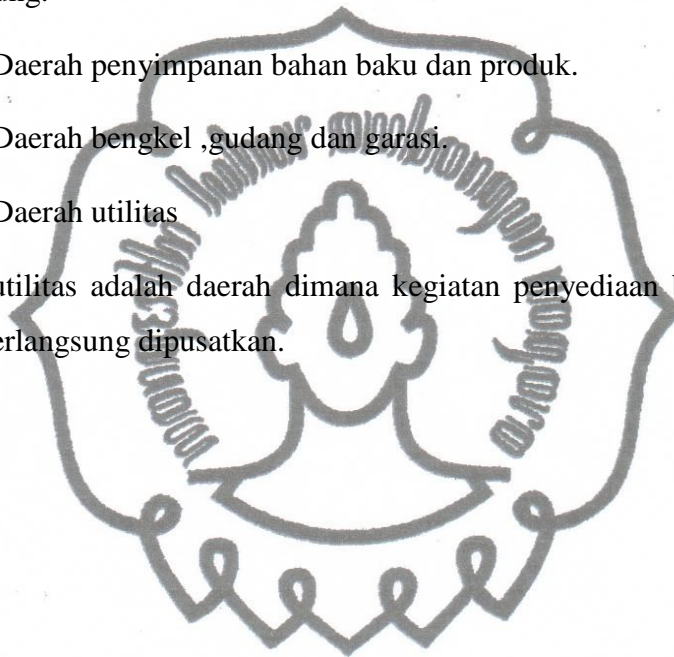
c. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk.

d. Daerah bengkel ,gudang dan garasi.

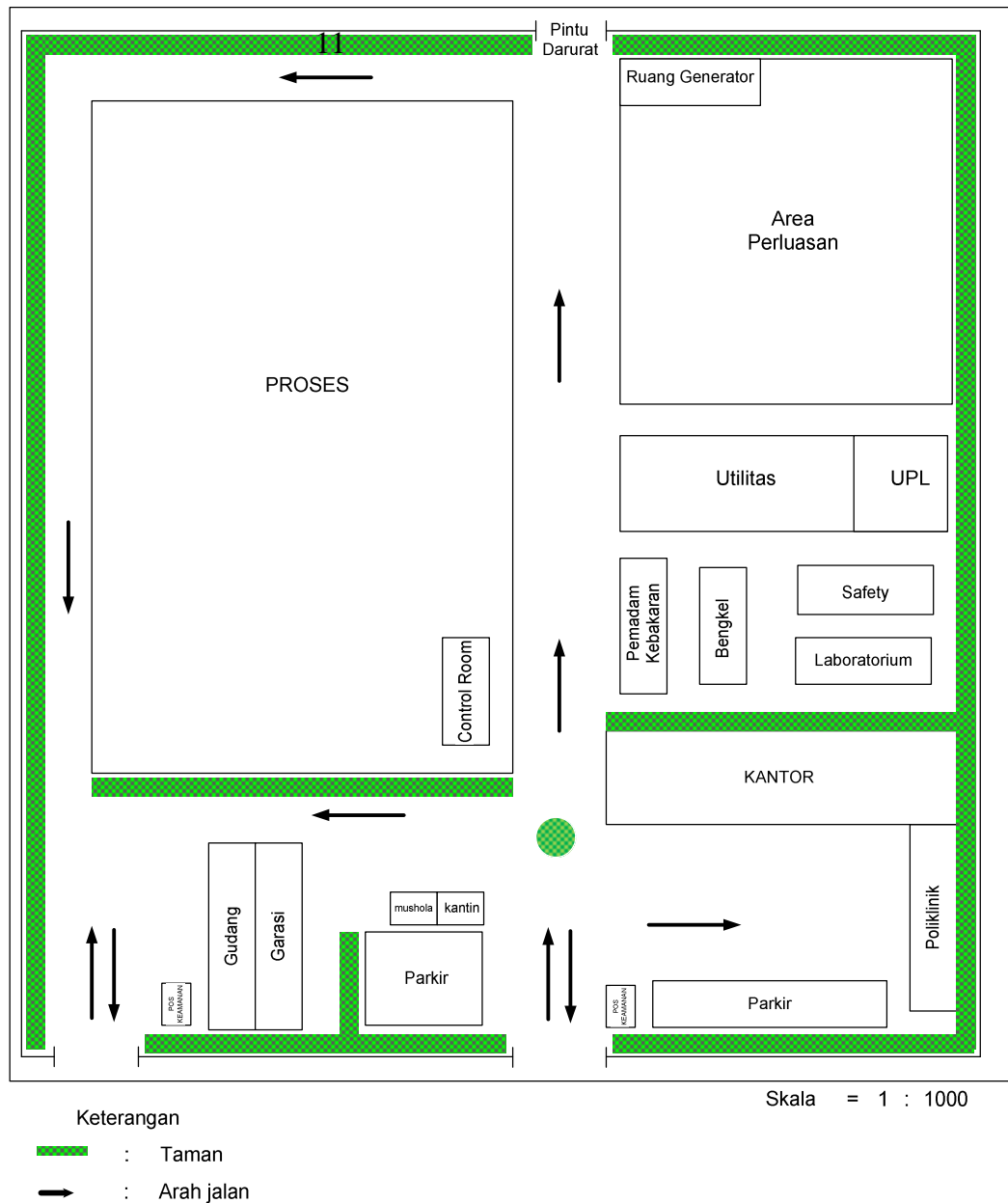
e. Daerah utilitas

Daerah utilitas adalah daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan.

(Vilbrandt, 1959)



### Lay Out Pabrik



Gambar 2.4 Lay Out Pabrik

*commit to user*

### 2.5.2 Lay out peralatan

Tata letak peralatan proses pada prarancangan pabrik ini dapat dilihat pada Gambar 2.5. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik DME , antara lain :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara didalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai selain itu pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

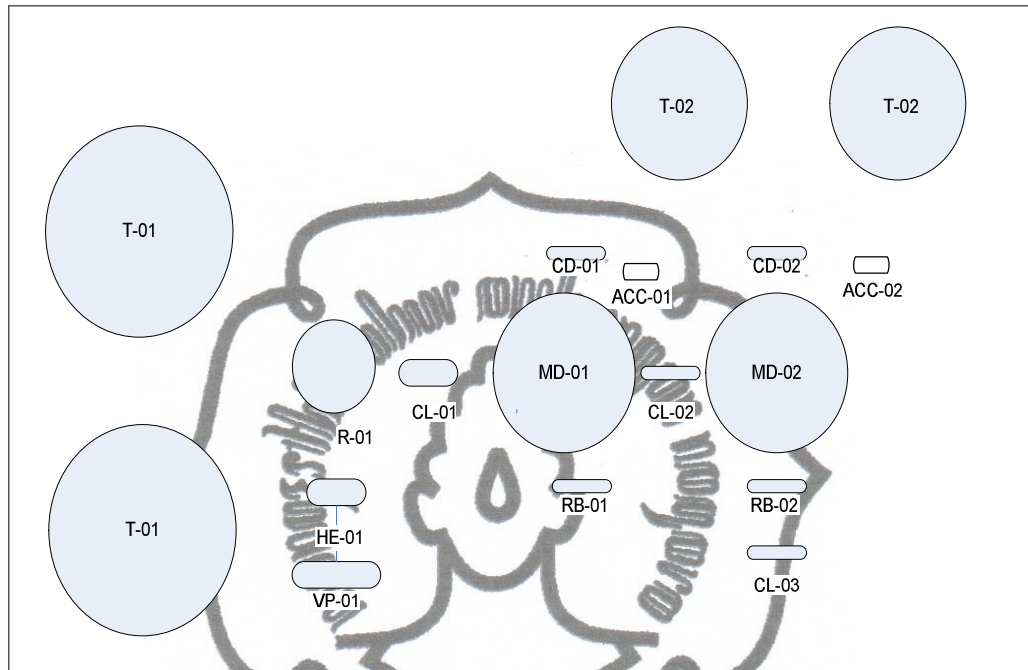


6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.



### *Lay Out Peralatan*



Skala 1 : 300

Keterangan gambar :  
 T : Tangki  
 VP : Vaporizer  
 HE : Heat Exchanger  
 CL : Cooler  
 R : Reaktor  
 MD : Menara Distilasi  
 CD : Condenser  
 ACC : Accumulator  
 RB : Reboiler

Gambar 2.5 *Lay Out Peralatan Proses*

*commit to user*

## BAB III

### SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

#### 3.1. Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Untuk mereaksikan <i>methanol</i> menjadi <i>dimethyl ether</i>
Tipe	: Reaktor <i>fixed bed multitube</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA-285 grade C</i>
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 250 °C
Tekanan	: 227,287 psi (15,5 atm)
Waktu Tinggal	: 5,706 detik
T keluar	: 283 °C
P masuk	: 15.5 atm
P keluar	: 15,15 atm
Dimensi :	
<u>Shell</u>	
Diameter <i>shell</i>	: 1,06 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,75 in (1,905 cm)
<u>Tube</u>	
Diameter <i>tube</i>	: 0,028m
Tipe <i>head</i>	: <i>Torispherical head</i>
Tinggi <i>head</i>	: 0,25412 m (10,0048 in)

Tebal <i>head</i>	: 0,44 cm (0,1732 in)
Volume reaktor	: 2,3281 m <sup>3</sup>
Katalis	: Alumina
Berat katalis	: 1106,565 kg

### 3.2. Menara Distilasi 1

Kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan produk utama <i>dimethyl ether</i>
Tipe	: <i>Plate tower, sieve tray</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA 285 grade C</i>
Kondisi Operasi :	
Tekanan	: 9 atm
Suhu :	<i>Feed</i> : 148,04 °C
	Atas : 46,32 °C
	Bawah : 156,33 °C

Dimensi :

*Shell* /Kolom

a. Diameter	: 1,9915 m
b. Tinggi total	: 13,1218 m
c. Tebal <i>shell</i> atas	: 2,8575 cm (1,1250 in)
bawah	: 2,8575 cm (1,1250 in)

*commit to user*

### *Head*

- a. Tipe : *Torispherical head*
- b. Tebal *head* atas : 2,6988 cm (1,0625 in)  
bawah : 2,6988 cm (1,0625 in)
- c. Tinggi *head* atas : 0,4037 m  
bawah : 0,4037 m

### *Plate*

- a. Tipe : *Sieve tray*
- b. Jumlah *plate* : 10
- c. *Plate* umpan : *Plate ke 9*

## 3.3. Menara Distilasi 2

- Kode : MD-02
- Fungsi : Memisahkan *methanol* untuk *direcycle*
- Tipe : *Plate tower, sieve tray*
- Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*
- Kondisi Operasi :
- Tekanan : 1 atm
- Suhu : *Feed* : 82,64 °C  
Atas : 64,70 °C  
Bawah : 120,1 °C
- Dimensi :
- Shell* /Kolom
- a. Diameter : 2,2943 m

- b. Tinggi total : 14,9520 m
- c. Tebal *shell* atas : 0,47625 cm (0,1875 in)  
bawah : 0,47625 cm (0,1875 in)

#### *Head*

- a. Tipe : *Torispherical head*
- b. Tebal *head* atas : 0,47625 cm (0,1875 in)  
bawah : 0,47625 cm (0,1875 in)
- c. Tinggi *head* atas : 0,2908 m  
bawah : 0,2908 m

#### *Plate*

- a. Tipe : *Sieve tray*
- b. Jumlah *plate* : 11
- c. *Plate* umpan : *Plate* ke 5

