

**Pra Rancangan**  
**Pabrik Metil Klorida Dari Metanol Dan HCl**  
**Kapasitas 40.000 Ton/Tahun**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Kimia



*Di susun Oleh :*

**Hermansyah** (03 521 154)

**Yuanita Hasmarra F** (03 521 052)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**JOGJAKARTA**  
**2008**

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL DAN HCl KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

### TUGAS AKHIR



*Di susun Oleh :*

Hermansyah : 03 521 154

Yuanita Hasmarra F : 03 521 052

Jogjakarta, Januari 2008

Pembimbing

---

Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng.

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### PRA RANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL DAN ASAM KLORIDA KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

#### TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Hermansyah Nama : Yuanita Hasmarra F  
No.Mahasiswa : 03 521 154 No.Mahasiswa : 03 521 052

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia  
Jogjakarta, 29 Februari 2008

Tim Penguji

Ir. Panut Mulyono, M. Eng., D.Eng. : \_\_\_\_\_  
Ketua

Drs. Ir. Faisal RM, MSIE., Ph.D. : \_\_\_\_\_  
Anggota I

Ir. H. Bachrun Sutrisno, M.Sc. : \_\_\_\_\_  
Anggota II

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS

## ABSTRACT

This methyl chloride from methanol and hydrochloride acid plant is designed with 40,000 tons product capacities/ year, and the purity of methyl chloride in the product is about 99,50 %. This plant will operate 330 days a year. It will need methanol as raw material 28.072 tons/year and hydrochloride acid 79.673 tons/year. And it will build in industrial zone in east Kalimantan, it will use about 5 hectar area and 135 total workers. The process could be devided into three major step, the first step is raw material preparation, vapourize methanol and hydrochloride and make these vopours suitable as reactor feed at 623 K and 1.30 atm. The next step is chemical reaction between methanol and hydrochloride acid vapour over alumina gel catalist with 95 % of methanol is converted to methyl choride. The last step is purifying the product with about 99.50 % methyl choride purified in the product. This plant will need water about 20,000 kg water/h, *fuel oil* about 705 kg/h, plant and pressure control air 27.820 kg/h, and total electricity 500 kW. The plant will need total *fixed capital investment* Rp 244,000,000,000.-, and working capital Rp 247.015.895.850,-. This plant can be specified as a low risk factory, from the economic evaluation we know that the net profit after taxes about Rp 52,881,711,763.-/ year, with *Rate of Return on Investment* (ROI) before taxes is 43,38 % and after taxes is 21.69 % , *Pay out Time* (POT) before taxes 1,87 years and after taxes 3.16 years, *Break Event Point* (BEP) 44,678 % design capacity, *Shut Down Point* (SDP) 25,923 % design capacity, and *Discounted Cash Flow* ( DCF) 32,52%. Base on these results we can see that this methyl choride from methanol and hydrochloride acid plant with 40,000 tons product capacities/year is interesting.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	iv
MOTTO .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	5
<b>BAB II PERANCANGAN PRODUK</b>	
2.1 Spesifikasi Produk.....	8
2.2 Spesifikasi Bahan .....	8
2.3 Pengendalian Kualitas .....	10
<b>BAB III PERANCANGAN PROSES</b>	
3.1 Uraian Proses .....	11
3.2 Metode Penentuan Perancangan .....	13
3.3 Perencanaan Produksi .....	44

## **BAB IV PERANCANGAN PABRIK**

4.1	Lokasi Pabrik .....	47
4.2	Tata Letak Pabrik .....	49
4.3	Tata Letak Alat Proses .....	51
4.4	Alir Proses dan Material .....	54
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas) .....	58
4.6	Organisasi Perusahaan .....	68
4.7	Evaluasi Ekonomi .....	76
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN</b> .....	90
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	92
	<b>LAMPIRAN</b>	



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamualaikum Wr., Wb.*

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

Penyusunan tugas akhir yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik Kimia Metil Klorida dari Metanol dan Asam Klorida dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”**, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dengan terselesaikannya laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, ST, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra. Hj. Kamariah Anwar, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. Panut Mulyono, M.Eng, D.Eng, selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan

4. Kepada kedua orang tua tercinta dan keluarga besar, atas segala kasih sayang, kepercayaan dan doa yang tiada hentinya.
5. Kepada partnerku atas kerjasamanya dan kekompakannya.
6. Kepada teman-teman Teknik Kimia UII Angkatan 02 & 03 atas kebersamaannya.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini, karena penyusun sadar masih banyak kekurangan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

*Wassalamualaikum Wr.,Wb.*



Jogjakarta, 29 Februari 2008

Penyusun



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG PENDIRIAN PABRIK**

Metil klorida merupakan salah satu bahan yang sangat dibutuhkan dalam industri silikon, bahan obat – obatan untuk pertanian, bahan dalam industri karet sintetis, sebagai bahan baku pembuatan *methyl cellulose*, pembuatan aditif bahan bakar (*Tetra Ethyl Lead*), dan dapat digunakan sebagai bahan dalam industri pembersih seperti pembersih lantai, dan lain-lain. (Kirk and Othmer, 1977)

Kebutuhan metil klorida di dalam negeri cukup besar sehingga untuk mencukupinya masih harus mengimpor dari luar negeri (dari Amerika Serikat dan negara-negara Eropa). Adanya pabrik metil klorida ini diharapkan akan memenuhi kebutuhan dalam negeri. Selain itu akan membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor metil klorida ke luar negeri. Selain itu akan merangsang tumbuhnya industri-industri yang memproduksi metil klorida menjadi bahan lain sehingga perekonomian negara meningkat.

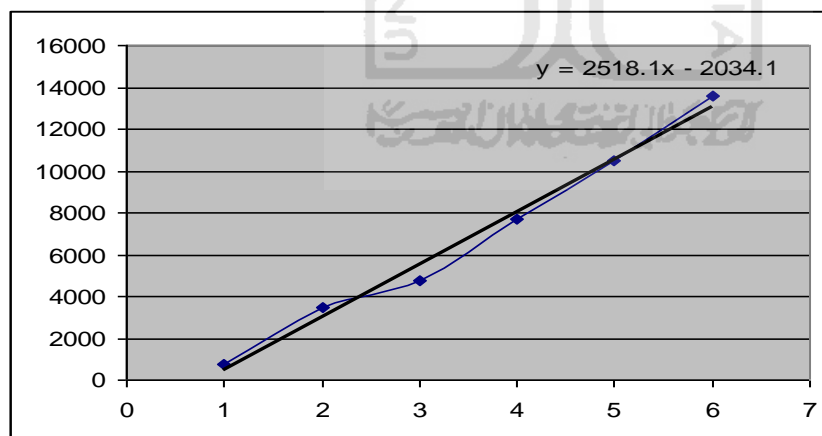
Di samping itu dengan didirikan pabrik ini akan membuat kesempatan terciptanya lapangan kerja baru, dan juga dengan adanya pabrik metil klorida ini akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan metil klorida sebagai bahan baku utama di dalam prosesnya. Pendirian pabrik ini didukung dengan adanya pabrik methanol dan HCl di Indonesia sebagai bahan baku utamanya. Kebutuhan metil klorida dalam negeri dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring

dengan perkembangan industri yang menggunakannya. Dari data Balai Pusat Statistik :

**Tabel 1.1** Import metil klorida

No	Tahun	Berat (Ton)	Nilai (\$ US)
1.	2001	739,690	179.487,3
2.	2002	3.474,00	2.489.463,2
3.	2003	4.731,00	3.243.735
4.	2004	7.683,834	6.538.872,4
5.	2005	10.467,23	8.465.354,8
6.	2006	13.579,959	10.242.659,8

Berdasarkan tabel 1.1 di atas maka dapat diketahui kebutuhan metil klorida setiap tahun semakin meningkat sehingga diperlukan metode untuk memproduksi metil klorida dengan bahan baku murah, mudah dan dapat menghasilkan metil klorida dengan maksimum.



Gambar 4.1. Grafik penentuan kapasitas pabrik

berdasarkan dari grafik diatas maka diperoleh kebutuhan metal klorid pada tahun 2010 adalah 23.146,9 ton. Sehingga diambil kapasitas 40.000 ton/tahun dengan pertimbangan sisa 16.853,1 ton akan di ekspor keluar negeri.

Adapun kegunaan metil klorida dapat dilihat pada tabel 1.2 di bawah ini.

**Tabel 1.2** Kegunaan metil klorida

No	Industri	Tahun		
		1970	1974	1989
1.	Silikon	38%	50%	74%
2.	Tetramethyllead	38%	30%	-
3.	Buthyl Rubber	5%	5%	2%
4.	Pertanian	-	-	7%
5.	Metyl Selulosa	-	-	6%
6.	Gua ternary amin	-	-	5%
7.	Lain-lain	19%	15%	24%

Sumber : Kirk and Othmer 1989

Oleh sebab itu tujuan dari perancangan pabrik adalah untuk memenuhi kebutuhan metil klorida dalam negeri maupun ekspor dengan menggunakan proses reaksi metanol dan HCl.

### 1.1.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Rencana pabrik akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik pada umumnya sebagai berikut :

#### 1.1.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Penyediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena bahan baku methanol tidak perlu mengimpor, melainkan dapat diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri

## 2. Pemasaran

Produk pabrik ini merupakan bahan baku untuk pembuatan silikon, tetramethyllead, karet sintetis, metil selulosa dan industri pertanian. Pemasarannya diharapkan untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor, sehingga lokasi pabrik dipilih dekat pelabuhan.

## 3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik, karena Bontang, Kaltim merupakan kawasan industri, maka kebutuhan tersebut diharapkan dapat dipenuhi dengan mudah.

## 4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di Bontang, Kaltim akan dapat menyerap tenaga kerja potensial yang cukup banyak terdapat di sekitar lokasi tersebut.

## 5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut.

### **1.1.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

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

### 1. Perluasan Area Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Bontang, Kaltim yang relatif tidak padat penduduknya sehingga masih memungkinkan perluasan area pabrik.

### 2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih di daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

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

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

### 3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

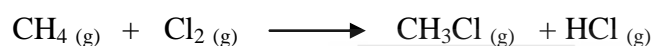
## 1.2 TINJAUAN PUSTAKA

Metil klorida atau disebut klorometan merupakan senyawa organik yang mengandung gugus klorida dengan rumus  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , mempunyai sifat-sifat antara lain

berupa zat cair tidak berwarna yang mudah menguap, berbau khas, larut dalam air, titik didih 249 K sehingga disimpan dalam tekanan 5 atm, dan densitas 353 g/lit. (Perry and Green, 1984)

Metil klorida dapat dibuat dengan beberapa proses, antara lain adalah :

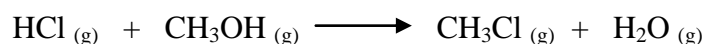
1. Metil klorida dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku metana yang diklorinasi dengan gas klorin ( $\text{Cl}_2$ ) pada suhu sekitar  $400^\circ\text{C}$  dengan tekanan 20 atm. Reaksi yang terjadi :



Konversi reaksi yang diperoleh cukup tinggi, yaitu sekitar 90 % metana menjadi metil klorida, dengan kemurnian produk akhir mencapai 99 %.

(Kirk and Othmer, 1977)

2. Metil klorida dihasilkan oleh reaksi antara metanol dan asam klorida dengan bantuan katalis, uap metanol dan asam klorida diumpankan secara equimolar yang mana keduanya mengalami penguapan terlebih dahulu. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Campuran gas kemudian dimasukkan kedalam reaktor pipa jenis *fixed bed multitube* pada temperature  $350^\circ\text{C}$  dan tekanan 1,3 atm. Konversi reaksi yang diperoleh cukup tinggi, yaitu 95% metanol menjadi metil klorida, dengan menggunakan katalis alumina gel yang berdiameter 2 mm, kemudian dipisahkan dalam separator dimana fase uap akan direcycle ke reaktor dan fase cair diumpankan ke menara distilasi untuk dipisahkan dan dimurnikan

dan akhirnya dihasilkan metil klorida dengan kemurnian 99,5 % sebagai produk utama dan methanol, air sebagai produk samping. (Faith, dkk, 1955).

Dari perbandingan kedua proses di atas maka pembuatan metil klorida direncanakan dengan menggunakan proses reaksi antara metanol dan asam klorida (proses 2) dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a) Kondisi operasi yang digunakan lebih rendah dibandingkan dengan pembuatan metil klorid dari metana dan klor sehingga energi yang dibutuhkan lebih rendah.
- b) Dengan menggunakan katalisator alumina gel dapat diperoleh konversi reaksi 95 % dibandingkan dengan reaksi klorinasi yang konversi reaksinya hanya 90 % dan juga tingkat kecepatan reaksi yang lebih tinggi. (US Patent 5,321,171 Tahun 1994)
- c) Tingkat kemurnian produk metil klorida yang didapatkan lebih tinggi sebesar 99,5 % dibandingkan dengan reaksi klorinasi yang hanya 99 %.
- d) Bahan baku yang digunakan memiliki sifat fisis (khususnya titik didih) yang sangat berbeda dari produk (metil klorida) sehingga pemisahan antara produk dan sisa bahan baku yang tidak bereaksi menjadi lebih mudah, dan peralatan yang digunakan menjadi lebih sederhana.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan metil klorida dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Produk : metil klorida (Coulson and Richardson, 1989)

Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{Cl}$
Kenampakan	: Cairan bening tak berwarna
Berat molekul	: 50,5
Densitas	: 0,353 g/cc
Titik didih normal	: 249 K, (1 atm)
Kemurnian	: 99,5 % metil klorida, 0,5 % impurities.

