

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL MERKAPTAN DARI METANOL  
DAN HIDROGEN SULFIDA KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**

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



**OLEH :**

**Nama : Tegar Gayuh Pambudhi**

**Nama : Anggun Ragil Pangestu**

**NIM : 16521231**

**NIM : 16521232**

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

**2020**

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tegar Gayuh P.

Nama : Anggun Ragil P.

No. Mahasiswa : 16521231

No.Mahasiswa : 16521232

Yogyakarta, Agustus 2020

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

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



Tegar Gayuh Pambudhi  
NIM 16521231

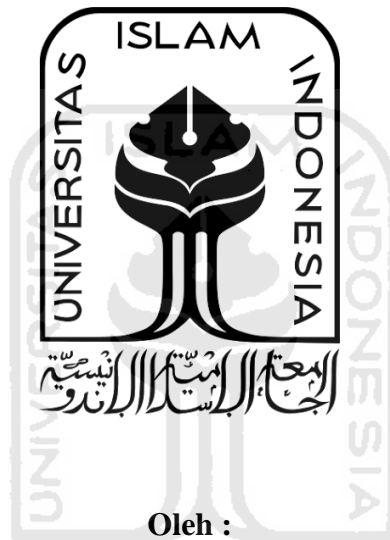


Anggun Ragil Pangestu  
NIM. 16521232

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## PRA-RANCANGAN PABRIK METIL MERKAPTAN DARI METANOL DAN HIDROGEN SULFIDA KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

### PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Tegar Gayuh P.

Nama : Anggun Ragil P.

No.Mahasiwa : 16521231

No.Mahasiswa : 16521232

Yogyakarta, Agustus 2020

Pembimbing I



Dr. Ir. Farham H M Saleh, MSIE.

Pembimbing II



Achmad Chafidz M S, S.T., MSc.

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRA RANCANGAN PABRIK METIL MERKAPTAN DARI METANOL DAN HIDROGEN SULFIDA KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

### PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Anggun Ragil Pangestu

No. Mahasiswa : 16521232

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

Yogyakarta, 17 September 2020

Tim Penguji,

Dr. Ir. H. Farham HM Saleh, MSIE  
Ketua



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



Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.  
Anggota II



Mengetahui:  
Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan tugas akhir ini yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik Metil Merkaptan dari Metanol dan Hidrogen Sulfida Kapasitas 45.000 Ton/Tahun”** tepat pada waktunya.

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

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

1. Allah SWT yang selalu memberi rahmat dan keberkahan serta penyemangat ketika penulis merasa lelah.
2. Bapak dan Ibu selaku Orangtua kami yang tiada hentinya mendoakan dan meridhoi kami.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Ir. Farham M H Saleh, MSIE. dan Achmad Chafidz Mas Said, S.T, M.Sc. selaku pembimbing tugas akhir.
6. Tegar Gayuh Pambudhi/Anggun Ragil Pangestu selaku *partner* tugas akhir yang selalu membantu dalam penyusunan tugas akhir.

7. Sahabat penulis yang selalu memberikan do'a, semangat dan dukungannya sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya.
8. Teman–teman seperjuangan Teknik Kimia 2016 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
9. Serta semua pihak yang telah membantu kami hingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

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

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

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.1.2. Rancangan Kapasitas Produksi Metil Merkaptan .....	2
1.2. Tinjauan Pustaka .....	4
1.2.1. Kegunaan Metil Merkaptan .....	4
1.2.2. Macam – Macam Proses .....	5
1.2.3. Alasan Pemilihan Proses .....	7
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	8
2.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	8
2.2. Spesifikasi Produk .....	8
2.3. Spesifikasi Katalis ( $K_2WO_4/AL_2O_3$ ) .....	9
2.4. Konsep Proses .....	9
2.5. Kondisi Operasi .....	9
2.5.1. Temperatur .....	9
2.5.2. Tekanan .....	10
2.5.3. Perbandingan mol umpan .....	10
2.5.4. Pemakaian Katalis .....	10
2.6. Tinjauan termodinamika .....	10
2.6.1. Reaksi utama pembentukan metil merkaptan .....	11
2.6.2. Reaksi samping 1 .....	13

2.6.3.	Reaksi samping 2 .....	14
2.7.	Tinjauan kinetika .....	14
2.8.	Pengendalian kualitas.....	16
<b>BAB III PERANCANGAN PROSES.....</b>		<b>19</b>
3.1.	Uraian Proses .....	19
3.1.1.	Tahap Penyimpanan Bahan Baku .....	19
3.1.2.	Tahap Persiapan Bahan Baku .....	19
3.1.3.	Tahap Pembentukan Produk .....	20
3.1.4.	Tahap Pemurnian Produk.....	20
3.1.5.	Tahap recycle bahan baku.....	21
3.2.	Spesifikasi Alat Utama.....	22
3.2.1.	Spesifikasi Reaktor .....	22
3.2.2.	Spesifikasi Kondenser Parsial .....	24
3.2.3.	Spesifikasi Absorber .....	25
3.2.4.	Spesifikasi Stripper .....	25
3.2.5.	Spesifikasi Menara Distilasi 1.....	26
3.3.	Spesifikasi Alat Pendukung .....	27
3.3.1.	Spesifikasi Vaporizer .....	27
3.3.2.	Spesifikasi Kondenser .....	28
3.3.3.	Spesifikasi Reboiler .....	29
3.3.4.	Spesifikasi Akumulator.....	30
3.3.5.	Spesifikasi Tangki Penyimpanan .....	31
3.3.6.	Spesifikasi Heat Exchanger .....	32
3.3.7.	Spesifikasi Expansion Valve.....	35
3.3.8.	Spesifikasi Kompresor .....	35
3.3.9.	Spesifikasi Pompa.....	36
<b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....</b>		<b>38</b>
4.1.	Lokasi pabrik .....	38
4.1.1.	Faktor Primer .....	39
4.1.2.	Faktor Sekunder .....	40
4.2.	Tata Letak Pabrik.....	44
4.3.	Tata Letak Mesin/Alat Proses .....	46
4.4.	Aliran Proses dan Material.....	47