### 3.4. Tangki *Methanol*

- Kode : T-01
- Fungsi : Menyimpan *methanol* selama 30 hari
- Tipe : Tangki silinder vertikal, *flat bottome* dan atap  
*conical*
- Bahan : *Carbon steel* SA 283 grade C
- Jumlah : 2 buah
- Kondisi operasi : T = 30 °C  
P = 1 atm
- Kapasitas : 5517,04 m<sup>3</sup>



Dimensi :

Diameter : 10,668 m

Tinggi : 16,4592 m

Tebal *shell* :

*Course* 1 = 1,27 cm (0,5 in)

*Course* 2 = 1,1113 cm (0,4375 in)

*Course* 3 = 1,1113 cm (0,4375 in)

*Course* 4 = 0,9525 cm (0,3750 in)

*Course* 5 = 0,9525 cm (0,3750 in)

*Course* 6 = 0,7938 cm (0,3125 in)

*Course* 7 = 0,6350 cm (0,2500 in)

*Course* 8 = 0,6350 cm (0,2500 in)

*Course* 9 = 0,4763 cm (0,1875 in)

Tebal *head* : 1,27 cm (0,5 in)

Tinggi *head* : 1,94 m

Tinggi total : 18,3998 m

### 3.5. Tangki *Dimetyl Ether*

Kode : T-02

Fungsi : Menyimpan *dimetyl ether* selama 30 hari

Tipe : Tangki horizontal dengan atap *torispherical*

Bahan : *Stainless steel* SA 283 grade C

Jumlah : 2 buah

Kondisi operasi : T = 46,32 °C

	$P = 9 \text{ atm}$
Kapasitas	: $643,7252 \text{ m}^3$
Dimensi:	
Diameter	: $7,62 \text{ m}$
Tinggi	: $9,144 \text{ m}$
Tebal shell	:
Course 1	= $0,635 \text{ cm (0,25 in)}$
Course 2	= $0,635 \text{ cm (0,25 in)}$
Course 3	= $0,635 \text{ cm (0,25 in)}$
Course 4	= $0,476 \text{ cm (0,1875 in)}$
Course 5	= $0,476 \text{ cm (0,1875 in)}$
Tebal head	: $0,0635 \text{ m}$
Tinggi head	: $0,1035 \text{ m}$
Tinggi total	: $11,6284 \text{ m}$

### 3.6. Vaporizer

Kode	: VP-01
Fungsi	: Menguapkan bahan baku <i>methanol</i> dari tangki T-01 menuju Reaktor
Tipe	: <i>Kettle reboiler</i>
Bahan konstruksi	: <i>Low-alloy steel SA 209 grade C</i>
Kapasitas	: $2136650,848 \text{ kJ/jam}$

*commit to user*

Dimensi :

*Shell*

- a. Fluida : bahan baku dari tangki *methanol*
- b. Kapasitas : 3283,534 kg/jam
- c. Diameter dalam : 13,25 in
- d. Pass : 1

*Tube*

- a. Fluida : *steam* (uap panas)
- b. Kapasitas : 763,8281 kg/jam
- c. Jumlah *tube* : 90
- d. BWG : 16
- e. Diameter : 0,75 in
- f. *Pitch* : 0,9375 in, *triangular*
- g. Panjang : 12 ft
- h. Pass : 1

### 3.7. Accumulator 1

- Kode : ACC-01
- Fungsi : Menampung hasil atas Menara Destilasi -01
- Tipe : *Horisontal drum* dengan *torispherical head*
- Bahan : *Carbon steel SA 285 grade C*
- Kondisi operasi : T = 46,32 °C  
P = 9 atm
- Kapasitas : 1,1270 m<sup>3</sup> *per hour to user*

Dimensi :

Diameter	: 0,7737 m
Panjang	: 2,3212 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,0095 cm (0,375 in)
Tebal <i>head</i>	: 0,0143 cm (0,563 in)
Panjang total	: 2,6535 m
Pipa pengeluaran	
IPS	: 2 in
OD	: 2,38 in
ID	: 1,94 in
SN	: 80

### 3.8. Accumulator 2

Kode	: ACC-02
Fungsi	: Menampung hasil atas Menara Distilasi -02
Tipe	: <i>Horizontal drum</i> dengan <i>torispherical head</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi operasi	: T = 64,7 °C
	P = 1 atm
Kapasitas	: 0,3568 m <sup>3</sup>
Dimensi :	
Diameter	: 0,5274 m
Panjang	: 1,5821 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 cm (0,0048 in)

Tebal *head* : 0,1875 cm (0,0048 in)

Panjang total : 1,7820 m

Pipa pengeluaran

IPS : 2 in

OD : 2,38 in

ID : 1,94 in

SN : 80

### 3.9. Condenser 1

Kode : CD-01

Fungsi : Mengembunkan hasil atas menara distilasi -01

Tipe : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Stainless steel SA 167 type 316*

Beban panas : 7130423,805 KJ/jam

Luas transfer panas : 22,0705 m<sup>2</sup> (237,5648 ft<sup>2</sup>)

Dimensi :

*Tube side*

a. Fluida : Air pendingin

b. Kapasitas : 32987,166 kg/jam

c. Suhu : T masuk = 30 °C

T keluar = 40 °C

d. OD *tube* : 1,27 cm (0,5 in)

e. Susunan : *Triangular pitch*

f. BWG : 12

*commit to user*

- g. *Pitch* : 1,5875 cm (0,625 in)
- h. Panjang *tube* : 2,4384 m
- i. Jumlah *tube* : 397
- j. *Passes* : 2
- k. Delta P : 0,00086 atm (0,0127 Psi)

*Shell side*

- a. Fluida : Hasil atas MD-01
- b. Kapasitas : 1893,9394 kg/jam
- c. Suhu : T masuk = 46,32 °C  
T keluar = 46,32 °C
- d. ID *shell* : 73,66 cm (29 in)
- e. *Passes* : 1
- f. Delta P : 0,000007 atm (0,0001 Psi)

Uc : 187,1434 Btu/j.°F.ft2

Ud : 149,7161 Btu/j.°F.ft<sup>2</sup>

Rd *required* : 0,001 j.°F.ft<sup>2</sup>/Btu

Rd : 0,00234 j.°F.ft<sup>2</sup>/Btu

### 3.10. Condenser 2

Kode : CD-02

Fungsi : Menguapkan hasil atas menara distilasi -02

Type : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Stainless steel SA 167 type 316*

Beban panas : 1213554,817 KJ/jam



Luas transfer panas : 20,1803 m<sup>2</sup> (217,2192 ft<sup>2</sup>)

Dimensi :

*Tube side*

- a. Fluida : Air pendingin
- b. Kapasitas : 5614,2152 kg/jam
- c. Suhu : T masuk = 30 °C  
T keluar = 40 °C
- d. OD tube : 1,27 cm (0,5 in)
- e. Susunan : *Triangular pitch*
- f. BWG : 12
- g. Pitch : 1,5875 cm (0,625 in)
- h. Panjang tube : 2,4384 m
- i. Jumlah tube : 363
- j. Passes : 2
- k. Delta P : 0,00003 atm (0,00044 Psi)

*Shell side*

- a. Fluida : Hasil atas MD-02
- b. Kapasitas : 648,0852 kg/jam
- c. Suhu : T masuk = 64,7 °C  
T keluar = 64,7 °C
- d. ID shell : 73,66 cm (29 in)
- e. Passes : 1
- f. Delta P : 0,0000007 atm (0,00001 Psi)

*commit to user*

Uc	: 297,5554 Btu/j.°F.ft <sup>2</sup>
Ud	: 114,8818 Btu/j.°F.ft <sup>2</sup>
Rd <i>required</i>	: 0,001 j.°F.ft <sup>2</sup> /Btu
Rd	: 0,00234 j.°F.ft <sup>2</sup> /Btu

### 3.11.Reboiler 1

Kode	: RB-01
Fungsi	: Menguapkan sebagian hasil bawah menara distilasi-01
Tipe	: <i>Kettle reboiler</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Beban panas	: 7005274,64 KJ/jam
Luas transfer panas	: 20,7953 m <sup>2</sup> (223,8390 ft <sup>2</sup> )
Dimensi :	

#### *Tube side*

- a. Fluida : *Steam*
- b. Kapasitas : 11696,2102 kg/jam
- c. Suhu : T masuk = 273,8889 °C  
T keluar = 273,8889 °C
- d. OD tube : 1,27 cm (0,5 in)
- e. Susunan : *Triangular pitch*
- f. BWG : 16
- g. Pitch : 3,175 cm (1,25 in)

*commut to user*

- h. Panjang *tube* : 3,0480 m
- i. Jumlah *tube* : 231
- j. *Passes* : 4
- k. Delta P : 0,1333 atm (1,9584 Psi)

#### *Shell side*

- a. Fluida : Hasil bawah MD-01
- b. Kapasitas : 1389,5946 kg/jam
- c. Suhu : T masuk = 156,33 °C  
T keluar = 156,33 °C
- d. ID *shell* : 48,8950 cm (19,25 in)
- e. *Passes* : 1
- f. Delta P : Diabaikan
- Uc : 250 Btu/j.F.ft<sup>2</sup>
- Ud : 111 Btu/j.F.ft<sup>2</sup>
- Rd *required* : 0,001 j.F.ft<sup>2</sup>/Btu
- Rd : 0,00203 j.F.ft<sup>2</sup>/Btu

### **3.12.Reboiler 2**

- Kode : RB-02
- Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-02
- Tipe : *Kettle reboiler*
- Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*
- Beban panas : 1003929,96 KJ/jam
- Luas transfer panas : 21,0654 m<sup>2</sup> (226,7460 ft<sup>2</sup>)

Dimensi :

*Tube side*

- a. Fluida : *Steam*
- b. Kapasitas : 10591,4396 kg/jam
- c. Suhu : T masuk = 273,8889 °C  
T keluar = 273,8889 °C
- d. OD tube : 1,27 cm (0,5 in)
- e. Susunan : *Triangular pitch*
- f. BWG : 16
- g. Pitch : 3,175 cm (1,25 in)
- h. Panjang tube : 3,0480 m
- i. Jumlah tube : 234
- j. Passes : 4
- k. Delta P : 0,1280 atm (1,8207 psi)

*Shell side*

- a. Fluida : Hasil bawah MD-02
- b. Kapasitas : 741,5094 kg/jam
- c. Suhu : T masuk = 120,1 °C  
T keluar = 100,001 °C
- d. ID shell : 0,3875 m (15,25 in)
- e. Passes : 1
- f. Delta P : Diabaikan

Uc : 250 Btu/j.F.ft<sup>2</sup>  
*commit to user*

Ud	: 114 Btu/j.F.ft <sup>2</sup>
Rd <i>required</i>	: 0,001 j.F.ft <sup>2</sup> /Btu
Rd	: 0,00279 j.F.ft <sup>2</sup> /Btu

### 3.12 Heat Exchanger 1

Kode	: HE-01
Fungsi	: Memanaskan umpan reaktor
Tipe	: <i>Shell and tube heat exchanger</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Beban panas	: 810890,22 KJ/jam
Luas transfer panas	: 25,1003 m <sup>2</sup> (270,1776 ft <sup>2</sup> )
Dimensi :	
Tube side	
a. Fluida	: <i>Steam</i>
b. Kapasitas	: 512,7552 kg/jam
c. Suhu	: T masuk = 273,8889 °C T keluar = 273,8889 °C
d. OD tube	: 2,54 cm (1 in)
e. Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
f. BWG	: 16
g. Pitch	: 3,175 cm (1,25 in)
h. Panjang tube	: 3,6576 m
i. Jumlah tube	: 86