#### 2.2 Spesifikasi Bahan

##### 2.2.1 Bahan Baku

###### 1. Metanol (Coulson and Richardson, 1989)

Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{OH}$
Kenampakan	: Cairan bening tak berwarna
Berat molekul	: 32



Densitas	: 0,786 g/cc
Titik didih normal	: 338 K
Kemurnian	: 96 % metanol, 4 % air.

2. Asam klorida (Coulson and Richardson, 1989)

Rumus molekul	: HCl
Kenampakan	: Cairan bening tak berwarna
Berat molekul	: 36,5
Densitas	: 1,475 g/cc
Titik didih normal (murni)	: 188 K
Kemurnian	: 37 % HCl, 63 % air.

**2.2.2 Bahan Pembantu**

Katalisator : alumina gel (US Patent 5,321,171 Tahun 1994)

Rumus molekul	: $\text{Al}_2\text{O}_3$
Kenampakan	: Padatan silinder
Berat molekul	: 102
True density	: 3,98 g/cc
Porositas	: 0,384 void fraction.
Diameter ekivalen	: 3,696 mm
Luas permukaan	: 200 m <sup>2</sup> /g

### **2.3 Pengendalian Kualitas**

Kualitas merupakan salah satu daya tarik konsumen terhadap suatu produksi. Oleh sebab itu mempertahankan mutu barang merupakan salah satu hal yang terpenting yang memerlukan perhatian khusus dari perusahaan.

Untuk mempertahankan dan menjaga mutu produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan :

1. Menjaga kualitas produk dari segi :
  - Kadar produk minimum 98 % sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pasar
  - Performance fisik yang meliputi : bau, warna, packing, dan lain-lain
  - Menjaga kebersihan produk baik saat proses maupun pasca proses
2. Melakukan pengendalian mutu sesuai standar ISO 9001 maupun ISO 14001 baik pada prosesnya maupun dampak lingkungan,. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara :
  - Uji laboratorium produk setiap hari (intern pabrik)
  - Uji produk secara berkala sesuai peraturan standar mutu yang berlaku
  - Survei kepada konsumen
3. Memastikan semua peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya sehingga dapat diperoleh produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik metil klorida perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

#### **3.1 Uraian Proses**

Secara garis besar proses pembuatan metil klorida dapat dibagi menjadi 3 tahap proses, yaitu ;

1. Persiapan Bahan baku
2. Proses Reaksi dalam Reaktor
3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

##### **1. Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku pembuatan metil klorida dengan fase gas adalah metanol dan asam klorida.

Metanol dengan kadar 96 % berat diumpankan dari tangki penyimpanan 01 yang bekerja pada suhu 305 K, tekanan 1 atm diumpankan ke dalam vapourizer 01 yang bekerja pada tekanan 1,5 atm dengan suhu 353 K untuk diuapkan. Hasil keluar vapourizer 01 yang berupa campuran uap cair kemudian dipisahkan dalam separator drum 01. Hasil atas separator yang berupa uap kemudian diumpankan ke reaktor,

sedangkan hasil bawah separator yang berupa cairan di recycle kembali ke vapourizer 01 untuk diuapkan.

Asam klorida dengan kadar 37% berat diumpankan dari tangki penyimpan 02 yang bekerja pada suhu 305 K, tekanan 1 atm, diumpankan ke dalam vapourizer 02 untuk diuapkan. Hasil keluar vapourizer 02 yang berupa campuran uap cair kemudian dipisahkan dalam separator drum 02 yang bekerja pada tekanan 1,5 atm, suhu 367.15 K. Hasil atas separator yang berupa uap kemudian diumpankan ke reaktor, sedangkan hasil bawah separator yang berupa cairan di recycle kembali ke vapourizer 02 untuk diuapkan.

## **2. Reaksi dalam Reaktor**

Gas campuran metanol dengan asam klorida bersama dengan gas recycle dari separator drum 03 (SD-03) diumpankan melalui bagian atas reaktor *fixedbed multitube* di mana reaksi akan terjadi dengan bantuan katalisator Alumina Gel setelah sebelumnya umpan gas dipanaskan dengan memanfaatkan panas gas keluar reaktor hingga suhu 623 K.

Reaktor bekerja pada tekanan umpan 1,30 atm dan suhu umpan 623 K. Reaktor bekerja secara nonisotermal nonadiabatis. Dalam reaktor terjadi reaksi antara metanol dan asam klorida membentuk metil klorida dengan konversi total 95% terhadap metanol. Reaksi berjalan eksotermis sehingga perlu pendinginan untuk menjaga suhu reaksi, pendingin yang digunakan adalah Dowtherm A cair.

### **3. Pemisahan dan Pemurnian Produk**

Gas keluar reaktor yang masih bersuhu tinggi kemudian didinginkan dan dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan umpan reaktor. Setelah didinginkan gas keluar reaktor kemudian di embunkan sebagian di kondenser 01 (CD-01) yang bekerja pada suhu 351,8 K tekanan 1,2 atm. Hasil keluar kondenser yang berupa campuran uap-cair selanjutnya diumpankan ke separator drum 03 (SD-03) untuk memisahkan gas dan cairan. Hasil gas keluar SD-03 selanjutnya diumpankan kembali ke reaktor bersama umpan metanol dan HCl, sedangkan hasil bawah SD-03 yang berupa cairan selanjutnya ditekan hingga 5 atm dan diumpankan ke menara distilasi 01 (MD-01) untuk dimurnikan. Hasil atas menara distilasi 01 yang berupa metil klorida dengan kemurnian 99,48 % dengan suhu 319 K kemudian diumpankan dalam tangki penyimpanan produk (TP-03). Sedangkan hasil bawah menara distilasi 01 yang berupa air dan sedikit metanol kemudian dibuang ke unit pengolahan limbah.

#### **3.2 Metode Penentuan Perancangan**

Pengaturan perencanaan pendirian pabrik metil klorida dari bahan baku metanol dan asam klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun meliputi : neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

##### **3.2.1 Penentuan Neraca Massa**

Pengaturan neraca massa pendirian pabrik metil klorida dari bahan baku metanol dan asam klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun meliputi :

1. Neraca massa total
2. Neraca massa vapourizer 01

3. Neraca massa vapourizer 02
4. Neraca massa reaktor
5. Neraca massa separator drum 03
6. Neraca massa menara distilasi 01

Basis Perhitungan Neraca Massa :

Kapasitas Produk : 40.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

Basis Perhitungan : 1 jam

$$= \left[ \frac{40.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[ \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \left[ \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$
$$= 5.050,5050 \text{ kg/jam}$$

## 1. Neraca Massa Total

**Tabel 3.1** Neraca Massa Total

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Produk	Limbah
CH <sub>3</sub> Cl	-	5.026,2187	92,1303
CH <sub>3</sub> OH	3.544,3977	3,1861	156,1204
HCl	10.059,6678	22,7267	-
H <sub>2</sub> O	-	-	8.303,7338
		5.052,1315	8.551,9844
<b>Total</b>	<b>13.604,0655</b>	<b>13.604,0655</b>	

## 2. Vaporizer 01

**Tabel 3.4** Neraca massa Vaporizer 01

Komponen	Masuk, kg/jam		Keluar, kg/jam
	Tangki-01	Recycle SD-01	
CH <sub>3</sub> OH	3.402,6218	850,6554	4.253,2772
H <sub>2</sub> O	141,7759	35,4440	177,2199
	3.544,3977	886,0994	
<b>Total</b>	<b>4.430,4971</b>		<b>4.430,4971</b>

## 3. Separator Drum 01 (SD-01)

**Tabel 3.3** Neraca massa Separator Drum 01

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (inlet Reaktor)	Bottom(recycle)
CH <sub>3</sub> OH	4.253,2772	3.402,6218	860,6554
H <sub>2</sub> O	177,2199	141,7759	35,4440
		3.544,3977	886,0994
<b>Total</b>	<b>4.430,4971</b>	<b>4.430,4971</b>	

## 4. Vaporizer 02 (VP-02)

**Tabel 3.4** Neraca massa Vaporizer 02

Komponen	Masuk, kg/jam		Keluar, kg/jam
	Tangki-02	Recycle SD-02	
HCl	3.722,0771	930,5193	4.652,5964
H <sub>2</sub> O	6.337,5907	1.584,3977	7.921,9884
	10.059,6678	2.514,9170	
<b>Total</b>	<b>12.574,5848</b>		<b>12.574,5848</b>

## 5. Separator Drum 02 (SD-02)

Tabel 3.5 Neraca massa Separator Drum 02

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (inlet Reaktor)	Bottom(recycle)
HCl	4.652,5964	3.722,0771	930,5193
H <sub>2</sub> O	7.921,9884	6.337,5907	1.584,3977
		10.059,6678	2.514,9170
<b>Total</b>	<b>12.574,5848</b>	<b>12.574,5848</b>	

## 6. Reaktor Fixed Bed Multitube (RK-01)

Tabel 3.6 Neraca massa Reaktor Fixed Bed Multitube (RK-01)

Komponen	Masuk, kg/jam			Keluar, kg/jam
	SD-01	SD-02	Recycle SD-03	
CH <sub>3</sub> OH	3.402,6218	-	11,3092	170,6965
HCl	-	3.722,0771	41,9398	64,7026
CH <sub>3</sub> Cl	-	-	929,3493	6.047,5787
H <sub>2</sub> O	141,7759	6.337,5907	153,1154	8.456,8014
	3.544,3977	10.059,6678	1.135,7137	
<b>Total</b>	<b>14.739,7792</b>			<b>14.739,7792</b>



## 7. Separator Drum 03 (SD-03)

**Tabel 3.7** Neraca massa Separator Drum 03

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (recycle)	Bottom (inlet MD)
CH <sub>3</sub> OH	170,6965	11,3092	159,3873
HCl	64,7026	41,9398	22,7628
CH <sub>3</sub> Cl	6.047,5787	929,3493	5.118,2294
H <sub>2</sub> O	8.456,8014	153,1154	8.303,6861
		1.135,7137	13.604,0655
<b>Total</b>	<b>14.739,7792</b>	<b>14.739,7792</b>	

## 8. Menara Distilasi ( MD-01)

**Tabel 3.8** Neraca massa Menara Distilasi ( MD-01)

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Top (produk)	Bottom (limbah cair)
CH <sub>3</sub> OH	159,3873	3,1877	156,1996
CH <sub>3</sub> Cl	5.118,2294	5.026,1012	92,1281
HCl	22,7628	22,7628	-
H <sub>2</sub> O	8.303,6861	-	8.303,6861
		5.052,0517	8.552,0138
<b>Total</b>	<b>13.604,0655</b>	<b>13.604,0655</b>	

### 3.2.2 Neraca Panas

#### 1. Neraca Panas Overall Pabrik

Basis perhitungan Enthalpi semua senyawa pada suhu referensi 298 K = 0

$$\text{Enthalphi} \quad H = \sum m.C_p.(T - 298)$$

**Tabel 3.9** Neraca Panas Overall Pabrik

Keterangan : Suhu Referensi 25<sup>0</sup>C

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan segar metanol	84.367	
2	Umpan HCl	187.128	
3	Heat Exchanger 01	3.100.080	3.100.080
4	Heat Exchanger 02	1.343.930	1.343.930
5	Heat Exchanger 03	7.029.938	7.029.938
6	Heat Exchanger 04		4.308.634
7	Heat Exchanger 05	2.195.279	
8	Heat Exchanger 06		
9	Condenser 01		21.566.914
10	Condenser 02		2.491.978
11	Reboiler 01	6.301.275	
12	Cooler Reaktor 01		1.343.930
13	Vapourizer 01	4.526.433	
14	Vapourizer 02	16.998.829	
15	Hasil bawah MD-01		6.042.266,40
16	Produk		58.662
17	Panas Reaksi RK-01	7.965.739	
18	Heatloss		348.696
	<b>Jumlah</b>	<b>55.134.574</b>	<b>55.134.574</b>

## 2. Neraca Panas Reaktor 01

Tabel 3.10 Neraca Panas Reaktor

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Gas Masuk	7.029.938	
2	Gas Keluar		13.539.713
3	Panas Reaksi	7.965.739	
4	Panas Hilang		112.034
5	Panas diambil pendingin		1.343.930
	<b>Jumlah</b>	<b>14.995.677</b>	<b>14.995.677</b>

## 3. Neraca Panas Vapourizer 01

Tabel 3.11 Neraca Panas Vapourizer 01

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Cairan Masuk	84.367	
2	Gas Keluar		4.607.842
3	Panas dr pemanas	4.526.433	
4	Panas Hilang		2.958
	<b>Jumlah</b>	<b>4.610.800</b>	<b>4.610.800</b>

## 4. Neraca Panas Vapourizer 02

Tabel 3.12 Neraca Panas Vapourizer 02

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Cairan Masuk	187.128	
2	Gas Keluar		17.165.524
3	Panas disuplai pemanas	16.998.829	
4	Panas Hilang		20.433
	<b>Jumlah</b>	<b>17.185.957</b>	<b>17.185.957</b>

## 5. Neraca Panas Condenser dan SD-03

**Tabel 3.13** Neraca Panas Condenser dan SD-03

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Masuk	23.739.669	
2	Hasil atas		703.016
3	Hasil Bawah		1.469.738
4	Condenser		21.566.914
	<b>Jumlah</b>	<b>23.739.669</b>	<b>23.739.669</b>

## 6. Neraca Panas MD-01

**Tabel 3.14** Neraca Panas MD 01

No	Arus	Masuk. kJ/j	Keluar. kJ/j
1	Umpan Masuk	3.384.203	
2	Hasil atas		58.662
3	Hasil Bawah		6.042.266,40
4	Condenser		2.491.978
5	Reboiler	5.015.020,40	
6	Panas Hilang		6.317
	<b>Jumlah</b>	<b>8.599.223,40</b>	<b>8.599.223,40</b>

### 3.2.3 Spesifikasi Alat

#### 1. Tangki Penyimpanan metanol (TP-01).

Fungsi : Menyimpan bahan baku metanol dalam fase cair  
untuk kebutuhan 30 hari sebanyak 2.551.966,3 kg.