4.4.1.	Neraca Massa Total.....	47
4.4.2.	Neraca Massa Alat .....	48
4.4.3.	Neraca Panas Alat .....	50
4.4.4.	Diagram Alir Kualitatif.....	53
4.4.5.	Diagram Alir Kuantitatif.....	54
4.5.	<i>Maintenance</i> .....	54
4.6.	Pelayanana Teknik (Utilitas).....	55
4.6.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	55
4.6.2.	Unit Pengolahan Air.....	60
4.6.3.	Kebutuhan Air.....	62
4.6.4.	Unit Penyedia Dowtherm A.....	64
4.6.5.	Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System) .....	64
4.6.6.	Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System).....	65
4.6.7.	Unit Penyedia Udara Tekan .....	67
4.6.8.	Unit Penyedia Bahan Bakar .....	68
4.6.9.	Unit Pengolahan Limbah .....	69
4.7.	Organisasi Perusahaan .....	70
4.7.1.	Bentuk Organisasi Perusahaan.....	70
4.7.2.	Manajemen Perusahaan.....	70
4.7.3.	Bentuk Hukum Badan Usaha .....	72
4.7.4.	Uraian Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab .....	74
4.7.5.	Struktur Tenaga Kerja .....	77
4.7.6.	Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan.....	79
4.7.7.	Keselamatan Kerja .....	87
4.8.	Evaluasi Ekonomi .....	88
4.8.1.	Penaksiran Harga Alat .....	89
4.8.2.	Dasar Perhitungan .....	91
4.8.3.	Analisa Kelayakan .....	92
4.8.4.	Hasil Perhitungan.....	95
4.8.5.	Hasil Analisa Kelayakan.....	99
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		<b>103</b>
5.1.	Kesimpulan .....	103
5.2.	Saran .....	104

DAFTAR PUSTAKA ..... 105

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C



## DAFTAR TABEL

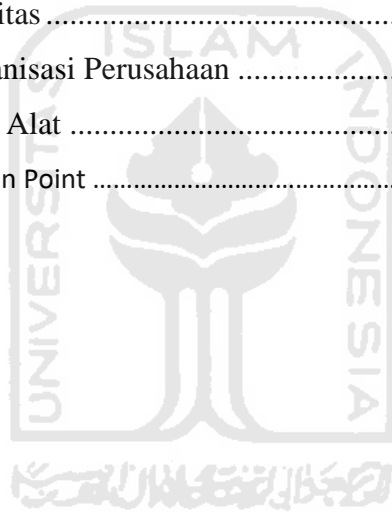
Tabel 1. 1 Data impor Metil Merkaptan di Indonesia.....	2
Tabel 1. 2 Kapasitas Pabrik Metil Merkaptan yang sudah beroperasi.....	3
Tabel 1. 3 Perbandingan macam proses.....	7
Tabel 2. 1 Harga $\Delta H f_0$ dan $\Delta G f_0$ Tiap Komponen (Yaws, 1999).....	11
Tabel 2. 2 Data nilai $K_{id}$ dan $K_i$ (Yermakova, 2004).....	16
Tabel 3 1 Spesifikasi Tangki penyimpanan.....	31
Tabel 3 2 Spesifikasi Heat Exchanger.....	33
Tabel 3 3 spesifikasi expander valve.....	35
Tabel 3 4 Spesifikasi Pompa.....	36
Tabel 4. 1 Rician Luas Tanah.....	45
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total.....	47
Tabel 4. 3 Neraca Massa Vaporizer.....	48
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor.....	48
Tabel 4. 5 Neraca Massa Kondenser Parsial.....	48
Tabel 4. 6 Neraca Massa Absorber.....	49
Tabel 4. 7 Neraca Massa Stripper.....	49
Tabel 4. 8 Neraca Massa Menara Distilasi 1.....	50
Tabel 4. 10 Neraca Panas Vaporizer.....	50
Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor.....	51
Tabel 4. 12 Neraca Panas Kondenser Parsial.....	51
Tabel 4. 13 Neraca Panas Absorber.....	52
Tabel 4. 14 Neraca Panas Strpper.....	52
Tabel 4. 15 Neraca Panas Menara Distilasi 1.....	53
Tabel 4. 17 Spesifikasi Air Umpa Boiler.....	57
Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	62

Tabel 4. 19 Kebutuhan Air Pendingin .....	63
Tabel 4. 20 Kebutuhan Listrik Peralatan Proses .....	65
Tabel 4. 21 Kebutuhan Listrik Peralatan Utilitas.....	66
Tabel 4. 22 Spesifikasi Minyak Bakar .....	68
Tabel 4. 23 Shift Kerja KARYAWAN .....	79
Tabel 4. 24 Tingkat Pendidikan Karyawan.....	79
Tabel 4. 25 Gaji Karyawan .....	83
Tabel 4. 26 Physical Plant Cost.....	95
Tabel 4. 27 Direct Plant Cost .....	96
Tabel 4. 28 Fixed Capital Invesment .....	96
Tabel 4. 29 Direct Manufacturing Cost.....	96
Tabel 4. 30 Indirect Manufacturing Cost .....	96
Tabel 4. 31 Fixed Manufacturing Cost .....	97
Tabel 4. 32 Manufacturing Cost.....	97
Tabel 4. 33 Working Capital.....	97
Tabel 4. 34 General Expense .....	98
Tabel 4. 35 Total Production Cost .....	98
Tabel 4. 36 Fixed Cost .....	98
Tabel 4. 37 Variable Cost .....	98
Tabel 4. 38 Regulated Cost .....	99

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik regresi linier Impor Metil Merkaptan .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik .....	42
Gambar 4. 2 Denah Pabrik .....	46
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses .....	47
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif .....	53
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif .....	54
Gambar 4. 6 Diagram Utilitas .....	69
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi Perusahaan .....	74
Gambar 4. 8 Indeks Harga Alat .....	90
Gambar 4.9 Grafik Break Even Point .....	102



## ABSTRAK

Perancangan Pabrik Kimia Metil Merkaptan Kapasitas 45.000 ton/tahun direncanakan dibangun di Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Metil Merkaptan merupakan bahan utama pembuatan metionin yang digunakan sebagai makanan ternak dan digunakan juga sebagai bahan campuran bahan bakar jet. Bahan baku utama berupa Hidrogen Sulfida dan Metanol. Metil Merkaptan dihasilkan dari proses reaksi gas-gas, dengan mereaksikan bahan baku utama yaitu Hidrogen Sulfida dengan kemurnian 99 % dan Metanol dengan kemurnian 99 % pada reaktor Fix Bed Multitube dengan kondisi operasi suhu 320 °C dan tekanan 8 bar. Pabrik ini memproduksi metil merkaptan dengan tingkat kemurnian 99 %. Pabrik ini memiliki resiko tinggi, karena pada operasinya menggunakan suhu dan tekanan yang cukup tinggi. Pabrik ini di rencanakan didirikan pada tahun ke 20 di Kutai Kartanegara pada area seluas 14.528 m<sup>2</sup>, termasuk gedung kantor dan area pengembangan. Pabrik beroperasi 24 jam dan 330 hari per tahun dengan 152 pekerja. Untuk ekonomi pabrik, Fixed Capital Investment (FCI) pabrik ini adalah Rp 161.204.394.149. Dilakukan evaluasi ekonomi dan menunjukkan nilai Return On Investment (ROI) sebelum pajak adalah 66 % dan setelah pajak adalah 50 %, Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 1,3 tahun dan setelah pajak adalah 1,7 tahun, Break Even Point (BEP) adalah 44 %, Shut Down Point (SDP) adalah 22 % dan Discounted Cash Flow Of Return (DCFRR) adalah 7 %. Dengan pertimbangan diatas, maka Pabrik Metil Merkaptan dari Hidrogen Sulfida dan Metanol dengan kapasitas 45.000 ton/tahun layak untuk di didirikan atau di bangun.