*commit to user*

- j. *Passes* : 2
- k. *Delta P* : 0,007344 atm (0,1080 psi)

*Shell side*

- a. *Fluida* : Umpan reaktor
- b. *Kapasitas* : 3283,5340 kg/jam
- c. *Suhu* : T masuk = 155,04 °C  
T keluar = 250 °C
- d. *ID shell* : 0,3874 m (15,25 in)
- e. *Passes* : 1
- f. *Delta P* : 0,0007 atm (0,0011 Psi)
- Uc : 593,1651 Btu/j.F.ft<sup>2</sup>
- Ud : 213,3771 Btu/j.F.ft<sup>2</sup>
- Rd *required* : 0,002 j.F.ft<sup>2</sup>/Btu
- Rd : 0,003 j.F.ft<sup>2</sup>/Btu

**3.13. Cooler 1**

- Kode : CL-01
- Fungsi : Mendinginkan produk reaktor
- Tipe : *Shell and tube heat exchanger*
- Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*
- Beban panas : 5412966,3268 KJ/jam
- Luas transfer panas : 20,2464 m<sup>2</sup> (217,9310 ft<sup>2</sup>)

*commit to user*



Dimensi :

Tube side

- a. Fluida : Air pendingin
- b. Kapasitas : 68337,1963 kg/jam
- c. Delta P : 0,1439 atm (2,1166 Psi)
- d. Suhu : T masuk = 30 °C  
T keluar = 50 °C
- e. OD tube : 1,905cm (0,75 in)
- f. Susunan : *Triangular pitch*
- g. BWG : 18
- h. Pitch : 2,54 cm (1 in)
- i. Panjang tube : 3,6576 m
- j. Jumlah tube : 138
- k. Passes : 2

Shell side

- a. Fluida : Produk reaktor
- b. Kapasitas : 249,9639 kg/jam
- c. Suhu : Tmasuk = 277,65 °C  
Tkeluar = 148,04 °C
- d. ID shell : 0,3874 m (15,25 in)
- e. Passes : 1
- f. Delta P : 0,0159 atm (0,2261 Psi)

Uc : 423,0352 Btu/j.F.ft<sup>2</sup>  
*commit to user*

Ud	: 80,4488 Btu/j.F.ft <sup>2</sup>
Rd <i>required</i>	: 0,002 j.F.ft <sup>2</sup> /Btu
Rd	: 0,00419 j.F.ft <sup>2</sup> /Btu

### 3.14. Cooler 2

Kode	: CL-02
Fungsi	: Mendinginkan umpan MD-02 dengan menggunakan air pendingin
Tipe	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Beban panas	: 551459,6019 KJ/jam
Luas transfer panas	: 113,09 ft <sup>2</sup>
Dimensi :	
Pipa dalam	
a. Fluida	: Air pendingin
b. Kapasitas	: 6564,9953 kg/jam
c. Delta P	: 0,09 Psi
d. Suhu	: T masuk = 30 °C T keluar = 50 °C
e. IPS	: 3 in
f. Diameter luar	: 3,50 in
g. SN	: 40
h. Diameter dalam	: 3,068 in

*commit to user*

- i. Panjang *hair pin* : 3,6576 m (12 ft)
- j. Jumlah *hair pin* : 4 buah

Pipa luar

- a. Fluida : Umpan MD-02
- b. Kapasitas : 14807,4893 kg/jam
- c. Delta P : 2,714 Psi
- d. Suhu : Tmasuk = 128,54 °C  
Tkeluar = 82,64 °C
- e. IPS : 4 in
- f. Diameter luar : 4,5 in
- g. SN : 40
- h. Diameter dalam : 4,026 in
- Uc : 402,32 Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F
- Ud : 79,34 Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F
- Rd *required* : 0,002 ft<sup>2</sup>.jam. °F/Btu
- Rd : 0,0042 ft<sup>2</sup>.jam. °F/Btu

### 3.15. Cooler 3

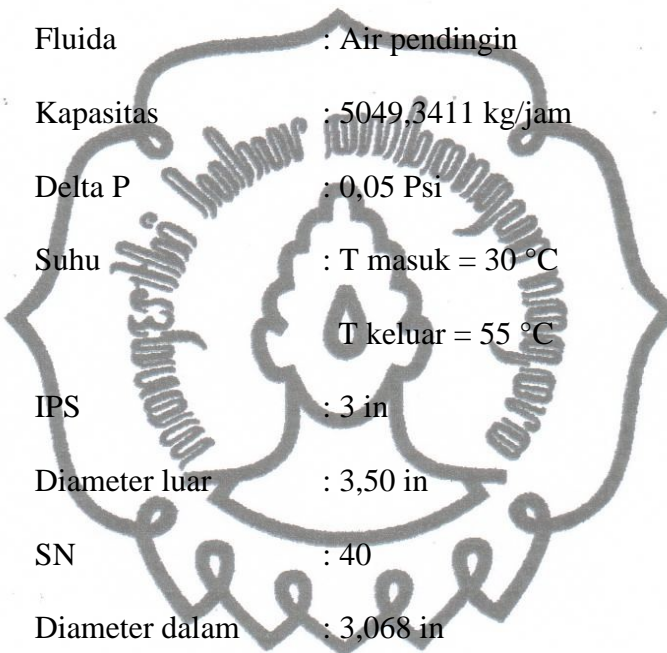
- Kode : CL-03
- Fungsi : Mendinginkan hasil bawah MD-02 dengan menggunakan air pendingin
- Tipe : *Double pipe heat exchanger*
- Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*  
*commit to user*

Beban panas : 530180,8151 KJ/jam

Luas transfer panas : 113,09 ft<sup>2</sup>

Dimensi :

Pipa dalam

- 
- a. Fluida : Air pendingin
  - b. Kapasitas : 5049,3411 kg/jam
  - c. Delta P : 0,05 Psi
  - d. Suhu : T masuk = 30 °C  
T keluar = 55 °C
  - e. IPS : 3 in
  - f. Diameter luar : 3,50 in
  - g. SN : 40
  - h. Diameter dalam : 3,068 in
  - i. Panjang *hair pin* : 3,6576 m (12 ft)
  - j. Jumlah *hair pin* : 4 buah

Pipa luar

- a. Fluida : hasil bawah MD-02
- b. Kapasitas : 3387,5717 kg/jam
- c. Delta P : 0,0972 Psi
- d. Suhu : T masuk = 120,1 °C  
T keluar = 50 °C
- e. IPS : 4 in

*commit to user*

f. Diameter luar	: 4,5 in
g. SN	: 40
h. Diameter dalam	: 4,026 in
Uc	: 193,19 Btu/j.ft <sup>2</sup> .°F
Ud	: 80,75 Btu/j.ft <sup>2</sup> .°F
Rd <i>required</i>	: 0,002 ft <sup>2</sup> .jam. °F/Btu
Rd	: 0,0051 ft <sup>2</sup> .jam. °F/Btu

### 3.17. Pompa 1

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan umpan <i>methanol</i> campuran dari TEE menuju V-01
Tipe	: <i>Single stage centrifugal pump</i>
Kapasitas (gpm )	: 22,3590
Tenaga pompa	: 1 Hp
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Total Head	: 24,8895 m
Tegangan	: 220/380 volt
Frekuensi	: 50 Hz
NPSH <i>required</i>	: 0,6867 m (2,2529 ft)
NPSH <i>available</i>	: 199,6974 m (655,1753 ft)
Pipa	
a. IPS	: 1,5 in
b. OD	: 1,9 in
c. ID	: 1,61 in

d. SN : 40

### 3.18. Pompa 2

Kode : P-02

Fungsi : Mengalirkan cairan keluaran dari RB-01 menuju  
MD-02

Tipe : *Single stage centrifugal pump*

Kapasitas (gpm) : 32,0810

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp

Total Head : 23,5804 m

Tegangan : 220/380 volt

Frekuensi : 50 Hz

NPSH *required* : 0,8735 m (2,8659 ft)

NPSH *available* : 46,2729 m (151,814 ft)

Pipa

a. IPS : 1,5 in

b. OD : 1,9 in

c. ID : 1,61 in

d. SN : 40

### 3.19. Pompa 3

Kode : P-03

Fungsi : Mengalirkan refluk cairan dari ACC-01 menuju  
MD-01

Tipe	: <i>Single stage centrifugal pump</i>
Kapasitas ( gpm )	: 29,6410
Tenaga pompa	: 2 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Total Head	: 25,5251 m
Tegangan	: 220/380 volt
Frekuensi	: 50 Hz
NPSH <i>required</i>	: 1,1585 m (3,8009 ft)
NPSH <i>available</i>	: 160,5409 m (526,7091 ft)
Pipa	
a. IPS	: 1 in
b. OD	: 1,32 in
c. ID	: 1,049 in
d. SN	: 40

### 3.22. Pompa 4

Kode	: P-04
Fungsi	: Mengalirkan refluks cairan dari ACC-02 menuju MD-02
Tipe	: <i>Single stage centrifugal pump</i>
Kapasitas ( gpm )	: 20,9432
Tenaga pompa	: 2 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Total Head	: 25,5007 m



Tegangan	: 220/380 volt
Frekuensi	: 50 Hz
NPSH <i>required</i>	: 0,9188 m (3,0144 ft)
NPSH <i>available</i>	: 12,6367 m (41,4589 ft)

Pipa

a. IPS	: 0,5 in
b. OD	: 0,833 in
c. ID	: 0,625 in
d. SN	: 40

**3.23. Pompa 5**

Kode	: P-05
Fungsi	: Mengalirkan cairan keluaran dari RB-02 menuju CL-03

Tipe : *Single stage centrifugal pump*

Kapasitas ( gpm ) : 30,7014

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp

Total Head : 23,7767 m

Tegangan : 220/380 volt

Frekuensi : 50 Hz

NPSH *required* : 0,8483 m (2,7832 ft)

NPSH *available* : 11,2451 m (36,8933 ft)

*commut to user*

Pipa

- a. IPS : 0,25 in
- b. OD : 0,54 in
- c. ID : 0,302 in
- d. SN : 80



*commit to user*

## BAB IV

### UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

#### 4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik *dimethyl ether* terdiri atas unit pengadaan air, udara tekan, listrik, *steam*, dan bahan bakar.

##### 4.1.1. Unit Pengadaan Air

Air pendingin, air pemadam kebakaran, air umpan *boiler*, air konsumsi umum dan sanitasi menggunakan air dari Sungai Mahakam yang terletak dekat dari lokasi pabrik di Bontang, Kalimantan Timur.

Alasan pemilihan air sungai antara lain :

1. Mudah diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya

Air yang digunakan adalah air Sungai Mahakam. Air yang berasal dari sungai pada umumnya mengandung lumpur atau padatan serta mineral penyebab *foaming*, oksigen bebas dan kadang mengandung asam, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Tahapan pengolahan air sungai meliputi:

1. Pengendapan awal

Air sungai dialirkan dari sungai ke bak penampungan dengan menggunakan pompa (PW-01). Sebelum masuk ke pompa, air sungai dilewatkan pada

*traveling screen* untuk menyaring partikel dengan ukuran besar. Air sungai diendapkan dalam bak penampungan (BU-01). Tahap ini bertujuan untuk mengendapkan dan memisahkan padatan-padatan atau lumpur yang terdapat dalam air dengan menggunakan gaya gravitasi.