Kondisi penyimpanan :

- Temperatur : 305 K
- Tekanan : 1 atm

- Kondisi : Fase cair
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*
- Kapasitas tangki : 3.201,58 m<sup>3</sup>
- Jumlah : 1 buah
- Diameter : 23 m
- Panjang : 8,6 m
- Tebal head : 1,5 in
- Bahan Konstruksi : *Carbonstell SA-283 grade C*
- Harga : \$ 336.294

## 2. Tangki Penyimpanan HCl (TP-02).

Fungsi : Menyimpan bahan baku asam klorida dalam fase cair untuk kebutuhan 7 hari sebanyak 1.690.024 kg.

Kondisi penyimpanan :

- Temperatur : 305 K
- Tekanan : 1 atm
- Kondisi : Fase cair
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*
- Kapasitas tangki : 1.612,81 m<sup>3</sup>
- Jumlah : 1 buah
- Diameter : 20 m
- Tinggi : 7,5 m
- Tebal head : 2 in

Bahan Konstruksi : *Stainless stell AISI-316*

Harga : \$ 554.574

### **3. Tangki Metil Klorida (T-03)**

Fungsi : Menyimpan produk metil klorida selama 15 hari  
sebanyak 1.818.739 kg.

Kondisi penyimpanan :

- Temperatur : 305 K
- Tekanan : 5 atm
- Kondisi : Fase cair

Tipe : Tangki silinder horizontal, elliptical dished head.

Kapasitas tangki : 1.985,14 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1 buah

Diameter : 9,14 m

Panjang : 36,576 m

Tebal head : 1,75 in

Bahan Konstruksi : *Carbonsteel SA-283 grade C*

Harga : \$ 870.876

### **4. Vapourizer - 01 (VP-01)**

Fungsi : Mengubah fase metanol umpan reaktor dari fase cair  
ke fase uap pada suhu 353 K dan tekanan 1,5 atm  
sebanyak 4.430,4971 kg/jam

Tipe : *Horizontal 1-1 Heat Exchanger with natural  
circulation.*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

*Shell Side* :

- Diameter dalam : 33,25 in
- Jumlah pass : 1
- *Baffle spacing* : 5 in
- *Pressure drop* : 2,34 psi

*Tube Side* :

- Diameter luar : 1 in
- Diameter dalam : 0,87 in
- BWG : 16
- *Pitch* : 1,25 in
- *Pressure drop* : 0,017 psi

Harga : \$ 68.646

#### **5. Vapourizer-02 (VP-02)**

Fungsi : Mengubah fase asam klorida umpan reaktor dari fase cair ke fase uap pada suhu 367,15 K dan tekanan 1,5 atm sebanyak 12.574,5848 kg/jam

Tipe : *Horizontal 1-1 Heat Exchanger with natural circulation.*

Bahan konstruksi : *Stainlesssteel AISI 316*

Jumlah : 1 buah

- Shell Side* :
- Diameter dalam : 34 in
  - Jumlah pass : 1
  - *Baffle space* : 5 in
  - *Pressure drop* : 1,553 psi

- Tube Side* :
- Diameter luar : 1 in
  - Diameter dalam : 0,87 in
  - BWG : 16
  - *Pitch* : 1,25 in
  - *Pressure drop* : 0,05 psi

Harga : \$ 92.208

#### 6. Separator Drum-01 (SP-01)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari vaporizer-01 pada suhu 353 K sebanyak 4.414,2886 kg/jam uap dan 882,8577 kg/jam cair.

Tipe : *Tangki silinder tegak Torispherical dished head*

Jumlah : 1 buah

- Dimensi separator :
- Diameter Shell : 0.4572 m
  - Tinggi Shell : 2 m
  - Tebal Shell : 0,1875 in
  - Tebal Head : 0,1875 in



- o Bahan konstruksi : *Carbon steels SA-283 Grade C*

Harga : \$ 18.156

### 7. Separator Drum-02 (SD-02)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari vaporizer-02 pada suhu 367,15 K sebanyak 10.059,6678 kg/jam uap dan 2.514,9170 kg/jam cair.

Tipe : *Tangki silinder tegak Torispherical dished head*

Jumlah : 1 buah

Dimensi separator :

- o Diameter Shell : 0,4572 m
- o Tinggi Shell : 2 m
- o Tebal Shell : 0,1875 in
- o Tebal Head : 0,1875 in
- o Bahan konstruksi : *Stainlesssteel AISI-316*

Harga : \$ 14.178

### 8. Reaktor-01 (RK-01)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi uap metanol dan asam klorida menjadi metil klorida sebanyak 14.739,78 kg/jam.

Tipe : *Fixed Bed Multitubular*

Jumlah : 1 buah

Kondisi : Non-adiabatis non-isotermal, eksotermis

- o Tekanan : 1,3 atm

- Suhu masuk : 623 K
  - Suhu keluar : 654,4678 K
  - Fase : Gas dengan katalis padat
- Bahan konstruksi : *Stainless steels AISI 316*
- Tebal dinding : 3/16 in
- Tebal head : 3/16 in
- Katalis :
- Jenis : *Alumina*
  - Bentuk : *Padatan Gel Silinder*
  - True density : 3,98 g/cc
  - Diameter : 3,696 mm
- Diameter kolom : 3,4 m
- Tinggi kolom : 8,844 m
- Tinggi bed katalisator : 7,02 m
- Harga : \$ 157.998

### 9. Separator Drum - 03 (SD-03)

- Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari Condenser-01 pada suhu 351,8 K sebanyak 1.135,71 kg/jam uap dan 13.604,07 kg/jam cair.
- Tipe : Tangki silinder horisontal
- Jumlah : 1 buah
- Dimensi separator :
- Diameter : 1,10 m

- Panjang : 3,30 m
- Tebal Shell standart : 3/16 in
- Bahan konstruksi : *Stainlesssteel AISI 316*

Harga : \$ 34.068

#### 10. Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan dan memurnikan produk metil klorida pada suhu 363,04 K dan tekanan 5 atm sebanyak 13.604,07 kg/jam

Tipe : *Sieve Tray*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Puncak menara : Suhu = 294,91 K  
Tekanan = 5 atm
- Dasar menara : Suhu = 425,85 K  
Tekanan = 5,4 atm
- Umpan menara : Suhu = 363,04 K  
Tekanan = 5,2 atm

Jumlah plate : 14 plate

Lokasi umpan masuk : Stage ke - 5 dari puncak menara

*Tray spacing* : 0,5 m

Diameter atas : 0,6 m

Diameter bawah : 0,6 m

Bahan konstruksi : *Stainless steels AISI 316*

Tebal shell standar	: 4/16 in
Tebal head standar	: 4/16 in
Tinggi kolom	: 9 m
Harga	: US\$ 81.804

### 11. Heat Exchanger (HE-01)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 365,25 K menjadi 445 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas steam.

Tipe : 1:1 Shell and tube heat exchanger

Bahan : Carbonsteel SA 283 Grade C

Luas transfer panas : 6.889,37 ft<sup>2</sup>

UD : 7,36 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F

Uc : 7,82 Btu/ jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F

Dirty Factor (Rd) : 0,00788 jam ft<sup>2</sup> °F/Btu

Shell Side

- Hot fluid : Steam
- Suhu : 450 K
- ID : 60 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0.0003 psi

Tube Side :

- Cold fluid : Umpan reaktor
- Suhu : 365,25 s.d 445 K

- ID : 0,532 in
- OD : 0,75 in
- BWG : 12
- Panjang : 12 ft
- Jumlah pipa : 2981 pipa
- Pass : 1 pass
- Pitch : 1 in triangular pitch
- Pressure drop : 0,06 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 91.494

## 12. Heat Exchanger (HE-02)

Fungsi : Meningkatkan suhu umpan reaktor dari 445 K menjadi 529 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas hasil keluar reaktor.

Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 2.956,32 ft<sup>2</sup>

UD : 4,96 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F

Uc : 5,07 Btu/ jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F

*Dirty Factor* (Rd) : 0,00475 jam ft<sup>2</sup> °F/Btu

Shell Side :

- Hot fluid : Gas keluar reaktor

- Suhu : 628,28 s.d 565,42 K

- ID : 35 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0,02 psi

Tube Side :

- Cold fluid : Umpan reaktor
- Suhu : 445 s.d 529 K
- ID : 0,532 in
- OD : 0,75 in
- BWG : 12
- Panjang : 16 ft
- Jumlah pipa : 950 pipa
- Pass : 1 pass
- Pitch : 1 in triangular pitch
- Pressure drop : 1 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 65.892

### 13. Heat Exchanger (HE-03)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 529 K menjadi 578,66 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas Dowterm A panas keluar reaktor.

Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas	: 1.150,66 ft <sup>2</sup>
UD	: 10,99 Btu/jam.ft <sup>2</sup> . <sup>0</sup> F
Uc	: 11,72 Btu/ jam.ft <sup>2</sup> . <sup>0</sup> F
Dirty Factor (Rd)	: 0,00564 jam ft <sup>2</sup> <sup>0</sup> F/Btu
Shell Side	:
o Hot fluid	: Downtherm
o Suhu	: 648,4951 s.d 583 K
o ID	: 29 in
o Pass	: 1 pass
o Pressure drop	: 0,01 psi
Tube Side	:
o Cold fluid	: Umpan reaktor
o Suhu	: 529 s.d 578,66 K
o ID	: 0,782 in
o OD	: 1 in
o BWG	: 12
o Panjang	: 12 ft
o Jumlah pipa	: 400 pipa
o Pass	: 1 pass
o Pitch	: 1,25 in triangular pitch
o Pressure drop	: 1,29 psi
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 74.766

#### 14. Heat Exchanger (HE-04)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 578,66 K menjadi 623 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.739,78 kg/jam, dengan media pemanas hasil reaksi keluar reaktor.

Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 2.632,69 ft<sup>2</sup>

UD : 6,01 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

Uc : 6,19 Btu/ jam.ft<sup>2</sup>.°F

Dirty Factor (Rd) : 0,00481 jam ft<sup>2</sup> °F/Btu

Shell Side :

- Hot fluid : Gas keluar reaktor
- Suhu : 654,4678 s.d 628,28 K
- ID : 39 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0,48 psi

Tube Side :

- Cold fluid : Umpan reaktor
- Suhu : 578,66 s.d 623 K
- ID : 0,532 in
- OD : 0,75 in
- BWG : 12



- Panjang : 12 ft
- Jumlah pipa : 1.209 pipa
- Pass : 1 pass
- Pitch : 1 in triangular pitch
- Pressure drop : 0,41 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 76.296

### 15. Heat Exchanger (HE-05)

Fungsi : Menurunkan suhu gas keluar Heat Exchanger 01 dari 565,42 K menjadi 373,1 K (umpan Condenser 01) dengan media pendingin air.