Kata kunci: Pabrik Metil Merkaptan, Metil Merkaptan, Dimetil Sulfida, Hidrogen, Metanol

## ABSTRACT

Design of Methyl Mercaptan Chemical Plant with a capacity of 45.000 tons / year is planned to be built in Kutai Kartanegara, East Kalimantan. Methyl Mercaptan is the main ingredient in the manufacture of methionine which is used as animal feed and is also used as a mixture for jet fuel. The main raw materials are Hydrogen Sulfide and Methanol. Methyl Mercaptan is produced from the reaction process of gases, by reacting the main raw materials, namely Hydrogen Sulfide with a purity of 99 % and Methanol with a purity of 99 % in the Fix Bed Multitube reactor with condition operation is temperature 320 °C and pressure is 8 bar. This factory produces methyl mercaptan with 99 % purity. This factory has a high risk, because in its operation it uses high enough temperature and pressure. This factory is planned to be established in the 20<sup>th</sup> year in Kutai Kartanegara on an area of 14.528 m<sup>2</sup>, including an office building and a development area. The factory operates 24 hours and 330 days per year with 152 workers. For the factory economy, the Fixed Capital Investment (FCI) of this factory is IDR 161.204.394.149. an economic evaluation was conducted and showed that the value of Return On Investment (ROI) before tax was 66 % and after tax was 50%, Pay Out Time (POT) before tax was 1,3 years and after tax was 1,7 years, Break Even Point (BEP) is 44 %, Shut Down Point (SDP) is 22 % and Discounted Cash Flow Of Return (DCFRR) is 7 %. With the above considerations, the Methyl Mercaptan Plant from Hydrogen Sulfide and Methanol with a capacity of 45.000 tons / year is feasible to build or build.

Keywords: Methyl Mercaptan Plant, Methyl Mercaptan, Dimethyl Sulfide, Hydrogen, Methanol

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

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

Sektor perekonomian negara memiliki peranan penting dalam keberlangsungan negara. Salah satu pendukung ekonomi negara yaitu sektor industri. Semakin berkembang pesat dan kokoh sektor industri, maka semakin berkembang pesat dan kokoh pula sektor perekonomian negara. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap berbagai jenis produk dan mengurangi kebergantungan impor, maka diperlukan adanya upaya pembangunan di sektor industri, salah satunya industri berbagai senyawa kimia.

Perkembangan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, khususnya industri kimia. Hal ini berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang untuk industri kimia. Metil merkaptan merupakan bahan kimia yang memiliki berbagai manfaat, diantaranya digunakan untuk bahan baku dalam pembuatan metionin, bahan intermediet dimetil sulfoksida dan dimetil sulfon, campuran bahan bakar jet, bahan intermediet dalam produksi pestisida dan plastik serta digunakan sebagai indikator kebocoran gas. Oleh sebab itu industri pembuatan metil merkaptan diharapkan dapat menunjang industri perminyakan dan makanan ternak di Indonesia.

Pemenuhan kebutuhan metil merkaptan di Indonesia masih bergantung pada impor dikarenakan belum ada pabrik metil merkaptan di Indonesia. Oleh karena itu pendirian pabrik metil merkaptan di Indonesia perlu dan diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor metil merkaptan dari luar negeri, memudahkan industri perminyakan dan peternakan yang



mebutuhkan bahan baku metil merkaptan, serta dapat membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat.

### 1.1.2. Rancangan Kapasitas Produksi Metil Merkaptan

Penentuan kapasitas produksi pabrik metil merkaptan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu Kebutuhan metil merkaptan, kapasitas pabrik yang sudah ada dan pasokan bahan baku yang akan digunakan.

#### 1.1.2.1 Kebutuhan Metil Merkaptan Di Indonesia

Metil merkaptan di Indonesia masih mengandalkan impor dari luar negeri, sehingga kebutuhan metil merkaptan dapat diperkirakan dari besarnya nilai impor. Berdasarkan data statistik perdagangan luar negeri, kebutuhan impor metil merkaptan di Indonesia cukup besar. Berdasarkan data statistik perdagangan luar negeri Indonesia, data impor metil merkaptan disajikan dalam tabel 1.1.

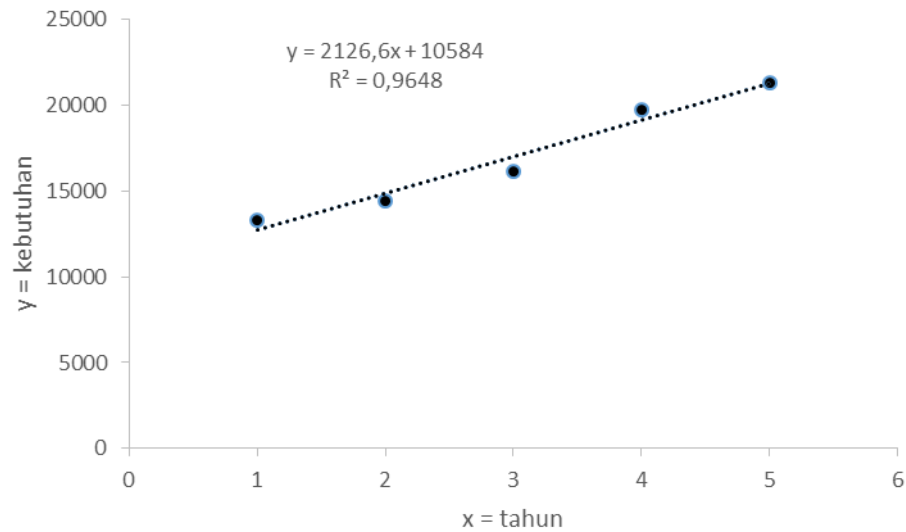
Tabel 1. 1 Data impor Metil Merkaptan di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/tahun)
2014	13310.309
2015	14397.28
2016	16118.615
2017	19705.844
2018	21288.963