2. Pengendapan dengan cara koagulasi

Air pada bak penampungan awal (BU-01) di alirkan menggunakan pompa (PW-02) menuju bak koagulasi (TF). Pada tahap ini, terjadi proses pengendapan padatan-padatan tersuspensi (flok) yang tidak dapat mengendap di bak penampungan (BU-01). Tahap koagulasi membutuhkan larutan tawas 5 % dan larutan kapur 5 %. Larutan kapur 5 % ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) berfungsi sebagai pengikat garam-garam yang terlarut dalam air sungai, sedangkan larutan tawas 5 % ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) berfungsi sebagai bahan koagulan yang dapat mempercepat pengendapan flok.

3. Pemisahan dengan *clarifier*

Air dari bak koagulasi (TF) dialirkan menggunakan pompa (PW-03) menuju *clarifier* (CL). Flok-flok yang terbentuk pada proses koagulasi dipisahkan dalam *clarifier*. Flok akan mengendap di dasar *clarifier* dan keluar melalui pipa *blow down*. Sedangkan air yang terpisahkan dari flok akan mengalir ke atas menuju *sand filter*.

4. Pemisahan dengan *sand filter*

Air dari *clarifier* (CL) kemudian dipisahkan dari partikel-partikel yang belum mengendap dalam *sand filter* (SP). Kemudian, air dialirkan menuju bak penampungan air bersih (BU-02). Dalam bak penampung air bersih

*commit to user*

ditambahkan *chlorine* sebagai desinfektan terhadap mikroorganisme yang terdapat dalam air sungai. Air bersih dari bak penampungan (BU-02) dialirkan ke tangki penyimpanan (TU-05) untuk digunakan sebagai air konsumsi dan sanitasi.

#### 5. Pemisahan dengan *kation exchanger* (KE)

Air bersih dari bak penampungan (BU-02) dialirkan melalui pompa (PW-05) menuju unit penyediaan air umpan boiler dan air proses. Air umpan boiler dan air proses harus dihilangkan kandungan mineral dan garamnya yang dapat menimbulkan kesadahan dalam air. *Kation exchanger* (KE) berfungsi untuk mengikat ion-ion positif dari garam yang terlarut dalam air lunak. Alat ini berupa silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah jenis C-300 dengan notasi  $RH_2$ . Reaksi yang terjadi dalam *kation exchanger* antara lain :

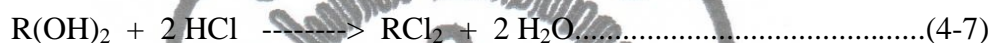


Apabila resin sudah jenuh maka pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  2 %. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi antara lain :

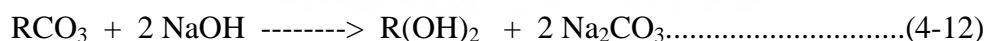


#### 6. Pemisahan dengan *anion exchanger* (AE)

Air hasil *kation exchanger* (KE) kemudian dialirkan melalui pompa (PW-06) menuju *anion exchanger* (AE). Alat ini seperti dengan *kation exchanger*, tetapi memiliki fungsi yang berbeda yaitu mengikat ion-ion negatif dari garam yang terlarut dalam air lunak. Resin yang digunakan adalah jenis C - 500P dengan notasi  $R(OH)_2$ . Reaksi yang terjadi dalam *anion exchanger* antara lain :



Pencucian resin yang sudah jenuh menggunakan larutan NaOH 4 %. Reaksi yang terjadi saat regenerasi antara lain :



Air keluaran *anion exchanger* dialirkan melalui pompa (PW-07) menuju tangki *demin water* (TU-06) untuk digunakan sebagai air pendingin dan air proses.

#### 7. Proses Deaerasi

Air yang sudah bebas dari ion-ion positif dan negatif kemudian dialirkan melalui pompa (PW-08) menuju tangki *deaerator* (D). Proses deaerasi bertujuan untuk menghilangkan gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida dengan cara pemanasan menggunakan *steam*. Oksigen terlarut dapat

*commit to user*



menyebabkan korosi pada alat-alat proses dan boiler. Gas ini kemudian dibuang ke atmosfer. Air bebas gas terlarut diumpankan menuju tangki penyimpanan umpan boiler (TU-07).

#### 8. Tangki Air Umpan *Boiler* (TU-07)

Alat ini berfungsi menampung air umpan *boiler* selama 24 jam. Bahan-bahan yang ditambahkan untuk mencegah korosi dan kerak, antara lain:

##### a. Hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ )

Hidrazin berfungsi menghilangkan sisa gas terlarut terutama gas oksigen, sehingga dapat mencegah korosi pada *boiler*. Reaksi yang terjadi :



##### b. $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

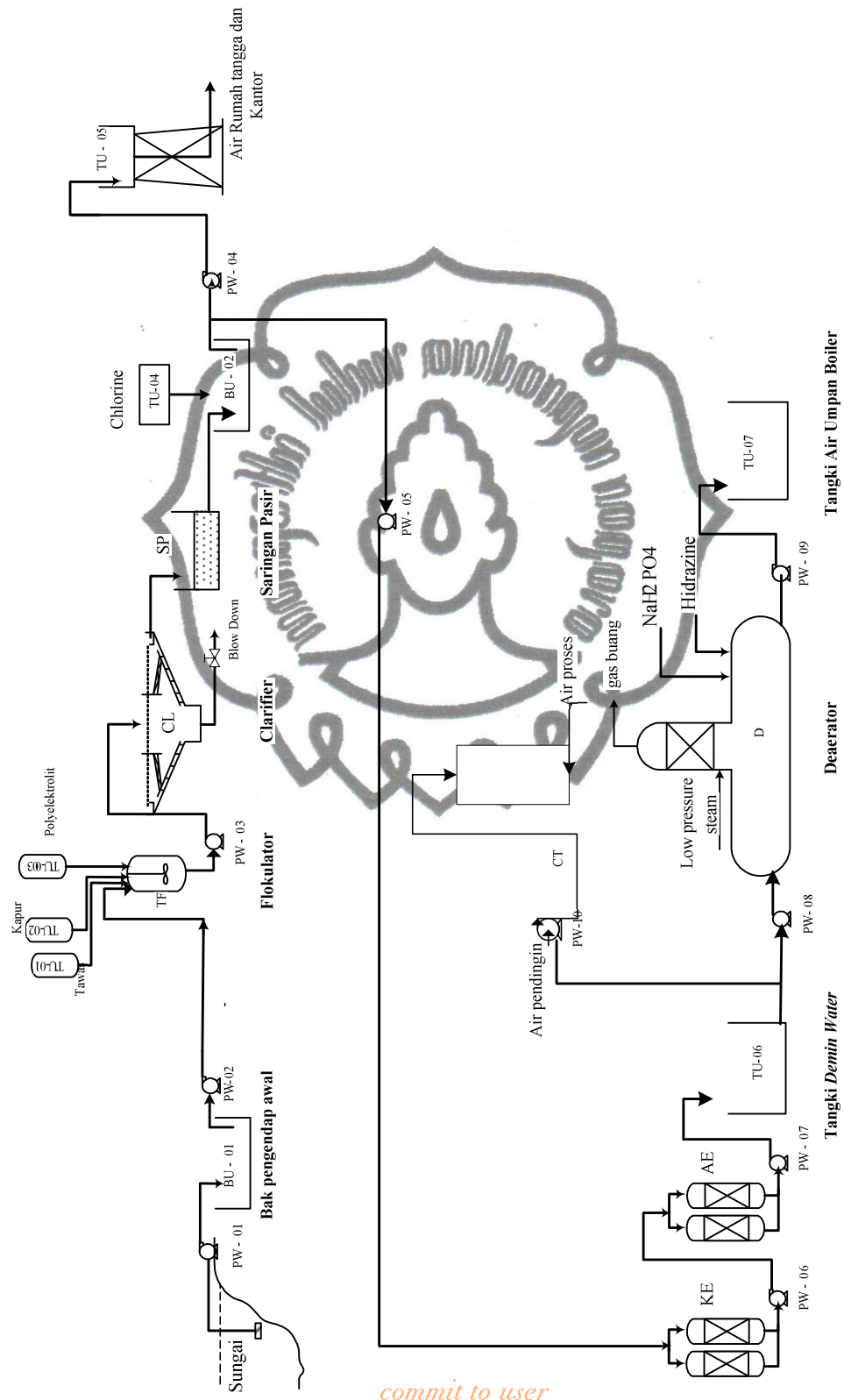
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$  berfungsi mencegah timbulnya kerak. Reaksi yang terjadi :



(Powel,1954)

Skema gambar pengolahan air sungai terlihat pada gambar 4.1.





Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air Sungai

### **A. Air Pendingin**

Air pendingin diperoleh setelah proses pengolahan air sungai dari tangki *demin water* (TU-06).

### **B. Air Umpan Boiler**

Air umpan *boiler* diperoleh dari tangki air umpan *boiler* (TU-07). Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* antara lain :

1. Kandungan yang menyebabkan korosi

Korosi dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan garam-garam terlarut.

2. Kandungan yang menyebabkan kerak (*scale reforming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu yang tinggi, biasanya berupa garam-garam silikat dan karbonat.

3. Kandungan yang menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* sehingga alkalinitas tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat tidak larut dalam jumlah yang besar.

### **C. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi**

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi berasal dari air sungai. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik antara lain :

- a. Suhu di bawah suhu udara luar

*commit to user*

- b. Warna jernih
- c. Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau

Syarat kimia antara lain :

- a. Tidak mengandung zat organik
- b. Tidak beracun

Syarat bakteriologis yaitu air tidak mengandung bakteri–bakteri, terutama bakteri *pathogen*.

Air umpan konsumsi umum dan sanitasi diperoleh dari tangki penyimpanan air (TU-05).

#### **D. Kebutuhan Air**

Kebutuhan air pada pabrik *dimethyl ether* terdiri dari :

1. Kebutuhan Air Pendingin

Kebutuhan air pendingin dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kebutuhan Air Pendingin

No	Kode Alat	Alat	Kebutuhan ( kg/jam )
1.	CD-01	<i>Condensor</i> hasil dari MD-01	32987,1657
2.	CD-02	<i>Condensor</i> hasil dari MD-02	5614,2152
3.	CL-01	<i>Cooler</i> untuk umpan MD-01	72054,0676
4.	CL-02	<i>Cooler</i> untuk umpan MD-01	6593,0590
5.	CL-03	<i>Cooler</i> hasil dari MD-02	5049,341096
6.	CL-04	<i>Cooler</i> untuk <i>Dowtherm</i>	9484,462111
TOTAL			131782,3108

Diperkirakan kebutuhan air pendingin untuk *make up* sebesar 10% dari total air pendingin = 13178,2311 kg/jam.

*commit to user*

## 2. Kebutuhan Air Umpan *Boiler*

Kebutuhan air umpan *boiler* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Kebutuhan Air Umpan *Boiler*

No	Kode Alat	Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	VP-01	Vaporizer untuk umpan R-01	763,8281
2.	HE-01	Heater untuk umpan R-01	512,5726
3.	RB-01	Reboiler hasil dari MD-01	11707,9983
4.	RB-02	Reboiler hasil dari MD-02	10602,1142
TOTAL			23586,5132

Diperkirakan air yang hilang sebesar 20 % sehingga kebutuhan *make up* air umpan *boiler* = 4.717,3026 kg/jam.

