

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA
PROSES HIDROKLORINASI METANOL
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



Oleh:

Rian Hendrata

I 1506025

PROGRAM STUDI S1 NON REGULER
JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2011

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 Metil Klorida Proses Hidroklorinasi Metanol Kapasitas 40.000 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. Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
2. Dwi Ardiana S., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Nunik Sri Wahjuni, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
3. Ir. Muljadi, M.Si. dan Endang Kwartiningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
4. Ir. Samun Triyoko selaku Pembimbing Akademik.
5. Enny Kriswiyanti A., S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Non Reguler Teknik Kimia FT UNS.
6. Segenap Civitas Akademika atas semua bantuannya.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS.

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

Surakarta, Juli 2011

Penulis

commit to user

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	x
Intisari	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Pabrik	2
1.2.1. Kebutuhan Metil Klorida	3
1.2.2. Kebutuhan Bahan Baku	4
1.2.3. Kebutuhan Metil Klorida di kawasan Asia	5
1.2.4. Kapasitas Rancangan Minimum	6
1.3. Lokasi Pabrik	7
1.4. Tinjauan Pustaka	9
1.4.1. Macam – Macam Proses	9
1.4.2. Pemilihan Proses	11
1.4.3. Kegunaan Produk	12
1.4.4. Sifat Fisis dan Sifat Kimia Bahan dan Produk	12

commit to user

1.4.5. Tinjauan Proses Secara Umum	17
BAB II DESKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	18
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku Utama	18
2.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu	18
2.1.3. Spesifikasi Produk Utama	19
2.2. Konsep Proses	19
2.2.1. Dasar Reaksi	19
2.2.2. Mekanisme Reaksi	20
2.2.3. Kondisi Operasi	24
2.2.4. Tinjauan Termodinamika	25
2.2.5. Tinjauan Kinetika	26
2.2.6. Pemakaian Katalis	27
2.3. Diagram Alir Proses	28
2.3.1. Diagram Alir Kualitatif	28
2.3.2. Diagram Alir Kuantitatif	28
2.3.3. Langkah Proses	28
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	33
2.4.1. Neraca Massa	33
2.4.2. Neraca Panas	36
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	38

2.5.1. Tata Letak Pabrik	38
2.5.2. Tata letak Peralatan	40

BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Tangki Penyimpan Metanol	43
3.2. Tangki Penyimpan Asam Klorida	44
3.3. Tangki Penyimpan Metil Klorida	45
3.4. Vaporizer 01	45
3.5. Vaporizer 02	46
3.6. Heat Exchanger 01	47
3.7. Heat Exchanger 02	48
3.8. Condensor	49
3.9. Reaktor	50
3.10. Absorber 1	52
3.11. Absorber 2	53
3.12. Pompa 1	55
3.13. Pompa 2	55
3.14. Pompa 3	56

BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Utilitas	57
4.1.1. Unit Penyediaan Steam	66
4.1.2. Unit Pengadaan Udara Tekan	69

4.1.3. Unit Penyediaan Listrik	70
4.1.4. Unit Pengadaan Pendingin Reaktor	75
4.1.5. Unit Pengolahan Limbah.....	76
4.2. Laboratorium	77
4.2.1. Laboratorium Fisik	79
4.2.2. Laboratorium Analitik.....	79
4.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	80
4.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja	81
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	
5.1. Bentuk Perusahaan	82
5.2. Struktur Organisasi	83
5.3. Tugas dan Wewenang.....	85
5.3.1. Pemegang Saham.....	85
5.3.2. Dewan Komisaris	85
5.3.3. Dewan Direksi.....	86
5.3.4. Staf Ahli.....	87
5.3.5. Kepala Bagian	87
5.3.6. Kepala Seksi.....	91
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	93
5.5. Status Karyawan Dan Sistem Upah.....	95
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Dan Gaji	96

5.6.1. Penggolongan Jabatan	96
5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji	96
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	99
5.8. Manajemen Produksi	100
5.8.1. Perencanaan Produksi.....	101
5.8.2. Pengendalian Produksi.....	102
BAB VI ANALISIS EKONOMI	
6.1. Penaksiran Harga Peralatan	105
6.2. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	108
6.2.1. Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	109
6.2.2. Modal Kerja (<i>Working Capital Investment</i>).....	110
6.3. Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>)	111
6.3.1. <i>Manufacturing Cost</i>	111
6.3.2. <i>General Expense</i> (GE).....	112
6.4. Keuntungan Produksi.....	113
6.5. Analisa Kelayakan.....	113
Daftar Pustaka	xiii
Lampiran A (Data-data dan Sifat Fisis)	
Lampiran B (Neraca Massa)	
Lampiran C (Neraca Panas)	
Lampiran D (Reaktor)	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kegunaan metil klorida	1
Tabel 1.2	Data impor Metil Klorida dalam negeri	3
Tabel 1.3	Data impor Metil Klorida di kawasan Asia	5
Tabel 1.4	Data pabrik penghasil Metil Klorida di dunia	6
Tabel 2.1	Data Panas Pembentukan dan Energi Gibbs	25
Tabel 2.2	Neraca Massa Tangki 01 (T-01)	33
Tabel 2.3	Neraca Massa di Vaporizer (V-01)	33
Tabel 2.4	Neraca Massa Tangki 02 (T-02)	33
Tabel 2.5	Neraca Massa di vaporizer 02 (T-01)	34
Tabel 2.6	Neraca Massa Reaktor	34
Tabel 2.7	Neraca Massa Absorber (AB-01)	35
Tabel 2.8	Neraca Massa Absorber (AB-02)	35
Tabel 2.9	Neraca Massa Total	36
Tabel 2.10	Neraca Panas Vaporizer 1 (V-01)	36
Tabel 2.11	Neraca Panas Vaporizer 2 (V-02)	36
Tabel 2.12	Neraca Panas Heat Exchanger – 01	37
Tabel 2.13	Neraca Panas Reaktor (R)	37
Tabel 2.14	Neraca Panas Cooler (HE-02)	37

Tabel 2.15	Neraca Panas Absorber 1 (AB-01)	37
Tabel 2.16	Neraca Panas Absorber 2 (AB-02)	38
Tabel 2.17	Neraca Panas Condensor 1 (CD-01)	38
Tabel 4.1	Kebutuhan Steam untuk Keperluan Proses	66
Tabel 4.2	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	70
Tabel 4.3	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Unit-unit Utilitas	71
Tabel 4.4	Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC	72
Tabel 5.1	Jadwal Pembagian Kelompok shift	94
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat	106
Tabel 6.2	Modal Tetap	109
Tabel 6.3	Modal Kerja	110
Tabel 6.4	Direct Manufacturing Cost	111
Tabel 6.5	Indirect Manufacturing Cost	111
Tabel 6.6	Fixed Manufacturing Cost	112
Tabel 6.7	General Expense	112
Tabel 6.8	<i>Variable Cost</i> (V_a)	115
Tabel 6.9	<i>Regulated Cost</i> (R_a)	116
Tabel 6.10	Analisis kelayakan	117

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pada dasawarsa terakhir negara Indonesia sedang meningkatkan pembangunan di segala bidang khususnya bidang industri kimia. Metil klorida atau sering disebut klorometan merupakan salah satu bahan kimia yang sangat penting bagi industri kimia di Indonesia.

Metil klorida merupakan salah satu bahan yang sangat dibutuhkan dalam pembuatan bahan obat – obatan untuk pertanian seperti peptisida dan *fumigant*, bahan pembuatan *refrigerant*, sebagai bahan baku pembuatan *vinyl chloride*.

(<http://dhss.delaware.gov>)

Tabel 1.1 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.	Methyl Selulosa	-	-	6%
6.	Gua ternary amin	-	-	5%
7.	Lain-lain	19%	15%	24%

(Kirk and Othmer 1997)

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.

1.2. Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi pabrik metil klorida ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan antara lain :

1. Kebutuhan metil klorida di Indonesia
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kebutuhan di kawasan Asia
4. Kapasitas minimal pabrik komersial

1.2.1. Kebutuhan Metil Klorida

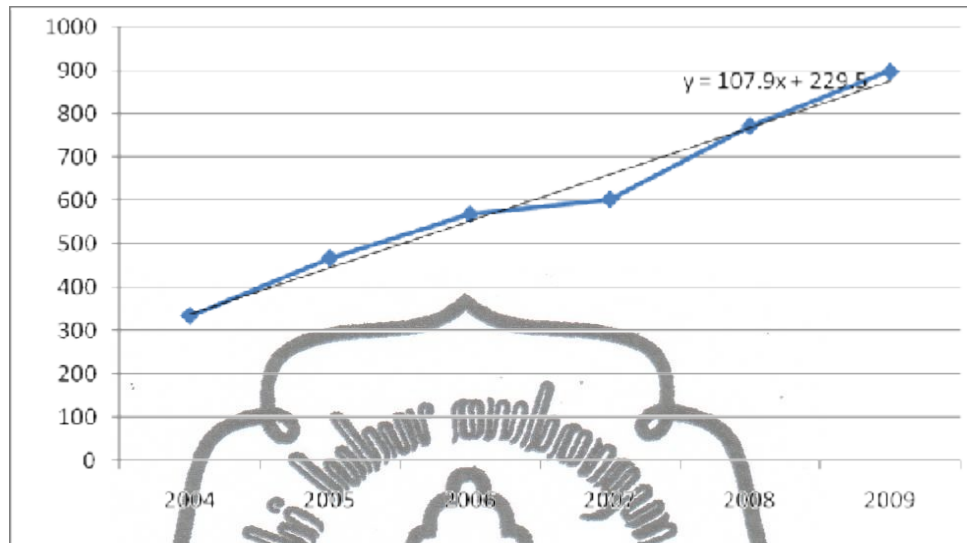
Sampai saat ini untuk memenuhi kebutuhan Metil Klorida di Indonesia masih didatangkan dari luar negeri. Data impor Metil Klorida dalam negeri disajikan pada tabel 1.1

Sebagian besar kebutuhan kimia ini harus diimpor dari Amerika Serikat. Volume import Metil Klorida di Indonesia tahun 2004 – 2009 mengalami kenaikan rata-rata 112,9832 ton/tahun.

Tabel 1.2. Data *impor* Metil Klorida dalam negeri

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2004	333.741
2005	466.96
2006	568.262
2007	603.262
2008	772.629
2009	898.657

(www.bps.go.id)



Gambar 1.1 *Import* Metil Klorida di Indonesia

(www.bps.go.id)

Persamaan yang diperoleh $y = 107,9x + 229,5$ dimana x menunjukkan tahun import dan y menunjukkan kapasitas import dalam ton/tahun. Maka dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksikan konsumsi metil klorida pada tahun 2015 sebagai tahun produksi adalah sebesar 1416,4 ton.

1.2.2. Kebutuhan Bahan Baku

Adanya industri yang mendukung pabrik metil klorida, terutama dalam hal penyediaan bahan baku merupakan salah satu faktor yang cukup penting. Bahan baku utama yaitu metanol (CH_3OH) dan asam klorida (HCl). Dari hasil perhitungan stokhiometri diperoleh kebutuhan bahan baku metil klorida yaitu methanol sebanyak 25.346 ton/tahun dan asam klorida sebanyak 28.910 ton/tahun.

commit to user

Sedangkan di Indonesia metanol diproduksi oleh PT Kaltim Methanol Industry (Kalimantan Timur) sebanyak 600.000 ton/tahun. (www.datacon.co.id) dan asam klorida dari PT. Asahimas (Banten) sebanyak 62.000 ton/tahun. (www.cic.co.id). Dengan demikian kebutuhan bahan baku pembuatan metil klorida dapat terpenuhi.

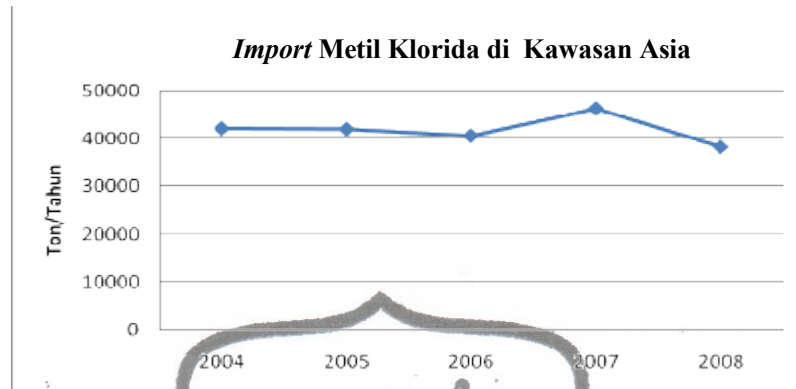
1.2.3. Kebutuhan Metil Klorida di kawasan Asia

Tabel 1.3. Data *import* Metil Klorida di kawasan Asia

Tahun	Jumlah(Ton/Tahun)
2004	42.227
2005	42.056
2006	40.688
2007	46.331
2008	38.416

(data.un.org)

Dari data yang diperoleh pada tahun 2008 kebutuhan metil klorida di kawasan Asia adalah sebesar 38.416 ton. Dan dari grafik di bawah ini didapat persamaan $y = -184.x + 42698$ diperkirakan akan meningkat hingga 39265.2 ton pada tahun 2015. Kawasan Asia tersebut meliputi : Kazakhstan, Kigizstan, Tajikistan, Turmenistan, Uzbekistan, Cina, Hongkong, Jepang, Taiwan, Korea, Rusia, Kamboja, Malaysia, Filipina, Singapura, Thailand, Timor Leste, Arab Saudi, Armenia, Azerbaijan, Bahrain, Iran, Irak, Israel, Kuwait, Oman, Qatar, Siprus, Suriah, Turki, Uni emirat Arab, Yaman, Yordania.



Gambar 1.2 *Import Metil Klorida di Kawasan Asia*

(data.un.org)

1.2.4. Kapasitas Rancangan Minimum

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan.

Tabel 1.4 Data pabrik penghasil Metil Klorida di dunia.

Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
Dow Chemical, Freeport, TX	39.037
Dow Chemical, Plaquemine, LA	126.537
Dow Corning, Carrolton, Ky	221.537
Dow Corning, Midland, Mich.	96.537
GE Plastics, Waterford, N.Y.	79.037
Vulcan, Geismar, LA	81.537
Vulcan, Wichita, KS	41.537

(www.icis.com)

Dari tabel di atas kita dapat mengetahui kapasitas minimal pabrik yang akan berproduksi adalah 39.037 ton/th oleh Dow Chemical dengan lokasi

commit to user

pembuatannya di Freeport, Texas. Kapasitas pabrik Metil Klorida minimum yang telah berdiri di luar negeri dengan proses hidroklorinasi metanol pada tahun 2004 - 2009 sebesar 39.037 ton/tahun. Atas dasar pertimbangan - pertimbangan tersebut, maka dirancang pabrik metil klorida dengan kapasitas sebesar 40.000 ton/tahun, dipandang menguntungkan. Pabrik metil klorida direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2015.

1.3. Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keberhasilan perusahaan. Beberapa faktor dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain, penyediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi dan tenaga kerja. Berdasarkan tinjauan tersebut maka lokasi pabrik metil klorida ini dipilih di Cilegon, Banten dengan pertimbangan sbb :

1. Penyediaan bahan baku

methanol sebagai bahan baku pembuatan metil klorida diperoleh dari produk utama PT. Kaltim Metanol Indonesia, Kalimantan Timur. Sedangkan HCl diperoleh dari produk samping PT. Asahimas, Banten. Orientasi pemilihan ditekankan pada jarak lokasi sumber bahan baku dengan pabrik cukup baik.

2. Pemasaran produk

Produk metil klorida banyak dibutuhkan oleh industri kimia yang ditujukan untuk kebutuhan pasar dalam negeri dan luar negeri. Lokasi pabrik di Cilegon dipilih sebagai lokasi pendirian pabrik Metil Klorida karena sangat strategis,

commit to user

yaitu dekat dengan kawasan industri dan pemasaran industri lain yang tersebar di Indonesia serta dekat dengan pelabuhan sehingga memudahkan penerimaan bahan baku dan pengiriman metil klorida ke luar negeri.

3. Sarana transportasi

Transportasi di Cilegon baik darat maupun laut cukup lancar, karena dekat dengan jalan raya, dan pelabuhan sehingga memudahkan pendistribusian bahan baku ke pabrik dan produk ke konsumen.

4. Penyediaan utilitas

Di Cilegon terdapat kawasan industri yang lengkap dengan unit-unit utilitas, sehingga penyediaan air dan steam dapat terpenuhi. Demikian juga kebutuhan listrik tidak akan mengalami kesulitan karena memperoleh suplai dari PLN.

5. Penyediaan tenaga kerja

Penyediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik untuk pengoperasian alat-alat industri perlu dipertimbangkan. Pulau Jawa jumlah penduduknya banyak sehingga untuk keperluan tenaga kerja yang terdidik maupun tidak terdidik dapat terpenuhi.