(BPS, 2019)

Dari data impor pada tabel 1.1 menyatakan bahwa kebutuhan metil merkaptan di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan. Untuk dapat memprediksi kebutuhan metil merkaptan di Indonesia pada tahun tertentu, dapat dilakukan regresi secara linier guna mendapatkan tren kenaikan impor metil merkaptan yang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan metil merkaptan pada tahun ke 20 di Indonesia. Dari data impor metil merkaptan pada tabel 1.1 dihasilkan regresi linier yang ditunjukkan dalam gambar 1.1 dan diperoleh persamaan :

$$y = 2126.6x + 10584 \dots\dots\dots (1.1)$$



Gambar 1.1 Regresi linier kapasitas pabrik

Dari persamaan 1-1, dengan memasukkan nilai  $x = \text{tahun}$ , yaitu ke 20, diperoleh nilai  $y = 53.116 \text{ Ton/Tahun}$ . Sehingga dapat diperkirakan kebutuhan metil merkaptan di Indonesia pada tahun ke 20 sebesar 53.116 Ton/tahun.

#### 1.1.2.2 Kapasitas Pabrik yang Sudah Ada

Untuk menentukan kapasitas minimal pendirian pabrik metil merkaptan dapat diprediksi berdasarkan pada kapasitas pabrik yang telah beroperasi dan layak didirikan. Adapun pabrik metil merkaptan yang sudah beroperasi di berbagai negara diantaranya :

Tabel 1. 2 Kapasitas Pabrik Metil Merkaptan yang sudah beroperasi

Negara	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
China	Tianjin Topglobal Tehnology Co.,Ltd.	2.400
	Shandong Fousi Chemical Co.,Ltd	12.000
	Jinan Boss Chemical Industry Co.,Ltd.	120.000
	Career Henan Chemical Co.,Ltd.	2.400
Amerika Serikat	DuPont, La Porte, Texas	40.000

### 1.1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan metil merkaptan adalah metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Bahan baku metanol dapat diperoleh dari PT Kaltim Methanol yang berada di Bontang, dengan kapasitas produksinya 660.000 ton/tahun yang memiliki spesifikasi produk metanol 99.85% dengan impuritis air 0.15%. Bahan Baku hidrogen sulfida dapat diperoleh dari PT. Pertamina.

Pemilihan kapasitas produksi pabrik yang akan dibangun mempertimbangkan dari ketiga parameter diatas. Kapasitas produksi yang dipilih yaitu 45.000 Ton/Tahun. Kapasitas tersebut kami pilih karena dengan kapasitas produksi 45.000 Ton/Tahun dapat mengurangi kebutuhan impor metil merkaptan sebesar 85% pada tahun ke 20. Kapasitas 45.000 Ton/Tahun juga besarnya masih dalam range antara kapasitas minimal pabrik yang sudah didirikan dengan kapasitas maksimal pabrik yang sudah didirikan.

## 1.2. Tinjauan Pustaka

Metil merkaptan atau juga disebut metanatiol merupakan tiol alifatik dengan formula  $\text{CH}_3\text{SH}$ . Disebut tiol atau merkaptan karena afinitasnya terhadap merkuri (Bahasa latin : *Corpus Mercurium Aptans*) yang dapat dianggap sebagai turunan hidrogen sulfida atau sebagai analog alkohol. Metil merkaptan adalah gas tidak berwarna yang sangat mudah terbakar pada suhu kamar dan tekanan atmosfer dan memiliki bau menyengat menyerupai bawang putih atau kol yang busuk (Kaufmann, 2015).

### 1.2.1. Kegunaan Metil Merkaptan

Menurut Kaufmann, 2015, Metil merkaptan dapat digunakan sebagai :

1. Bahan baku kimia dalam sintesis berbagai produk industri pertanian, plastik, karet dan kimia. Khususnya yaitu bahan baku dalam senyawa organo-sulfur seperti metionin, dimetil sulfoksida dan dimetil sulfon.
2. Bahan baku produksi herbisida dan fungisida
3. Aditif bahan bakar jet

#### 4. Indikator kebocoran gas

##### 1.2.2. Macam – Macam Proses

Metil merkaptan dapat dibuat dengan beberapa proses, yaitu sebagai berikut :

##### 1.2.2.1. Reaksi antara Metanol dan Hidrogen Sulfida

Proses pembuatan dengan cara mereaksikan metanol dan hidrogen sulfida pada fase gas merupakan proses yang banyak digunakan pada skala industri. Jika metanol dan hidrogen sulfida bereaksi dan dikontakkan dengan bantuan katalis padat 10%  $K_2WO_4$  pada temperature yang tinggi maka kemungkinan akan terjadi beberapa reaksi, yaitu reaksi utama dan reaksi samping.

Reaksi Utama :



Reaksi Samping :

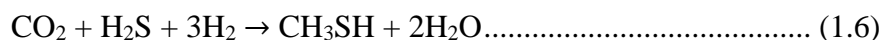
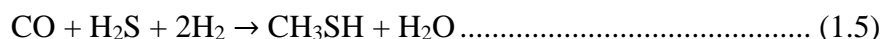


Proses ini berlangsung secara eksotermis di dalam *fixed bed reaktor multi tube* pada temperatur 300 – 500°C dengan tekanan 5 – 15 atm. Reaksi ini dapat menghasilkan konversi diatas 90%. Karena reaksi ini berlangsung secara eksotermis, untuk mempertahankan temperatur operasi digunakan pendingin (Kaufmann, 2015).

Pembuatan metil merkaptan dilakukan menggunakan katalisator  $K_2WO_4/AL_2O_3$  dan reaksi terjadi pada fase gas metanol dan hidrogen sulfida dengan rasio 1.8 di dalam reaktor *fixed bed multitube* secara eksotermis (Yermakova A. V., 2004).

##### 1.2.2.2. Reaksi antara Karbon oksida dan Hidrogen sulfida

Pembuatan metil merkaptan dengan cara mereaksikan karbon oksida dengan hidrogen sulfida dilakukan pertama kali oleh Pennwalt Corporation. Pada tahun 1962, Olin dan rekannya melakukan percobaan untuk memproduksi metil merkaptan dengan mereaksikan karbon oksida yang meliputi karbon monoksida dan karbon dioksida, dengan hydrogen sulfide, dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :



Konversi karbon monoksida untuk menjadi metil merkaptan dapat mencapai 23% dengan perbandingan CO:H<sub>2</sub>S:H<sub>2</sub> sebesar 1:2:4 dengan katalis NiS dan senyawa basa organik yaitu piperidine. Pembuatan metil merkaptan dari CO, H<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S beroperasi pada temperatur 250°C – 350 °C dan tekanan 1 – 10 atm. Konversi reaktan menjadi produk metil merkaptan mencapai 68% (United State Patent No. 7365233B2, 2008).