## 3. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

No	Nama Unit	Kebutuhan (kg/hari)
1.	Perkantoran	5500
2.	Laboratorium	1800
3.	Kantin	3000
4.	<i>Hydrant</i> / Taman	1030
5.	Poliklinik	400
TOTAL		11730

Total kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi = 11730 kg/hari

= 488,7500 kg/jam

## 4. Kebutuhan Air Sungai

Kebutuhan air sungai yang harus disediakan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

*commit to user*

Tabel 4.4. Kebutuhan Air Sungai

No	Nama Unit	Kebutuhan (kg/jam)
1	<i>Make up</i> air pendingin	13178,2311
2.	<i>Make up</i> air umpan boiler	4717,3026
3.	Air konsumsi dan sanitasi	488,500
TOTAL		18384,2837

Untuk keamanan dalam penyediaan air, maka diambil kelebihan 20 %.

Total air yang disuplai dari air sungai = 22061,1405 kg/jam.

#### 4.1.2. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik *dimethyl ether* diperkirakan sebesar 100 m<sup>3</sup>/jam, tekanan 100 psi dan suhu 35°C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: CU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 100 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan <i>suction</i>	: 14,7 psi (1 atm)
Tekanan <i>discharge</i>	: 100 psi (6,8 atm)
Suhu udara	: 35 °C
Efisiensi	: 80 %
Daya kompresor	: 11 HP

#### 4.1.3. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik *dimethyl ether* dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu, meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan antara lain:

- a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

- a. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- b. Listrik untuk penerangan
- c. Listrik untuk AC
- d. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi
- e. Listrik untuk alat-alat elektronik

Besarnya kebutuhan listrik masing-masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut :

##### A. Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Proses dan Utilitas

No.	Nama Alat	Jumlah	HP	Total HP
1.	P-01	1	1.5	1.5
2.	P-02	1	1.5	1.5
3.	P-03	1	3	3

*commit to user*



*Prarancangan Pabrik Dimethyl Ether dari Methanol  
Dengan Proses Dehidrasi  
Kapasitas 15.000 ton*

70

4.	P-04	1	3	3
5.	P-05	1	1.5	1.5
7.	PU-01	1	4	4
8.	PU-02	1	2	2
9.	PU-03	1	2	2
10.	PU-04	1	2	2
11.	PU-05	1	2	2
12.	PWT-01	1	2	2
13.	PWT-02	1	3	3
14.	PWT-03	1	2	2
15.	PWT-04	1	2	2
16.	PWT-05	1	2	2
17.	PWT-06	1	2	2
18.	PWT-07	1	2	2
19.	PWT-08	1	2	2
20.	PWT-09	1	2	2
21.	PWT-10	1	2	2
22.	CU-01	1	11	11
TOTAL				54,5

Kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdiskripsikan diperkirakan sebesar  $\pm 20\%$  dari total kebutuhan. Total kebutuhan listrik adalah 65,4 HP atau sebesar 48,7688 kW.

*commit to user*



## B. Listrik untuk Penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

$$L = \frac{a \cdot F}{U \cdot D}$$

dengan :

L : Lumen per outlet

a : Luas area, ft<sup>2</sup>

F : foot candle yang diperlukan (Tabel 13, Perry 6<sup>th</sup> ed)

U : Koefisien utilitas (Tabel 16, Perry 6<sup>th</sup> ed)

D : Efisiensi lampu (Tabel 16, Perry 6<sup>th</sup> ed)

Kebutuhan *lumen* yang terdapat pada listrik untuk penerangan dapat dilihat pada

Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Jumlah *Lumen* Berdasarkan Luas Bangunan

No.	Bangunan	Luas, m <sup>2</sup>	Luas, ft <sup>2</sup>	F	U	D	F/U.D
1.	Pos keamanan	60	645,82	20	0,42	0,75	63,49
2.	Parkir	600	6458,19	10	0,49	0,75	27,21
3.	Musholla	300	3229.09	20	0,55	0,75	48,48
4.	Kantin	150	1614.55	20	0,51	0,75	52,29
5.	Kantor	1500	16145.47	35	0,6	0,75	77,78
6.	Perpustakaan & Diklat	200	2152.73	20	0,6	0,75	44,44
7.	Poliklinik	300	3229.09	20	0,56	0,75	47,62
8.	Ruang kontrol	250	2690.91	40	0,56	0,75	95,24
9.	Laboratorium	400	4305,46	40	0,56	0,75	95,24
10.	Proses	8000	86109,19	30	0,59	0,75	67,80
11.	Utilitas	2000	21527,30	10	0,59	0,75	22,60

*Prarancangan Pabrik Dimethyl Ether dari Methanol  
Dengan Proses Dehidrasi  
Kapasitas 15.000 ton*

72

12.	Ruang generator	200	2152,73	10	0,51	0,75	26,14
13.	Bengkel	250	2690,91	40	0,51	0,75	104,58
14.	Garasi	400	4305,46	10	0,51	0,75	26,14
15.	Gudang	400	4305,46	10	0,51	0,75	26,14
16.	Pemadam	250	2690,91	20	0,51	0,75	52,29
17.	Jalan dan taman	10000	107636,49	5	0,55	0,75	12,12
18.	Area perluasan	2.500	26909,12	5	0,57	0,75	11,70
TOTAL		27760	298798,89				

Jumlah *lumen* :

- untuk penerangan bagian dalam ruangan = 9.657.153,9184 lumen
- untuk penerangan bagian luar ruangan (jalan, taman, dan area perluasan)  
= 1.619.411,2521 lumen

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt, satu buah lampu instant *starting daylight* 40 W mempunyai 1.920 *lumen*.

(Tabel 18 Perry 6<sup>th</sup> ed.)

Jadi jumlah lampu dalam ruangan =  $9.657.153,9184 / 1.920$   
= 5.030 buah

Untuk penerangan bagian luar ruangan digunakan lampu *mercury* 100 Watt, *lumen output* tiap lampu adalah 3.000 *lumen*. (Perry 6<sup>th</sup> ed., 1994)

Jadi, jumlah lampu luar ruangan =  $1.619.411,252 / 3.000$   
= 540 buah

Total daya penerangan =  $(40 \text{ W} \times 5.030 + 100 \text{ W} \times 540)$   
= 255.200 W

= 255,20 kW

### C. Listrik untuk AC

Kebutuhan listrik untuk AC diperkirakan sebesar 15.000 Watt atau 15 kW.

### D. Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 10.000 Watt atau 10kW.

Total kebutuhan listrik pabrik dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Total Kebutuhan Listrik Pabrik

No.	Kebutuhan Listrik	Tenaga listrik, kW
1.	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	48,769
2.	Listrik untuk keperluan penerangan	255,171
3.	Listrik untuk AC	15
4.	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	10
TOTAL		328,940

Generator yang digunakan sebagai cadangan listrik mempunyai efisiensi 80%, sehingga generator yang disiapkan harus sebesar 411,175 kW.

Generator yang dipilih yaitu generator dengan daya 450 kW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 38,825kW.

Spesifikasi generator yang diperlukan :

Jenis	: AC generator
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas / Tegangan	: 450 kW ; 220/360 Volt
Efisiensi	: 80 %
Bahan bakar	: IDO ( <i>Industrial Diesel Oil</i> )

#### 4.1.4. Unit Pengadaan Steam

Steam digunakan sebagai media pemanas *heater* (V-01, HE-01, RB-01, dan RB-02). Untuk memenuhi kebutuhan *steam* digunakan 1 buah *boiler*. *Steam* yang dihasilkan berupa *saturated steam* pada suhu 273,89 °C dan tekanan 57,7 atm.

Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 23586,5132 kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran *steam* pada saat distribusi dan *make up blowdown* pada *boiler*, maka jumlah *steam* dilebihkan sebanyak 20%. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 28303,8159 kg/jam.

Hal-hal yang dipertimbangkan dalam perancangan *boiler* antara lain :

1. *Steam* yang dihasilkan : *saturated steam*

$$T = 525 \text{ }^{\circ}\text{F} = 273,89 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$P = 848,28 \text{ psi} = 57,712 \text{ atm}$$

Untuk tekanan > 200 psia, digunakan *boiler* jenis pipa air.

2. Menentukan luas penampang perpindahan panas

Daya yang diperlukan *boiler* untuk menghasilkan *steam* melalui persamaan :

$$\text{Daya} = \frac{ms \cdot (h - hf)}{970,3 \times 34,5}$$

Dengan :

ms = massa *steam* yang dihasilkan (lb/jam)

h = entalpi *steam* pada P dan T tertentu (BTU/lbm)

hf = entalpi umpan (BTU/lbm)

dimana :

$$ms = 57199,6 \text{ lb/jam}$$

$$h = 366,33 \text{ BTU/lbm}$$

*commit to user*

Umpan air terdiri dari 20 % *make up water* dan 80 % kondensat. *Make up water* adalah air pada suhu 35°C.

$$h_f = 292,3 \text{ BTU/lbm}$$

Jadi daya yang dibutuhkan adalah sebesar = 126,49 HP

Ditentukan luas bidang pemanasan = 12 ft<sup>2</sup>/HP

$$\text{Total heating surface} = 1571,86 \text{ ft}^2$$

### 3. Perhitungan kapasitas boiler

$$\begin{aligned} Q &= m_s \times (h - h_f) \\ &= 121419,6448 \times (679,20 - 238,2213) \\ &= 4234196,46 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

### 4. Kebutuhan bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah IDO (*Industrial Diesel Oil*) dan gas reaktan sisa dari hasil atas reaktor. Sifat IDO antara lain :

$$2. \text{Heating value } (H_v) = 16.767,2474 \text{ BTU/lb}$$

$$3. \text{Densitas } ( \rho ) = 50,567 \text{ lb/ft}^3$$

Jumlah bahan bakar IDO untuk memenuhi kebutuhan panas yang ada sebanyak 2235,3031 L/jam

Spesifikasi *boiler* yang dibutuhkan :

Kode	: B
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan <i>steam</i>
Jenis	: Boiler pipa air
Jumlah	: 1 buah
Tekanan <i>steam</i>	: 5847,693 KPa
Suhu <i>steam</i>	: 273,89 °C

Efisiensi : 80 %

Bahan bakar : IDO

Kebutuhan bahan bakar : 2235,3031 L/jam

#### 4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah gas sisa *reaktan* dari reaktor dan IDO (*Industrial Diesel Oil*) untuk *boiler* dan generator. IDO diperoleh dari Pertamina dan distributornya. Pemilihan IDO sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

1. Mudah didapat
2. Lebih ekonomis
3. Mudah dalam penyimpanan

Kebutuhan bahan bakar IDO yang digunakan meliputi :

1. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

$$\text{Kapasitas boiler} = 53543471.9752 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 2235,3031 \text{ L/jam}$$

2. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator*

$$\text{Bahan bakar} = \frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{eff} \cdot \rho \cdot h}$$

$$\text{Kapasitas generator} = 450 \text{ kW}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 106,837 \text{ L/jam}$$

*commit to user*



#### **4.2. Laboratorium**

Laboratorium memiliki peranan sebagai tempat memperoleh data-data yang diperlukan di dalam pabrik. Data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, penentuan efisiensi, dan pengendalian mutu. Pengendalian mutu dilakukan supaya mutu produk sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai dari bahan baku, proses, dan produk.