Gambar 1.3 Gambar Pemilihan Lokasi Pabrik

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam – Macam Proses

Macam-macam proses pembuatan metil klorida secara komersial yang dikembangkan dewasa ini adalah :

1. Proses Klorinasi Metana
2. Proses Hidroklorinasi metanol

1. Proses Klorinasi Metana

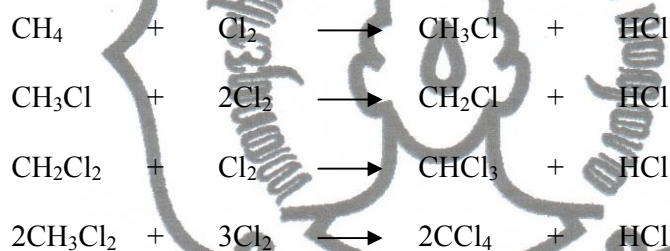
Pada proses klorinasi metana, metil klorida bukan merupakan produk tunggal, karena terbentuk produk lain seperti karbon tetra klorida dan kloroform. Pada klorinasi metana digunakan klorin dan metana sebagai bahan baku dalam fase gas. Reaksi berjalan secara eksotermis dengan suhu reaksi

commit to user

400-500 °C, sehingga sangat diperlukan pengontrolan suhu. (Kirk Othmer, Vol 5, 1997)

Suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan metil klorida terurai menjadi metilen dan HCl. Reaksi pada suhu tinggi dapat menyebabkan terjadinya polimerisasi dan dapat merusak katalisator. Kesulitan lain yang dihadapi adalah mengganti katalisator yang sudah tidak aktif lagi serta pendingin yang cukup untuk mempertahankan suhu. (Mc. Ketta, 1990)

Reaksi :



Proses klorinasi metana memerlukan tekanan sedikit di atas tekanan atmosferis dan menghendaki kemurnian metana tinggi, sehingga diperlukan alat *cryogenic* destilasi untuk *treatment* gas alam. Kebutuhan investasi peralatan ini cukup mahal dan *yield* proses klorinasi metana yaitu sekitar 80-85%. (Kirk Othmer, Vol 5, 1997)

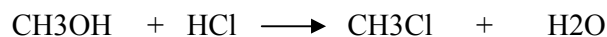
2. Proses Hidroklorinasi metanol

Proses hidroklorinasi adalah suatu proses dengan atom halogen yang berasal dari asam klorida bergabung dengan suatu senyawa organik. Proses hidroklorinasi dengan reaksi substitusi terjadi pada pembuatan metil klorida.

Metil klorida dihasilkan oleh reaksi antara CH₃OH dan HCl dengan bantuan katalis. Uap methanol dan HCl diumpankan secara equimolar.

commit to user

Reaksinya :



metanol asam klorida metil klorida air

Campuran gas kemudian dimasukkan ke dalam reactor batch jenis fixed bed multitube pada suhu 300°C dan tekanan 1.8 atm. Yield yang diperoleh cukup tinggi yaitu : 99% methanol menjadi metil klorida, dengan menggunakan katalis alumina gel yang kemudian dipisahkan antara pengotor dan produknya yaitu metil klorida kemudian dimurnikan. (Thyagarajan, M.S., *et all*, 1966)

1.4.2. Pemilihan Proses

Dari kedua proses yang ada dipilih proses hidroklorinasi metanol dengan pertimbangan :

- Pada proses hidroklorinasi metanol metil klorida memerlukan suhu yang lebih rendah daripada proses klorinasi methane . Reaksi pada suhu tinggi dapat menyebabkan katalisator mudah rusak dan menyebabkan metal klorida terurai menjadi metilen dan HCl. (Mc. Ketta, 1990)
- Yield* pada proses hidroklorinasi metanol dapat mencapai lebih dari 95% sedangkan proses klorinasi metana sebesar 80-85%. (Kirk Othmer, Vol 5, 1997)
- Pabrik metil klorida yang sudah berdiri terutama di Amerika banyak menggunakan proses Hidroklorinasi Methanol

1.4.3. Kegunaan Produk

Penggunaan metil klorida dewasa ini adalah antara lain untuk :

- a. Bahan baku dalam pembuatan peptisida dan *fumigant*
- b. Sebagai bahan baku pembuatan *vinyl chloride*
- c. *Refrigerant*

(<http://dhss.delaware.gov>)

1.4.4. Sifat Fisis dan Sifat Kinia Bahan dan Produk

1.4.4.1. Sifat Fisis dan Kimia Bahan

a. Metanol (CH₃OH)

▪ Sifat-sifat fisis

Berat molekul, g / mol	: 32,042
Titik didih (1 atm), °C	: 64,7
Suhu kritis, °C	: 239,43
Tekanan kritis, kPa	: 8096
ΔH_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -201.170
ΔG_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -162.620
Density pada 25 °C , g/ml	: 0,787

(Yaws, 1999)

Kapasitas panas cair (J/mol °K)

$$C_p = 40,125 + 3,1046E - 01 T + (-1,0291E - 03)T^2 + 1,4598E - 06 T^3$$

Kapasitas panas gas (J/mol °K)

commit to user

$$C_p = 40,046 + (-3,8287E - 02) T + 2,4529E - 04 T^2 + (-2,1679E - 07) T^3 \\ + 5,9909E - 11 T^4$$

(Yaws, 1999)

▪ **Sifat-sifat kimia**

- Pembentukan eter

Dimetil eter terbentuk dengan dehidrasi metanol dengan katalis alumina pada suhu 350 °C.



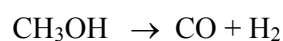
- Reaksi dengan asam klorida

Metanol dapat bereaksi dengan asam klorida melalui reaksi hidroklorinasi secara substitusi :



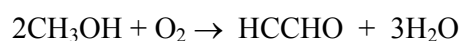
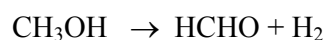
- Dekomposisi

Metanol dapat terdekomposisi menjadi CO dan H₂ :



- Dehidrogenasi dan oksidasi parsial

Reaksi secara komersial dari metanol adalah dehidrogenasi dan oksidasi menjadi formaldehid. Reaksi bisa dijalankan menggunakan katalis dengan adanya udara :



b. Asam klorida (HCl)

▪ Sifat-sifat fisis

Berat molekul, g / mol	: 36,5
Titik didih (1 atm), °C	: - 83,0314
Suhu kritis, °C	: 51,55
Tekanan kritis, atm	: 82,5
ΔH_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -92.300
ΔG_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -95.300
Density pada 25 °C , g/ml	: 1,268
Viscositas, 20 °C, cp	: 0,0156

(Yaws, 1999)

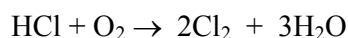
▪ Sifat-sifat kimia

- Reaksi dengan oksida logam

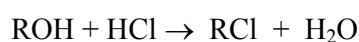
Fe_2O_3 bereaksi pada suhu temperatur 300 °C menghasilkan FeCl_2 dan H_2O

- Reaksi dengan zat pengoksidasi

HCl dan O_2 bereaksi dalam fasa gas menghasilkan Klorin



- Reaksi substitusi dan hidroksil alifatik dengan asam klorida



Untuk alkyl yang lebih tinggi, katalis ZnCl digunakan untuk kontak reaksi dalam fasa cair. Untuk alkohol rendah seperti metanol dapat direaksikan dengan HCl melalui reaksi hidroklorinasi menggunakan katalis padat

(Perry, 2008)

commit to user

1.4.4.2. Sifat Fisis dan Kimia Produk

a. Metil klorida (CH₃Cl)

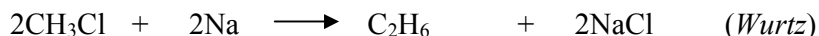
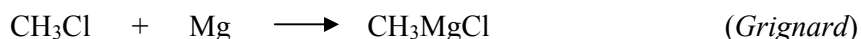
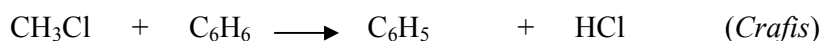
▪ Sifat-sifat fisis

Berat molekul, g / mol	: 50,53
Titik didih (1 atm), °C	: - 25,73
Suhu kritis, °C	: 143
Tekanan kritis, atm	: 65,9
ΔH_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -86.320
ΔG_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -62.890
Viscositas, 20 °C, cp	: 0,244

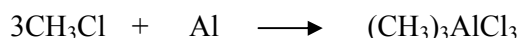
(Yaws, 1999)

▪ Sifat-sifat kimia

- Metil klorida mempunyai kemampuan metilasi melalui reaksi *Friedel Crafts*, *Grignard reagent* dan *Wurtz synthesis*.

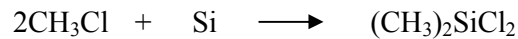


- Metil klorida akan bereaksi kuat dengan Al menghasilkan metil alumina klorida yang digunakan sebagai katalis untuk polimerisasi dan hidrogenasi dari hidrokarbon



- Silikon bereaksi dengan metil klorida dengan adanya Cu akan menghasilkan dimetil klorida silane.

commit to user



Reaksi ini adalah tahap intermediet dalam penyediaan silikon

- Tetrametiled digunakan sebagai bahan pencampur gasolin, dibuat dengan mereaksikan metil klorida dengan campuran Pb monosodium sebagai katalis digunakan AlCl_3



- Metil klorida akan bereaksi dengan amina tersier membentuk quartenary amonium klorida. Senyawa ini sangat penting dalam produksi detergent, fungisida, dan desinfektan.

(Kirk Othmer, Vol 5, 1997)

b. Air (H₂O)

▪ Sifat-sifat fisis

Berat molekul, g / mol	: 18
Titik didih (1 atm), °C	: 100
Suhu kritis, °C	: 647,13
Tekanan kritis, kPa	: 220,5
ΔH_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -241.800
ΔG_f (liquid) pada 25 °C, J/mol	: -228.600
Densitas pada 25 °C , g/ml	: 1
Kapasitas panas cair (J/mol °K)	:
$C_p = 92,053 + (-3,9953E-02) T + (-2,1103E - 04)T^2 + 5,3469E - 07 T^3$	
Kapasitas panas gas (J/mol °K)	:

commit to user

$$C_p = 33,933 + (-8,4186E-03) T + 2,9906E-05 T^2 + (-1,7825E - 08) T^3 + 3,6934E - 12 T^4$$

(Yaws, 1999)

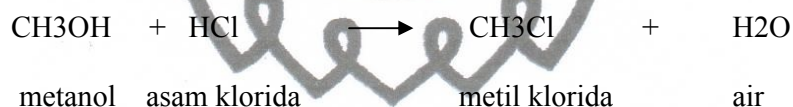
▪ **Sifat-sifat kimia**

- Dibentuk melalui reaksi : $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
- Mampu menghidrolisis ester menjadi senyawa – senyawa pembentuknya :
 $2RCOOR + H_2O \rightarrow RCOOH + ROH$
- Mudah melarutkan zat – zat, baik cair, padat maupun gas.

(Vogel, 1985)

1.4.5. Tinjauan Proses Secara Umum

Metil klorida dihasilkan oleh reaksi antara CH_3OH dan HCl dengan bantuan katalis silica alumina gel . Reaksinya :



Campuran gas kemudian dimasukkan ke dalam reaktor jenis *fixed bed multitube* secara equimolar pada suhu $300^\circ C$ dan tekanan 1.8 atm. Yield yang diperoleh cukup tinggi yaitu : 99% methanol menjadi metil klorida, dengan menggunakan katalis alumina gel yang kemudian dipisahkan antara pengotor dan produknya yaitu metil klorida kemudian dimurnikan untuk mendapatkan metil klorida dengan kemurnian tinggi.

(Thyagarajan, M.S., *et all.*, 1966)

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku Utama

a. Metanol

Fase (30 °C, 1 atm) : cair
Warna : jernih, tidak berwarna
Impuritas : H₂O 2 % berat
Kemurnian : CH₃OH 98 % berat

(www.kaltimmethanol.com)

b. Asam klorida

Fase (30 °C, 1 atm) : cair
Warna : jernih kekuningan
Kemurnian : HCl min 33 %
H₂O 67 % max

(www.asc.co.id)

2.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

a. Katalis Alumina gel

Bentuk : padat *spheris*
Warna : putih

commit to user

BAB II Deskripsi Proses

Ukuran	: 1 - 4 mm
Bulk density	: 750 g/L
Surface Area	: 600 – 800 m ² /g
Porositas	: 0,4

(www.silika-alumina-gel-china.com)

2.1.3. Spesifikasi Produk Utama

a. Metil klorida

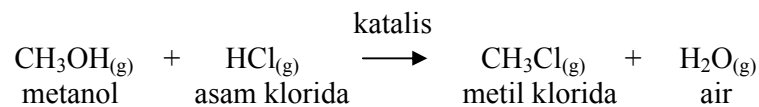
Fase (32,67°C, 7 atm):	cair
Warna	: tidak berwarna
Impuritas	: HCl max 10 ppm
Kemurnian	: CH ₃ Cl min. 99,9% berat

(www.alibaba.com)

2.2. Konsep Proses

2.2.1. Dasar Reaksi

Proses pembuatan metil klorida dari metanol dan hidrogen klorida dengan katalisator silica alumina gel (SiO₂.nAl₂O₃.xH₂O) dilakukan melalui hidroklorinasi dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi hidroklorinasi metanol dengan hidrogen klorida merupakan reaksi orde 2 dengan $r_A = k C_A^2$.

(Thyagarajan, M.S., *et al.*, 1966)

2.2.2. Mekanisme Reaksi

Reaksi katalitis dengan zat reaktan Metanol dan HCl berbentuk gas dan katalisator silica lumina gel berbentuk padatan berlangsung menurut mekanisme 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

$\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$	+	$\text{HCl}_{(g)}$	\longrightarrow	$\text{CH}_3\text{Cl}_{(g)}$	+	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
metanol		asam klorida		metil klorida		air
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.

(Fogler,1999)

Pada mekanisme reaksi katalitis diatas tahap difusi dan adsorpsi berlangsung sangat cepat, sedangkan reaksi pada permukaan katalis berlangsung paling lambat. Sehingga kecepatan reaksi katalitis secara keseluruhan dikontrol oleh reaksi permukaan.

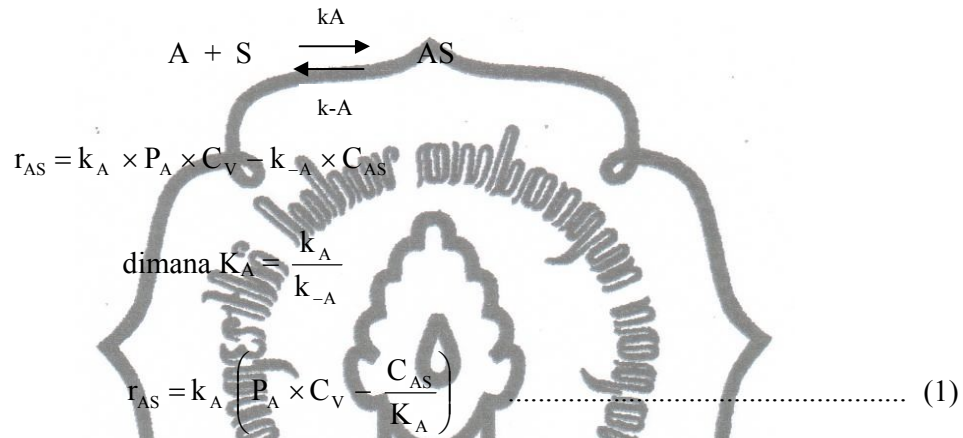
Mekanisme reaksi :



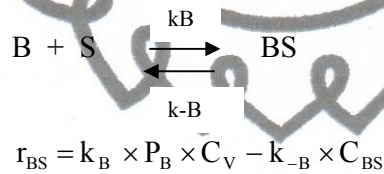


1. Adsorbsi

✓ Adsorb A di permukaan katalis



✓ Adsorb B di permukaan katalis



dimana $K_B = \frac{k_B}{k_{-B}}$

$$r_{BS} = k_B \left(P_B \times C_V - \frac{C_{BS}}{K_B} \right) \quad (2)$$

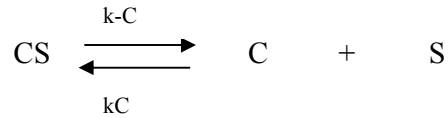
2. Reaksi permukaan katalis



$$r_S = k_S \times C_{AS} \times C_{BS} \quad (3)$$

3. Desorpsi

✓ Desorpsi produk utama



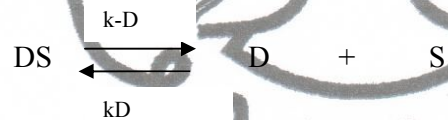
$$r_c = (k_c \times C_{cs}) - (k_c \times P_c \times C_v)$$

dimana $K_c = \frac{k-c}{k_c}$

$$r_c = (k-c \times C_{cs}) - ((k-c/K_c) \times P_c \times C_v)$$

$$r_c = k-c \times (C_{cs} - (P_c \times C_v/K_c)) \dots\dots\dots (4)$$

✓ Desorpsi produk utama



$$r_D = (k_D \times C_{DS}) - (k_D \times P_D \times C_v)$$

dimana $K_D = \frac{k-D}{k_D}$

$$r_D = (k-D \times C_{DS}) - ((k-D/K_D) \times P_D \times C_v)$$

$$r_D = k-D \times (C_{DS} - (P_D \times C_v/K_D)) \dots\dots\dots (5)$$

Langkah : reaksi permukaan katalis

$$r_s = r_1 = k_s \times C_{AS} \times C_{BS} \dots\dots\dots (6)$$

✓ $k_A \gg \gg \rightarrow \frac{r_{AS}}{k_A} = 0$

Persamaan (1) menjadi :

$$P_A \times C_v = \frac{C_{AS}}{K_A}$$

$$C_{AS} = P_A \times C_v \times K_A \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\checkmark k_B \gg \gg \rightarrow \frac{r_{BS}}{k_B} = 0$$

Persamaan (2) menjadi :

$$P_B \times C_v = \frac{C_{BS}}{K_B}$$

$$C_{BS} = P_B \times C_v \times K_B \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\checkmark k_c \gg \gg \rightarrow r_c / k_c = 0$$

Persamaan (4) menjadi :

$$C_{DS} = \frac{P_D \times C_v}{K_D} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\checkmark k_D \gg \gg \rightarrow r_D / K_D = 0$$

Persamaan (5) menjadi :

$$C_{DS} = \frac{P_D \times C_v}{K_D} \quad \dots\dots\dots (10)$$

Substitusi persamaan (7),(8),(9),dan (10) ke persamaan (6)

$$r_1 = k_s (P_A \times C_v \times K_A)(P_B \times C_v \times K_B)$$

$$= k_s \times C_v^2 \times P_A \times P_B \times K_A \times K_B$$

$$C_t = C_v + C_{AS} + C_{BS} + C_{DS} + C_{CS}$$

$$= C_v + C_v \cdot P_A \cdot K_A + C_v \cdot P_B \cdot K_B + \frac{P_D \cdot C_v}{K_D} + \frac{P_C \cdot C_v}{K_C}$$

$$= \left(1 + P_A \cdot K_A + P_B \cdot K_B + \frac{P_D}{K_D} + \frac{P_C}{K_C} \right) \cdot C_v$$

$$Cv = \frac{Ct}{1 + P_A \cdot K_A + P_B \cdot K_B + \frac{P_D}{K_D} + \frac{P_C}{K_C}}$$

$$r_s = \frac{K_S \cdot P_A \cdot P_B \cdot (K_A \cdot K_B) \cdot Ct^2}{\left(1 + P_A \cdot K_A + P_B \cdot K_B + \frac{P_D}{K_D} + \frac{P_C}{K_C}\right)^2}$$

$$\text{Jika : } P_A \cdot K_A + P_B \cdot K_B + \frac{P_D}{K_D} + \frac{P_C}{K_C} = 0$$

$$k_s \cdot K_A \cdot K_B \cdot C_t^2 = k_1$$

$$nA_0 = nB_0$$

$$\text{maka : } r_1 = k_1 \cdot P_A^2$$

$$r_1 = 2,615E+03 \exp(-18860 / RT)$$

(Thyagarajan, M.S., *et al.*, 1966)

2.2.3. Kondisi Operasi

Reaksi pembentukan metil klorida dengan hidroklorinasi metanol berlangsung dalam fasa gas menggunakan katalis silica alumina gel ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) mempunyai range temperatur operasi 300°C . Kondisi reaksi dipilih temperatur 300°C karena pada suhu tersebut katalis alumina aktif dan tekanan operasi 1,8 atm.