Pada tahun 1983, Buchholz (Pennwalt Corporation) diberikan hak paten atas proses yang sudah di perbaharui untuk membuat metil merkaptan dari karbon oksida. Perbedaan yang utama dibandingkan dengan proses yang sudah di patenkan pada tahun 1962 yaitu dengan adanya penambahan unsur sulfur untuk menggantikan senyawa hidrogen sulfida. Mekanisme reaksinya yaitu :



Konversi terbesar dari karbon monoksida untuk menjadi metil merkaptan dapat mencapai 90 % dengan perbandingan reaktan CO:S:H<sub>2</sub> yaitu 1:8:4 dengan katalis NiS. Serta konversi tertinggi karbon dioksida menjadi metil merkaptan dicapai pada kondisi yang sama dan sebesar 52% (Kaufmann, 2015).

### 1.2.2.3. Reaksi Metil Klorida dan Natrium Hidrosulfida

Metil Merkaptan dapat diproduksi dengan mereaksikan metil klorida (kadar 2N sampai 6N) dengan natrium hidrosulfida. Reaksi berlangsung pada temperatur 30°C - 200°C dengan tekanan 150 – 650 psig. Mekanisme reaksi yang terjadi, yaitu



Hasil reaksi dan sisa reaktan kemudian didistilasi, dimana hasil atas mengandung metil merkaptan, metil klorida dan hidrogen sulfida.

Setelah itu, hasil atas kemudian diembunkan menggunakan kondenser parsial dan kemudian dipisahkan dengan separator guna menghasilkan metil merkaptan. Konversi reaktan menjadi metil merkaptan sebesar 80% (United States Patent No. 2816145, 1957).

### 1.2.3. Alasan Pemilihan Proses

Dari uraian proses pembentukan metil merkaptan diatas yang terdiri dari 3 macam proses yaitu reaksi metanol dengan hidrogen sulfida, reaksi karbon oksida dan hidrogen sulfida, serta reaksi metil klorida dan natrium hidrosulfida dapat dilakukan pemilihan proses dengan cara membandingkan nilai konversi, temperature dan tekanan proses serta harga bahan baku yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1. 3 Perbandingan macam proses

No.	Macam Proses	Konversi	Temperatur	Tekanan	Harga bahan baku
1	Reaksi Metanol dengan hidrogen sulfida	> 90%	300 – 500°C	5 – 15 atm	CH <sub>3</sub> OH = 15.000/kg H <sub>2</sub> S = 133.067 /kg
2.	Reaksi Karbon oksida dan hidrogen sulfida	68%	250°C - 350°C	1 – 10 atm	H <sub>2</sub> S = 133.067 /kg
3.	Reaksi Metil Klorida dan Natrium Hidrosulfida	80%	30°C - 200°C	10 – 44 atm	CH <sub>3</sub> Cl = 221.475 /kg

Dari pertimbangan uraian diatas, proses pembuatan metil merkaptan yang dipilih yaitu proses dengan mereaksikan metanol dengan hidrogen sulfida pada fase gas dengan beberapa pertimbangan:

- 1) Konversi reaktan untuk menjadi produk tinggi, yaitu lebih dari 90%
- 2) Banyak digunakan di industri
- 3) Bahan baku metanol dan hidrogen sulfida mudah di dapatkan di indonesia
- 4) Harga bahan baku yang lebih murah

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1. Spesifikasi Bahan Baku

##### a. Metanol

- Rumus molekul :  $\text{CH}_3\text{OH}$
- Bentuk : cair pada (1 bar,  $30^\circ\text{C}$ )
- Kemurnian : 99 %
- Impurities : 0,15%  $\text{H}_2\text{O}$
- Berat Molekul : 48,1
- Densitas :  $729 \text{ Kg/m}^3$
- Boiling Point :  $64^\circ\text{C}$
- Melting Point :  $-97^\circ\text{C}$

(PT. Kaltim Methanol Industri)

##### b. Hidrogen sulfida

- Rumus molekul :  $\text{H}_2\text{S}$
- Bentuk : gas pada (8 bar,  $30^\circ\text{C}$ )
- Kemurnian : 99 %
- Impurities : 0,1%  $\text{N}_2$
- Densitas :  $1,36 \text{ Kg/m}^3$
- Boiling Point :  $-60^\circ\text{C}$
- Melting Point :  $-85^\circ\text{C}$

(PT. Pertamina)

#### 2.2. Spesifikasi Produk

##### a. Metil Merkaptan

- Rumus molekul :  $\text{CH}_3\text{SH}$
- Bentuk : cair (1 bar,  $40^\circ\text{C}$ )
- Kemurnian : 99 %

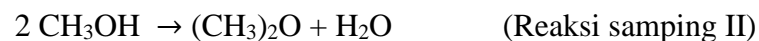
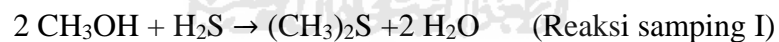
- Impurities : 0,5% (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S
- Densitas : 960 Kg/m<sup>3</sup>
- Boiling Point : 6°C
- Melting Point : - 123°C

### 2.3. Spesifikasi Katalis ( K<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>/AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

- Bentuk : *spherical*
- Diameter partikel : 5 mm
- *Bulk density* : 925 kg/m<sup>3</sup>
- *Void fraction* : 0,5
- *Melting point* : 418°C

### 2.4. Konsep Proses

Pembuatan metil merkaptan dari metanol dan hidrogen sulfida berlangsung di dalam *fixed bed reactor* pada kondisi suhu 320°C dan tekanan 8 bar dengan katalis K<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>/AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Mekanisme reaksi pembentukan metil merkaptan yaitu terdiri dari reaksi utama dan reaksi samping dengan rincian sebagai berikut :



Reaksi ini berlangsung dalam fase gas dengan bantuan katalis padat serta merupakan reaksi eksotermis sehingga membutuhkan pendingin. Adapun pendingin yang digunakan yaitu *Dowtherm A*. Perbandingan antara mol hidrogen sulfida dan metanol adalah 1,8 (Yermakova A. V., 2004).