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

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

1. Pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat bahan baku, produk, dan air yang meliputi air baku, air pendingin, dan air limbah. Pengamatan yang dilakukan meliputi *specific gravity*, viskositas, dan kandungan air.

2. Pengontrol terhadap proses produksi
3. Pengontrol terhadap mutu air pendingin dan yang berkaitan langsung dengan proses produksi

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

*commit to user*



1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa rutin terhadap proses produksi dengan sistem bergilir. Sistem bergilir yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan pembagian 4 *shift*, sehingga setiap *shift* bekerja 8 jam.

2. Kelompok *non-shift*

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

- a. Menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

**4.2.1. Prosedur Analisa Air**

Air yang dianalisis antara lain:

1. Air proses
2. Air umpan *boiler*
3. Air konsumsi umum dan sanitasi

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, sulfat, silika, dan konduktivitas air.

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:

1. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air.

*commit to user*

2. Spektrofotometer, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
3. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat.
4. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
5. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Air umpan *boiler* yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ), kandungan  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

#### 4.3. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *dimethyl ether* meliputi :

1. Bahan buangan cair
2. Bahan buangan padatan

Pengolahan limbah ini didasarkan pada jenis buangannya :

1. Pengolahan bahan buangan cair

Limbah cair dari pabrik *dimethyl ether* ini berupa :

- a. *Oily water* dari mesin proses

*Oily water* berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain.

Pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke penampungan minyak dan pengolahannya dengan

*commit to user*

pembakaran di dalam tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, kemudian dibuang.

b. Air sisa proses

Limbah air sisa proses merupakan limbah cair dari kegiatan proses produksi, seperti air sisa regenerasi. Air sisa regenerasi dari unit penukar ion dan unit demineralisasi dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralkan dilakukan dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  jika pH buangannya lebih dari 7,0 dan dengan larutan  $NaOH$  jika pH buangannya kurang dari 7,0. Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama dengan aliran air dari pengolahan lain dan *blow down* dari *cooling tower*.

c. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari kantor dan rumah tangga di kawasan pabrik diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan desinfektan *Calcium Hypochlorite*.

2. Pengolahan bahan buangan padatan

Limbah padat yang dihasilkan berasal dari limbah domestik dan IPAL. Limbah domestik berupa sampah-sampah dari keperluan sehari-hari seperti kertas dan plastik, sampah tersebut ditampung di dalam bak penampungan dan selanjutnya dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Limbah yang berasal dari IPAL diurug didalam tanah yang dindingnya dilapisi dengan *clay* (tanah liat) agar bila limbah yang dipendam termasuk berbahaya tidak menyebar ke lingkungan sekitarnya.

*commit to user*

## BAB V

### MANAJEMEN PERUSAHAAN

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran kerja dalam suatu perusahaan adalah sistem manajemen organisasi dalam perusahaan tersebut. Sistem manajemen organisasi yang kompak, rapi dan saling mendukung akan menghasilkan kesatuan aktivitas tenaga kerja dan proses produksi sebagai syarat utama keberhasilan suatu perusahaan.

#### 5.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik *dimethyl ether* adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan dari perusahaan atau Perseroan Terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab memberikan setoran penuh berdasarkan jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Alasan memilih bentuk perusahaan Perseroan Terbatas menurut Djoko (2003) didasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.

2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen  
Pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang berpengalaman.
5. Lapangan usaha lebih luas  
Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.

## **5.2 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik menurut Djoko (2003) perlu diperhatikan beberapa azas sebagai pedoman, antara lain:

*commit to user*

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

Berpedoman pada asas-asas tersebut maka dipilih organisasi kerja *line and staff*. Djoko (2003) menyatakan bahwa pada sistem ini garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

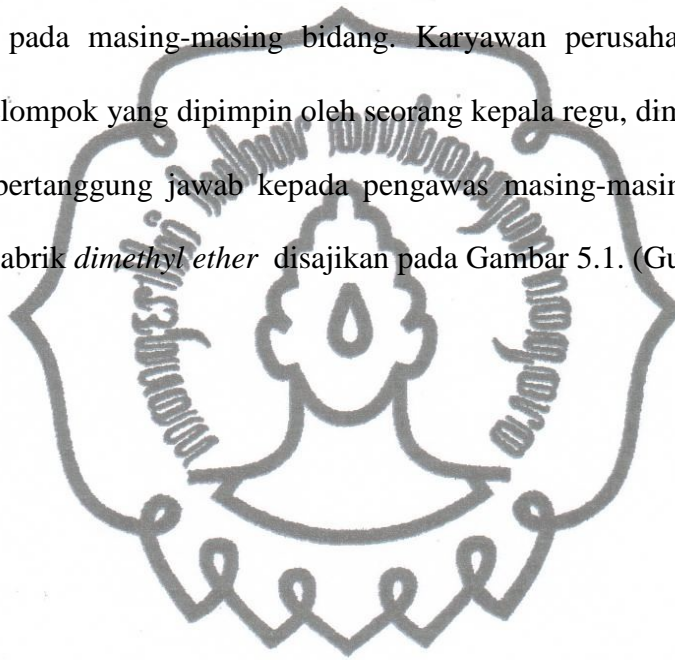
Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line and staff* ini, yaitu:

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

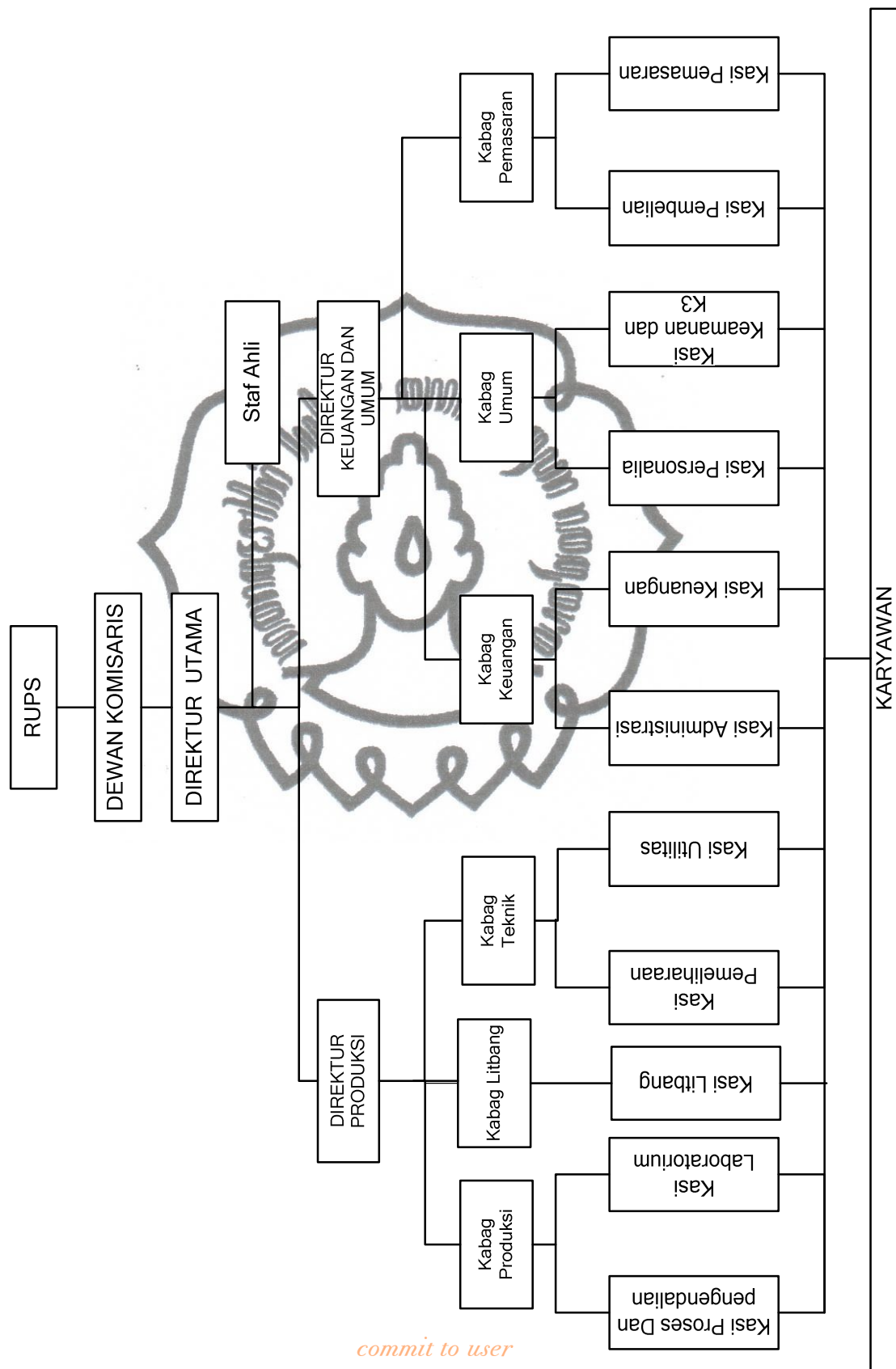
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sementara itu tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang direktur utama yang dibantu oleh direktur produksi dan direktur keuangan umum. Direktur produksi



membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan administrasi. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab terhadap bagian dalam perusahaan. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidang. Karyawan perusahaan dibagi dalam beberapa kelompok yang dipimpin oleh seorang kepala regu, dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing-masing seksi. Struktur organisasi pabrik *dimethyl ether* disajikan pada Gambar 5.1. (Gunawan, 2003)







Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan

*commit to user*

### **5.3. Tugas dan Wewenang**

#### **5.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi suatu perusahaan. Para pemegang saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Para pemegang saham pada RUPS menurut Gunawan (2003) memiliki wewenang sebagai berikut :

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direksi
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta laba rugi tahunan perusahaan

#### **5.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Dewan komisaris memiliki wewenang sebagai berikut :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahan pemasaran
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi
- c. Membantu direksi dalam melaksanakan tugas-tugas penting

### 5.3.3 Dewan Direksi

Djoko (2003) menyatakan bahwa direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur produksi serta direktur keuangan dan umum.

Tugas direktur utama adalah :

- a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
- b. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
- c. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan dan umum (direktur keuangan dan umum).

Tugas direktur produksi adalah :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
- b. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

*commit to user*

Tugas dari direktur keuangan dan umum adalah :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.
- b. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### 5.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang staf ahli menurut Djoko (2003) meliputi :

- a. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- b. Memberi masukan-masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
- c. Memberi saran-saran dalam bidang hukum.

#### 5.3.5 Kepala Bagian

Tugas dari kepala bagian menurut Djoko (2003) adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan ketentuan yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur utama.

Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses adalah :

- a. Mengawasi jalannya proses produksi
- b. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium adalah :

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- c. Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik

2. Kepala Bagian Litbang

Tugas dan wewenangnya kepala bagian litbang menurut Djoko (2003) adalah :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan
- b. Mengadakan penelitian dan pengembangan terhadap mutu produk
- c. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi

Kepala bagian litbang membawahi seksi litbang.

Tugas seksi litbang adalah :

- b. Memperbaiki mutu produksi
- c. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi
- d. Meningkatkan efisiensi perusahaan di berbagai bidang

### 3. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik adalah :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, utilitas, keselamatan kerja, dan penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan adalah :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas adalah :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja adalah :

- a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja
- b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran



#### 4. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi adalah :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan adalah :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

#### 5. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran menurut Masud (1989) bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian adalah :

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
- b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.