(Thyagarajan, M.S., *et al.*, 1966)

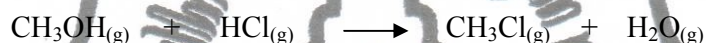
2.2.4. Tinjauan Termodinamika

Tabel 2.1. Data Panas Pembentukan dan Energi Gibbs

Komponen	ΔH_f° (J/ gmol)	ΔG_f° (J/ gmol)
CH ₃ OH	-201.170	- 162.510
HCl	-92.300	- 95.300
CH ₃ Cl	-86.320	- 62.890
H ₂ O	-241.800	- 228.600

(Yaws, 1999)

Reaksi :



$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G_f^\circ \text{ CH}_3\text{Cl} + \Delta G_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta G_f^\circ \text{ CH}_3\text{OH} + \Delta G_f^\circ \text{ HCl}) \\ &= (- 62.890 + (- 228.600)) - (- 162.510 + (- 95.300)) \\ &= -33.680 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ \Delta H_r^\circ &= (\Delta H_f^\circ \text{ CH}_3\text{Cl} + \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ \text{ CH}_3\text{OH} + \Delta H_f^\circ \text{ HCl}) \\ &= (-86.320 + (-241.800)) - (-201.170 + (-92.300)) \\ &= -34.650 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Reaksi pembuatan metil klorida adalah reaksi eksotermis, selama reaksi dibebaskan panas. Hal ini ditunjukkan oleh harga enthalpi yang negatif, yaitu sebesar -34.650 J/mol.

Untuk mengetahui apakah reaksi berlangsung secara irreversible dapat dilihat dari harga K (konstanta kesetimbangan reaksi). Data ΔG° untuk komponen yang terlibat dalam reaksi tersebut adalah :

$$K_{298} = e^{\frac{\Delta G^\circ}{RT}}$$

$$K_{298} = e^{\frac{-33.680}{8,314 \times 298}}$$

$$= 8,013 \times 10^5$$

$$\ln \frac{K}{K_0} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right)$$

(Levenspiel, 1999)

Suhu reaksi rata-rata = 598 K. Harga K pada suhu 598 K adalah :

$$K_{598} = K_{298} \exp \left(\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right) \right)$$

$$K_{598} = 8,013 \times 10^5 \exp \left(\frac{-34.650}{8,314} \left(\frac{1}{573} - \frac{1}{298} \right) \right)$$

$$= 6,9 \cdot 10^8$$

Harga konstanta kesetimbangan reaksi (K) termasuk besar sehingga reaksi bisa dianggap berjalan secara irreversible.

2.2.5. Tinjauan Kinetika

Reaksi hidroklorinasi metanol termasuk reaksi orde dua. Dari segi kinetika, kecepatan reaksi hidroklorinasi metanol akan bertambah cepat dengan naiknya temperatur. Berdasarkan persamaan Arrhenius :

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

di mana :

k = konstanta kecepatan reaksi

A = faktor frekuensi tumbukan

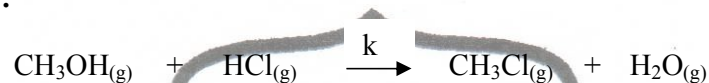
E = energi aktivasi

R = konstanta gas (1,987 kal/mol K)

T = temperatur operasi (K)

Harga konstanta kecepatan reaksi kimia adalah sebagai berikut :

Reaksi :



Konstanta kecepatan reaksi sebagai berikut:

$$k = 2,615\text{E}+03 \exp (-E / RT)$$

di mana :

r	= kecepatan reaksi, mol/(hr).(gram katalis)
k	= konstanta kecepatan reaksi, mol/(hr).(atm ²).(gram katalis)
P _{CH₃OH}	= Tekanan parsial metanol, atm
E	= 18.860 kalori/mol
R	= konstanta gas, 1,9872 kkal/kmol K
T	= suhu, K

(Thyagarajan, M.S., *et all.*, 1966)

2.2.6. Pemakaian Katalis

Dalam reaksi gas-gas, meskipun katalis tidak berubah pada akhir reaksi, tetapi katalis tetap ikut aktif di dalam reaksi. Katalis dapat memperbesar kecepatan reaksi karena dimungkinkan terjadinya mekanisme alternatif di mana energi aktivasi tiap langkah reaksi akan lebih rendah dibandingkan tanpa katalis. Konversi kesetimbangan tidak dipengaruhi katalis, tetapi selektivitas dapat ditingkatkan dengan adanya katalis. Umumnya penurunan tekanan akan semakin besar bila diameter katalis semakin kecil. Permukaan yang luas lebih baik karena

laju reaksi setara dengan luas permukaan yang ditempati, yaitu dengan adanya struktur *porous*, padatan terdiri dari banyak pori. Luas permukaan yang besar disebabkan karena adanya pori (situs aktif) ini sehingga menaikkan kecepatan reaksi dan menyebabkan berkurangnya aktivitas sehingga kecepatan reaksi bertambah besar.

Pada reaksi hidroklorinasi metanol menjadi metil klorida, katalis yang digunakan adalah $\text{SiO}_2 \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ yang merupakan katalis padat berpori dengan diameter 1 - 4 mm. Katalis ditempatkan di dalam reaktor *fixed bed* di dalam sisi *tubanya*, sedangkan umur dari katalis silika alumina gel diperkirakan adalah 3-5 tahun.

(www.silika-alumina-gel-china.com)

2.3. Diagram Alir Proses

2.3.1. Diagram Alir Kualitatif

Diagram alir kualitatif dapat dilihat pada gambar 2.2.

2.3.2. Diagram Alir Kuantitatif

Diagram alir kuantitatif dapat dilihat pada gambar 2.3.

2.3.3. Langkah Proses

Secara umum proses pembentukan metil klorida dari metanol dan asam klorida dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

2.3.3.1. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk pembuatan Metil Klorida adalah Metanol dan Asam Klorida. HCl dari pabrik lain disimpan dalam tangki (T-01) pada tekanan 1 atm dan suhu 30 °C. Dari tangki dipompa sehingga tekanannya sampai 1,8 atm ke vaporizer (VA-01) untuk diuapkan kemudian terpisahkan antara uap dan cair. Metanol disimpan dalam tangki (T-02) pada tekanan 1 atm dan suhu 30 °C. Dari tangki dipompa sehingga tekanannya sampai 1,8 atm ke vaporizer (VA-02) untuk diuapkan kemudian terpisahkan antara uap dan cair. Uap campuran keluar dari kedua vaporizer kemudian dipompa ke heater (HE-01) untuk dipanaskan suhu 300 °C. kemudian diumpankan ke Reaktor.

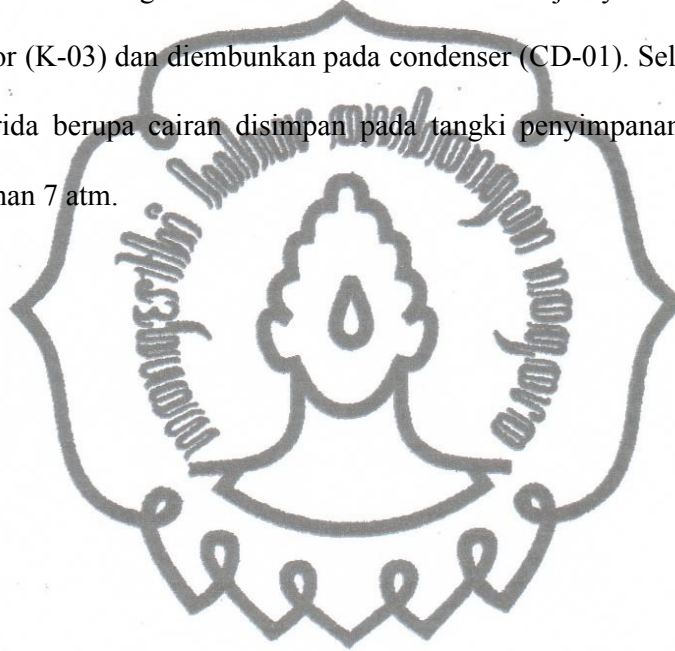
2.3.3.2. Tahap Reaksi

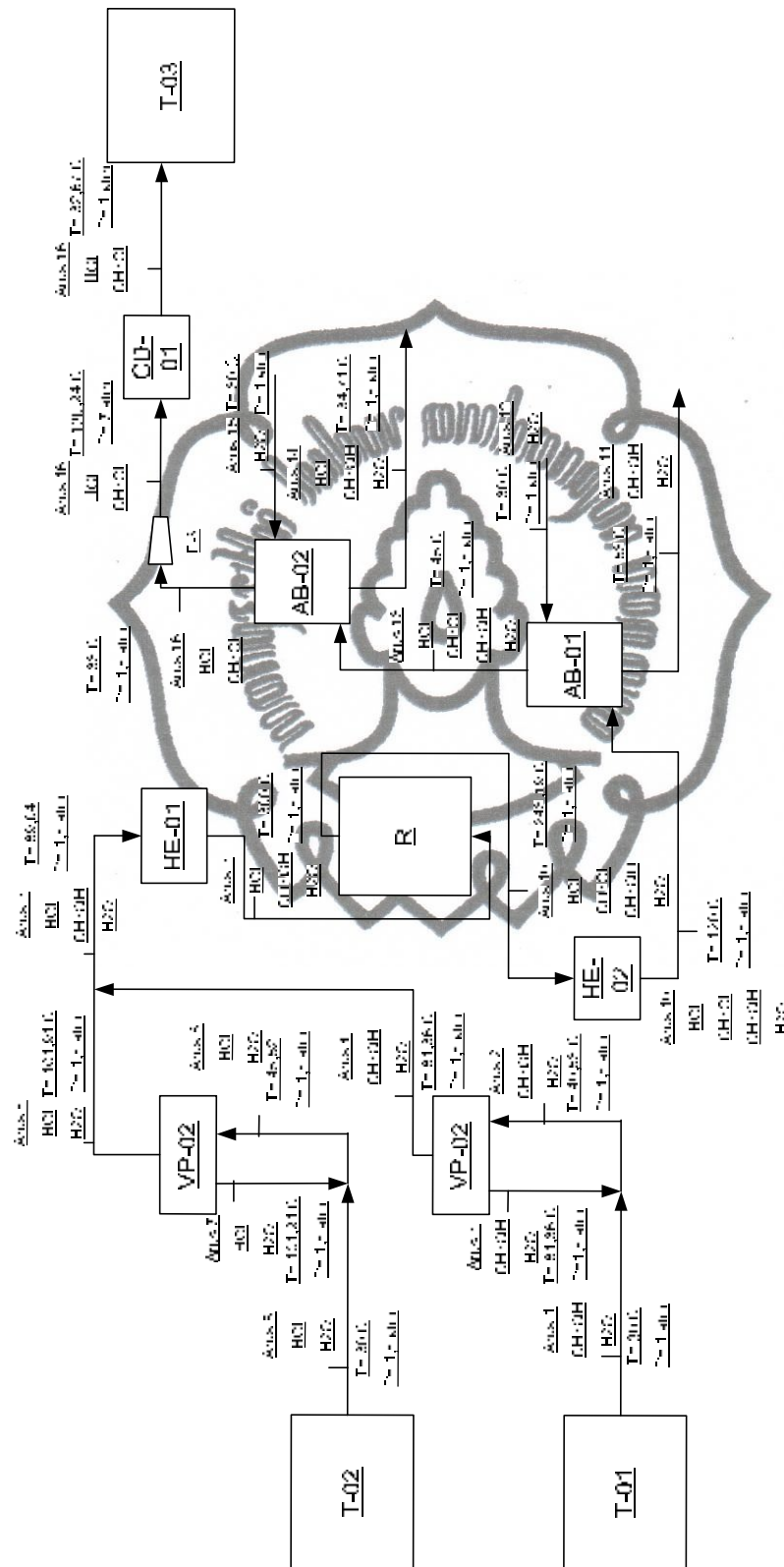
Reaksi hidroklorinasi metanol dijalankan dalam reaktor fixed bed multitube katalitik (R-01), pada suhu 300°C tekanan 1,8 atm, dengan katalis alumina gel ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Reaksi bersifat eksotermis, sehingga diperlukan pendingin untuk mengontrol suhu reaksi, pendingin yang digunakan adalah Dow Term A.

2.3.3.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

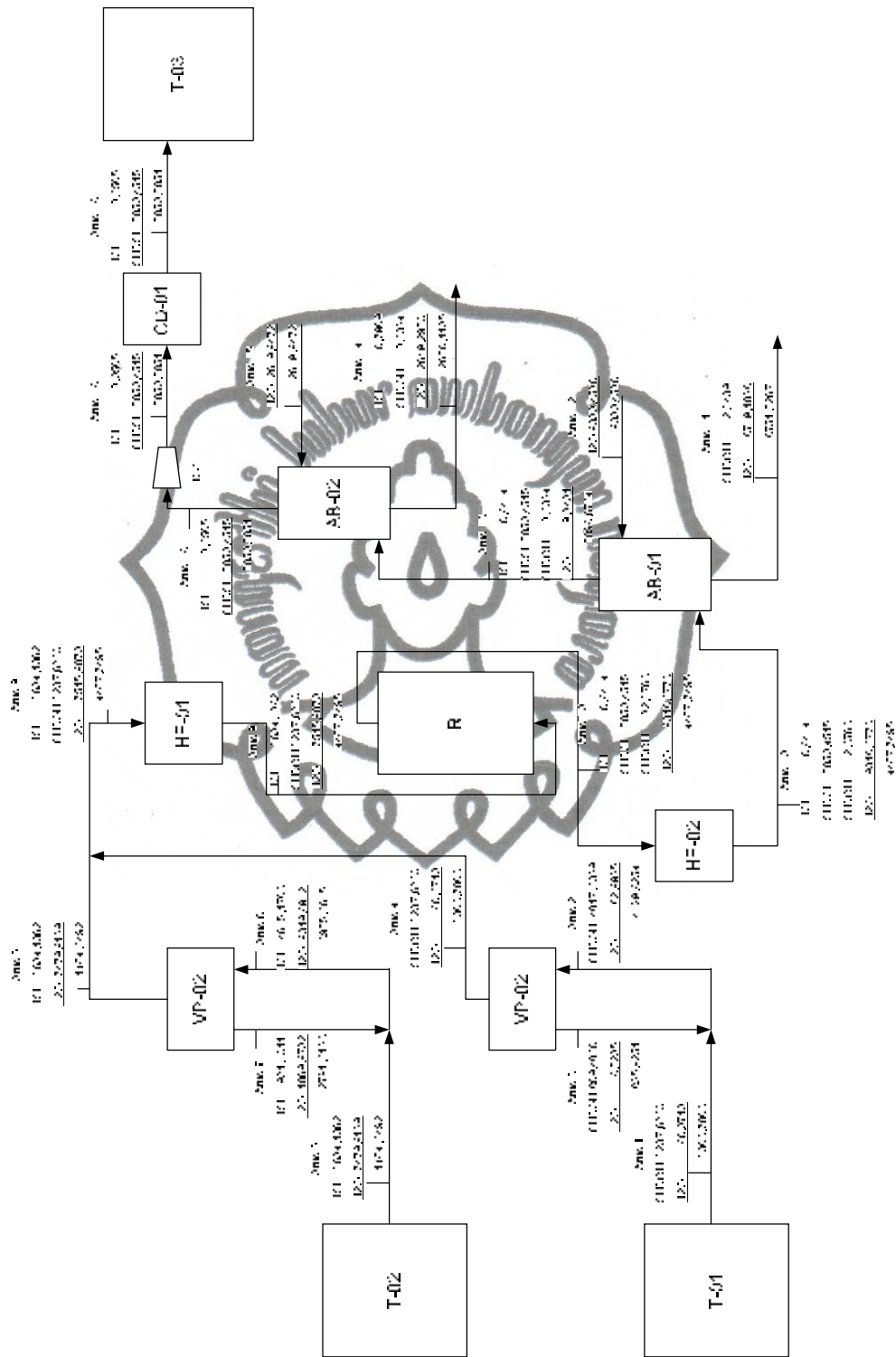
Gas keluar reactor digunakan sebagai pemanas pada vaporizer (VP-01 dan VP-02) sehingga suhu menjadi 120 °C. Kemudian masuk ke dalam absorber 1 (AB-01) untuk dipisahkan antara produk dengan impuritasnya (methanol dan air) pada kondisi operasi suhu 30°C dan tekanan 1.8 atm. Hasil bawah AB-01 berupa methanol dan air selanjutnya diproses pada Unit Penanganan Limbah (UPL). Kemudian hasil atas AB-01 yang berupa metil klorida, HCl, dan sedikit H₂O dan

methanol pada suhu 45°C diumpankan ke absorber 2 (AB-02) untuk mendapatkan metil klorida dengan kemurnian lebih tinggi. Kondisi operasi absorber suhu 30°C dan tekanan 1.8 atm. Hasil bawah AB-02 berupa sedikit air, methanol, dan HCl diproses pada Unit Penanganan Limbah (UPL). Hasil atas AB-02 berupa produk gas metil klorida dengan kemurnian 99.9% berat selanjutnya dikompresi dengan compressor (K-03) dan diembunkan pada condenser (CD-01). Selanjutnya produk metil klorida berupa cairan disimpan pada tangki penyimpanan produk (T-03) pada tekanan 7 atm.





Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif

2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

2.4.1. Neraca Massa

Tabel 2.2 Neraca Massa Tangki 01 (T-01)

Komponen	Input (T-01)	
	Arus 1 kg/jam	Arus 1 kmol/jam
CH ₃ OH	3237,6263	101,0432
H ₂ O	66,0740	3,6677
Total(kg/jam)	3303,7003	

Tabel 2.3 Neraca Massa di Vaporizer (V-01)

Komponen	Arus 4		Arus 1	
	kg	kmol	kg	kmol
HCl	0,000	0,000	0,000	0,000
CH ₃ Cl	0,000	0,000	0,000	0,000
CH ₃ OH	3237,6263	101,0432	3237,6263	101,0432
H ₂ O	66,0740	3,6677	66,0740	3,6677
Total(kg/jam)	3303,7003		3303,7003	

Komponen	Arus 2		Arus 3	
	kg	kmol	kg	kmol
HCl	0,000	0,000	0,000	0,000
CH ₃ Cl	0,000	0,000	0,000	0,000
CH ₃ OH	4047,0329	126,3040	809,4066	25,2608
H ₂ O	82,5925	4,5847	16,5185	0,9169
Total(kg/jam)	4129,6254		825,9251	

Tabel 2.4 Neraca Massa Tangki 02 (T-02)

Komponen	Input (T-02)	
	Arus 5 kg/jam	Arus 5 kmol/jam
HCl	3684,1362	101,0432
H ₂ O	7479,9129	415,2047
Total(kg/jam)	11164,0492	

Tabel 2.5 Neraca Massa di vaporizer 02 (T-01)

Komponen	Arus 8		Arus 5	
	kg	kmol	kg	kmol
HCl	3684,1362	101,0432	3684,1362	101,0432
CH ₃ Cl	0.000	0.000	0.000	0.000
CH ₃ OH	0.000	0.000	0.000	0.000
H ₂ O	7479,9129	415,2047	7479,9129	415,2047
Total(kg/jam)	11164,0492		11164,0492	

Komponen	Arus 6		Arus 7	
	kg	kmol	kg	kmol
HCl	4605,1703	9349,8912	921,0341	25,2608
CH ₃ Cl	0.000	0.000	0.000	0.000
CH ₃ OH	0.000	0.000	0.000	0.000
H ₂ O	9349,8912	519,0059	1869,9782	103,8012
Total(kg/jam)	13955,0615		2791,0123	

Tabel 2.6 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Arus 9		Arus 10	
	kg	kmol	kg	kmol
HCl	3684,1362	101,0432	36,8414	1,0104
CH ₃ Cl	0,0000	0,0000	5050,4545	100,0328
CH ₃ OH	3237,6263	101,0432	32,3763	1,0104
H ₂ O	7545,9870	418,8724	9348,0773	518,9052
Total(kg/jam)	14467,7495		14467,7495	

Tabel 2.7 Neraca Massa Absorber (AB-01)

komponen	input			
	arus 10		arus 12	
	kg	Kmol	kg	kmol
HCl	191.9629	5.2649	0.0000	0.0000
CH ₃ Cl	5050.4545	100.0328	0.0000	0.0000
CH ₃ OH	168.6974	5.2649	0.0000	0.0000
H ₂ O	9665.8031	536.5419	9834.5005	545.9062
Total(kg/jam)	15076.9179		9834.5005	

Komponen	Output			
	arus 13		arus 11	
	kg	Kmol	kg	kmol
HCl	191.9629	5.2649	0.0000	0.0000
CH ₃ Cl	5050.4545	100.0328	0.0000	0.0000
CH ₃ OH	0.1687	0.0053	168.5287	5.2596
H ₂ O	9.6658	0.5365	19490.6378	1081.9116
Total(kg/jam)	5252.2519		19659.1664	

Tabel 2.8 Neraca Massa Absorber (AB-02)

komponen	input			
	arus 13		arus 15	
	kg	Kmol	kg	kmol
HCl	191.963	5.265	0.000	0.000
CH ₃ Cl	5050.455	100.033	0.000	0.000
CH ₃ OH	0.169	0.005	0.000	0.000
H ₂ O	9.666	0.537	348.593	19.350
Total(kg/jam)	5252.252		348.593	

Komponen	output			
	arus 16		arus 14	
	kg	Kmol	kg	kmol
HCl	0.051	0.001	191.912	5.263
CH ₃ Cl	5050.455	100.033	0.000	0.000
CH ₃ OH	0.000	0.000	0.169	0.005
H ₂ O	0.000	0.000	358.258	19.887
Total(kg/jam)	5050.505		550.339	

Tabel 2.9 Neraca Massa Total

komponen	input (dalam kg/jam)			
	Arus 1	Arus 5	Arus 12	Arus 15
HCl	0.0000	3684.1362	0.0000	0.0000
CH ₃ Cl	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CH ₃ OH	3237.6263	0.0000	0.0000	0.0000
H ₂ O	66.0740	7479.9129	9380.4536	139.4088
Total	23987.6119			

komponen	output (dalam kg/jam)		
	Arus 11	Arus 16	Arus 14
HCl	0.0000	0.0505	36.7909
CH ₃ Cl	0.0000	5050.4545	0.0000
CH ₃ OH	32.3439	0.0000	0.0324
H ₂ O	18719.1828	0.0000	148.7569
Total	23987.6119		

2.4.2. Neraca Panas

Tabel 2.10 Neraca Panas Vaporizer 1 (V-01)

Keterangan	Qin (kJ/j)	Qout (kJ/j)
Q feed	164380.4409	0
Q penguapan	0	1170251.3991
Q keluar (cair)	0.0000	122292.8150
Q keluar (uap)	0	273667.440
Q pemanas	1401831.2136	0.000
Total	1566211.6545	1566211.6545

Tabel 2.11 Neraca Panas Vaporizer 2 (V-02)

Keterangan	Qin (kJ/j)	Qout (kJ/j)
Q feed	1072412.7615	0
Q penguapan	0	6303171.9771
Q keluar (cair)	0.0000	840358.8248
Q keluar (uap)	0	1307454.4920
Q pemanas	7378572.5324	0.000
Total	8450985.2939	8450985.2939

Tabel 2.12 Neraca Panas Heat Exchanger – 01

Keterangan	input	output
Q feed	1400071.9719	0
Q keluar	0	6316306.8017
Q pemanas	4916234.8298	0
TOTAL	6316306.8017	6316306.8017

Tabel 2.13 Neraca Panas Reaktor (R)

Komp	Keterangan	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Qin	Panas yang dibawa umpan	10342114.6305	0
Qin	Panas reaksi	3466135.5173	0
Qout	Panas yang dibawa produk	0	6357431.2439
Qout	Pendingin	0	7450818.9039
Total		13808250.1478	13808250.1478

Tabel 2.14 Neraca Panas Cooler (HE-02)

keterangan	input	output
Q feed	4974731.8363	0
Q keluar	0	2104148.2184
Q pendingin	0	2870583.6179
TOTAL	4974731.8363	4974732.8363

Tabel 2.15 Neraca Panas Absorber 1 (AB-01)

Keterangan	input	output
Q arus 10	2096926.8130	0
Q arus 12	196564.2597	0
Q arus 13	0	85563.0790
Q arus 11	0	2207927.9937
TOTAL	2293491.0727	2293491.0727

Tabel 2.16 Neraca Panas Absorber 2 (AB-02)

Keterangan	input	output
Q arus 13	86214.2590	0
Q arus 15	54690.5683	0
Q arus 16	0	41734.1480
Q arus 14	0	99170.6703
TOTAL	140904.8173	140904.8173

Tabel 2.17 Neraca Panas Condensor 1 (CD-01)

keterangan	input	output
Q feed	459289.5610	0
Q pengembunan	424569.3863	0
Q keluar	0	63728.4758
Q kondenser	0	820130.4715
TOTAL	883858.9473	883858.9473

2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan

2.5.1. Tata Letak Pabrik

Lay out pabrik atau tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang diatur sedemikian rupa sehingga pabrik dapat berfungsi dengan efektif, efisien dan aman. Adapun bagian – bagian utama pabrik meliputi :

1. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol. Daerah administrasi / perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas, dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

2. Daerah proses, merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat berlangsungnya produksi.
3. Daerah pergudangan umum, fasilitas karyawan, bengkel, dan garasi.
4. Daerah utilitas, merupakan daerah untuk pengolahan air, pengolahan limbah, tenaga listrik, dan lain sebagainya.

Tujuan pengaturan tata letak pabrik antara lain :

1. Mempermudah arus masuk dan keluar area pabrik
2. Proses pengolahan bahan baku menjadi produk lebih efisien.
3. Mempermudah penanggulangan bahaya yang mungkin terjadi seperti kebakaran, ledakan dan lain-lain.
4. Mencegah terjadinya polusi.
5. Mempermudah pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan.

Untuk mencapai hasil yang optimal, maka dalam menentukan tata letak pabrik perlu dipertimbangkan hal – hal sebagai berikut :

- Perlu disediakan area perluasan produksi yang tidak jauh dari proses lama.
- Faktor keamanan, terutama bahaya kebakaran. Dalam merencanakan layout selalu diusahakan untuk memisahkan sumber api dan panas dari sumber bahan yang mudah meledak. Unit-unit yang ada dikelompokkan agar memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin terjadi.
- Sistem konstruksi yang direncanakan adalah out door untuk menekan biaya bangunan gedung, sedangkan jalannya proses dalam pabrik tidak dipengaruhi oleh perubahan musim.

- Fasilitas untuk karyawan seperti masjid, kantin, parkir dan sebagainya diletakkan strategis sehingga tidak mengganggu jalannya proses.
- Jarak antara pompa dan peralatan proses harus diperhitungkan agar tidak mengalami kesulitan dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan.
- Disediakan tempat untuk membersihkan alat agar tidak mengganggu peralatan lain.
- Jarak antara unit yang satu dengan yang lain diatur sehingga tidak saling mengganggu.
- Sistem pemipaan diletakkan pada posisi yang tidak mengganggu operator dan memberikan warna atau simbol yang jelas untuk masing-masing proses sehingga memudahkan bila terjadi kerusakan dan kebocoran.

Adapun tata letak pabrik Metil klorida yang direncanakan, dapat dilihat pada gambar 2.3.

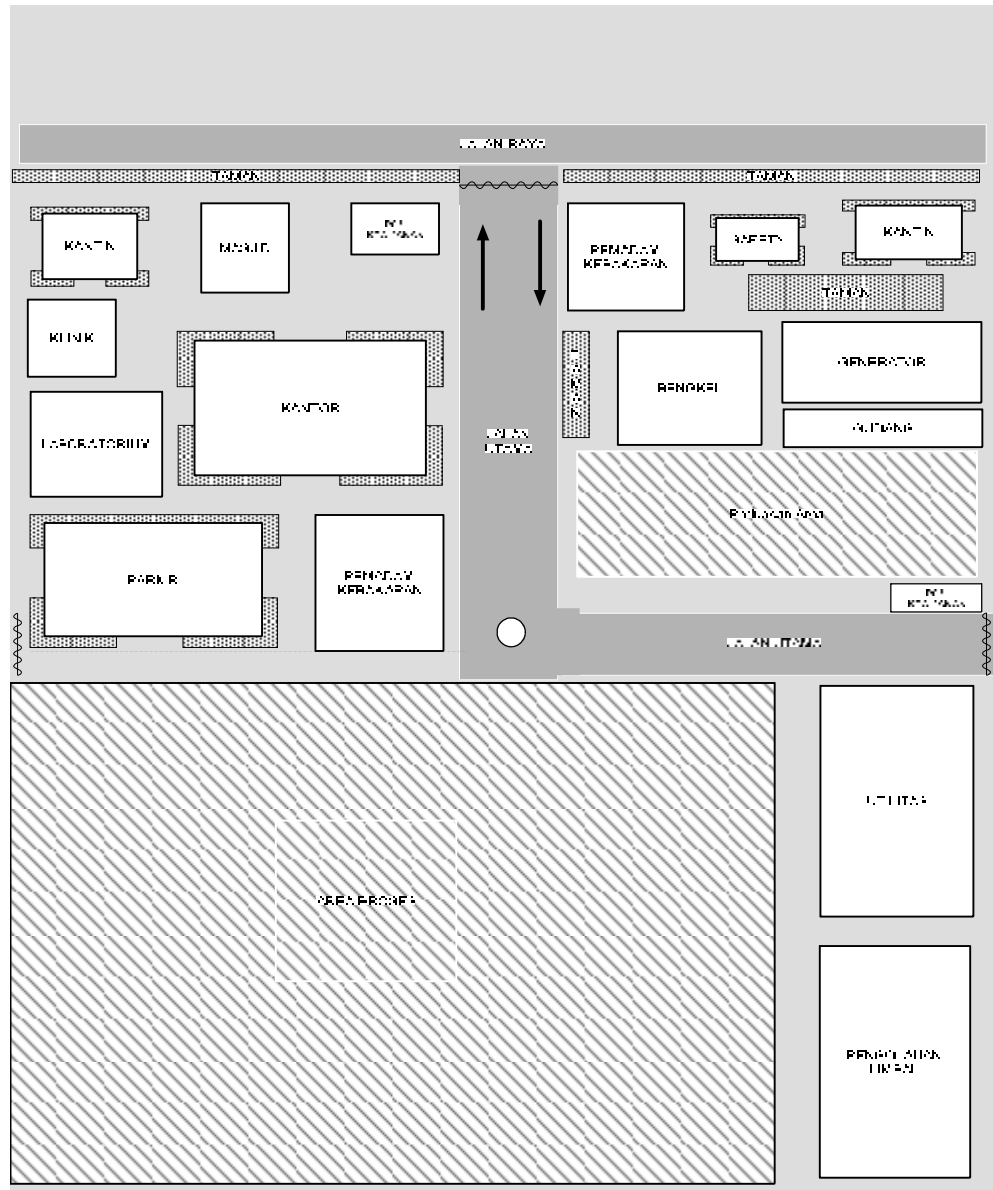
2.5.2. Tata letak Peralatan

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

1. Memungkinkan pengoperasiannya..
2. Mudah untuk penanganan kebakaran.
3. Mudah untuk perbaikan.

Adapun tata letak peralatan pabrik metil klorida yang direncanakan, dapat dilihat pada gambar 2.4.