Tipe : *1:1 Shell and tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 2.297,19 ft<sup>2</sup>

UD : 13,02 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

Uc : 14,21 Btu/ jam.ft<sup>2</sup>.°F

*Dirty Factor (Rd)* : 0,00644 jam ft<sup>2</sup> °F/Btu

Shell Side :

- Cold fluid : *Cooling water*
- Suhu : 303 s.d 343 K
- ID : 31 in
- Pass : 1 pass
- Pressure drop : 0,002 psi

Tube Side	:	
○ Hot fluid	:	Gas umpan Condenser
○ Suhu	:	565,42 s.d 373,15 K
○ ID	:	0,482 in
○ OD	:	0,75 in
○ BWG	:	12
○ Panjang	:	16 ft
○ Jumlah pipa	:	843 pipa
○ Pass	:	1 pass
○ Pitch	:	0,9375 in triangular pitch
○ Pressure drop	:	0,15 psi
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 70.890

#### 16. Condenser (CD-01)

Fungsi	:	Mengembunkan sebagian gas keluar Heat Exchanger 04 dengan <i>cooling water</i> bersuhu 303 -333 K.
Jenis	:	<i>1:1 Horizontal shell and Tube Heat Exchanger</i>
Bahan	:	<i>Carbonsteel SA 283 Grade C</i>
Tekanan	:	1,2 atm
Luas transfer panas	:	3.549,64 ft <sup>2</sup>
UD	:	97,24 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
Uc	:	223,08 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
<i>Dirty Factor (Rd)</i>	:	0,00580 jam ft <sup>2</sup> °F/Btu

- Shell Side :
- Cold fluid : *Cooling water*
  - Suhu : 303 s.d 333 K
  - ID : 29 in
  - Pass : 1 pass
  - Pressure drop : 1,03 psi

- Tube Side :
- Hot fluid : Keluar Heat Exchanger 04
  - Suhu : 373,1 s.d 351,8 K
  - ID : 0,482 in
  - OD : 0,75 in
  - BWG : 12
  - Panjang : 20 ft
  - Jumlah pipa : 925 pipa
  - Pass : 1 pass
  - Pitch : 1 in triangular pitch
  - Pressure drop : 0,3504 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 113.220

### **17. Heat Exchanger (HE-06)**

Fungsi : Menaikkan suhu umpan menara distilasi (MD-01) dari 351,8 K menjadi 363,04 K dengan media pemanas steam jenuh 3 atm, 405 K.

Jenis : *1:6 Shell and Tube Heat Exchanger*  
Bahan : *Carbonsteel SA 283 Grade C*  
Luas transfer panas : *87,64 ft<sup>2</sup>*  
UD : *94,53 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F*  
Uc : *1281,17 Btu/ jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F*  
*Dirty Factor (Rd) : 0,00980 jam ft<sup>2</sup> <sup>0</sup>F/Btu*

Shell Side :

- Hot fluid : *Steam*
- Suhu : *405 K*
- ID : *8 in*
- Pass : *1 pass*
- Pressure drop : *0,04 psi*

Tube Side

- Cold fluid : *Umpan menara*
- Suhu : *351,8 s.d 363,04 K*
- ID : *0,532 in*
- OD : *0,75 in*
- BWG : *12*
- Panjang : *16 ft*
- Jumlah pipa : *31 pipa*
- Pass : *6 pass*
- Pitch : *1 in triangular pitch*
- Pressure drop : *1,38 psi*

Jumlah : 1 buah  
Harga : US\$ 3.162

### 18. Condenser (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan uap produk atas menara distilasi (MD-01) dengan media pendingin *cooling water* bersuhu 283 - 288 K.

Jenis : *1:1 Horizontal Shell and Tube Heat Exchanger*

Bahan : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Tekanan : 5 atm

Luas transfer panas : 1.844,52 ft<sup>2</sup>

UD : 136,08 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

Uc : 273,93 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

*Dirty Factor* (Rd) : 0,00370 jam ft<sup>2</sup> °F/Btu

Shell Side :

○ Cold fluid : *Cooling water*

○ Suhu : 283 s.d 288 K

○ ID : 25 in

○ Pass : 1 pass

○ Pressure drop : 1,99 psi

Tube Side :

○ Hot fluid : Destilat

○ Suhu : 319 s.d 318,3 K

○ ID : 0,482 in

- OD : 0,75 in
- BWG : 10
- Panjang : 20 ft
- Jumlah pipa : 518 pipa
- Pass : 1 pass
- Pitch : 0,9375 in triangular pitch
- Pressure drop : 1 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 81.804

#### 19. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 untuk dikembalikan ke menara

Tipe : *Kettle Reboiler*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 472,33 ft<sup>2</sup>

UD : 93,29 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°R

Uc : 655,17 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°R

*Dirty Factor* (Rd) : 0,0092 jam ft<sup>2</sup> °F/Btu

Shell Side :

- Cold fluid : Hasil bawah MD-01 yang diuapkan
- Suhu : 425,82 s.d 427,99 K
- ID : 19,25 in
- Pressure drop : 0,0002 psi

Tube Side	:	
○ Hot fluid	:	Steam
○ Suhu	:	480 K
○ OD	:	0,75 in (= 0,02 m)
○ ID	:	0,48 in (= 0,01 m)
○ BWG	:	12
○ Panjang	:	20 ft (= 6,23 m)
○ Jumlah tube	:	258 pipa
○ Pitch	:	1 in triangular pitch
○ Pressure drop	:	0,5 psi
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 33,354

## 20. Accumulator (ACC-01)

Fungsi	:	Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-02 agar arus refluks dan destilat MD-01 stabil.
Tipe	:	Tangki <i>silinder horizontal</i>
Jumlah	:	1 buah
Konstruksi	:	<i>Stainlesssteel AISI 316</i>
Diameter	:	1 m
Panjang	:	3 m
Volume	:	1,59 m <sup>3</sup>
Suhu	:	294,91 K
Tekanan	:	5 atm

Waktu tinggal	: 15 menit
Tebal Shell standar	: 5/16 in
Tebal Head standar	: 5/16 in
Harga	: US\$ 12.648

### 21. Blower (BW-01)

Fungsi : Menekan dan mengalirkan gas keluar Separator Drum (SD-03) ke reaktor dari 1,2 atm menjadi 1,4 atm

Jenis	: <i>Centrifugal Single Stage Blower</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainlesssteel AISI 316</i>
Adiabatic Head	: 1.418,598 m
Daya	: 0,75 HP
Harga	: US\$ 1.660

### 22. Pompa (P-01)

Fungsi : Untuk memompa metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dari tangki penyimpanan (TP-01) ke VP-01 dengan tekanan 1,5 atm sebanyak 4.430,4971 kg/jam

Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Radial flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbonsteel SA 283 grade C</i>
Kapasitas	: 28,04 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 2.900 rpm



Ukuran pipa :

- NS : 1 in
- Sch No : 40
- OD : 1,315 in
- ID : 1,049 in

Head pompa : 18,408 meter  
Power pompa : 0,75 HP, 220 V  
Power motor : 0,68 HP  
Jumlah : 2 buah  
Harga : US\$ 1.693

### 23. Pompa (P-02)

Fungsi : Untuk memompa HCl dari tangki penyimpanan (TP-02) ke VP-02 dengan tekanan 1,5 atm sebanyak 12.574,5848 kg/jam

Jenis : *Centrifugal Pump*  
Tipe : *Mixed flow impeller single stage*  
Bahan : *Stainless steel AISI 316*  
Kapasitas : 60,70 gpm  
Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 2.900 rpm

Ukuran pipa :

- NS : 1,5 in
- Sch No : 40
- OD : 1,9 in

	▪ ID	: 1,61 in
Head pompa	:	7,822 meter
Power pompa	:	1 HP, 220 V
Power motor	:	0,82 HP
Jumlah	:	2 buah
Harga	:	US\$ 2.131

#### 24. Pompa (P-03)

Fungsi	:	Untuk memompa dan menekan cairan dari SD-03 ke MD-01 dengan tekanan 5 atm sebanyak 13.604,07 kg/jam
Jenis	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	:	<i>Radial flow impeller single stage</i>
Bahan	:	<i>Stainlesstel AISI 316</i>
Kapasitas	:	90,37 gpm
Spesifikasi	:	Putaran spesifikasi : 2.900 rpm
	Ukuran pipa	:
	▪ NS	: 2 in
	▪ Sch No	: 80
	▪ OD	: 2,375 in
	▪ ID	: 1,939 in
Head pompa	:	107,409 meter
Power pompa	:	20 HP, 440 V
Power motor	:	17,81 HP

Jumlah : 2 buah  
Harga : US\$ 23.407

#### 25. Pompa (P-04)

Fungsi : Untuk memompa cairan hasil atas menara distilasi (MD-01) dan memompa refluk kembali ke menara

Ketentuan : Proses kontinyu

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Stainlesstel AISI 316*

Kapasitas : 45,64 gpm

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 2.900 rpm

Ukuran pipa :

▪ NS : 1,5 in

▪ Sch No : 80

▪ OD : 1,9 in

▪ ID : 1,5 in

Head pompa : 103,25 ft

Power pompa : 7,5 HP, 440 V

Jumlah : 2 buah

Harga : US\$ 10.680

#### 26. Pompa (P-05)

Fungsi : Untuk memompa cairan produk dari tangki penyimpanan (TP-03) saat penjualan dengan tekanan 5 atm

Ketentuan	: Sebuah tangki dapat dikosongkan dalam waktu 12 jam dengan sebuah pompa
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Axial flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Stainlesstel AISI 316</i>
Kapasitas	: 2.106,50 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 2.900 rpm
	Ukuran pipa :
	▪ NS : 10 in
	▪ Sch No : 80
	▪ OD : 10,75 in
	▪ ID : 9,75 in
Head pompa	: 3,380 meter
Power pompa	: 15 HP, 440 V
Power motor	: 13,73 HP
Jumlah	: 2 buah
Harga	: US\$ 18.595

### **3.3 Perencanaan Produksi**

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

## 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

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

## 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain

### a. Material (bahan baku)

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

### b. Manusia (tenaga kerja)

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

### c. Mesin (peralatan)

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

Perencanaan target produksi:

1. Tahun pertama ditargetkan sudah dapat beroperasi sampai 80% kapasitas produksi total.
2. Tahun kedua ditargetkan sudah dapat beroperasi sampai 100% kapasitas produksi total sampai tahun kedelapan.
3. Tahun kedelapan sampai tahun kesepuluh produksi agak menurun karena peralatan sudah agak tua maka pada tahun kedelapan sampai tahun kesepuluh sudah direncanakan untuk mendirikan pabrik baru sebagai pengembangan, tetapi hal-hal tersebut sangat tergantung kepada perkembangan perekonomian dan pasar.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik.**

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur yang kuat dalam menunjang atau tidaknya suatu industri. Diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor guna memilih lokasi pabrik. Hal utama yang harus diperhatikan adalah suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.

Lokasi pabrik ditentukan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku.

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu variabel yang penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Pabrik harus didirikan pada suatu daerah di mana bahan baku mudah diperoleh atau paling tidak tersedia sarana transportasi yang memadai.

2. Pemasaran.

Lokasi pabrik diusahakan cukup dekat dengan lokasi pemasaran, atau paling tidak tersedia sarana transportasi yang cukup untuk mengangkut produk ke konsumen karena produk pabrik ini sebagian besar digunakan dalam industri, maka lokasi pabrik diusahakan dekat dengan lokasi industri yang menggunakan metil klorida.

3. Tersedianya utilitas yang cukup.

Pabrik harus didirikan di daerah yang menyediakan utilitas yang cukup terutama sumber air bersih dan sumber energi.

4. Tersedianya tenaga kerja.

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

5. Letak daerah

Pabrik harus didirikan di daerah kawasan industri yang cukup jauh dari pemukiman penduduk, sehingga masyarakat tidak terganggu oleh limbah, dan polusi yang ditimbulkan oleh pabrik.

6. Faktor keamanan

Pabrik harus didirikan di daerah yang aman, baik aman secara alamiah maupun aman ditinjau dari segi sosial politik. Pabrik harus didirikan di daerah stabil, tidak rawan gempa, kekuatan angin stabil, tekstur tanah kuat, dan aman dari bencana alam yang lain. Selain itu secara sosial politik harus aman, tidak sering terjadi kerusuhan.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka lokasi pabrik dipilih di daerah Bontang, Kalimantan Timur.

Dipilihnya Bontang, sebagai lokasi pendirian pabrik dengan pertimbangan :

- Di Bontang ada industri yang menghasilkan metanol dan HCl sebagai bahan baku
- Di Bontang banyak industri yang menggunakan bahan baku metil klorida



- Di Bontang terdapat pelabuhan yang cukup besar sehingga dapat memperlancar distribusi produk maupun pembelian bahan baku karena sebagian bahan baku di impor

## **4.2 Tata Letak Pabrik**

Sistem tata letak pabrik meliputi area proses, sumber tenaga, kantor, bengkel, gudang, unit pengolahan limbah, dan sebagainya. Hal-hal yang harus diperhatikan sebagai berikut:

1. Alat-alat dikelompokkan dalam unit-unit alat proses, sehingga bila terjadi kecelakaan pada suatu alat tidak akan merambat ke alat yang lain. Setiap unit alat di kelompokkan dalam suatu blok yang dibatasi jalan.
2. Setiap unit minimal dapat dicapai melalui dua jalan dalam pabrik.
3. Jarak antara jalan dengan unit proses cukup, sehingga alat proses aman, tidak terkena kendaraan yang melalui jalan.
4. Jarak antara dua peralatan cukup jauh, minimal sama dengan diameter alat yang besar, hal ini memudahkan dalam perawatan dan pembersihan.
5. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari alat-alat proses, sehingga terjamin operasi yang aman.
6. Susunan pabrik memungkinkan distribusi air dan bahan lain secara lancar, cepat, dan ekonomis.
7. Susunan peralatan memungkinkan adanya perluasan dan pengembangan pabrik.