### 2.5. Kondisi Operasi

#### 2.5.1. Temperatur

Pemilihan temperatur operasi dilakukan dengan mempertimbangkan fase reaksi serta tinjauan secara termodinamika. Pemilihan temperatur operasi harus berada dibawah 550°C. Hal



tersebut dikarenakan pada temperatur  $\geq 550^{\circ}\text{C}$  katalis akan mengalami kerusakan. Selain itu, pada temperatur diatas  $300^{\circ}\text{C}$  katalis  $\text{K}_2\text{WO}_4/\text{AL}_2\text{O}_3$  baru dapat teraktivasi. Sehingga temperatur operasi yang dipilih yaitu  $320^{\circ}\text{C}$  (United States Patent No. 3,935,276, 1976).

### 2.5.2. Tekanan

Tekanan operasi yang direkomendasikan yaitu 8 bar dengan konversi reaksi 98 % (United States Patent No. 3,935,276, 1976).

### 2.5.3. Perbandingan mol umpan

Umpan yang dimasukkan ke reaktor terdiri dari umpan segar dan recycle. Agar dihasilkan selektivitas maksimum metil merkaptan, maka rasio mol umpan yang direkomendasikan untuk proses yaitu Antara 1,5 – 1,8 dengan excess  $\text{H}_2\text{S}$ .

### 2.5.4. Pemakaian Katalis

Pada reaksi heterogen gas-padat, katalis tidak berubah diakhir reaksi, namun katalis tetap ikut aktif di dalam reaksi. Katalis yang digunakan pada proses pembuatan metil merkaptan yaitu  $\text{K}_2\text{WO}_4/\text{AL}_2\text{O}_3$  yang berbentuk padat dengan diameter 5 mm. katalis ini ditempatkan di dalam *fixed bed reactor* di dalam sisi tube-nya. Katalis  $\text{K}_2\text{WO}_4/\text{AL}_2\text{O}_3$  memiliki umur 10 tahun (Khaksar S. M., 2019).

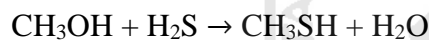
## 2.6. Tinjauan termodinamika

Tinjauan termodinamika dilakukan guna untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*). Untuk menentukan sifat reaksi dihitung dengan perhitungan panas reaksi ( $\Delta H_R$ ) dengan berdasar pada panas pembentukan standar ( $\Delta H_{f^0}$ ) pada kondisi standar (  $P = 1 \text{ bar}$ ;  $T = 25^{\circ}\text{C}$ ), sedangkan untuk menentukan arah reaksi dapat ditentukan dengan perhitungan energy Gibbs ( $\Delta G_f$ ) pada kondisi operasi (Yaws, 1999)

Tabel 2. 1 Harga  $\Delta H_f^0$  dan  $\Delta G_f^0$  Tiap Komponen

Komponen	$\Delta H_f^0$ , kJ/mol	$\Delta G_f^0$ , kJ/mol
H <sub>2</sub> S	-20	-33
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	-234	-112
CH <sub>3</sub> SH	-22	-9
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	-46	7
CH <sub>3</sub> OH	-201	-162
H <sub>2</sub> O	-241	-288

### 2.6.1. Reaksi utama pembentukan metil merkaptan



a. Panas reaksi standar ( $\Delta H_R^0$ )

$$\begin{aligned} \Delta H_R^0 &= \sum \Delta H_f^0 \text{ produk} - \sum \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\ &= (\Delta H_f^0 \text{ CH}_3\text{SH} + \Delta H_f^0 \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^0 \text{ CH}_3\text{OH} + \Delta H_f^0 \text{ H}_2\text{S}) \\ &= (-22 + (-241)) \text{ kJ/mol} - (-201 + (-20)) \text{ kJ/mol} \\ &= -42 \text{ kJ/mol} \\ &= -42 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H_R^0$  bernilai negatif maka reaksi bersifat eksotermis.

b. Konstanta kesetimbangan ( $K_1$ ) pada keadaan standar

Untuk menghitung perubahan energi Gibbs pada keadaan standar ( $T = 298 \text{ K}$  dan  $P = 1 \text{ bar}$ ) menggunakan persamaan sebagai berikut (Smith J. M., 1987).

$$\Delta G_f^0 = RT_1 \ln K_1$$

Dengan :

$\Delta G_f^0$  = energi Gibbs pada keadaan standar, J/mol

$\Delta H_R^0$  = panas reaksi, J/mol

$K_1$  = konstanta kesetimbangan pada keadaan standar

$T_1$  = temperatur standar, K

R = tetapan gas ideal, J/mol.K (8,314 J/mol.K)

Sehingga  $\Delta G_f^0$  dari reaksi tersebut adalah :

$$\begin{aligned}\Delta G_f^0 &= \sum \Delta G_f^0 \text{ produk} - \sum \Delta G_f^0 \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G_f^0 \text{ CH}_3\text{SH} + \Delta G_f^0 \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta G_f^0 \text{ CH}_3\text{OH} + \Delta G_f^0 \text{ H}_2\text{S}) \\ &= (-9 + (-288)) \text{ kJ/mol} - (-162 + (-33)) \text{ kJ/mol} \\ &= -42 \text{ kJ/mol} \\ &= -42 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

Hasil di atas kemudian disubstitusikan ke persamaan (2-10)

sehingga diperoleh :

$$\ln K_1 = -\frac{\Delta G_f^0}{RT} = -\frac{-42.610 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/mol.K} \times 298 \text{ K}} = 17$$

$$K_1 = 2 \times 10^7$$

- c. Konstanta kesetimbangan pada temperatur operasi ( $T = 320^\circ\text{C} = 593 \text{ K}$ )

Konstanta kesetimbangan reaksi pada temperatur operasi dihitung menggunakan rumus berikut (Smith J. M., 1987).

$$\begin{aligned}\ln \frac{K_2}{K_1} &= \frac{-\Delta H_{R^0}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \\ \ln K_2 - \ln K_1 &= \frac{-\Delta H_{R^0}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \\ \ln K_2 &= \frac{-\Delta H_{R^0}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) + \ln K_1\end{aligned}$$

Dengan :

$K_2$  = konstanta kesetimbangan pada temperatur operasi

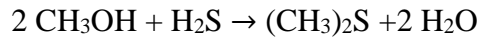
$T_1$  = temperature operasi, K

$$\begin{aligned}\ln K_2 &= \frac{-\Delta H_{R^0}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) + \ln K_1 \\ &= \frac{-(-42.430 \text{ J/mol})}{8,314 \text{ J/molK}} \left( \frac{1}{593} - \frac{1}{298} \right) + 17 = 8\end{aligned}$$

$$K_2 = 5 \times 10^3$$

Karena harga konstanta kesetimbangan relative besar, maka reaksi berlangsung searah yaitu ke arah kanan (*irreversible*).