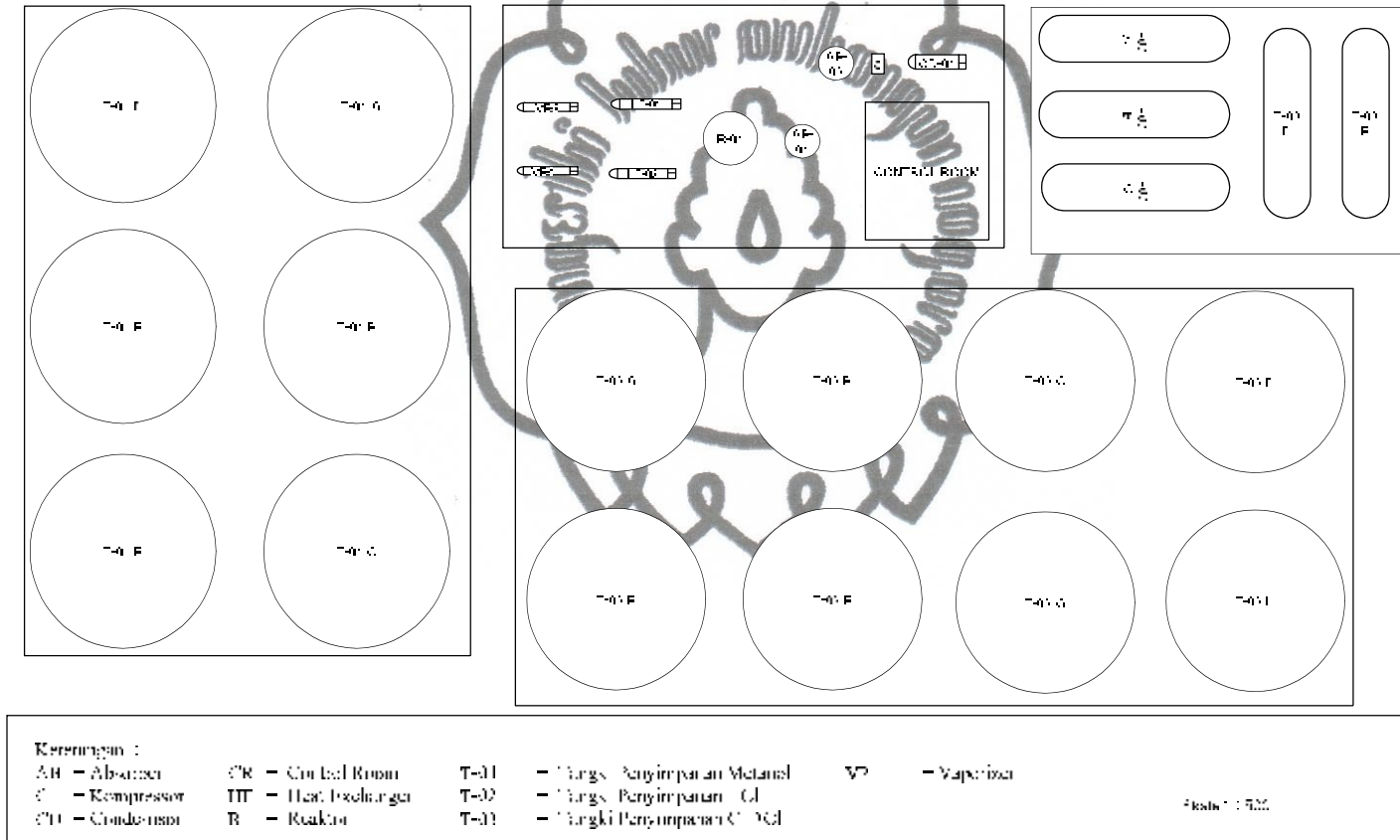
TATA LETAK PABRIK



Skala = 1 : 1000

Gambar 2.3. Tata Letak Pabrik

TATA LETAK PERALATAN PROSES



Gambar 2.4. Tata Letak Peralatan Proses

BAB III

SPEKIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1 TANGKI PENYIMPAN METANOL

Kode	:	T-01
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku berupa metanol selama 1 bulan.
Tipe	:	tangki silinder tegak dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan bagian atas berbentuk kerucut (<i>conical</i>).
Jumlah	:	6 buah
Volume tiap tangki	:	21.364,7859 ft ³
Kondisi penyimpanan	:	T = 30 °C P = 1 atm
Bahan konstruksi	:	Carbon Steel SA 283 Grade C
Diameter	:	40 ft = 12,1920 m
Tinggi	:	18 ft = 7,3153 m
Tebal <i>shell</i>		
• Course 1	:	0,625 in = 0,0159 m
• Course 2	:	0,625 in = 0,0159 m
• Course 3	:	0,5625 in = 0,0143 m
Tebal <i>head</i>	:	0,375 in = 0,0095 m
Tinggi <i>head</i>	:	3,354 in = 1,0222 m

Kemiringan *roof* : 9,524 °
 Tinggi Total : 21,354 ft = 6,5086 m

3.2 TANGKI PENYIMPAN ASAM KLORIDA

Kode : T-02
 Fungsi : Menyimpan produk asam klorida selama 14 hari.
 Tipe : tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut (*conical*).
 Jumlah : 8 buah
 Volume tiap tangki : 21.563,3173 ft³
 Kondisi penyimpanan : T = 30 °C
 P = 1 atm
 Bahan konstruksi : *plate steel SA 167 TP 304*
 Diameter : 40 ft = 12,1920 m
 Panjang tangki : 18 ft = 5,4864 m
 Tebal *shell* :
 • Course 1 : 0,5 in = 0,0127 m
 • Course 2 : 0,4375 in = 0,0111 m
 • Course 3 : 0,4375 in = 0,0111 m
 Tebal *head* : 0,25 in = 0,0063 m
 Tinggi *head* : 4,352 ft = 1,3265 m
 Kemiringan *roof* : 12,282 °
 Tinggi Total : 22,352 ft = 9,7527 m

commit to user

3.3 TANGKI PENYIMPAN METIL KLORIDA

Kode	: T-03
Fungsi	: Menyimpan produk asam klorida selama 30 hari.
Tipe	: Silinder horizontal dengan torispherical head
Jumlah	: 5 buah
Volume tiap tangki	: 8016,023864 ft ³
Kondisi penyimpanan	: T = 33 °C P = 7 atm
Bahan konstruksi	: plate steel SA 167 TP 304
Diameter	: 11 ft = 3,3063 m
Tebal shell	: 2 in = 0,0508 m
Tebal head	: 1 1/3 in = 0,0339 m
Panjang head	: 26,739 in = 0,6792 m
Panjang Total	: 91,237 in = 27,8091 m
Panjang Head	: 10 ft = 3,0480 m
Panjang Total	: 64,750 ft = 19,7357 m

3.4 VAPORIZER 01

Kode	: V-01
Fungsi	: Menguapkan campuran metanol-air.
Jenis	: <i>kettle vaporizer</i>
Jumlah	: 1
Kondisi operasi	
• Suhu	: 81,36 °C

commit to user

- Tekanan : 1,8 atm
- Beban panas : 1401831,21 kJ/jam
- Luas transfer panas : $370,7088 \text{ ft}^2 = 34,4399 \text{ m}^2$

Dimensi

shell

- Diameter dalam : 17,25 in = 0,4382 m
- Jarak *baffle* : 12,9375 in = 0,3286 m

tubes

- Diameter luar : 1 in = 0,0254 m
- Diameter dalam : 0,902 in = 0,0229 m
- *pitch* : 1 1/4 in *triangular pitch*
- Panjang : 12 ft = 3,6576 m
- Jumlah pipa : 118 buah

Pemanas : *fluida proses produk keluar reaktor*

Keb. Pemanas : 14467,7495 kg/jam

Bahan : SA 167 TP 304

3.5 VAPORIZER 02

Kode : V-02

Fungsi : Menguapkan campuran asam klorida-air.

Jenis : *kettle vaporizer*

Jumlah : 1

Kondisi operasi

- Suhu : 101,907 °C
commit to user

- Tekanan : 1,8 atm

Beban panas : 7.378.572,53 kJ/jam

Luas transfer panas : $477,5232 \text{ ft}^2 = 44,3634 \text{ m}^2$

Dimensi

shell

- Diameter dalam : 19,25 in = 0,4889 m
- Jarak *baffle* : 14,4375 in = 0,3667 m

tubes

- Diameter luar : 1 in = 0,0254 m
- Diameter dalam : 1,15 in = 0,02921 m
- *pitch* : 1 1/4 in *triangular pitch*
- Panjang : 12 ft = 3,6576 m
- Jumlah pipa : 152 buah

Pemanas : steam

Keb. Pemanas : 2391,583 kg/jam

Bahan : SA 167 TP 304

3.6 HEAT EXCHANGER 01

Kode : HE 01

Fungsi : Memanaskan campuran gas sebelum reaktor

Jenis : *Shell and Tube*

Jumlah : 1

Kondisi operasi

- Suhu : 300 °C

commit to user

- Tekanan : 1,8 atm

Beban panas : 4916234,8298 kJ/jam

Luas transfer panas : 284,8384 ft² = 26,4624 m²

Dimensi

shell

- Diameter dalam : 13,25 in = 0,3367 m
- Jarak *baffle* : 9,9375 in = 0,2524 m

tubes

- Diameter luar : 1 in = 0,0254 m
- Diameter dalam : 0,67 in = 0,017 m
- *pitch* : 1 1/4 in *triangular pitch*
- Panjang : 16 ft = 4,8768 m
- Jumlah pipa : 68 buah

Pemanas : steam

Keb. Pemanas : 3703,0994 kg/jam

Bahan : *Carbon Steel SA 283 grade D*

3.7 HEAT EXCHANGER 02

Kode : HE-02

Fungsi : Mendinginkan umpan absorber.

Tipe : *Double Pipe Heat Exchanger*

Bahan konstruksi

- *Inner Pipe* : SA 167 TP 304

- *Annulus* : SA 167 TP 304

commit to user

Spesifikasi Inner Pipe

- Pendingin : Air
- Kapasitas : 68652,9854 kg/jam
- OD : 4,5 in
- ID : 4,026 in
- Hairpin : 4 buah
- Panjang : 16 ft

Spesifikasi Annulus

- Fluida : Umpan absorber 1 (arus 10)
- Kapasitas : 14.467,749 kg/jam
- ID : 6,065 in

3.8 CONDENSOR

- Kode : CD-01
- Fungsi : Mengkondensasikan keluar absorber 2.
- Tipe : *Shell and tube*

Bahan konstruksi

- Tube : SA 167 TP 304
- Shell : SA 167 TP 304

Spesifikasi Tube

- Pendingin : air
- OD tube : 0,75 in = 0.0191 m
- ID tube : 0,482 in = 0.01224 m
- BWG : 10
commit to user

- Susunan : Triangular pitch, PT = 1
- Jumlah *tube* : 82
- *Passes* : 2
- *Flow area* : 0,182 in²
- Panjang *tube* : 8 ft = 2,4384 m
- *Surface* per 1 ft : 0,1963 ft²

Spesifikasi *Shell*

- Fluida : Produk keluar absorber 2
- ID *shell* : 12 in = 0,3048 m
- *Passes* : 1

3.9 REAKTOR

Kode : R-01

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara metanol dan asam klorida membentuk metil klorida.

Tipe : *Fixed bed multitube* Reaktor

Desain : *shell and tube*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Suhu : 300 °C
- Tekanan : 1,8 atm
- Waktu tinggal : 1,24 detik

Non adiabatik dan isothermal

Spesifikasi : *commit to user*

a. Katalisator

Bahan	: Silika Alumina Gel
Bentuk	: Bola
Diameter	: 0,004 m
Porositas	: 0,4 (www.silika-gel-china.com)
Densitas	: 750 kg/m ³

b. Tube

Panjang tube	: 7,01 m
IDT	: 1,17 in = 0,02972 m
ODT	: 1,5 in = 0,0381 m
at	: 1,075 in ² = 0,0006 m ²
Jumlah	: 1438 buah
Susunan	: <i>triangular</i> , dengan <i>pitch</i> 1 7/8 in
Jumlah pass	: 1
Material	: SA 312 TP 321

c. Shell

IDs	: 80 in = 2,032 m
Tebal shell	: 0,3125 in = 0,0079375 m
Baffle space	: 0,508 m
Volume shell	: 25,0146 m ³
Jumlah	: 1
Jumlah pass	: 1
Material	: SA 312 TP 321

commit to user

d. Pendingin

Bahan	: Dowtherm A
Suhu masuk	: 88 °C
Suhu keluar	: 164,55 °C

e. Head

Bentuk	: Torispherical dished head
Tinggi	: 0,423 m
Tebal	: 0,009525 m
Volume	: 0,822 m ³

f. Reaktor

Tinggi	: 7,846 m
Volume	: 26,6566 m ³

3.10 ABSORBER 1

Kode	: AB-01
Fungsi	: Menyerap Metanol (CH ₃ OH) dan air (H ₂ O) sisa reaksi yang terdapat dalam gas keluar reaktor dengan menggunakan pelarut air
Tipe	: Packed Tower tangki vertikal
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1,8 atm

commit to user

Kondisi : *non Isothermal*

Spesifikasi

Packing :

Jenis : *Rashing ring Ceramic*

Ukuran : 50 mm (2 in)

Shell:

Diameter : 1,63 m

Tinggi : 18,94 m

Tebal : 0,25 m

Material : *SA 283 grade C*

Head:

Bentuk : *Torispherical dished head*

Tebal : 0,3125 m

Tinggi : 0,3315 m

Material : *SA 283 grade C*

Tinggi Total : 22,88 m

3.11 ABSORBER 2

Kode : AB-02

commit to user

Fungsi : Menyerap asam klorida (HCl) keluaran absorber 1 dengan menggunakan pelarut air

Tipe : *Packed Tower* tangki vertikal

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1,8 atm

Kondisi : *non Isothermal*

Spesifikasi

Packing :

Jenis : *Rashing ring Ceramic*

Ukuran : 9,3 mm (3/8 in)

Shell:

Diameter : 1,53 m

Tinggi : 28,75 m

Tebal : 0,25 m

Material : *SA 167 TP 304*

Head:

Bentuk : *Torispherical dished head*

commit to user

Tebal	:	0,25 m
Tinggi	:	0,3062 m
Material	:	SA 167 TP 304
Tinggi Total	:	32,64 m

3.12 POMPA 1

Kode	:	P-01
Fungsi	:	Mengalirkan metanol cair dari tangki penyimpanan ke vaporizer 01
Tipe	:	Centrifugal pump
Jumlah	:	2 buah
Bahan konstruksi	:	Carbon steel SA 283 grade C
Kapasitas	:	22,1978 gpm
Daya pompa	:	0,67 HP

Pipa yang digunakan

- D nominal size : 1,5 in
- No. Schedule : 10
- ID : 1,68 in
- OD : 1,9 in

3.13 POMPA 2

Kode	:	P-02
Fungsi	:	Mengalirkan HCl cair dari tangki penyimpanan ke vaporizer 02
Tipe	:	Centrifugal pump

commit to user

Jumlah : 2 buah
 Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*
 Kapasitas : 64,0116 gpm
 Daya pompa : 1,16 HP

Pipa yang digunakan

- D nominal size : 3 in
- No. Schedule : 40
- ID : 3,068 in
- OD : 3,5 in

3.14 POMPA 3

Kode : P-03
 Fungsi : Mengalirkan produk metil klorida dari kondensor ke tangki penyimpanan.
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Jumlah : 2 buah
 Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*
 Kapasitas : 29,74485 gpm
 Daya pompa : 2,03 HP

Pipa yang digunakan

- D nominal size : 2 in
- No. Schedule : 40
- ID : 2,067 in
- OD : 2,375 in

commit to user

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

DAN LABORATORIUM

4.1. Utilitas

Utilitas dalam suatu pabrik merupakan sarana penunjang yang vital untuk kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu proses agar produksi dapat berjalan sesuai rencana.

Utilitas yang terdapat dalam pabrik formaldehyde meliputi antara lain :

1. Unit penyediaan steam

Unit ini berfungsi menghasilkan fluida pemanas pada alat-alat perpindahan panas.

2. Unit penyediaan air.

Unit ini berfungsi untuk menyediakan air mulai dari pengolahannya hingga siap digunakan sebagai air pendingin, air sanitasi, air proses dan air umpan boiler.

3. Unit pengadaan listrik.

Unit ini menyediakan listrik yang berfungsi untuk tenaga penggerak dari peralatan proses maupun untuk penerangan. Listrik ini disuplai dari PLN untuk kantor dan dari generator untuk unit proses.

4. Unit penyediaan bahan bakar.

Unit ini menyediakan bahan bakar untuk boiler, furnace dan generator.

5. Unit penyediaan Dowterm A

6. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari seluruh area pabrik.

4.1.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

4.1.1.1. Unit Pengadaan Air

Dalam pemenuhan kebutuhan air, suatu industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau atau air laut sebagai sumber air. Pada prarancangan pabrik metil klorida ini, sumber air yang digunakan adalah air dari PT Krakatau Tirta Industri (PT. KTI) di Cilegon.

4.1.1.2. Air Pendingin

Pada umumnya, air banyak dipakai sebagai media pendingin disebabkan faktor-faktor berikut :

1. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
3. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
4. Tidak terdekomposisi.

Air pendingin digunakan pada heat exchanger, pendingin Dowterm A yang digunakan sebagai pendingin reaktor dan kondensor. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air pendingin :

1. Kesadahan (*hardness*), yang dapat menyebabkan kerak.
2. Besi, yang dapat menimbulkan korosi.

3. Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrotion inhibitor*, menurunkan *heat exchanger coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

4.1.1.3. Air Umpan Boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

1. Zat-zat yang menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

2. Zat yang menyebabkan foaming

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada air yang kadar alkalinitasnya tinggi.