### **4.3 Tata Letak Alat Proses**

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran Udara

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

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi.

4. Lalu lintas manusia

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

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

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material *handling* menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
5. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

Berikut gambar peta situasi pabrik yang dapat dilihat dalam gambar tata letak alat (*equipment lay out*) pabrik metil klorida dari methanol dan asam klorida dengan kapasitas produksi 40.000 Ton/Tahun.



#### 4.4 Alir Proses dan Material

Pembuatan metil klorida secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Bahan baku yang berupa metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) sebesar 3.402,6218 kg/jam, asam klorida ( $\text{HCl}$ ) sebesar 3.722,0771 kg/jam, serta air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sebesar 6.479,3666 kg/jam, dimasukkan ke dalam reaktor untuk direaksikan dengan memakai katalis  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (63.673,42 kg/jam). Reaktor yang dipakai adalah *fixedbed multitubulator reactor* dilengkapi dengan pendingin. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis dengan suhu 623 K dan tekanan 1,3 atm.
- Bahan keluar reaktor berupa  $\text{CH}_3\text{Cl}$  (6.047,5787 kg/jam),  $\text{CH}_3\text{OH}$  (170,6965 kg/jam),  $\text{HCl}$  (64,7026 kg/jam),  $\text{H}_2\text{O}$  (8.456,8014 kg/jam) dialirkan ke separator drum 03. Hasil bawah SD-03 dialirkan ke menara distilasi 01 untuk proses pemurnian  $\text{CH}_3\text{Cl}$  (5.052,0517 kg/jam) dengan kadar produk 99,4% sedangkan hasil atas dari SD-03 yang berupa  $\text{HCl}$  (41,9398 kg/jam),  $\text{CH}_3\text{Cl}$  (929,3493 kg/jam),  $\text{CH}_3\text{OH}$  (11,3092 kg/jam),  $\text{H}_2\text{O}$  (153,1154 kg/jam) kemudian direcycle ke reaktor untuk diuapkan kembali.
- Setelah dari menara distilasi 01 (MD-01), hasil atas yang berupa metil klorida ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) sebesar (5.026,1012 kg/jam) kemurnian 99,4% dengan suhu 294.9 K,  $\text{CH}_3\text{OH}$  (3,1877 kg/jam),  $\text{HCl}$  (22,7628 kg/jam) kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan produk (TP-03). Sedangkan hasil bawah menara distilasi 01 yang masih banyak mengandung metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) sebesar (156,1996 kg/jam),  $\text{CH}_3\text{Cl}$  (92,1281 kg/jam), dan  $\text{H}_2\text{O}$  (8.303,6861 kg/jam) didinginkan sampai suhu 323 K agar tidak membahayakan lingkungan untuk kemudian dibuang di Unit Pengolahan Limbah (UPL)

- Pada Unit Pengolahan Limbah untuk menghilangkan metanol dapat dilakukan dengan cara :
  - Diencerkan dulu baru dibuang ke lingkungan.
  - Metanol dan air dimasukkan ke dalam *stripper* untuk memisahkan air dan methanol. Pada alat *stripper* air akan turun ke bawah sedangkan metanol akan naik ke atas karena didorong oleh udara untuk kemudian dibakar.









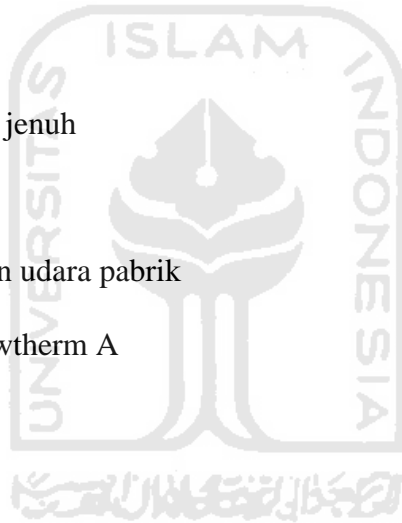
#### 4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Fungsi : Menyediakan bahan baku dan penunjang untuk kebutuhan sistem produksi di seluruh pabrik.

Meliputi :

1. Kebutuhan air
2. Kebutuhan uap jenuh
3. Tenaga listrik
4. Udara tekan dan udara pabrik
5. Kebutuhan Dowtherm A
6. Bahan bakar



##### 4.5.1 Unit Pengolahan Air

Penggunaan air :

- *cooling water*
- Air minum perumahan dan pabrik
- *Air hydrant*
- *Air make-up* bebas mineral untuk pembuatan uap jenuh

## A. Uraian Proses dan Peralatan

Air diperlukan sebagai pendingin sebanyak 353.357 kg/j, diperkirakan hilang karena bocor, *driftloss*, evaporasi, dan *blowdown* sekitar 5 %, sehingga *make-up* air pendingin sebanyak 17.668 kg/j. Steam terutama digunakan sebagai media pemanas di reboiler dan vapourizer sebanyak 11.234 kg/j. Air *make-up* pembuatan uap jenuh diperkirakan 5 % dari steam total dibutuhkan atau sebanyak 561,73 kg/j. Sementara air untuk keperluan yang lain seperti air minum, hydrant, dan lain-lain sebanyak 1.823 kg/j. sehingga total air diproses 20.000 kg/j (pembulatan).

Air baku dengan kualitas yang cukup baik (tidak mengandung limbah industri yang berbahaya di atas batas toleransi) diperkirakan dapat diperoleh dari sebuah sungai yang berjarak 2 km dari pabrik. Adapun peralatan yang digunakan sebagai berikut (Clark, 1977):

### 1) Kolam penampung

Bila kekeruhan air dari sungai >> maka sebelum masuk premix tank air dimasukkan terlebih dahulu ke kolam penampung. Kolam penampung berupa kolam dari semen yang berfungsi mengendapkan kotoran dan mengurangi kekeruhan.

Jumlah kolam 5 buah.

### 2) Premix tank

Berbentuk tangki berpengaduk yang berfungsi untuk menggumpalkan padatan terlarut dengan penambahan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan  $\text{CaOCl}_2$ .

Fungsi alum : mengikat kotoran menjadi flok-flok kecil.

Fungsi  $\text{Cl}_2$  : sebagai desinfektan, membunuh bakteri dan memecah zat-zat organik yang berbentuk koloid yang susah diikat oleh alum.

Batasan operasi yang diinginkan :

- pH 6,5 – 7,7
- kekeruhan 5 – 200 ppm

Jumlah alum diperlukan = 1 kg/j

Jumlah Cl<sub>2</sub> dibutuhkan = 0,40 kg/j

### 3) Clarifier

Berbentuk tangki terbuka dan berpengaduk yang berfungsi sebagai tempat penjernihan air dimana kekeruhan dan koloid yang terlarut mengendap menjadi lumpur dan dibuang dengan *blowdown* secara periodik.

Proses terjadinya flokulasi :

- koloid Al(OH)<sub>3</sub> yang bermuatan positif akan menyerap partikel tersuspensi yang bermuatan negatif.
- setelah menyerap partikel negatif Al(OH)<sub>3</sub> mengendap membentuk lumpur.

### 4) Clearwell

Berupa tangki berpengaduk yang berfungsi untuk menyempurnakan penjernihan air. Di alat ini ditambahkan NaOH untuk menaikkan pH air. Batasan operasi yang diinginkan :

- pH 7 – 9
- Cl<sub>2</sub> 0,3 – 1,5 ppm
- kekeruhan < 1 ppm

Jumlah NaOH dibutuhkan = 0,88 kg/j

### 5) Sand filter

Alat ini berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang tidak terendapkan pada clarifier karena ukurannya kecil atau terlalu ringan juga berfungsi mengurangi kadar  $\text{Cl}_2$  dalam cairan. Hasil yang diinginkan keluar alat ini :

- $\text{Cl}_2 < 0,5$  ppm
- kekeruhan  $< 1$  ppm

Susunan media penyaring dari atas :

- antrafit setebal 15 in
- fine sand setebal 20 in
- medium sand setebal 20 in
- fine gravel setebal 25 in
- medium gravel setebal 25 in
- coarse gravel setebal 25 in

Regenerasi dilakukan setiap hari dengan cara *back washing* umumnya setelah *pressure drop* mencapai 1 atm.

Tahapan regenerasi adalah sebagai berikut :

- *Drain down* yaitu mengurangi level cairan dalam vessel
- *Back washing* yaitu mengalirkan air dari bawah yang berfungsi mengaduk lumpur yang mengendap di permukaan pasir dan mengeluarkan lumpur dari sand filter.
- *Rinse* yaitu membuang lumpur yang masih tertinggal di *sand filter* dengan mengalirkan air lagi dengan arah seperti saat service.

## 6) Carbon filter

Berupa kolom yang berisi tumpukan karbon aktif yang berfungsi untuk :

- Mengurangi kadar  $\text{Cl}_2$  dalam cairan yang dapat merusak resin
- Menghilangkan bau dan warna
- Menghilangkan zat-zat organik

Hasil yang diinginkan dari alat ini :

- pH 6,8 – 7,6
- kekeruhan < 0,5 ppm
- $\text{Cl}_2$  < 0,2 ppm

Regenerasi dilakukan bila pressure drop > 1 atm atau hasil analisis laboratorium menyatakan sudah banyak  $\text{Cl}_2$  yang lolos.

Tahapan regenerasi sbb :

- *Back washing* yaitu mengalirkan air dari bawah dengan maksud menghilangkan endapan lumpur pada lapisan atas karbon.
- *Rinse* untuk menyempurnakan pembebasan lumpur dan partikel yang masih tersisa.

Bila regenerasi dengan cara ini kurang baik maka dilakukan regenerasi dengan *steam*.

Volume carbon filter = 8,81 m<sup>3</sup>

## 7) Filtered water storage 01

Berfungsi untuk menampung sementara air yang akan digunakan sebagai pendingin, perumahan, hidrant, dan keperluan lain.

### 8) Mixing Tank

Berfungsi sebagai tempat pelarutan *disinfectant* pada *portable water*.

*Disinfectant* yang digunakan adalah  $\text{CaOCl}_2$ . Hasil yang diinginkan :

- pH 7,0 – 7,5
- $\text{Cl}_2$  0,5 – 1 ppm

Kebutuhan  $\text{Cl}_2 = 0,02 \text{ kg/j}$

### 9) Cooling tower

Berfungsi mendinginkan kembali *cooling water* dari pabrik dari suhu 57,30 °C menjadi 31 °C. Cooling water berjenis natural draft 12 deck 35 ft.

### 10) Filtered water storage 02

Berfungsi untuk menampung sementara air yang akan diproses lebih lanjut yang kemudian digunakan sebagai *make-up* umpan boiler.

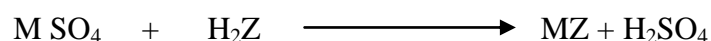
### 11) Cation exchanger

Berfungsi untuk melunakkan air dengan mengikat kation-kation yang terikat dalam air yang dapat menimbulkan *scaling* pada pembangkit *steam*.

Resin yang digunakan adalah resin Amberlite.

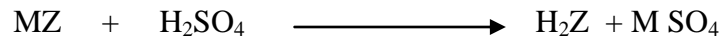
Ion yang dihilangkan adalah  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  dan diganti dengan ion  $\text{H}^+$

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Regenerasi dilakukan bila resin sudah jenuh (pada analisis *conductivity* dan silika menunjukkan kenaikan). Regenerasi dilakukan dengan larutan asam sulfat encer.

Reaksi yang terjadi :



Hasil yang diinginkan dari alat ini :

- pH 3,2 – 3,3
- free mineral acid 30 – 60 ppm

Volume bed Amberlite = 0,24 m<sup>3</sup>

### 12) Anion exchanger

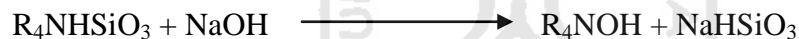
Berfungsi untuk melunakkan air dengan cara menghilangkan ion negatif ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SiO}_3^-$ ) penyebab kesadahan air dan menggantinya dengan ion  $\text{OH}^-$

Resin yang digunakan adalah resin IRA 900 C.