Tugas seksi pemasaran menurut Masud (1989) adalah :

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- b. Mengatur distribusi hasil produksi

6. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum memiliki tanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan. Kepala bagian umum membawahi 3 seksi yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas :

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

Seksi humas bertugas :

Mengatur hubungan antar perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi keamanan bertugas :

- a. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.
- b. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan

*commit to user*

- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan *intern* perusahaan.

#### 5.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi menurut Masud (1989) merupakan pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

#### 5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *dimethyl ether* direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown*. Pembagian jam kerja karyawan menurut Djoko (2003) digolongkan dalam dua golongan yaitu :

##### 5.4.1 Karyawan non shift

Karyawan non *shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan *non shift* adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan *non shift* dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- a. Hari Senin – Kamis : Jam 07.00 – 16.00
- b. Hari Jum'at : Jam 07.00 – 17.00

*commit to user*

Jam Istirahat :

- a. Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- b. Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00

#### 5.4.2 Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* menurut Djoko (2003) adalah karyawan yang menangani proses produksi secara langsung atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, sebagian dari karyawan bagian teknik, bagian gedung, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam dengan pengaturan sebagai berikut :

*Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00

*Shift* Sore : Jam 15.00 – 23.00

*Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

karyawan *shift* dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok yang masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok Shift

Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pagi	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C
Sore	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B
Malam	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A
Off	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D

Tgl	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Pagi	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D
Sore	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C
Malam	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B
Off	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

## 5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah

Sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab, serta keahliannya masing-masing. Dalam perancangan pabrik ini semua karyawan adalah karyawan tetap. Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan berdasarkan dari Surat Keputusan (SK) direksi, dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, serta masa kerjanya.

## 5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

### 5.6.1 Penggolongan Jabatan

1. Direktur Utama : S2 Ekonomi / Teknik / Hukum  
yang sudah berpengalaman
2. Direktur produksi : S2 Teknik Kimia

- yang sudah berpengalaman
3. Direktur Keuangan Dan Umum : S2 Ekonomi
- yang sudah berpengalaman
4. Kepala Bagian Produksi : S1 Teknik Kimia
- yang sudah berpengalaman
5. Kepala Bagian Teknik : S1 Teknik Kimia / Mesin /  
Elektro yang sudah berpengalaman
6. Kepala Bagian Pemasaran : S1 Ekonomi / Teknik Kimia
- yang sudah berpengalaman
7. Kepala Bagian Keuangan : S1 Ekonomi
- yang sudah berpengalaman
8. Kepala Bagian Umum : S1 Ekonomi/Hukum
- yang sudah berpengalaman
9. Kepala Seksi : Sarjana Muda
- yang sudah berpengalaman
10. Operator : D3 atau STM
11. Staf Ahli : Sarjana atau D3 Manajemen
12. Tenaga Kesehatan : Dokter atau Perawat
13. Sopir, Keamanan, Pesuruh : SLTA / Sederajat

#### 5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

*commit to user*

C. Tabel 5.2. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Produksi dan Teknik	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	2
5	Kepala Bagian Produksi	1
6	Kepala Bagian Litbang	1
7	Kepala Bagian Teknik	1
8	Kepala Bagian Keuangan	1
9	Kepala Bagian Umum	1
10	Kepala Bagian Pemasaran	1
11	Kepala Seksi Proses & Pengendalian	1
12	Kepala Seksi Laboratorium	1
13	Kepala Seksi Litbang	1
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
15	Kepala Seksi Utilitas	1
16	Kepala Seksi Administrasi	1
17	Kepala Seksi Keuangan	1
18	Kepala Seksi Personalia	1
19	Kepala Seksi Keamanan dan K3	1
20	Kepala Seksi Pembelian	1
21	Kepala Seksi Pemasaran	1
22	Karyawan Proses	28
23	Karyawan Pengendalian	8
24	Karyawan Laboratorium	8
25	Karyawan Pemasaran	4
26	Karyawan Pembelian	4
27	Karyawan Pemeliharaan	8
28	Karyawan Utilitas	12



29	Karyawan Keuangan	4
30	Karyawan Personalia	4
31	Karyawan Keamanan	8
32	Dokter	3
33	Perawat	3
34	Sopir	3
35	Pesuruh	4
	Total	123

#### Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/Bulan	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp. 45.000.000,00	S1/S2/S3
II.	Direktur	Rp. 25.000.000,00	S1/S2
III.	Staff Ahli	Rp. 7.000.000,00	S1/S2
IV.	Kepala Bagian	Rp. 8.500.000,00	S1
V.	Kepala Seksi	Rp. 8.000.000,00	S1
VI.	Sekretaris	Rp. 7.000.000,00	S1/D3
VII.	Karyawan Biasa	Rp. 4.000.000 – 5.000.000	SLTA/D1/D3/S1

## 5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan menurut Masud, 1989 antara lain:

### 5.7.1 Gaji Pokok

Gaji pokok diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.



#### 5.7.2 Tunjangan

Tunjangan berupa tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan, sedangkan tunjangan lembur diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jam lembur.

#### 5.7.3 Cuti

Cuti tahunan yang diberikan kepada karyawan selama 12 hari dalam 1 tahun. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

#### 5.7.4 Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah tiga pasang.

#### 5.7.5 Pengobatan

Pengobatan diberikan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja akan ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku. Karyawan yang menderita sakit bukan diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijakan perusahaan.

#### 5.7.6 Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

## **5.8 Manajemen Perusahaan**

Manajemen produksi menurut Djoko (2003) merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk, sehingga proses produksi dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Perencanaan dan pengendalian produksi bertujuan untuk mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur terhadap berjalannya kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

### **5.8.1 Perencanaan Produksi**

Perencanaan produksi disusun oleh seksi proses dan pengendalian dan akan disetujui oleh direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

#### **1. Kemampuan Pabrik**

Pada umumnya kemampuan pabrik menurut Djoko (2003) ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

##### **a. Bahan Baku**

Dengan pemakaian bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka jumlah produk yang diinginkan dapat tercapai.

b. Tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja sesuai dengan yang diinginkan.

c. Peralatan

Kemampuan mesin dipengaruhi oleh jam kerja yang efektif dan beban yang diterima oleh mesin tersebut.

2. *Kemampuan Pasar*

Kemampuan pasar dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

5.8.2 *Pengendalian Produksi*

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk dengan mutu yang sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu yang sesuai jadwal. (Djoko, 2003)

a. *Pengendalian Kualitas*

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal-hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

*b. Pengendalian Kuantitas*

Penyimpangan kuantitas dapat terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku, serta perbaikan alat yang terlalu lama. Apabila terjadi penyimpangan perlu diketahui penyebabnya dan melakukan evaluasi, kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

*c. Pengendalian Waktu*

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

*d. Pengendalian Bahan Proses*

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

## BAB VI

### ANALISA EKONOMI

Perancangan pabrik *dimethyl ether* membutuhkan evaluasi atau penilaian investasi yang bertujuan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Yang terpenting dari perancangan adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga alat dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi. Analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas.

Perancangan pabrik *dimethyl ether*, memiliki kelayakan investasi modal yang akan dianalisa, antara lain :

- a. *Profitability*
- b. *% Profit on Sales (POS)*
- c. *% Return on Investment (ROI)*
- d. *Pay Out Time (POT)*
- e. *Break Event Point (BEP)*
- f. *Shut Down Point (SDP)*
- g. *Discounted Cash Flow (DCF)*

*commit to user*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu dilakukan penafsiran terhadap beberapa faktor yaitu :

1. Modal industri (*Total Capital Investment*)

*Total capital investment* adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produktif dan untuk menjalankannya.

*Capital Investment* meliputi :

a. *Fixed Capital Investment* (Modal Tetap)

*Fixed capital investment* adalah investasi yang digunakan untuk mendirikan fasilitas produksi dan penunjangnya.

b. *Working Capital* (Modal Kerja)

*Working capital* adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal dalam operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Penentuan biaya produksi total (*Production Costs*) terdiri dari :

a) Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)

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

a. *Direct Manufacturing Cost*

*Direct manufacturing cost* merupakan pengeluaran yang bersangkutan langsung dalam pembuatan produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost*

*Indirect manufacturing cost* adalah pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung dari operasi pabrik.

c. *Fixed Manufacturing Cost*  
*commit to user*



*Fixed manufacturing cost* merupakan harga yang berkenaan dengan *fixed capital* dan biaya pengeluaran, dimana harganya tetap dan tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi

b) Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)

*General expense* adalah pengeluaran yang tidak berkaitan dengan produksi tetapi berhubungan dengan operasional perusahaan secara umum

3. Total pendapatan dalam penjualan produk *dimethyl ether*, yaitu keuntungan yang diperoleh selama satu periode produksi.

### 6.1 Penafsiran Harga Peralatan

Harga peralatan pabrik menurut Aries & Newton (1955) dapat diperkirakan dengan metode yang dikonversikan terhadap keadaan yang ada sekarang ini. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga. Data indeks harga alat dapat dilihat pada Tabel 6.1.

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

Dengan :

$E_x$  : Harga pembelian pada tahun 2015

$E_y$  : Harga pembelian pada tahun 2002

$N_x$  : Indeks harga pada tahun 2015

$N_y$  : Indeks harga tahun 2002

*commit to user*

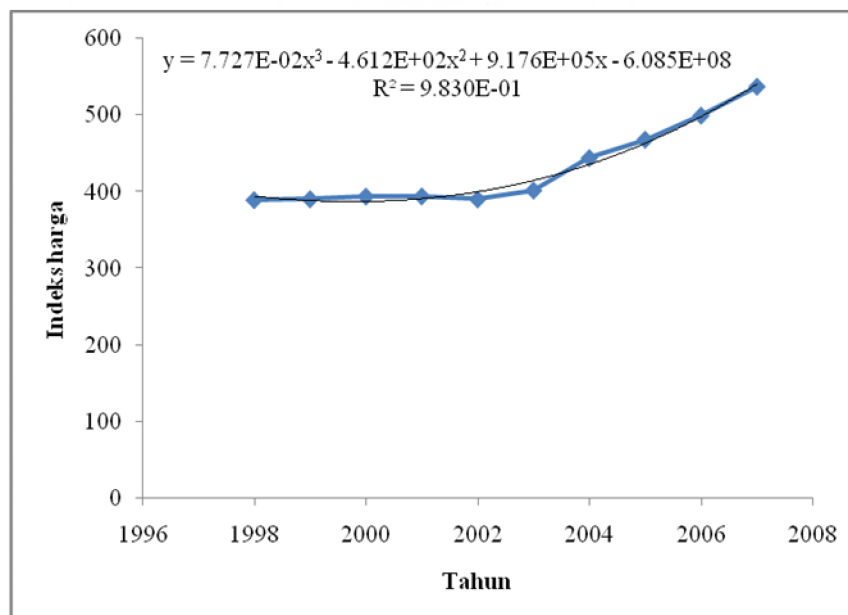
Tabel 6.1. Indeks Harga Alat

Cost Indeks tahun	Chemical Engineering Plant Index
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

Sumber : Peters &amp; Timmerhause, 2002

Cost Indeks tahun	Chemical Engineering Plant Index
2003	402,0
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	537,2

Sumber : Chemical Engineering Plant Cost Index, 2009



Gambar 6.1 Chemical Engineering Cost Index

Dengan asumsi kenaikan indeks mengikuti bentuk polinomial orde 3, maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 7,727.10^{-2}X^3 - 4,612.10^2 X^2 + 9,176.10^5 X - 6,085.10^8$$

Dengan : Y = Indeks harga

X = Tahun pembelian

Dari persamaan diatas diperoleh harga indeks di tahun 2016 adalah 792,14.