3. Zat yang menyebabkan kerak (scale forming).

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

4.1.1.4. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan perumahan. Syarat air sanitasi meliputi :

1. Syarat fisik :
 - a. Suhu di bawah suhu udara luar
 - b. Tidak berwarna (jernih)

- c. Tidak mempunyai rasa
- d. Tidak berbau

2. Syarat kimia :

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

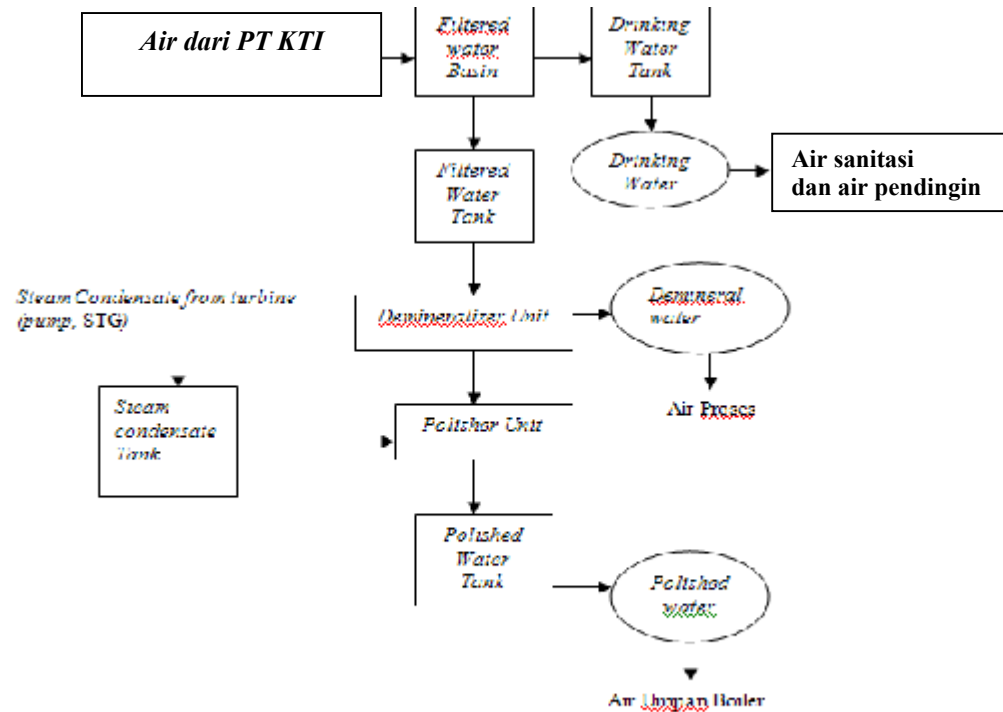
3. Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang merugikan (patogen).

4.1.1.5. Pengolahan Air

Kebutuhan air suatu pabrik dapat diperoleh dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, seperti penambahan desinfektan atau dengan menggunakan *ion exchanger*.

Air baku (treated water) yang diambil dari PT. KTI dialirkan ke filter yang berjenis gravity sand filter dengan menggunakan pasir kasar dan halus, untuk menghilangkan sisa-sisa materi yang terendap dalam jumlah kecil. Air yang telah disaring selanjutnya ditampung ke bak penampung air untuk kemudian sebagian dipompakan ke tangki air konsumsi dan sanitasi umum, dan sebagian lagi ke unit demineralisasi air.



Gambar 4.1 Skema Sistem Pengolahan Air

4.1.1.6. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan ketel (Boiler Feed Water) dan air untuk t pada absorber.

Demineralisasi air diperlukan karena Boiler Feed Water harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*, jika steam digunakan sebagai pemanas. Hal ini

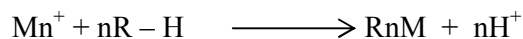
akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan tidak beroperasi sama sekali.

- b. Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂ dan CO₂.

Air dari *filtered water storage* diumpankan ke carbon filter yang berfungsi untuk menghilangkan gas klorin, warna, bau dan zat-zat organik lainnya. Air yang keluar dari Carbon Filter diharapkan mempunyai pH sekitar 7,0 – 7,5. Selanjutnya air tersebut diumpankan ke dalam *Cation Exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ditemui adalah Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, K⁺, Fe⁺⁺, Mn⁺⁺ dan Al³⁺.

- a. Cation Exchanger

Cation exchanger berfungsi untuk menghilangkan kation-kation yang berada dalam air, jenis kation yang ditemui adalah : Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, K⁺, Fe⁺⁺, Mn⁺⁺ dan Al³⁺. Dalam kation exchanger berisi resin kation yang mempunyai gugus R-H yaitu polimer dengan rantai karbon R yang mengikat ion H di dalam logam kation yang berada dalam air terikat oleh gugus R dalam resin dan resin tersebut melepaskan gugus H⁺, reaksinya sebagai berikut :



Logam resin

Air yang dihasilkan bersifat asam dengan pH 3,2 – 3,3. Regenerasi dilakukan jika resin sudah berkurang keaktifannya (jenuh), biasanya dilakukan pada selang waktu tertentu atau berdasarkan jumlah air yang

telah melewati unit ini. Regenerasi dilakukan dengan asam sulfat dan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu : back wash, regenerasi dengan asam sulfat, dan pembilasan dengan air demin. Reaksi yang terjadi pada proses regenerasi adalah kebalikan dari reaksi operasi :

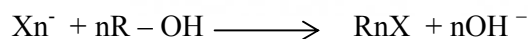


Resin jenuh

Air yang keluar dari *cation exchanger* kemudian diumpankan ke *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO_2^- dan SiO_3^{2-} .

b. Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk menghilangkan logam-logam anion yang berada dalam air. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah : HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO_2^- dan SiO_3^{2-} . Anion exchanger berisi resin yang mempunyai gugus R-OH , reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Logam

Proses ini sama dengan cation exchanger dimana ion Xn^- akan digantikan oleh ion OH^- dari resin R-OH . air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 8,6 – 8,9. Regenerasi dilakukan dengan menambahkan NaOH , reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Untuk menyempurnakan kerja dari kedua unit penukar ion tersebut, maka air yang keluar dari anion exchanger selanjutnya dialirkan ke unit mixed

bed exchanger untuk menjaga kemungkinan sisa-sisa kation dan anion yang masih lolos. Mixed bed exchanger ini berisi resin kation anion yang dicampur. Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH 6,1 – 6,2 dan selanjutnya dikirim ke unit demineralized water storage sebagai tempat penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

4.1.2.7. Unit Air Umpan Ketel (Boiler Feed Water)

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen dan karbon dioksida. Gas-gas tersebut dihilangkan dari air karena menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator.

Pada deaerator diinjeksikan bahan-bahan kimia berikut :

- Hidrazin yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain dihilangkan melalui *stripping* dengan uap bertekanan rendah.

- Larutan ammonia yang berfungsi mengontrol pH

Air yang keluar dari deaerator pH-nya sekitar 7,0 – 7,5.

Air hasil deaerasi diinjeksi dengan larutan fosfat ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) untuk mencegah terbentuknya kerak silika dan kalsium pada steam drum dan boiler tube. Sebelum diumpankan ke boiler, air terlebih dulu diberi dispersan untuk mencegah terjadinya penggumpalan atau pengendapan fosfat.

4.1.1.8. Kebutuhan Air

A. Kebutuhan Air untuk Steam

Kebutuhan air untuk steam pada pabrik metil klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun, adalah sebesar = 9260,9275 kg/jam. Steam ini dipergunakan untuk peralatan HE-01 dan Vaporizer.

Kondensat dari steam yang dipergunakan diolah lagi sebagai air umpan boiler (Waste Heat Boiler), selama proses sirkulasi dianggap kehilangan 10 % dari total air (kondensat) serta kehilangan 10 % untuk intermitent dan kontinue blow down. Maka jumlah air make up pembuatan steam adalah sebesar = 1.852,1855 kg/jam.

B. Kebutuhan Air untuk Pelarut pada Absorber.

Kebutuhan air sebagai pelarut pada unit proses absorber adalah untuk melarutkan dan mengkondensasikan gas-gas HCl, metanol dan uap air. Untuk air pelarut tersebut diperlukan air sebesar = 11.990,4008 kg/jam.

C. Kebutuhan Air untuk Pendingin

Kebutuhan air pendingin peralatan proses pada pabrik metil klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun adalah untuk mendinginkan peralatan perpindahan panas yang meliputi HE-02, HEU-01 dan kondensor. Untuk pendingin tersebut diperlukan air sebesar = 384.189,0050 kg/jam

D. Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Laboratorium

1. Air untuk Karyawan Kantor

Kebutuhan air untuk 174 karyawan adalah sebanyak = 2820 L/hari =
 2,837 m³/hari

2. Air untuk Laboratorium

Diperkirakan sebanyak 0,126 m³/hari

3. Air untuk Pembersihan, Pertamanan, dan lain-lain

Diperkirakan sebanyak 2,6603 m³/hari

Maka total kebutuhan air bersih = 1 + 2 + 3
 = 5,6230 m³/hari

4.1.2. Unit Penyediaan Steam

4.1.2.1. Kebutuhan Steam

Kebutuhan steam pada pabrik metil klorida digunakan untuk mensuplai kebutuhan panas pada alat-alat penukar panas dan vaporizer. Alat-alat yang membutuhkan steam antara lain :

Tabel 4.1. Kebutuhan Steam untuk Keperluan Proses

Nama Alat	Panas yang dibutuhkan (kJ/jam)
HE-01	4.916.234,83
VP-02	7.378.572,50
Total	12.294.807,33

Steam yang digunakan untuk pemanas adalah steam saturated pada suhu 310 °C dan tekanan 97 atm, dengan $\lambda = 1.327,6$ kJ/kg

$$\begin{aligned} \text{Steam yang dibutuhkan} &= \frac{12.294.807,33}{1.327,6} \\ &= 9260,9275 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk menjaga kemungkinan kebocoran pada saat distribusi jumlah steam dilebihkan sebanyak 20 %. Jadi jumlah steam yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} M_s &= 1,2 \times 9260,9275 \\ &= 11.113,1129 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk menyediakan steam tekanan 97 atm dan suhu 310 °C dihasilkan dari Boiler. Steam yang dihasilkan dari boiler adalah 9260,9275 kg/jam.

Boiler yang digunakan adalah boiler jenis Pipa Air, karena mempunyai keuntungan, sebagai berikut :

- Tungku mudah dijangkau untuk melakukan pemeriksaan, pembersihan, dan perbaikan.
- Tekanan operasi mencapai 100 bar

4.1.2.2. Perhitungan Kapasitas Boiler

Steam yang digunakan adalah :

Jenis : saturated steam

Suhu : 583 K

Tekanan : 97 atm

Penentuan kapasitas boiler :

$$Q = m_s \times (h - h_f)$$

(Nainggolan, 1987)

Dalam hal ini :

Q = kapasitas boiler

m_s = massa steam

h = entalpi steam pada $P=97$ atm dan $T=310^\circ\text{C}$ (kJ/kg)

h_f = entalpi steam pada 1 atm (kJ/kg)

Steam masuk terdiri dari 20 % *make up Boiler Feed Water* dan 80 % kondensat dari alat proses, maka :

$$\begin{aligned} h_f &= 0,2 \times h_f \text{ pada } 30^\circ\text{C} + 0,8 \times h_f \text{ pada } 310^\circ\text{C} \\ &= (0,2 \times 125,7) + (0,8 \times 1402,4) \\ &= 1147,06 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} Q &= 11.113,1129 \times (1327,6 - 1147,06) \\ &= 2.006.361,4 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

4.1.2.3. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah IDO dengan :

$$\text{Heating value (f)} = 16.779,09061 \text{ Btu/lb}$$

$$\text{Density } (\rho) = 50,5664 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Effisiensi bahan bakar} = 80 \%$$

$$m_f = \frac{Q}{\eta \times f}, \text{ dimana :}$$

m_f = massa bahan bakar yang dipakai, lb/jam

Q = kapasitas boiler, 2.006.361,4 kJ/jam = 1.901.663,684 BTU/jam

η = efisiensi boiler

f = heating value, Btu/lb

$$mf = \frac{1.901.663,684}{0,8 \times 0,8 \times 16779,09061} = 177.0790 \text{ lb/jam}$$

$$vf = \frac{mf}{\rho} = \frac{177,079}{50,664} = 3,5019 \text{ ft}^3/\text{jam} = 99,163 \text{ l/jam}$$

Spesifikasi boiler :

Jumlah	= 1 buah
Tekanan	= 97 atm
Temperatur	= 310 °C
Bahan bakar	= IDO
Rate bahan bakar	= 99,163 L/jam

4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik metil klorida ini diperkirakan sebesar 100 m³/jam, tekanan 30,3 psi dan suhu 30°C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: KU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 100 m ³ /jam
Tekanan <i>suction</i>	: 14,7 psi (1 atm)

Tekanan discharge	: 30,3 psi (2,06 atm)
Suhu udara	: 30 °C
Efisiensi	: 80 %
Daya kompresor	: 5 HP

4.1.4. Unit Penyediaan Listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik digunakan listrik dari PLN dan untuk menghindari gangguan bila sewaktu listrik padam digunakan emergency generator.

Kebutuhan listrik adalah untuk keperluan :

1. Listrik untuk keperluan proses.
2. Listrik untuk keperluan unit-unit utilitas.
3. Listrik untuk penerangan.
4. Listrik untuk AC.

Keterangan :

1. Konsumsi listrik untuk keperluan proses :

Tabel 4.2. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses

No	Kode	Nama alat	HP
1	P-01	Pompa bahan baku Metanol	1
2	P-02	Pompa bahan baku HCl	1,5
3	P-03	Pompa produk metil klorida	2
4	K-01	Kompresor	0,05
Total			4,55

Power yang dibutuhkan untuk keperluan proses

$$= 4,55 \text{ HP} \times 0,746 \text{ kW/HP}$$

$$= 3,39 \text{ kW}$$

2. Konsumsi listrik untuk unit-unit utilitas :

Tabel 4.3. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Unit-unit Utilitas

No	Nama alat	HP	Jumlah	Σ HP
1	PWT-01	10	1	5
2	PWT-02	0,8	1	0,8
3	PWT-03	0,5	1	0,5
4	PWT-04	1	1	1,5
5	PWT-05	0,5	1	0,5
6	PWT-06	0,8	1	0,8
7	PU-01	7,5	1	7,5
8	PU-02	7,5	1	5
9	PU-03	7,5	1	5
10	PU-04	10	1	10
11	PU-05	20	1	7,5
12	KU-01	5	1	5
Total				71,1

Power yang dibutuhkan untuk utilitas = 71,1 HP x 0,746 kW/HP = 53,0406

kW

3. Konsumsi listrik untuk penerangan

Besarnya listrik yang digunakan untuk keperluan penerangan dipakai standar yang terdapat dalam buku *Perry, hal 17-58*.

Tabel 4.4. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC

Bangunan	Luas, m ²	Luas, ft ²	F/U.D	Lumen
Pos keamanan	20	215.27	63.49	13668.13
Parkir	130	1399.27	27.21	38075.49
Musholla	20	215.27	48.48	10437.48
Kantin	20	215.27	52.29	11256.10
Kantor	200	2152.73	77.78	167434.53
Poliklinik	20	215.27	47.62	10251.09
Ruang kontrol	60	645.82	95.24	61506.56
Laboratorium	60	645.82	95.24	61506.56
Proses	6425.1	69157.52	67.80	4688645.3
Utilitas	230	2475.64	22.60	55946.6
Ruang generator	200	2152.73	26.14	56280.52
Bengkel	50	538.18	104.58	56280.52
Garasi	50	538.18	26.14	14070.13
Gudang	40	430.55	26.14	11256.10
Pemadam	50	538.18	52.29	28140.26
Jalan dan taman	1600	17221.84	12.12	208749.55
Area perluasan	700	7534.55	11.70	88123.44
Jumlah	9875.1	106292.1		5581628.5

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent-40 watt*, dari *Perry, edisi 7*, lumen output tiap lampu *instant daylight 40 watt* adalah 1920

$$\text{Jumlah lumen di dalam ruangan} = 5284755.471$$

$$\text{Maka jumlah lampu yang dibutuhkan} = \frac{5284755,41}{1920} = 2753 \text{ buah}$$

Untuk area parkir, taman dan jalan, area perluasan pabrik dan unit pengolahan limbah digunakan lampu mercury 250 watt. Lumen output tiap lampu adalah 3000 lumen.

$$\text{Jumlah lumen diluar bangunan} = 296872.989$$

$$\text{Maka jumlah lampu} = \frac{296872.989}{3000} = 99 \text{ buah}$$

Total kebutuhan daya listrik untuk penerangan :

$$= (40 \times 2753) + (250 \times 99) = 119994.84 \text{ watt} = 119,994 \text{ kW}$$

$$\text{Listrik untuk AC diperkirakan sebesar } 10.000 \text{ watt} = 10 \text{ kW}$$

$$\text{Listrik untuk keperluan laboratorium dan instrumentasi} = 5 \text{ kW}$$

Sehingga :

Total kebutuhan daya listrik yang digunakan oleh Pabrik Metil Klorida kapasitas 40.000ton/tahun = 197,05 kW

4.1.4.1. Generator

Untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut diperoleh dari generator, sebagai cadangan bila listrik PLN mengalami gangguan.

Generator digunakan dengan efisiensi 80 %, maka input generator :

$$\text{Input generator} = \frac{197,05}{0,8} = 233,81 \text{ kW}$$

Ditetapkan input generator 240 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia
 $= (240 - 233,81) = 6,189 \text{ kW}$

Spesifikasi generator :

Type	: AC Generator
Kapasitas	: 240 kW
Tegangan	: 220/360 watt.
Efisiensi	: 80 %
Frekwensi	: 50/60 Hz
Jumlah	: 1 buah
Bahan bakar	: IDO

Kebutuhan bahan bakar untuk generator

Bahan yang digunakan	: IDO
Heating Value	: 16.779,09 Btu/lb
Effisiensi Bakar	: 80 %
s.g. IDO	: 0.8124
ρ IDO	: 50.5664 lb/ft ³
Kapasitas Generator	= 240 kW

$$= 818.916,98 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Kebutuhan IDO} = \frac{818.916,98}{(0,8)(0,8124)(16779,09)}$$

$$= 61,0072 \text{ lb/jam} = 1.21 \text{ ft}^3/\text{jam} = 34,16 \text{ L/jam}$$

4.1.5. Unit Pengadaan Pendingin Reaktor

Media yang digunakan sebagai pendingin reaktor adalah *Dowtherm A*. *Dowtherm A* tidak memerlukan *treatment* secara fisis, kimia, ataupun biologis. Sifat-sifat fisik *Dowtherm A* adalah sebagai berikut :

- Densitas = 56,4 lb/ft³
- Kapasitas Panas = 0,419 Btu/lb.F
- Viskositas = 1,278 cp
- Konduktivitas termal = 0,0766 Btu/hr.ft.F

- Jumlah Kebutuhan *Dowtherm A*

Kebutuhan *Dowtherm A* yang digunakan sebagai pendingin reaktor adalah sebanyak = 10.295.588,65 kg/jam

Kebutuhan ini ditingkatkan 20% untuk keamanan, sehingga *dowtherm A* yang disediakan = 2059118 kg/jam

- Pendingin *Dowtherm A*

Dowtherm A digunakan sebagai pendingin reaktor. *Dowtherm A* keluaran reaktor yang bersuhu 164,73 °C dialirkan ke HEU-01 untuk didinginkan sampai bersuhu 82,22 °C dan dialirkan kembali untuk mendinginkan reaktor.