Reaksi yang terjadi :



Regenerasi dilakukan dengan mengalirkan larutan NaOH encer. Reaksi yang terjadi:



Hasil yang diinginkan :

- pH 8,3 – 9,3
- silika < 0,1 ppm

Volume resin IRA 900 C = 0,36 m<sup>3</sup>

### 13) Mixed bed exchanger

Berfungsi untuk menghilangkan kation dan anion yang masih terikat dalam air selain  $\text{H}^+$  dan  $\text{OH}^-$  (menyempurnakan kerja kedua ion exchanger sebelumnya).

Hasil yang diinginkan :

- pH 6,0 – 6,5



- silika < 0,1 ppm

Tumpukan resin untuk anion exchanger di atas, sedangkan cation exchanger di bawah.

Volume Amberlite = 0,18 m<sup>3</sup>

Volume resin IRA 900 C = 0,18 m<sup>3</sup>

#### 14) Deaeration tank

Berfungsi sebagai tempat penghilangan gas yang dapat menyebabkan korosi pada dinding pembangkit *steam* dan *steam line*, yaitu O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Dalam alat ini ditambahkan hidrasin sebagai *deaeration agent* dan amonia untuk menaikkan pH untuk menekan korosifitas menjadi minimum.

Reaksi yang terjadi :



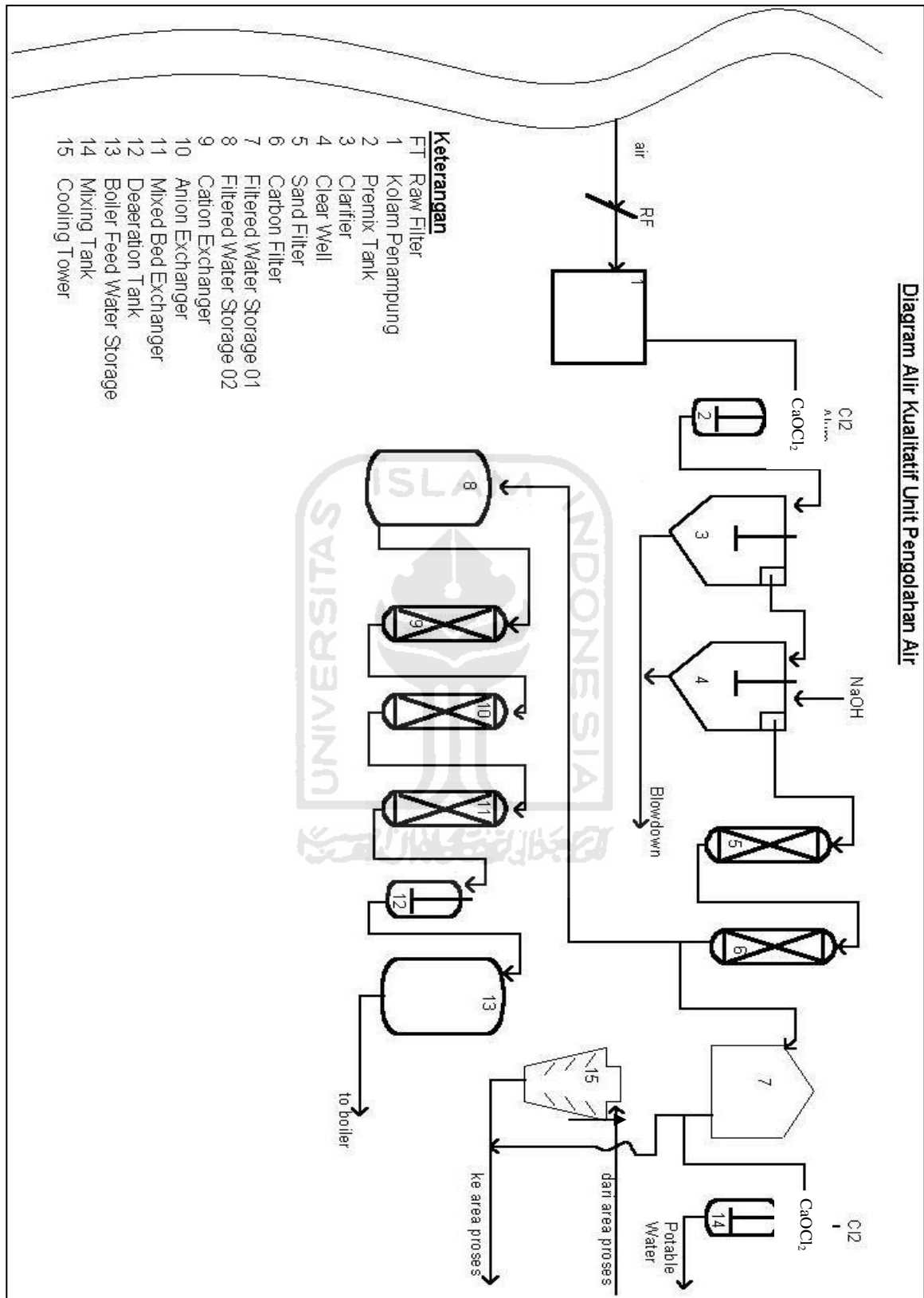
Hasil yang diinginkan:

- pH 9,0 – 9,6
- kekeruhan < 0,1 ppm
- hidrazin 0,02 – 0,2 ppm

Kebutuhan NH<sub>3</sub> = 0,3 kg/j dan Hidrazin = 0,12 kg/j

#### 15) Demineralized Water Storage

Berfungsi untuk menampung sementara air yang akan digunakan sebagai *make-up* umpan boiler.



**Gambar 4.5** Diagram alir kualitatif unit pengolahan air

#### 4.5.2 Air Preparation Unit

Udara diolah terlebih dahulu dalam unit pengolahan udara sebelum digunakan. Kebutuhan udara pabrik dan udara tekan diperkirakan 32.548 kg/j. Udara diperlukan untuk alat-alat kontrol (*pneumatic controller*), untuk menggerakkan valve, dan untuk keperluan lain seperti pembakaran di pembangkit steam dan generator listrik. Unit ini mengolah udara sehingga diperoleh udara bersih dengan kelembaban rendah ( $< 40\%$ ).

#### 4.5.3 Kebutuhan Bahan Bakar.

Bahan bakar diperlukan untuk pembakaran di boiler dan untuk membangkitkan energi listrik pada generator. Bahan bakar yang digunakan adalah *residual fuel oil* yang diperoleh dari PERTAMINA diperkirakan sebanyak 973 kg/j.

#### 4.5.4 Kebutuhan Dowterm A

Dowterm A dibutuhkan sebagai media pendingin reaktor sebanyak 7.000 kg/j. Diperkirakan hilang akibat *blowdown* dan lain-lain sebesar 1%. Maka kebutuhan dowterm A *make-up* sebesar 70 kg/j.

#### **4.5.5 Kebutuhan Energi Listrik**

Energi listrik diperlukan untuk penggerak alat, penerangan, bengkel, dan instrumentasi, total daya yang diperlukan untuk kebutuhan pabrik metil klorida ini sebesar 143,81 kW. Energi utama diperoleh dari generator listrik dengan kekuatan 500 kW. Sebagai cadangan digunakan listrik PLN dengan daya dan voltase yang sama.

#### **4.6 Organisasi Perusahaan**

##### **4.6.1 Bentuk Umum Perusahaan**

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Produksi	: metil klorida (CH <sub>3</sub> Cl)
Kapasitas	: 40.000 ton/tahun
Status Pemodalan	: Penjualan Saham
Lokasi	: Bontang, Kalimantan Timur

##### **4.6.2 Bentuk Perusahaan**

Dalam perancangan ini dikatakan bahwa perusahaan adalah Perseroan Terbatas. Perseroan terbatas adalah suatu bentuk persekutuan yang modalnya berasal dari beberapa pemegang saham yang dapat memiliki satu atau beberapa saham. Pemilihan bentuk Perseroan Terbatas ini didasarkan pada ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham
- b. Tanggung jawab terbatas pada pemegang saham, dimana kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pemegang saham
- c. Pemilik dan pengurus terpisah satu dengan yang lain, dimana pemilik Perseroan Terbatas adalah pemegang saham, sedangkan pengurus adalah direksi. Oleh karena itu pengurus dan pengusaha PT harus dipilih orang-orang yang cakap dalam bidangnya
- d. Kehidupan dari PT lebih terjamin, tidak terpengaruh oleh kepentingan atau berhentinya seorang pemegang saham, direksi atau karyawan
- e. Effisien dalam manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cakap dan berpengalaman
- f. Lapangan usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat pesat dari masyarakat sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya

#### **4.6.3 Sistem Organisasi**

Organisasi dalam sebuah pabrik mutlak diperlukan, karena dalam pengoperasian pabrik diperlukan pembagian tugas, wewenang, dan tanggung jawab serta kerjasama dari personal yang menjalankan pabrik. Perusahaan dipimpin oleh seorang direktur utama yang membawahi direktur bidang, kepala bagian, kepala seksi, dan seterusnya. Tanggung jawab dan tugas tertinggi terletak pada direktur utama dan direktur bidang yang disebut sebagai dewan direksi. Adapun jenjang kepemimpinan dalam pabrik adalah sebagai berikut:

1. Direktur utama
2. Direktur bidang
3. Kepala bagian
4. Kepala seksi
5. Kepala shift
6. Pegawai / operator.

Tugas, jumlah, dan pendidikan karyawan tiap-tiap bagian adalah sebagai berikut:

**1. Direktur utama.**

Tugas : Sebagai pucuk pimpinan perusahaan, yang bertugas membawahi semua kegiatan pabrik secara keseluruhan, dan bertanggung jawab penuh terhadap kelangsungan pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia.

Jumlah : 1 orang.

**2. Direktur bidang**

a. Direktur bidang produksi.

Tugas : Melaksanakan jalannya pabrik sehari-hari dan kelangsungan operasi pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia.

Jumlah : 1 orang.

b. Direktur bidang teknik dan pengembangan

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik dan pengembangan pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang.

c. Direktur komersial

Tugas : Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah komersial, seperti pemasaran, anggaran, keuangan, dan lain-lain.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi

Jumlah : 1 orang

**3. Kepala bagian**

a. Bagian Sekretariat

Tugas : Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah kesekretariatan, dan keorganisasian.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi Manajemen.

Jumlah : 1 orang.

Staff : Membawahi lima kepala seksi, berpendidikan Sarjana Ekonomi.

b. Bagian Produksi.

Tugas : Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah-masalah produksi. Bertanggung jawab kepada direktur produksi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia.

Jumlah : 1 orang.

Staff : Membawahi enam kepala seksi berpendidikan Sarjana Teknik Kimia.

c. Bagian Teknik.

Tugas : Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah-masalah teknik, pemeliharaan alat, bengkel, gudang, perlengkapan, dan sebagainya.

Pendidikan : Sarjana Teknik Mesin / Sarjana Teknik Elektro.

Jumlah : 1 orang.

Staff : Membawahi tujuh kepala seksi berpendidikan Sarjana Teknik Mesin/ Sarjana Teknik Elektro.

d. Bagian Administrasi dan Keuangan.

Tugas : Memimpin kegiatan pabrik yang berhubungan dengan masalah-masalah administrasi, keuangan, pemasaran, dan bertanggung jawab kepada direktur komersial.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi

Jumlah : 1 orang.

Staff : Membawahi lima kepala seksi berpendidikan Sarjana Ekonomi/Diploma Ekonomi.

**4. Kepala seksi.**

Tugas : Memimpin kegiatan pabrik di dalam seksi masing-masing dan bertanggung jawab kepada kepala bagian.

Pendidikan : Sarjana/Diploma sesuai dengan bidang seksinya.

Jumlah : 23 orang.



Staft : Karyawan pabrik berpendidikan Sekolah Menengah  
Kejuruan, dengan jumlah 2 orang setiap seksi.

**5. Kepala shift (Bekerja 2 bagian shift yaitu di unit Utilitas, dan Pabrik  
Utama)**

Tugas : Memimpin tim yang menjalankan kerja dengan sistem shift.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia.

Jumlah : 8 orang ( 2 tim x 4 waktu)

Staft : - Shift Utilitas beranggotakan 5 orang / shift  
- Shift Pabrik Utama 5 orang / shift

Jam kerja karyawan di dalam pabrik dibagi sebagai berikut:

1. Bukan shift.

Hari Senin sampai Jumat pukul 08.00 –16.00 WIB.

Hari Sabtu dan Minggu libur.

2. Shift.

Pekerja shift dibagi 4 kelompok shift yaitu shift A, B, C, dan D sehari bekerja 3  
kelompok shift, 1 kelompok libur. Jam kerja shift sebagai berikut:

❖ Shift 1 pukul 08.00-16.00 WIB.

❖ Shift II pukul 16.00-24.00 WIB.

❖ Shift III pukul 24.000-08.00 WIB.