### 2.6.2. Reaksi samping 1



a. Panas reaksi standar ( $\Delta H_{R^0}$ )

$$\begin{aligned} \Delta H_{R^0} &= \sum \Delta H_f^0 \text{ produk} - \sum \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\ &= (\Delta H_f^0(\text{CH}_3)_2\text{S} + 2.\Delta H_f^0\text{H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^0\text{H}_2\text{S} + 2.\Delta H_f^0\text{CH}_3\text{OH}) \\ &= (-46 + 2.(-241)) \text{ kJ/mol} - (-20 + 2.(-201)) \text{ kJ/mol} \\ &= -106 \text{ kJ/mol} \\ &= -106 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H_{R^0}$  bernilai negatif maka reaksi bersifat eksotermis.

b. Konstanta kesetimbangan ( $K_1$ ) pada keadaan standar

$\Delta G_f^0$  dari reaksi samping pembuatan metil merkaptan yaitu :

$$\begin{aligned} \Delta G_f^0 &= \sum \Delta G_f^0 \text{ produk} - \sum \Delta G_f^0 \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G_f^0(\text{CH}_3)_2\text{S} + 2.\Delta G_f^0\text{H}_2\text{O}) - (\Delta G_f^0\text{H}_2\text{S} \\ &\quad + 2.\Delta G_f^0\text{CH}_3\text{OH}) \\ &= (7,4 + 2.(-288)) \text{ kJ/mol} - (-33,40 + 2.(-162)) \text{ kJ/mol} \\ &= -91 \text{ kJ/mol} \\ &= -91 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

$$\ln K_1 = -\frac{\Delta G_f^0}{RT} = -\frac{-91.380 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/molK} \times 298 \text{ K}} = 36$$

$$K_1 = 1 \times 10^{16}$$

c. Konstanta kesetimbangan pada temperature operasi ( $T = 320^\circ\text{C} = 593$

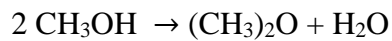
K)

$$\begin{aligned} \ln K_2 &= \frac{-\Delta H_{R^0}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) + \ln K_1 \\ &= \frac{-(-106.770 \text{ J/mol})}{8,314 \text{ J/molK}} \left( \frac{1}{593,15} - \frac{1}{298} \right) + 36 = 15 \end{aligned}$$

$$K_2 = 5 \times 10^6$$

Karena harga konstanta kesetimbangan relative besar, maka reaksi berlangsung searah yaitu ke arah kanan (*irreversible*)

### 2.6.3. Reaksi samping 2



a. Panas reaksi standar ( $\Delta H_{R^0}$ )

$$\begin{aligned} \Delta H_{R^0} &= \sum \Delta H_f^0 \text{ produk} - \sum \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\ &= (\Delta H_f^0(\text{CH}_3)_2\text{O} + \Delta H_f^0\text{H}_2\text{O}) - 2. \Delta H_f^0\text{CH}_3\text{OH} \\ &= (-234 + (-241)) \text{ kJ/mol} - (2.(-201)) \text{ kJ/mol} \\ &= -74 \text{ kJ/mol} \\ &= -74 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H_{R^0}$  bernilai negatif maka reaksi bersifat eksotermis.

b. Konstanta kesetimbangan ( $K_1$ ) pada keadaan standar

$\Delta G_f^0$  dari reaksi samping pembuatan metil merkaptan yaitu :

$$\begin{aligned} \Delta G_f^0 &= \sum \Delta G_f^0 \text{ produk} - \sum \Delta G_f^0 \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G_f^0(\text{CH}_3)_2\text{O} + \Delta G_f^0\text{H}_2\text{O}) - (2. \Delta G_f^0\text{CH}_3\text{OH}) \\ &= (-112 + (-288)) \text{ kJ/mol} - (2.(-162)) \text{ kJ/mol} \\ &= -76 \text{ kJ/mol} \\ &= -76 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

$$\ln K_1 = -\frac{\Delta G_f^0}{RT} = -\frac{-76.480 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/molK} \times 298 \text{ K}} = 30$$

$$K_1 = 2 \times 10^{13}$$

c. Konstanta kesetimbangan pada temperature operasi ( $T = 320^\circ\text{C} = 593$

K)

$$\begin{aligned} \ln K_2 &= \frac{-\Delta H_{R^0}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) + \ln K_1 \\ &= \frac{-(-74.270 \text{ J/mol})}{8,314 \text{ J/molK}} \left( \frac{1}{593} - \frac{1}{298} \right) + 30 = 15 \end{aligned}$$

$$K_2 = 8 \times 10^6$$

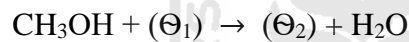
Karena harga konstanta kesetimbangan relative besar, maka reaksi berlangsung searah yaitu ke arah kanan (*irreversible*)

### 2.7. Tinjauan kinetika

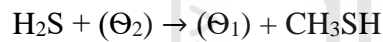
Proses pembentukan metil merkaptan dari metanol dan hidrogen sulfida dengan menggunakan katalis  $\text{K}_2\text{WO}_4/\text{AL}_2\text{O}_3$  merupakan reaksi heterogen

dalam fase gas (reaktan) dan fase padat (katalis). Persamaan kecepatan reaksi pembentukan metil merkaptan menurut (Yermakova A. V., 2004) dapat diturunkan dari mekanisme reaksi sebagai berikut :

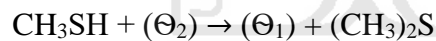
- Terjadi interaksi antara metanol dan *active sites* pada permukaan ( $\Theta_1$ ) menghasilkan molekul teradsorpsi (*methoxy group*).
- Terjadi reaksi permukaan antara molekul teradsorpsi dengan  $H_2S$  teraktivasi di permukaan menghasilkan  $H_2S$  menempel di permukaan katalis dan metil merkaptan dalam keadaan bebas.
- Terjadi reaksi permukaan pada metanol dan metil merkaptan teraktivasi bereaksi dengan *methoxide groups* ( $\Theta_2$ ) dan menghasilkan dimetil sulfida serta dimetil eter.
- Air yang dihasilkan dari proses ini mengalami adsorpsi pada *active sites* katalis ( $\Theta_1$ ) membentuk *active sites* ( $\Theta_3$ ) yang tercover oleh air.