4.1.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik metil klorida ini diklasifikasikan menjadi dua, yaitu :

1. Buangan cair
2. Buangan padat

Dalam penanganannya didasarkan pada jenis buangannya.

1. Pengolahan buangan cair

Air buangan dari pabrik metil klorida ini berupa :

- A. Unit Pengolahan air Buangan dan Limbah Proses

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dan air limbah proses dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan desinfektan Ca-hypoclorite.

- B. Air Berminyak dari Mesin Proses

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan minyak dan pengolahannya dengan pembakaran di dalam tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, kemudian dibuang.

- C. Air Sisa Proses

Limbah air sisa proses merupakan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan proses produksi, seperti air sisa regenerasi. Air sisa regenerasi dari unit penukar ion dan unit demineralisasi dinetralkan dalam kolam

penetralan. Penetralan dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 jika pH buangnya lebih dari 7,0 dan dengan menggunakan larutan NaOH jika pH buangnya kurang dari 7,0. Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air dari pengolahan yang lain dan blow down dari cooling tower.

2. Pengolahan buangan padat

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.

4.2. Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Data-data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan 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 :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai 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*.

1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa–analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift*. Masing–masing *shift* bekerja selama 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 *reagent* kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan analisa bahan pembuangan penyebab polusi
- c. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik
2. Laboratorium analitik
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

4.2.1 Laboratorium Fisik

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* dan viskositas.

Alat analisa yang digunakan antara lain :

1. *Hidrometer*, untuk mengukur *specific gravity*.
2. *Viscometer*, untuk mengukur viskositas cairan.

4.2.2 Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan, yaitu :

- Analisa komposisi bahan baku
- Analisa komposisi produk utama
- Analisa air
 - Air baku
 - Air pendingin
 - Air limbah

Alat analisa yang digunakan antara lain :

1. *Gas Liquid Chromatography*, alat yang digunakan untuk analisa konsentrasi material cair.
2. *Spectrofotometer*, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
3. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman / kebasaaan air.
4. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap

produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku.

4.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pedoman keselamatan kerja dibuat untuk memberikan informasi yang lengkap tentang tata tertib dalam bekerja yang baik dan benar, agar kesehatan dan keselamatan pekerja selama melakukan tugasnya terjamin sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh pihak pabrik yang bekerja sama dengan departemen tenaga kerja.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pabrik cukup berbahaya, oleh karena itu diperlukan disiplin kerja yang baik. Kesalahan akan dapat mengakibatkan kecelakaan bagi manusia dan peralatan pabrik, untuk itu setiap karyawan pabrik diberikan alat pelindung diri. Alat pelindung diri bukan merupakan alat untuk melenyapkan bahaya ditempat kerja, tetapi hanya merupakan usaha untuk mencegah dan mengurangi kontak antara bahaya dan tenaga kerja sesuai dengan standar yang diizinkan.

Keamanan kerja berkaitan erat dengan aktifitas suatu industri, sehingga perlu dipikirkan suatu sistem keamanan yang memadai, karena menyangkut keselamatan manusia, bahan baku, produk dan peralatan pabrik.

BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Metil Klorida yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

- Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri Metil klorida
- Lokasi Perusahaan : Cilegon, Banten

Alasan pemilihan bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
3. 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.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya :
 - a. Pemegang saham
 - b. Direksi beserta stafnya
 - c. Karyawan perusahaan

5. Efisiensi dan manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

6. Lapangan usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas (PT) dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

(Widjaja, 2003)

5.2 Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain :

- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berprinsip pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang

commit to user

karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasihat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf 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 dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

(Zamani, 1998)

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama dibantu oleh Direktur Produksi, Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Produksi membawahi bidang pemasaran, teknik dan produksi, sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan. Direktur-direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing

bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing-masing seksi (Widjaja, 2003).

5.3. Tugas dan Wewenang

5.3.1 .Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- Mengangkat dan memberhentikan Direktur
- Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

(Widjaja, 2003)

5.3.2. Dewan Komisaris

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

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

- Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.

- Mengawasi tugas-tugas direksi
- Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

(Widjaja, 2003)

5.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab terhadap Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi, Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

- Melaksanakan *policy* perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaan pada pemegang saham pada akhir jabatan
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan
- Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
- Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dan Umum

Tugas-tugas Direktur Produksi meliputi :

- Memiliki tanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran

- Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas-tugas Direktur Keuangan dan Umum:

- Memiliki tanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum.
- 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 serta penelitian dan pengembangan perusahaan. Staf Ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing.

Tugas dan wewenang Staf Ahli :

- Memberi nasihat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mempertinggi mutu suatu produk.
- Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

5.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan

garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian memiliki tanggung jawab kepada Direktur Utama (Zamani, 1998). Kepala bagian terdiri dari :

A. Kepala Bagian Produksi

Memiliki tanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi :

- Seksi Proses
- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Proses :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi.
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas Seksi Laboratorium :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.
- Mengawasi hal-hal tentang buangan pabrik.

B. Kepala Bagian Pemasaran

Memiliki tanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala bagian ini membawahi :

- Seksi Pembelian

- Seksi Penjualan

Tugas Seksi Pembelian :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui mutu bahan baku dan alat.

Tugas Seksi Penjualan :

- Mengetahui harga pasaran produk.
- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.

C. Kepala Bagian Teknik

Memiliki tanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas. Kepala Bagian Teknik membawahi :

- Seksi Utilitas
- Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Utilitas :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan uap, air dan tenaga listrik.

Tugas Seksi Pemeliharaan :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

D. Kepala Bagian Keuangan

Memiliki tanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan. Kepala Bagian Keuangan membawahi Seksi Kas.

Tugas Seksi Kas :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.
- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah pajak.

E. Kepala Bagian Umum

Memiliki tanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi Personalia
- Seksi Humas

Tugas Seksi Personalia :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antar pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

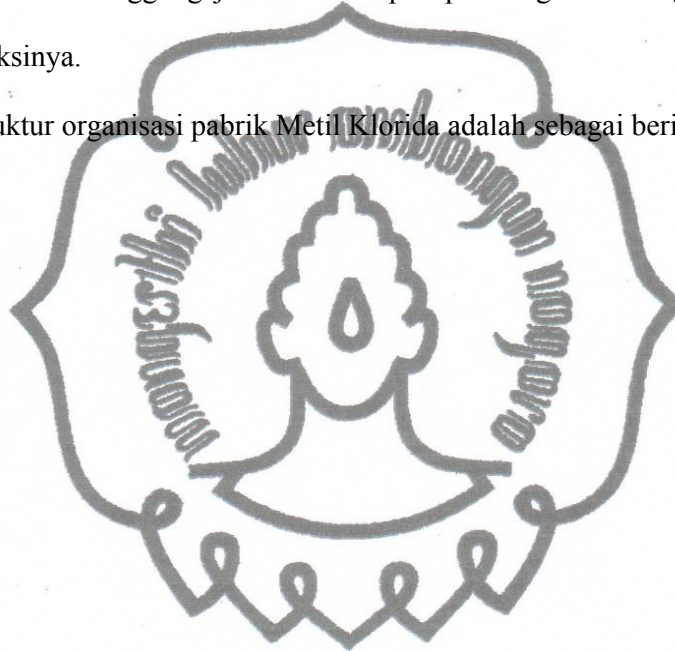
Tugas Seksi Humas :

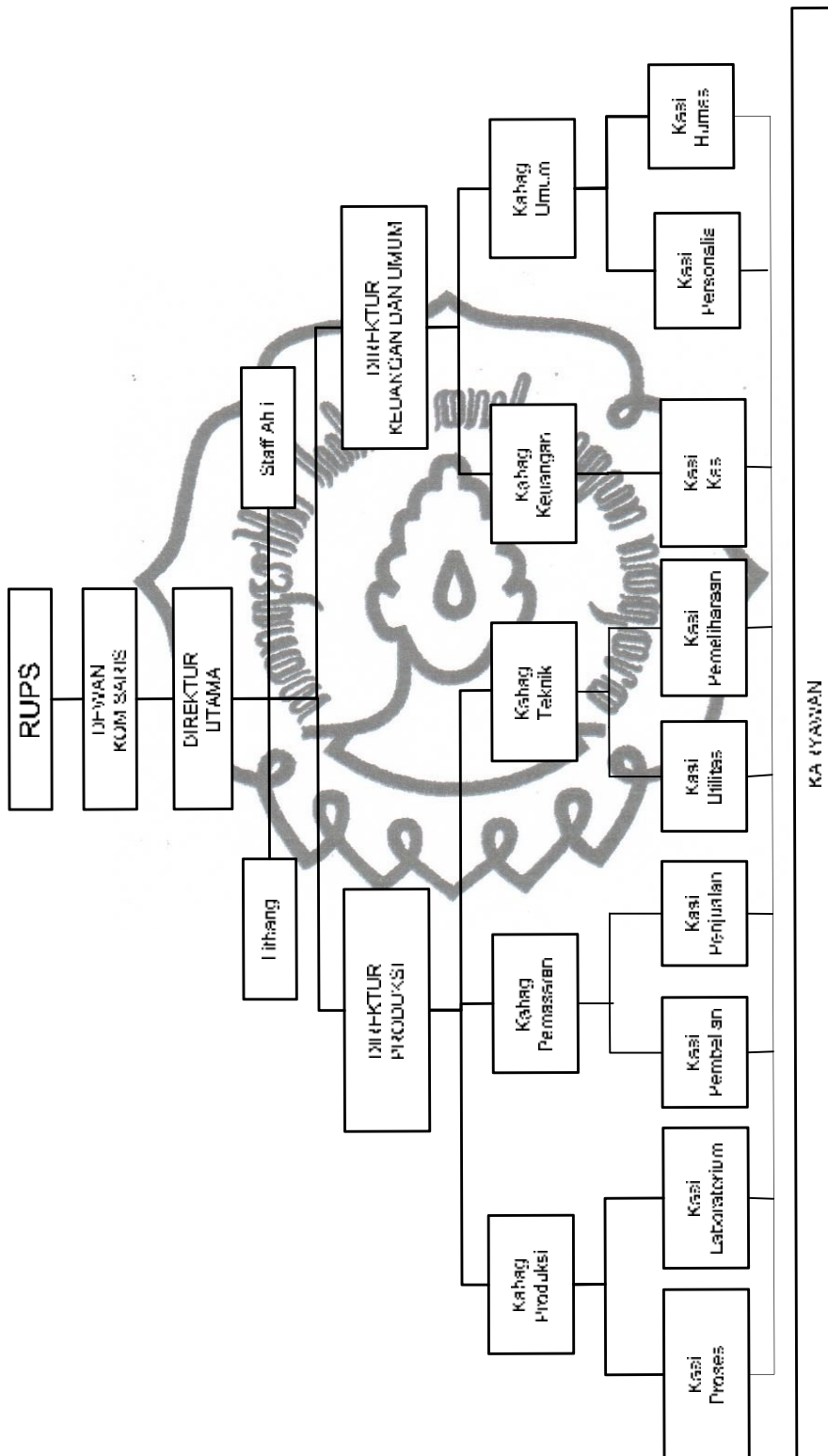
- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luar

5.3.6 Kepala Seksi

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 terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

Bagan struktur organisasi pabrik Metil Klorida adalah sebagai berikut :





Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik Metil Klorida

5.4 PEMBAGIAN JAM KERJA KARYAWAN

Pabrik *Metil Klorida* direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan (*shutdown*) pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

1. Karyawan *non shift* / harian

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin – Jum'at : jam 08.00 – 16.00

Jam istirahat :

- Hari Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : jam 11.00 – 13.00

2. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain : operator produksi, sebagian dari bagian teknik dan bagian-bagian keamanan.

Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam, 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

Untuk karyawan *shift* ini dibagi dalam 4 regu (A,B,C,D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat, dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja pada jam *shift* yang sama secara berturut-turut kemudian 1 hari libur dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya.

Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok *shift*

Hari	<i>Shift</i> pagi	<i>Shift</i> sore	<i>Shift</i> malam	Libur
Senin	A	B	C	D
Selasa	D	A	B	C
Rabu	C	D	A	B
Kamis	B	C	D	A
Jum'at	A	B	C	D
Sabtu	D	A	B	C
Minggu	C	D	A	B

Keterangan : P = shift pagi
 S = shift sore
 M = shift malam

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan (Zamani, 1998).

5.5 STATUS KARYAWAN DAN SISTEM UPAH

Pada Pabrik Metil Klorida ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

5.6 PENGGOLONGAN JABATAN, JUMLAH KARYAWAN DAN GAJI

5.6.1 Penggolongan Jabatan

1. Direktur Utama : Magister Ekonomi/Teknik/Hukum
2. Direktur Produksi : Magister Teknik Kimia
3. Direktur Keuangan dan Umum : Magister Ekonomi
4. Kepala Bagian Produksi : Sarjana Teknik Kimia
5. Kepala Bagian Teknik : Sarjana Teknik Mesin
6. Kepala Bagian Pemasaran : Sarjana Teknik Kimia/Ekonomi
7. Kepala Bagian Keuangan : Sarjana Ekonomi
8. Kepala Bagian Umum : Sarjana Teknik Industri
9. Kepala Seksi : Sarjana Teknik Kimia/Industri
10. Operator : D3 Teknik Kimia/Industri
11. Sekertaris : Sarjana Ekonomi/sekertaris
12. Dokter : Dokter
13. Perawat : Perawat
14. Lain-lain : SMP/SMU/SMK

5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Jumlah karyawan sesuai dengan jabatannya adalah sebagai berikut

NO	JABATAN	JUMLAH
1.	Direktur Utama	1

2.	Direktur Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staf Ahli	8
5.	Sekretaris	8
6.	Kepala Bagian Produksi	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Teknik	1
9.	Kepala Bagian Umum	1
10.	Kepala Bagian Keuangan	1
11.	Kepala Seksi Proses	1
12.	Kepala Seksi Laboratorium	1
13.	Kepala Seksi Penjualan dan pembelian	1
14.	Kepala Seksi Utilitas	1
15.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
16.	Kepala Seksi Kas	1
17.	Kepala Seksi Personalia	1
18.	Kepala Seksi Humas	1
19.	Kepala Shift	4
20.	Karyawan Proses	24
21.	Karyawan Pengendalian	12
22.	Karyawan Laboratorium	11
23.	Karyawan Penjualan	4
24.	Karyawan Pembelian	4

25.	Karyawan Pemeliharaan	8
26.	Karyawan Utilitas	8
27.	Karyawan Administrasi	10
28.	Karyawan Kas	5
29.	Karyawan Personalia	5
30.	Karyawan Humas	5
31.	Karyawan Safety dan Lingkungan	8
32.	Karyawan Keamanan	12
33.	Dokter	2
34.	Perawat	5
35.	Sopir	5
36.	Pesuruh	10
	JUMLAH	174

Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/Bulan	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp. 30.000.000	S2
II.	Direktur	Rp. 15.000.000	S1/S2
III.	Staf Ahli	Rp. 10.000.000	S1
IV.	Kepala Bagian	Rp. 7.000.000	S1
V.	Kepala Seksi	Rp. 5.000.000	S1
VI.	Sekretaris	Rp. 4.000.000	D3
VII.	Karyawan	Rp. 2.000.000-3.500.000	S1/D3
VIII.	Lain-lain	Rp. 1.000.000-1.500.000	SMP/SMU/SMK

5.7 KESEJAHTERAAN SOSIAL KARYAWAN

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain :

1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Kantin

Perusahaan menyediakan pelayanan makan siang bagi karyawan yang berada di lokasi pabrik.

6. Transportasi

Perusahaan menyediakan sarana transportasi untuk antar jemput karyawan.

7. Asuransi

Perusahaan menjamin seluruh karyawan dengan mengasuransikan ke perusahaan asuransi setempat.

(Masud, 1989)

5.8 MANAJEMEN PRODUKSI

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dalam suatu perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

5.8.1 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 produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

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

Ada 3 alternatif yang dapat diambil, yaitu :

- Rencana produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung 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 trampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan.

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.

5.8.2 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

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

BAB VI

ANALISIS EKONOMI

Pada prarancangan pabrik Metil Klorida ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi, di mana analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu, analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Untuk itu pada prarancangan pabrik Metil Klorida ini, kelayakan investasi modal pada sebuah pabrik akan dianalisis meliputi :

- 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)*

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*)

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas – fasilitas produktif dan untuk menjalankannya.