Penjadwalan kerja setiap shift dalam 8 hari kerja, adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Penjadwalan kerja setiap shift dalam 8 hari kerja

Hari ke Jam	1	2	3	4	5	6	7	8
08.00-16.00	A	D	C	B	A	D	C	B
16.00 - 24.00	B	A	D	C	B	A	D	C
24.00 - 08.00	C	B	A	D	C	B	A	D
OFF	D	C	B	A	D	C	B	A

### Daftar Gaji Karyawan

**Tabel 4.2** Daftar gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji total
Direktur Utama	1 orang	20.000.000,-	20.000.000,-
Direktur	3 orang	15.000.000,-	45.000.000,-
Kepala Bagian	4 orang	7.000.000,-	28.000.000,-
Kepala Seksi	23 orang	4.000.000,-	92.000.000,-
Kepala Shift	8 orang	3.000.000,-	24.000.000,-
Staf kantor	46 orang	800.000,-	36.800.800,-
Operator	40 orang	850.000,-	34.000.000,-
Lain-lain	10 orang	500.000,-	5.000.000,-
Jumlah	135 orang		275.800.000,-

Sehingga total gaji karyawan dalam setahun adalah Rp 3.297.600.000,-



## 4.7 Evaluasi Ekonomi

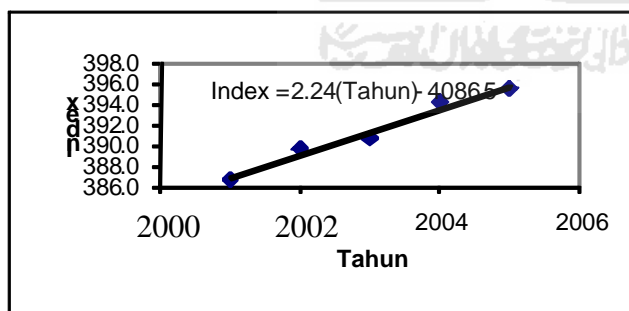
Ketentuan dipakai:

1. Pabrik direncanakan didirikan Tahun 2010 di daerah Bontang, Kalimantan Timur.
2. Harga peralatan yang digunakan berdasarkan harga alat pada tahun 2007 ([www.matche.com](http://www.matche.com)).

$$\text{Harga tahun 2010} = \text{Harga tahun 2007} \times \frac{\text{Index tahun 2010}}{\text{Index tahun 2007}}$$

**Tabel 4.3** C E P Cost Index (Index Harga) (Lyons, 2002)

Tahun	Index
2000	386,5
2001	389,5
2002	390,6
2003	394,1
2004	395,4



**Gambar 4.8.** Grafik index harga

Diperoleh index tahun 2007 (dengan cara extrapolasi) adalah 409,2 dan tahun 2010 dengan cara extrapolasi adalah 415,9 sehingga ratio harga sebesar 1,02.

### 4.7.1 Variabel Dasar Harga Peralatan:

HE, Condenser, Reboiler = luas transfer panas (A)

Tangki, kolom = diameter dan tinggi/panjang (Dimensi) (D)

Tangki penyimpan = volume (V)

Kompresor, Pompa = power yang digunakan (P)

a) Alat-alat Proses Dibuat di Negara Pembuat ([www.matche.com](http://www.matche.com))

**Tabel 4.4** Harga alat proses dibuat di negara pembuat

No	Nama Alat	Variable	Jumlah	Harga, \$ 2007	Harga, \$ 2010	Harga 2010 Total, \$
1	Separator Drum 01	D	1	17.800	18.156	18.156
2	Separator Drum 02	D	1	13.900	14.178	14.178
3	Vapourizer 01	A	1	67.300	68.646	68.646
4	Vapourizer 02	A	1	90.400	92.208	92.208
5	Reaktor	D	1	154.900	157.998	157.998
6	Separator drum 03	D	1	33.400	34.068	34.068
7	Kolom MD 01	D	1	23.000	26.450	26.450
8	Plate MD 01	D	14	620	713	9.982
9	Akumulator MD 01	D	1	12.400	12.648	12.648
10	Condenser 01	A	1	111.000	113.220	113.220
11	Condenser 02	A	1	80.200	81.804	81.804
12	Reboiler 01	A	1	32.700	33.354	33.354
13	Heat Exchanger 01	A	1	89.700	91.494	91.494
14	Heat Exchanger 02	A	1	64.600	65.892	65.892
15	Heat Exchanger 03	A	1	73.300	74.766	74.766
16	Heat Exchanger 04	A	1	74.800	76.296	76.296
17	Heat Exchanger 05	A	1	69.500	70.890	70.890
18	Heat Exchanger 06	P	2	3.100	3.162	3.162
20	Pompa Proses 01	P	2	588	600	1.200
21	Pompa Proses 02	P	2	1.024	1.045	2.090
22	Pompa Proses 03	P	2	1.024	1.045	2.090

23	Pompa Proses 04	P	2	1.784	1.819	3.638
24	Pompa Proses 05	P	2	588	600	1.200
25	Blower 01	P	2	814	830	1.660

Total harga alat di negara pembuat = \$ 1.057.091

b) Alat - Alat Proses yang Dibuat di Lokasi Pabrik

(alat-alat yang sulit dibawa dengan alat transportasi karena ukurannya besar)

**Tabel 4.5** Harga alat proses dibuat di lokasi pabrik

No	Nama Alat	Variabel	Jumlah	Harga 2007, \$	Harga 2010, \$	Harga 2010 Total, \$
1	Tangki Methanol	V	1	329.700	336.294	336.294
2	Tangki HCl	V	1	543.700	554.574	554.574
3	Tangki CH <sub>3</sub> Cl	V	1	853.800	870.876	870.876

Harga peralatan beserta pemasangannya di lokasi = \$ 1.761.744

c) Alat - Alat Utilitas Dibuat di Negara Pembuat (sudah jadi)

**Tabel 4.6** Harga alat utilitas dibuat di negara pembuat

No	Nama Alat	Variabel	Jumlah	Harga,\$ 2007	Harga,\$ 2010	Harga 2010 Total,\$
1	Mixing Tank 01	D	1	2.860	2.917	2.917
2	Clearwell	D	1	9.700	9.894	9.894
3	Kolom Sand Filter	D	2	1.480	1.510	3.019
4	Kolom Carbon Filter	D	2	1.500	1.530	3.060
5	Filtered W. Storage 01	V	1	25.450	25.959	25.959
6	Filtered W. Storage 02	V	1	2.750	2.805	2.805
7	Cation Exchanger	D	2	3.900	3.978	7.956
8	Anion Exchanger	D	2	3.879	3.957	7.913
9	Mixed Bed Exchanger	D	2	3.690	3.764	7.528

Lanjutan Tabel 4.6

10	Boiler	A	1	55.700	56.814	56.814
11	Generator Listrik	P	1	58.600	59.772	59.772
12	Unit Pengolahan Limbah	Kapasitas	1	150.000	153.000	153.000
13	Unit Pengolahan Udara	Kapasitas	1	145.000	147.900	147.900
14	Deaeration Tank	D	1	1.600	1.632	1.632
15	Boiler Water Storage	V	1	2.570	2.622	2.622
16	Mixing Tank 02	D	1	1.700	1.734	11.253
17	Pompa pompa	P		25.700	26.214	26.214

Total harga alat utilitas di negara pembuat = \$ 530.258

d) Alat Utilitas Dibuat di Lokasi (bahan dari luar tapi dirangkai di lokasi)

Tabel 4.7 Harga alat utilitas dibuat di lokasi pabrik

No	Nama Alat	Variabel	Jumlah	Harga,\$ 2007	Harga,\$ 2010	Total, \$
1	Cooling Tower	A	1	23.000	23.460	23.460
2	Tangki Fuel Oil	V	1	125.000	127.500	127.500

Total harga alat beserta pemasangan di lokasi = \$ 150.960

e) Alat Utilitas Dibuat Lokal

Tabel 4.8 Harga alat utilitas dibuat lokal

Nama Alat	Variabel	Jumlah	Harga, Rp	Harga Total, Rp
Kolam Penampung	D	5	12.500.000	62.500.000
Clarifier	D	1	35.750.000	35.750.000

Harga alat bahan dan tenaga lokal = Rp 98.250.000

#### 4.7.2 Perhitungan Evaluasi Ekonomi

Spesifikasi tenaga kerja yang digunakan :

- ❖ 1 US\$ = Rp 10.000,00
- ❖ Perbandingan jumlah tenaga asing : jumlah tenaga lokal = 5% : 95%

- ❖ Ongkos tenaga asing \$ 30/manhour
- ❖ 1 manhour asing = 2 manhour lokal
- ❖ Ongkos tenaga lokal Rp 50.000/manhour

**Tabel 4.9** Perhitungan evaluasi ekonomi

No	Jenis Biaya	Dollar, (\$)	Rupiah, (Rp)
1	• Purchased Equipment Cost (PEC)	2.818.835	
	• Bea masuk dan transportasi 20 %	563.767	
	<b>Total Delivered Equipment Cost</b>	<b>3.382.601</b>	
2	<u>Instalation Cost 43 % PEC</u>		
	• Harga material 11 % PEC	310.072	
	• Buruh 32 % PEC		
	- Asing	616.385	
	- Lokal		2.856.418.962
3	<u>Piping 80 % PEC</u>		
	• Harga material 45 % PEC	1.268.476	
	• Buruh 35 % PEC		
	- Asing	674.171	
	- Lokal		3.124.208.240
4	<u>Instrumentation 20 % PEC</u>		
	• Harga material 16 % PEC	451.014	
	• Buruh 4 % PEC		
	- Asing	77.048	
	- Lokal		357.052.370
5	<u>Insulation 8% PEC</u>		
	• Harga material 3 % PEC	84.565	
	• Buruh 5 % PEC		
	- Asing	96.310	
	- Lokal		446.315.463



Lanjutan Tabel 4.9

6	<u>Electrical Cost 12 % PEC</u>		
	• Harga material 7 % PEC	197.318	
	• Buruh 5 % PEC		
	- Asing	96.310	
	- Lokal		446.315.463
7	<u>Land and Building</u>		
	• Luas tanah diperlukan 50.000 m <sup>2</sup>		
	• Harga tanah Rp 350.000/m <sup>2</sup>		
	• Luas bangunan biasa 5.000 m <sup>2</sup>		
	• Luas bangunan bertingkat 2.000 m <sup>2</sup>		
	• Harga bangunan biasa Rp 250.000/m <sup>2</sup>		
	• Bangunan bertingkat Rp 450.000/m <sup>2</sup>		
<b>Total land and building cost</b>			19.650.000.000
8	<u>Utility Cost</u>		
	• Harga alat di negara pembuat	681.218	
	• Bea masuk dan transportasi 20%	136.244	
	• Biaya instalasi 40 % harga alat		
	○ Material 10 %	81.746	
	○ Buruh 30 %		
	- Asing	139.650	
- Lokal		647.157.088	
	• Harga alat lokal		98.250.000
9	Physical Plant Cost ( PPC)	11.675.729	27.625.717.586
10	Engineering and Contruction 30% PPC	3.502.719	8.287.715.276
11	Direct Plant Cost (DPC)	15.178.448	35.913.432.862
12	Contractor fee 10% DPC	1.517.845	3.591.343.286
13	Contingency 10 % DPC	1.517.845	3.591.343.286
<b>Total Fixed Capital</b>		18.214.138	43.096.119.434
<b>Dibulatkan menjadi</b>		<b>20.000.000</b>	<b>44.000.000.000</b>

**Tabel 4.10** Manufacturing cost (MC) / tahun

<b>1.</b>	<b>Direct Manufacturing Cost</b>	<b>US \$</b>	<b>Rupiah</b>
	a. Biaya bahan baku		
	- Harga Methanol US\$ 0,70/kg	24.472.879	
	- Harga HCl US\$ 0,45/kg	44.769.008	
	<u>Sumber <a href="http://www.chemexpo.com">www.chemexpo.com</a></u>		
	b. Upah Karyawan		3.297.600.000
	c. Supervisi 5% labour		34.800.000
	d. Maintenance 5 % FCI	1.000.000	2.200.000.000
	e. Plant supplies 5 % maintenance	50.000	110.000.000
	f. Royalties and Patent 1% sales		10.616.658.782
	g. Utility		
	- Tenaga listrik Rp 1000/kWH (diasumsikan memakai PLN 10 %)		712.800.000
	- Cooling water Rp 90,- /m <sup>3</sup>		12.118.313
	- Fuel oil Rp 5000/L		46.236.960.000
	- Demineralized water Rp 400,-/m <sup>3</sup>		2.600.928
	- Steam Rp 10,-/kg		1.294.128.000
	- Udara		150.000.000
	<b>Total Direct Manufacturing Cost</b>	<b>70.291.887</b>	<b>64.667.666.023</b>
<b>2.</b>	<b>Indirect Manufacturing Cost</b>		
	a. Payroll overhead 5% labour		34.800.000
	b. Laboratory 20% labour		139.200.000
	c. Plant overhead 50% labour		348.000.000
	<b>Total Indirect Manufacturing Cost</b>		<b>522.000.000</b>
<b>3.</b>	<b>Fixed Manufacturing Cost ( FMC)</b>	<b>US \$</b>	<b>Rupiah</b>
	a. Deprisasi 10 % FCI	2.000.000	4.400.000.000
	b. Property Taxes 5% FCI	1.000.000	220.000.000