## 6.2 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi yaitu:

1. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2016
2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
3. Kapasitas produksi adalah 15.000 ton/tahun
4. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun
5. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
6. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan
7. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
8. Nilai rongsokan (*salvage value*) adalah nol
9. Situasi pasar diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
10. Upah buruh asing menurut Dirjen Pajak (2011) US \$ 8,5 per *manhour*
11. Upah buruh lokal Rp. 10.000,00 per *manhour*
12. Harga bahan baku *methanol* menurut Alibaba (2012) : US\$ 300 / ton
13. Harga produk *dimethyl ether* menurut Alibaba (2012) : US\$ 829,31/ ton

14. Harga katalis  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menurut Alibaba (2012) : US\$ 800/ ton

15. Kurs rupiah menurut [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) yang dipakai Rp. 8.779,00

### 6.2.1 Modal Tetap ( *Fixed Capital Investment* )

Tabel 6.2. *Fixed Capital Investment*

No	Jenis	Total Rp.
1.	Harga pembelian peralatan	20.357.555.880
2.	Instalasi alat-alat	3.170.219.267
3.	Pemipaan	9.212.595.886
4.	Instrumentasi	4.083.429.707
5.	Isolasi	668.950.355
6.	Listrik	1.782.254.192
7.	Bangunan	4.771.302.159
8.	Tanah & Perbaikan lahan	85.665.651.080
9.	Utilitas	20.533.236.277
<i>Physical Plant Cost</i>		129.711.958.525
10.	<i>Engineering &amp; Construction</i>	32.427.989.631
<i>Direct Plant Cost</i>		162.139.948.156
11.	<i>Contractor's fee</i>	16.213.994.816
12.	<i>Contingency</i>	40.534.987.039
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		<b>218.888.930.011</b>

### 6.2.2 Modal Kerja ( *Working Capital Investment* )

Tabel 6.3. *Working Capital Investment*

No.	Jenis	Total Rp.
1.	Persediaan Bahan baku	6.817.917.461
2.	Persediaan Bahan dalam proses	38.787.574
3.	Persediaan Produk	12.405.753.688
4.	<i>Extended Credit</i>	20.823.788.000
5.	<i>Available Cash</i>	12.799.899.433
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>		<b>53.280.291.903</b>

*commit to user*

**Total Capital Investment (TCI)**

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WCI} = \text{Rp } 272.169.221.914$$

**6.3 Biaya Produksi Total ( Total Production Cost )****6.3.1 Manufacturing Cost****6.3.1.1 Direct Manufacturing Cost**Tabel 6.4. *Direct Manufacturing Cost*

No	Jenis	Total Rp.
1.	Harga bahan baku dan pembantu	6.817.917.461
2.	Gaji Pegawai	4.128.000.000
3.	Supervisi	1.668.000.000
4.	<i>Maintenance</i>	13.133.335.801
5.	<i>Plant Supplies</i>	1.970.000.370
6.	<i>Royalty &amp; Patent</i>	3.748.281.840
7.	Utilitas	8.245.321.571
<b>Direct Manufacturing Cost</b>		<b>39.710.857.043</b>

**6.3.1.2 Indirect Manufacturing Cost**Tabel 6.5. *Indirect Manufacturing Cost*

No.	Jenis	Total Rp.
1.	<i>Payroll Overhead</i>	619.200.000
2.	<i>Laboratory</i>	619.200.000
3.	<i>Plant Overhead</i>	3.302.400.000
4.	<i>Packaging &amp; Shipping</i>	87.459.909.600
<b>Indirect Manufacturing Cost</b>		<b>92.000.709.600</b>

### 6.3.1.3 Fixed Manufacturing Cost

Tabel 6.6. Fixed Manufacturing Cost

No.	Jenis	Total Rp.
1.	Depresiasi	21.888.893.001
2.	Property Tax	8.755.557.200
3.	Asuransi	2.188.889.300
Fixed Manufacturing Cost		<b>32.833.339.502</b>

### Total Manufacturing Cost (TMC)

$$\text{TMC} = \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC}$$

$$= \text{Rp } 164.544.906.145$$

### 6.3.2 General Expense

Tabel 6.7. General Expense

No.	Jenis	Total Rp.
1.	Administrasi	64.847.000.000
2.	Sales	7.496.563.680
3.	Research	2.498.854.560
4.	Finance	9.468.245.143
General Expense (GE)		<b>26.310.663.383</b>

### Biaya Produksi Total (TPC)

$$\text{TPC} = \text{TMC} + \text{GE} = \text{Rp. } 135.744.573.249$$

### 6.4 Keuntungan ( Profit )

- a. Penjualan selama 1 tahun :

$$\text{Dimethyl ether} = \text{Rp } 9762 / \text{kg}$$

$$\text{Total penjualan} = \text{Rp. } 249.885.456.000,00$$

b. Biaya produksi total = Rp. 135.744.573.249,00

c. Keuntungan sebelum pajak = Rp. 114.140.882.751,00

d. Pajak 25 %

e. Keuntungan setelah pajak = Rp. 85.605.662.063,00



## 6.5 Analisis Kelayakan

### 1. % Return on Investment (ROI)

ROI adalah tingkat pengembalian modal dari pabrik ini, dimana untuk pabrik yang tergolong *high risk*, mempunyai batasan ROI minimum sebelum pajak sebesar 44 %

ROI sebelum pajak = 52,15 %

ROI setelah pajak = 39,11 %

### 2. Pay Out Time (POT)

POT adalah waktu yang diperlukan untuk pengembalian *capital investment* dari keuntungan yang diperoleh sebelum dikurangi depresiasi. Besarnya POT untuk pabrik yang beresiko tinggi sebelum pajak adalah kurang dari 2 tahun. Besarnya POT untuk pabrik *dimethyl ether* yang akan didirikan ini adalah :

POT sebelum pajak = 1,6 tahun

POT setelah pajak = 2 tahun

### 3. Break Event Point (BEP)

BEP adalah besarnya kapasitas produksi minimum yang diperlukan agar pabrik tetap dapat beroperasi dan tidak mengalami kerugian. Besarnya BEP yang lazim untuk suatu pabrik adalah 40 – 60 %.

BEP untuk pabrik *dimethyl ether* yang akan didirikan ini adalah sebesar 54,11 %.

#### 4. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah besarnya kapasitas produksi yang diperlukan agar pabrik bisa tetap melakukan operasi meski mengalami kerugian sebesar biaya *fixed manufacturing cost*.

SDP untuk pabrik *dimethyl ether* yang akan didirikan ini adalah sebesar 46,09 %.

#### 5. Discounted Cash Flow (DCF)

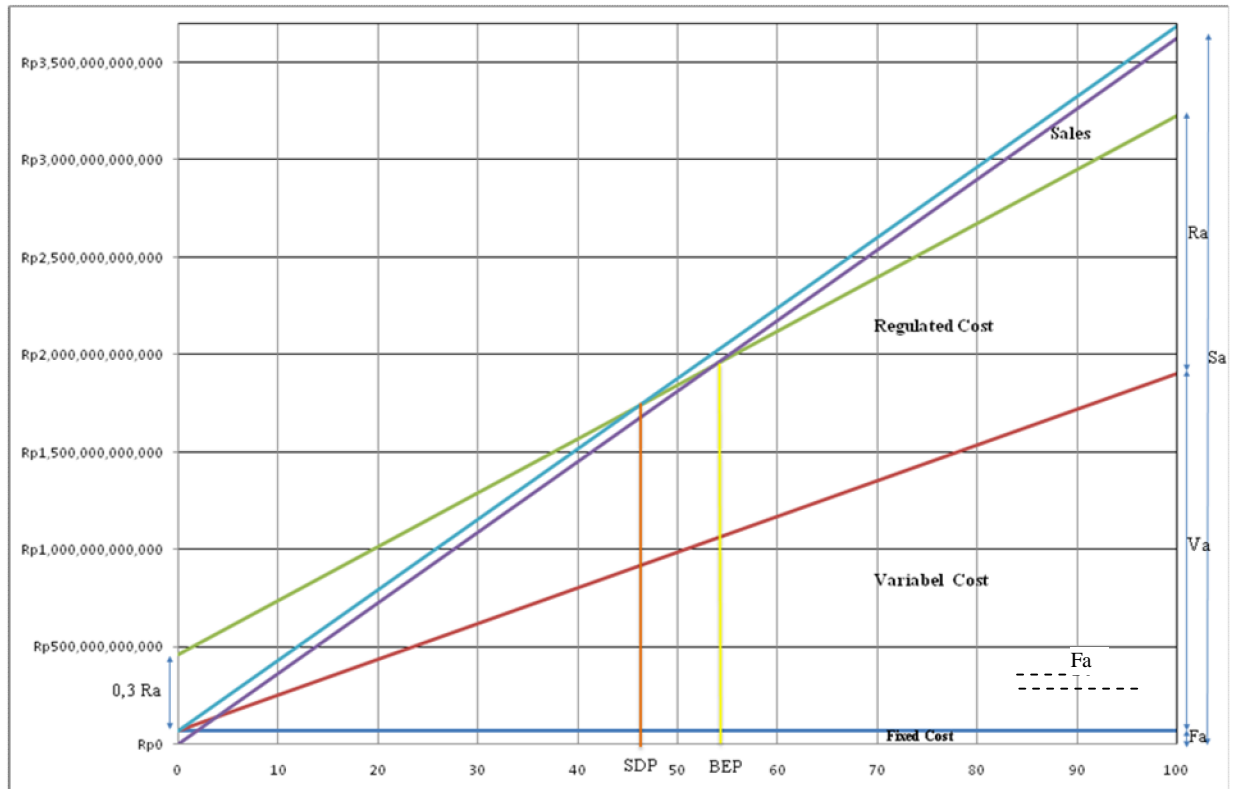
DCF adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank.

Tingkat bunga simpanan dan pinjaman di Bank Mandiri masing-masing sebesar 6,5 % dan 13,5 % ([www.bankmandiri.co.id](http://www.bankmandiri.co.id), 2011), dari perhitungan nilai DCF yang diperoleh adalah 33,85 %. Data analisa kelayakan pendirian pabrik dapat dilihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8. Analisa Kelayakan

No.	Keterangan	Perhitungan	Batasan	Ket
1.	<i>Percent Return On Investment</i> (% ROI)			
	ROI sebelum pajak	52,15 %	min.44 %	Layak
	ROI setelah pajak	39,11 %		
2.	<i>Pay Out Time</i> (POT), tahun			
	POT sebelum pajak	1,6	max 2 tahun	Layak
	POT setelah pajak	2		
3.	<i>Break Even Point</i> (BEP)	54,11 %	40 - 60 %	Layak
4.	<i>Shut Down Point</i> (SDP)	46,09 %		
5.	<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	33,85 %	min 14 %	

Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik *dimethyl ether* dengan kapasitas 15.000 ton per tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya. Grafik hasil analisa ekonomi dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Grafik Analisa Kelayakan

Keterangan :

Fa = Fixed manufacturing cost

Va = Variabel cost

Ra = Regulated cost

Sa = Penjualan (sales)

SDP = Shut down point

BEP = Break event point *commit to user*