Capital Investment meliputi :

- Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
- Modal Kerja (*Working Capital*)

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

- a. Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)

3. Total pendapatan penjualan produk Metil Klorida

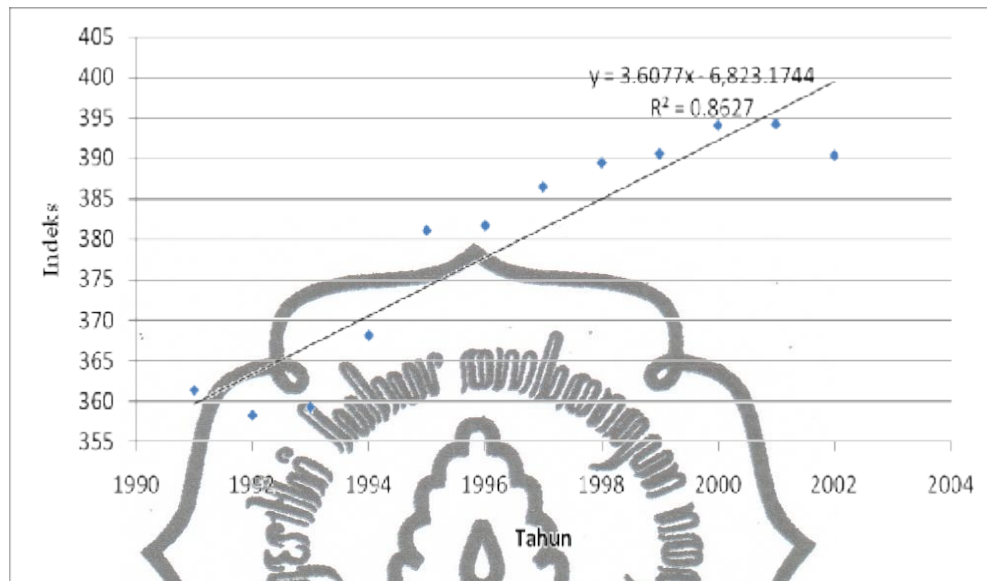
6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan pabrik dapat diperkirakan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan yang ada sekarang ini. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

Cost Index, Tahun	Chemical Engineering Plant Index
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

(Peters & Timmerhaus, 2003)



Gambar 6.1 *Chemical Engineering Cost Index*

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3,6077 X - 6823,2$$

Dengan : Y = Indeks harga

X = Tahun pembelian

Dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks di tahun 2013 adalah 439,15.

Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2013) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

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

Dengan :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2013

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun 2013

Ny : Indeks harga tahun referensi

6.2 Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam perhitungan analisis ekonomi :

1. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2015.
2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
3. Kapasitas produksi adalah 40.000 ton/tahun.
4. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun
5. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
6. Umur alat - alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
7. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
8. Situasi pasar, biaya dan lain - lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
9. Upah buruh asing US \$ 8,5 per *manhour* (www.pajak.net)
10. Upah buruh lokal Rp. 10.000,00 per *manhour*
11. Perbandingan jumlah tenaga asing : Indonesia = 5% : 95%

12. Harga bahan baku Metanol US\$ 0,4 / kg
13. Harga bahan baku HCl US\$ 0,2 / kg
14. Harga produk Metil Klorida US\$ 1,000 / kg
15. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 8.590,00 (Kurs pada 20/06/2011,
www.bankmandiri.co.id)

6.2.1 Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 6.2 Modal Tetap

No	Keterangan	US \$	Rp.	Total Harga(Rp)
1	Harga pembelian peralatan	2.786.102	-	23.932.616.841
2	Instalasi alat - alat	258.124	1.318.820.400	3.536.107.205
3	Pemipaan	1.003.816	1.605.141.854	10.227.922.922
4	Instrumentasi	497.811	247.278.610	4.523.474.119
5	Isolasi	61.458	216.911.061	744.836.433
6	Listrik	143.402	216.911.061	1.448.736.928
7	Bangunan	614.581	-	5.279.253.715
8	Tanah dan perbaikan lahan	307.291	9.875.100.000	12.514.726.857
9	Utilitas	3.930.737	-	33.765.029.997
Physical Plant Cost		9.603.323	13.480.162.987	95.972.705.017
10.	<i>Engineering & Construction</i>	1.920.665	2.696.032.597	19.194.541.003
Direct Plant Cost		11.523.987	16.176.195.584	115.167.246.021

No	Keterangan	US \$	Rp.	Total Harga(Rp)
11.	<i>Contractor's fee</i>	1.152.399	1.617.619.558	11.516.724.602
12.	<i>Contingency</i>	1.728.598	2.426.429.338	17.275.086.903
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		14.404.984	20.220.244.480	143.959.057.526

6.2.2 Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Tabel 6.3 Modal Kerja

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Persediaan bahan baku	2.652.874	-	22.788.190.135
2.	Persediaan bahan dalam proses	1,388	2,029,361	13,952,445
3.	Persediaan Produk	1,832,185	2,678,756,714	18,417,227,570
4.	<i>Extended Credit</i>	3,396,062	-	29,172,174,998
5.	<i>Available Cash</i>	1,832,185	2,678,756,714	18,417,227,570
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>		9,714,695	5,359,542,789	88,808,772,719

Total Capital Investment (TCI)

$$= \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$= \text{Rp } 232,767,830,244$$

6.3 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

6.3.1 *Manufacturing Cost*

6.3.1.1 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Tabel 6.4 *Direct Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Harga Bahan Baku	2,652,874	-	22,788,190,135
2.	Gaji Pegawai	-	2.838.000.000	2.838.000.000
3.	Supervisi	-	1,140,000,000	1,140,000,000
4.	<i>Maintenance</i>	1,008,349	1,415,417,114	10,077,134,027
5.	<i>Plant Supplies</i>	151,252	212,312,567	1,511,570,104
6.	<i>Royalty & Patent</i>	2,037,637	-	17,503,304,999
7.	Utilitas	-	20,221,319,107	20,221,319,107
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		5,850,113	25,827,048,787	76,079,518,371

6.3.1.2 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Tabel 6.5 *Indirect Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	<i>Payroll Overhead</i>	-	567,600,000	567,600,000
2.	<i>Laboratory</i>	-	567,600,000	567,600,000
3.	<i>Plant Overhead</i>	-	2,554,200,000	2,554,200,000
4.	<i>Packaging</i>	14,263,462	-	122,523,134,993
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		14,263,462	3,689,400,000	126,212,534,993

6.3.1.3 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 6.6 *Fixed Manufacturing Cost (Fa)*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Depresiasi	1,440,498	2,022,024,448	14,395,905,753
2.	<i>Property Tax</i>	288,100	404,404,890	2,879,181,151
3.	Asuransi	144,050	202,202,445	1,439,590,575
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		1,872,648	2,628,631,782	18,714,677,478

Total Manufacturing Cost (TMC)

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

$$= \text{Rp } (76,079,518,371 + 126,212,534,993 + 18,714,677,478)$$

$$= \text{Rp } 221,006,730,842$$

6.3.2 General Expense (GE)

Tabel 6.7 *General Expense*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Administrasi	-	4,189,000,000	4,189,000,000
2.	Sales	4,075,275	-	35,006,609,997
3.	<i>Research</i>	1,141,077	-	9,801,850,799
4.	<i>Finance</i>	1,088,727	907,471,821	10,259,634,392
General Expense (GE)		6,305,078	5,096,471,821	59,257,095,189

Biaya Produksi Total (TPC) = TMC + GE

$$= \text{Rp } 221,006,730,842 + \text{Rp } 59,257,095,189$$

$$= \text{Rp } 280,263,826,032$$

6.4 Keuntungan Produksi

➤ Penjualan selama 1 tahun :

Metil Klorida = US \$ 40,752,747

Total penjualan produk = US\$ 40,752,747

= Rp. 350,066,099,979

➤ Biaya produksi total = Rp. 280,263,826,032

➤ Keuntungan sebelum pajak = Rp 69,802,273,948

➤ Pajak = 25 % dari keuntungan = Rp 17,450,568,487

(www.pajak.go.id, 2010)

➤ Keuntungan setelah pajak = Rp 52,351,705,461

6.5 Analisa Kelayakan

1. % Profit on Sales (POS)

Adalah persen keuntungan penjualan produk terhadap harga jual produk itu sendiri. Besarnya POS pabrik metil klorida ini adalah :

POS sebelum pajak = 19.94%

POS setelah pajak = 14.95%

2. % Return on Investment (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 = 48.49%

ROI setelah pajak = 36.37%

3. Pay Out Time POT

Adalah jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan profit yang diperoleh. Besarnya POT untuk pabrik yang beresiko tinggi sebelum pajak adalah maksimal 2 tahun.

POT sebelum pajak = 1,7 tahun

POT setelah pajak = 2,2 tahun

4. Break Event Point (BEP)

Adalah titik impas, suatu keadaan dimana besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan.

Besarnya BEP untuk pabrik metil klorida ini adalah 42,90 %

5. Shut Down Point (SDP)

Adalah suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed Cost* yang menyebabkan pabrik harus ditutup.

Besarnya SDP untuk pabrik metil klorida ini adalah 23,91 %

6. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Tingkat bunga simpanan di Bank Mandiri adalah 6,5 % (www.bankmandiri.co.id, 2011), dari perhitungan nilai DCF yang diperoleh adalah 31,75 %.

7. *Fixed Manufacturing Cost (Fa)*

Adalah Jenis biaya yang selama 1 periode harga tetap jumlahnya atau tidak mengalami perubahan. Dari Tabel 6.6 dapat diperoleh nilai Fa sebesar Rp. 18.714.677.478,00

8. *Variable Cost (Va)*

Adalah jenis biaya yang naik turun bersama dengan volume kegiatan atau dipengaruhi oleh kapasitas produksi.

Tabel 6.8 *Variable Cost (Va)*

No.	Jenis	Total Rp.
1.	Raw Material	22.788.190.135
2.	Packaging + Transport	122.523.134.993
3.	Utilitas	33.765.029.997
4.	Royalti	17.503.304.999
	<i>Variable Cost (Va)</i>	196.579.660.124

9. *Regulated Cost (Ra)*

Adalah jenis biaya yang digunakan untuk kelangsungan produksi dan fasilitas yang ada sehingga kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik.

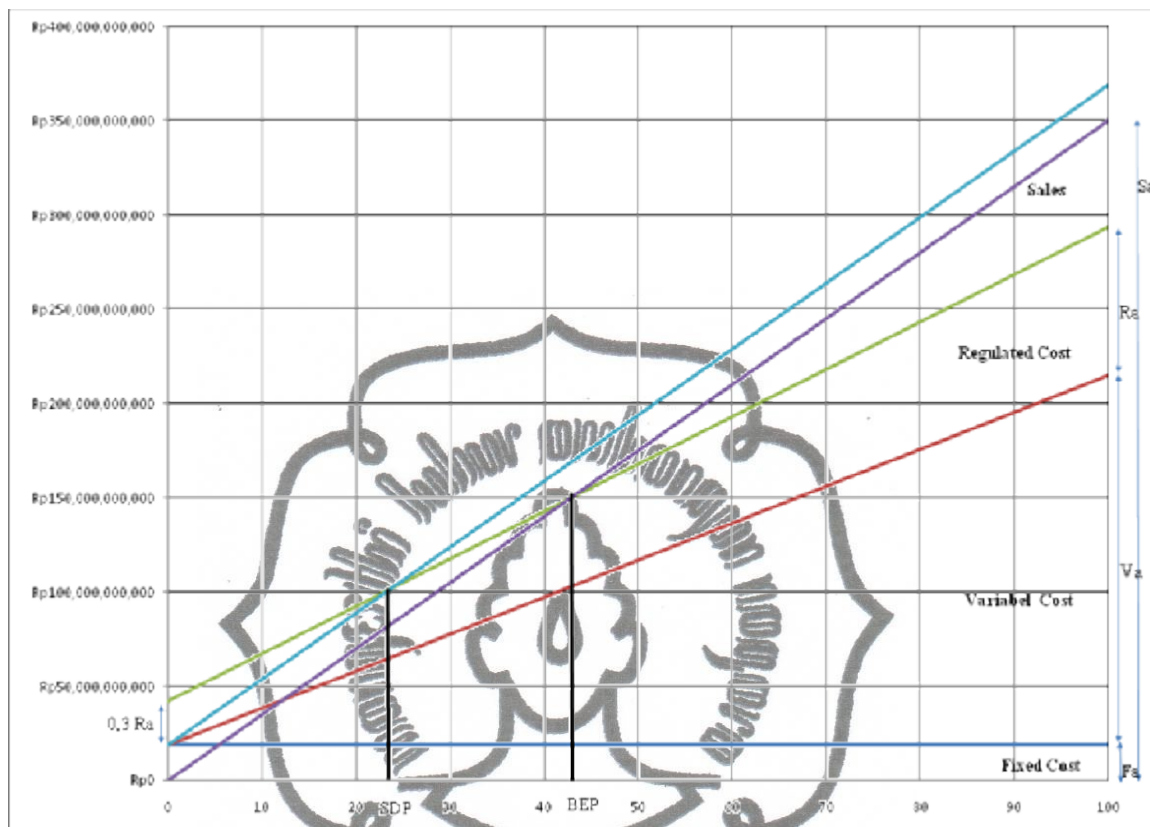
Tabel 6.9 *Regulated Cost (Ra)*

No.	Jenis	Rp.
1.	Labor	2.838.000.000
2.	Supervisi	1.140.000.000
3.	Payroll Overhead	567.600.000
4.	Plant Overhead	2.554.200.000
5.	Laboratorium	567.600.000
6.	General Expense	59.257.255.715
7.	Maintenance	10.077.134.027
8.	Plant Supplies	1.511.570.104
	<i>Regulated Cost (Ra)</i>	78.513.359.845

Tabel 6.10 Analisis kelayakan

No.	Keterangan	Perhitungan	Batasan
1.	<i>Return On Investment (% ROI)</i>		
	ROI sebelum pajak	48,49 %	min 44 %
	ROI setelah pajak	36,37 %	(resiko tinggi)
2.	<i>Pay Out Time (POT)</i>		
	POT sebelum pajak	1,7 tahun	maks. 2 tahun
	POT setelah pajak	2,2 tahun	(resiko tinggi)
3.	<i>Break Even Point (BEP)</i>	42,90 %	40 – 60 %
4.	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	23,91 %	
5.	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	31,75 %	min. 6,5 % (Bunga simpanan di Bank Mandiri)

Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik Metil Klorida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.



Keterangan gambar :

Fa : *Fixed manufacturing cost* sebesar Rp. 18.714.677.478

Va : *Variable cost* sebesar Rp.196.579.660.124

Ra : *Regulated cost* sebesar Rp. 78.513.199.320

Sa : *Sales* (Total penjualan produk) sebesar Rp. 350.066.099.979

SDP : *Shut down point* sebesar 23,91 %

BEP : *Break even point* 42,90 %

Gambar 6.2 Grafik Analisis Kelayakan

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Book Company, New York
- Branan, C.R., 1994, *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, Gulf Publishing Company, Houston
- Brown, G.G, 1978, *Unit Operation*, 3rd ed., McGraw Hill International Book Company, Tokyo
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design : Vessel Design*, John Wiley and Sons Inc., New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Pergamon Press, Oxford
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1955, *Industrial chemical*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Fogler, H.S., 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, Prentice Hall PTR, New Jersey
- Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Processes and Unit Operations*, 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill International Book Company, Singapore

- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1997, *Encyclopedia of Chemical Tecnology*, 4th ed., The Interscience Encyclopedia Inc, New York
- Levenspiel, O., 1999, *Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition, John Wiley & Sons, New York
- Masud, M., 1989, *Manajemen Personalia*, Erlangga, Jakarta
- Mc Ketta, J.J., 1990, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol 4, Marcel Dekker Inc., New York
- Nainggolan, W.S., 1987, *Termodinamika Teori dan Soal-Soal Penyelesaian*, Edisi Ketiga, CV. Armico, Bandung
- Perry, R.H., and Green, D.W, 2008, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 8th ed., McGraw Hill Companies Inc., USA
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., and West, R.E., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed., Mc-Graw Hill, New York
- Smith, J.M. and Van Ness, H.H., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 3rd ed., McGraw Hill International Book Company, Tokyo
- Thyagarajan, M.S., Kumar, R., and Kuloor, N.R., 1966, *Hydrochlorination of Methanol to Methyl Chloride in Fixed Catalyst Bed*, L&EC Process Design And Development Vol. 5 1966, Bangalore
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, New York
- Vilbrandt , F.C. and Dryden, C.E., 1959, *Chemical Engineering Plant Design*, 4th ed., McGraw Hill Kogakusha Company Limited, Tokyo

Vogel, 1985, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro*, Edisi

Kelima, PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta

Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, 3rd ed., Butterworths Series in

Chemical Engineering, USA

Widjaja, G., dan Yani, A., 2003, *Perseroan Terbatas*, Raja Grafindo Persada, Jakarta

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Companies Inc.,

USA

Zamani, 1998, *Manajemen*, Badan Penerbit IPWI, Jakarta

<http://data.un.org/chloromethane>

<http://dhss.delaware.gov/dph/files/chloromethfaq.pdf>

[http://www.alibaba.com/methyl chloride](http://www.alibaba.com/methyl%20chloride)

<http://www.asc.co.id/produk>

[http://www.bankmandiri.co.id/Suku Bunga Deposito Mandiri/2011](http://www.bankmandiri.co.id/Suku%20Bunga%20Deposito%20Mandiri/2011)

[http://www.bps.go.id/Statistics Indonesia](http://www.bps.go.id/Statistics%20Indonesia)

<http://www.cic.co.id>

<http://www.datacon.co.id>

<http://www.icis.com>

<http://www.kaltimmethanol.com/produk>

[http://www.pajak.go.id/Tarif dan PTKP/2011](http://www.pajak.go.id/Tarif%20dan%20PTKP/2011)

[http:// www.pajak.net/Keputusan Dirjen Pajak/2011](http://www.pajak.net/Keputusan%20Dirjen%20Pajak/2011)

<http://www.silika-alumina-gel-china.com>