Lanjutan Tabel 4.10

c. Asuransi 2% FCI	400.000	4.400.000
<b>Total Fixed Manufacturing Cost</b>	<b>3.400.000</b>	<b>4.624.400.000</b>
<b>Total Manufacturing Cost (MC)</b>	<b>73.691.887</b>	<b>69.814.066.023</b>

Tabel 4.11 Working Capital (Modal Kerja)

	US \$	Rupiah
Raw material inventory 1bulan b.baku	5.770.157	-
Inprocess Inventory (10 hari MC)	2.233.087	2.118.111.092
Product Inventory 1/2 bulan MC	3.070.495	2.912.402.751
Extended Credit 1 bulan MC	6.140.991	5.824.805.502
Avaliable Cash 1 bulan MC	6.140.991	5.824.805.502
<b>Total Working Capital</b>	<b>23.355.721</b>	<b>16.660.174.846</b>

Tabel 4.12 General Expense

	US \$	Rupiah
Administrasi 5 % MC	3.684.594	3.494.883.301
Sales promotion 5% sales	-	53.083.293.912
Reseach 2% sales	-	21.233.317.565
Finance 10 % FCI+12% WC	2.802.686.54	6.401.614.982
( modal pinjam 50 % bunga 20 % for FCI dan 24 % for WC)		
<b>Total General Expense ( GE)</b>	<b>6.487.281</b>	<b>84.206.535.760</b>

<b>Total Cost = MC + GE</b>	<b>80.179.168</b>	<b>154.020.601.783</b>
-----------------------------	-------------------	------------------------

### 4.7.3 Analisis Kelayakan Pabrik

(Konversi 1 US \$ = Rp 10000,-)

**Tabel 4.13** Analisis kelayakan pabrik

No	Analisis Keuntungan	Rupiah
1	Harga produk utama ( US\$ 2,11/kg) ( <a href="http://www.chemexpo.com">www.chemexpo.com</a> )	1.061.665.878.240
2	Total Cost	955.812.280.715
3	Keuntungan sebelum pajak	105.853.597.525
4	Pajak 50 % Profit	52.926.798.763
5	Keuntungan setelah pajak	52.926.798.763

#### ➤ Percent Return on Investment ( ROI)

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

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

Nilai ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11 % dan ROI minimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 44 %.

#### ✓ ROI sebelum pajak :

$$ROI = \frac{\text{Profit Before Taxes}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$= 43,38\%$$

#### ✓ ROI setelah pajak :

$$ROI = \frac{\text{Profit After Taxes}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\% = 21,69\%$$

➤ **Pay Out Time (POT)**

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan Tahunan} + 0,1 FCI}$$

POT maksimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun dan POT maksimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 2 tahun.

✓ POT sebelum pajak :

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit Before Taxes} + 0,1 FCI}$$

= 1,87 tahun

✓ POT setelah pajak :

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit After Taxes} + 0,1 FCI}$$

= 3,16 tahun

**Tabel 4.14** Biaya produksi

No	Biaya produksi	Rupiah
1	Fixed Cost ( FMC)	38.624.400.000
2	Variable Cost ( Va) <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bahan baku</li><li>▪ Royalties and Patent</li><li>▪ Utility</li></ul>	692.418.870.000 10.616.658.782 48.408.607.241
<b>Total Variable Cost ( Va)</b>		<b>751.444.136.023</b>
3	Regulated Cost ( Ra) <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Upah Karyawan</li><li>▪ Supervisi 5% labour</li></ul>	3.297.600.000 34.800.000

▪ Maintenance 5 % FCI	12.200.000.000
▪ Plant supplies 5 % maintenance	610.000.000
▪ Payroll overhead 5% labour	34.800.000
▪ Laboratory 5% labour	34.800.000
▪ Plant overhead 50% labour	1.740.000.000
▪ General Expense	149.079.344.691
<b>Total Regulated Cost ( Ra)</b>	<b>167.031.344.691</b>

➤ **Break Event Point (BEP)**

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

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$
$$= 44,678 \%$$

Dengan:

Fa = Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi minimum

Ra = Annual Regulated Expense pada produksi minimum

Va = Annual Variabel Value pada produksi minimum

Sa = Annual Sales Value pada produksi minimum

➤ **Shut Down Point (SDP)**

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

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$
$$= 25,923 \%$$

➤ **Discounted Cash Flow Rate (DCFR)**

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

Dihitung dengan persamaan :

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

Dengan : FC = *Fixed Capital*

WC = *Working Capital*

SV = *Salvage Value* (nilai tanah)

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

i = *Discounted cash flow*

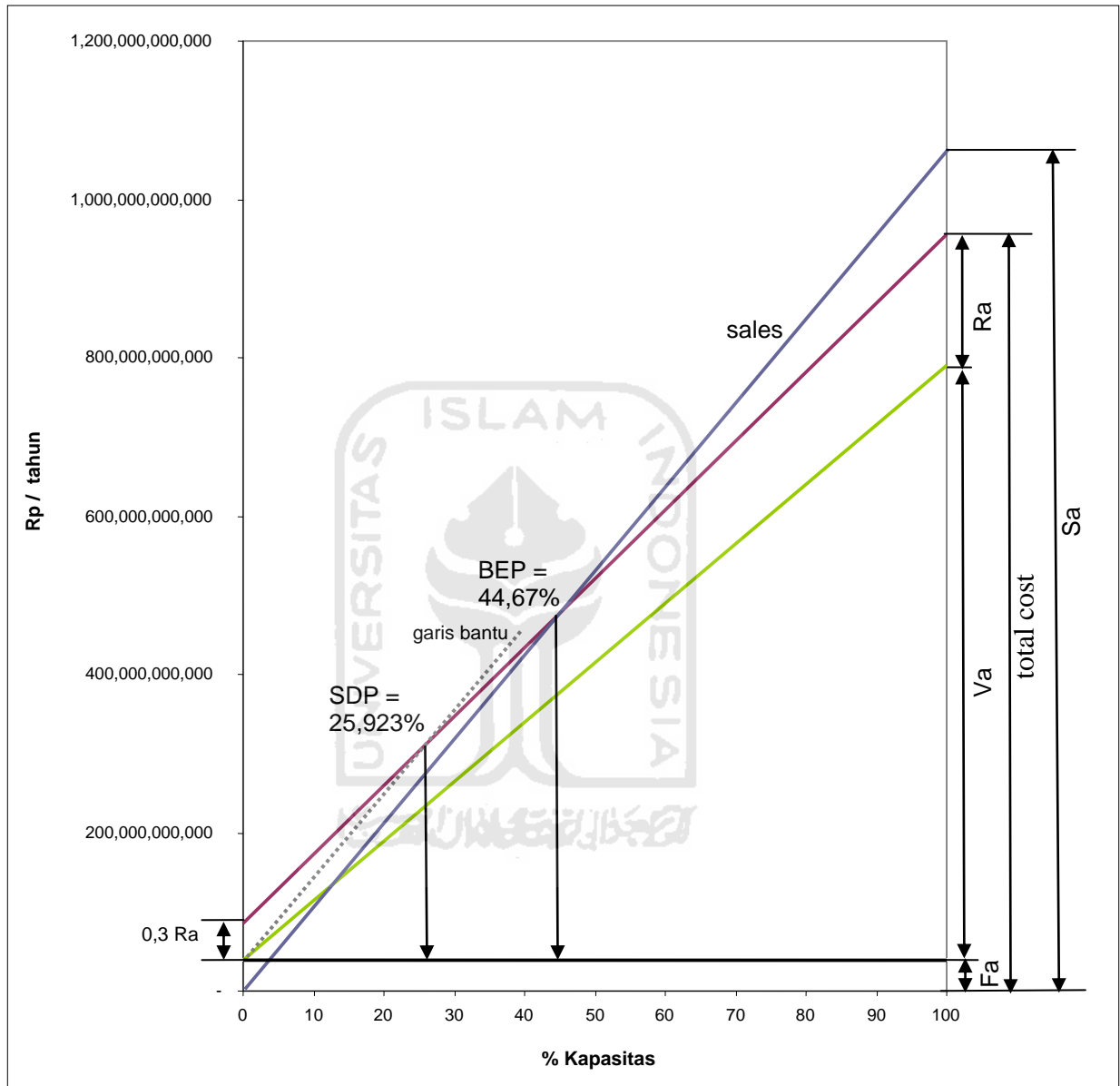
n = Umur pabrik (10 tahun)

*Discounted cash flow rate* dihitung secara *trial and error*

R - S = 0.

dari *trial and error* diperoleh DCFR = 32,52 %

Dari perhitungan evaluasi ekonomi, maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP sebagai berikut :



**Gambar 4.9.** Grafik analisa BEP

Keterangan:

- Va = Variabel Cost
- Ra = Regulated Cost
- Fa = Fixed Cost



Sales = Harga jual

Total Cost =  $Va + Ra + Fa$

Keuntungan = Sales - Total Cost

BEP = titik impas dimana pada kapasitas ini total pengeluaran =  
harga jual

SDP = titik dimana kerugian pabrik = fixed cost sehingga pabrik  
lebih baik di tutup



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Pabrik metil klorida dari metanol dan asam klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena tekanan operasi umumnya sedang ( $< 10$  atm), suhu operasi umumnya sedang ( $< 1000$  K), bahan umumnya mudah ditangani, bahan baku dan produk mudah transportasinya, bahan bukan merupakan bahan yang dilarang oleh pemerintah.

Hasil analisis ekonomi terhadap prarancangan pabrik tersebut adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak : Rp 105.853.597.525,00/tahun.

Keuntungan setelah pajak : Rp 52.926.798.763,00/tahun

2. Return On Investment (ROI) :

ROI sebelum pajak sebesar : 43,38 %

ROI setelah pajak sebesar : 21,69 %

Syarat ROI sebelum pajak minimum untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah 11 %. (Aries and Newton, 1954)

3. Pay Out Time (POT) :

POT sebelum pajak selama : 1,87 tahun

POT setelah pajak selama : 3,16 tahun

Syarat POT sebelum pajak maksimum untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah 5 tahun. (Aries and Newton, 1954)

4. Break Event Point (BEP) : 44,678 %

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40 - 60 % (Aries and Newton, 1954).

5. Shut Down Point (SDP) : 25,923 %.

6. Discounted Cash Flow (DCF) sebesar 32,52%

Suku bunga pinjaman dan deposito di bank saat ini adalah 9,5 % - 12,75 % per tahun. Syarat minimum DCF adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 kali suku bunga pinjaman bank.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik metil klorida dari metanol dan asam klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1954, “ *Chemical Engineering Cost Estimation* “, Mc GrawHill Book Co. Inc, New York
- Brown, G.G., and Foust, A.S., 1961, “ *Unit Operation* “, John Wiley and Sons, New York
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, “ *Process Equipment Design*”, Wiley Eastern Limited, New Delhi
- Clark, J.W., Viessman, W., and Hammer, M.J., 1977, “ *Water Supply and Pollutant Control*”, Harper International Edition, New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1989, “ *An Introduction to Chemical Engineering Design*”, Pergamon Press, New York
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1955, *Industrial chemical*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1977, “ *Encyclopedia of Chemical Technology*”, 3 ed., Vol 1, John Wiley and Sons, New York
- Kern, D.Q., 1965, “ *Process Heat Transfer*”, Mc Graw Hill International Book Co., Singapore
- Laidler, K.J., 1965, “ *Chemical Kinetics*”, 2 ed., Tata Mc Graw Hill Publishing Company LTD., New Delhi
- Levenspiel, O., 1972, “ *Chemical Reaction Engineering* “, 2 ed., John Wiley and Sons, Inc., New York
- McCabe, W.L., Smith, J.C., and Harriot, P., 1985, “ *Unit Operation of Chemical Engineering* “, 4<sup>th</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Singapore
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, “ *Chemical Engineers Handbook* “, Mc Graw Hill Book, New York
- Peters, M.S., and Timmerhouse, K.D., 1981, “ *Plant Design Economic's for Chemical engineering's* “, 4<sup>th</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York
- Rase, F.H., and Barrow, M.H., 1957, “ *Project Engineering of Proses Plant* “, John Wiley and Sons, Inc., New York

Smith, J.M., 1973, “ *Chemical Engineering Kinetic’s* “, 3<sup>rd</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Smith, J.M., and Van Ness, H.C., “ *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic’s* “, 2<sup>nd</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Treyball, R.E., 1984, ” *Mass Transfer Operation*”, 3 ed., John wiley and Sons, Inc., New York

Ulrich, G.D., 1984, “ *A Guide to Chemical engineering Process Design and Economic’s* “, John Wiley and Sons. Inc., New York

Wallas, Stenley, M., 1991, “ *Chemical Process Equipment Selection and Design* “, Mc GrawHill Book Co., Tokyo