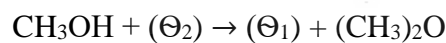
$$r_1 = k_1 P_{Me} (\Theta_1) - k_{-1} P_{H_2O} (\Theta_2)$$



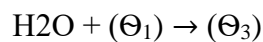
$$r_2 = k_2 P_{H_2S} (\Theta_2)$$



$$r_3 = k_3 P_{MT} (\Theta_2)$$



$$r_4 = k_4 P_{Me} (\Theta_2)$$



$$r_5 = k_5 P_{H_2O} (\Theta_1) - k_{-5} (\Theta_3)$$

$$(\Theta_1) + (\Theta_2) + (\Theta_3) = 1$$

Dari persamaan reaksi diatas, dapat diperoleh persamaan – persamaan sebagai berikut:

$$r_{MT} = \frac{k_{MT}.K_1.P_{H_2S}.P_{Me}}{P_{H_2O} + K_1 P_{Me} + K_5 P_{H_2O}^2}$$

$$r_{DME} = \frac{k_{DME}.K_1.P^2_{Me}}{P_{H_2O} + K_1 P_{Me} + K_5 P_{H_2O}^2}$$

$$r_{DMS} = \frac{k_{DMS}.K_1.P_{H_2S}.P^2_{Me}}{P_{H_2O} + K_1 P_{Me} + K_5 P_{H_2O}^2}$$

Dari jurnal (Yermakova A. V., 2004) diperoleh data nilai  $k_{MT}$  dan  $K_i$  sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Data nilai  $K_{iD}$  dan  $K_i$  (Yermakova, 2004)

Parameter	Nilai	Satuan
$k_{MT}$	3	mmol/g.h.MPa
$k_{DMS}$	0,68	mmol/g.h.Mpa
$K_{DME}$	0,14	mmol/g.h.Mpa
$K_1$	1618	MPa-1
$K_5$	2904	MPa-1
$E_{MT}$	69	kJ/mol
$E_{DMS}$	0,55	kJ/mol
$E_{DME}$	67	kJ/mol
$QK_1$	3	kJ/mol
$QK_5$	-19	kJ/mol

## 2.8. Pengendalian kualitas

Untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan memenuhi standar, maka dibutuhkan kualitas yang sudah sesuai dengan standar proses yang sudah ditetapkan, pengawasan serta pengendalian terhadap proses melalui *system control* sehingga produk yang dihasilkan memiliki kualitas dan dapat dipasarkan. Adapun tujuan dilakukannya pemeriksaan produk guna menjaga stabilitas produk serta mengetahui proses produksi dapat berjalan dengan normal atau tidak. Apabila terjadi masalah dapat segera dilakukan pengendalian agar masalahnya tidak menjadi lebih besar sehingga dapat mengakibatkan kualitas produk menurun. Adapun pengendalian yang dilakukan yaitu :

### 1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan untuk memproduksi metil merkaptan yaitu metanol dan hidrogen sulfida. Sebelum proses produksi, dilakukan pengujian terhadap metanol dan hidrogen sulfida untuk mengetahui

spesifikasi bahan baku agar sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan di dalam desain produksi. Pengujian yang dilakukan seperti kelarutan dalam air, densitas, dan lain sebagainya.

## 2. Pengendalian Kualitas Produk

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

## 3. Pengendalian Proses

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

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

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

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

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

### c. *Flow Control* (FC)



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

d. *Flow Ratio Control (FRC)*

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

e. *Level Control (LC)*

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

4. Pengendalian Bahan Proses

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

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan metil merkaptan dari metanol dan hidrogen sulfida secara umum dapat dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

##### 3.1.1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Produksi metil merkaptan dengan kapasitas 45.000 ton/tahun menggunakan bahan baku metanol yang memiliki kemurnian 99 % dengan impuritis air 0,15% serta hidrogen sulfida yang memiliki kemurnian 99 % dengan impuritis nitrogen sebesar 0,1%. Metanol disimpan dalam fase cair dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm pada tangki penyimpanan (TK-101). Hidrogen sulfida disimpan di dalam tangki penyimpanan (TK-102) dalam kondisi fase gas dengan temperatur 30°C dan tekanan 10 bar.

##### 3.1.2. Tahap Persiapan Bahan Baku

Metanol dari tangki TK-101 dipompa (P-101) untuk menaikkan tekanan dari 1 atm menjadi 8 atm, selanjutnya diuapkan menggunakan vaporizer (E-101) agar fase metanol berubah menjadi gas. Metanol keluaran vaporizer memiliki suhu 128 °C, kemudian dipanaskan hingga suhunya mencapai 320°C dengan *heat exchanger* (E-102). Setelah itu metanol diumpankan ke reaktor (R-101).

Hidrogen sulfida dari tangki TK-102 dengan temperatur 30°C dan tekanan 10 bar terlebih dahulu diturunkan tekanannya menggunakan *Exvander Valve* (EV-01) menjadi 8 bar, setelah itu dicampur dengan *recycle* dari absorber di tee-01 dengan suhu keluaran tee-01 50 °C dan tekanan 8 bar. Dikarenakan suhu keluaran tee-01 belum sesuai dengan suhu umpan reaktor, maka hidrogen sulfida dipanaskan terlebih dahulu di *heat*

*exchanger* (E-103) hingga suhunya menjadi 320°C. Setelah dipanaskan, hidrogen sulfida diumpankan ke reaktor (R-101).

### 3.1.3. Tahap Pembentukan Produk

Pembentukan metil merkaptan dari metanol dan hidrogen sulfida terjadi di dalam reaktor *fixed bed multitube*. Reaksi terjadi pada fase gas-gas dengan menggunakan katalis padat  $K_2WO_4/Al_2O_3$  dengan kondisi operasi pada tekanan 8 atm dan temperatur 320°C. Reaksi ini bersifat eksotermis sehingga akan menghasilkan panas. Untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor maka diperlukan adanya pendingin. Adapun pendingin yang digunakan yaitu *Dowtherm A* dengan temperatur masuk 30 °C. Gas keluaran reaktor memiliki temperatur 157°C akan diturunkan menjadi 126 °C di *heat exchanger* (E-104)

### 3.1.4. Tahap Pemurnian Produk

Hasil keluaran reaktor berupa gas yaitu hidrogen sulfida, nitrogen (inert), metil merkaptan, dimetil sulfida, dimetil eter, metanol yang tidak habis bereaksi dan air. Reaksi yang berlangsung di dalam reaktor bersifat eksotermis sehingga menghasilkan panas. Kemudian gas hasil keluaran reaktor diturunkan tekanannya menggunakan *exvander valve* (EV-02) menjadi 6 bar dan temperaturnya diturunkan menggunakan *heat exchanger* (E-104) dari 157 °C menjadi 126 °C.

Setelah gas keluaran dari reaktor diturunkan tekanannya menjadi 6 bar dan temperaturnya menjadi 126 °C, gas tersebut yang terdiri dari hidrogen sulfida, nitrogen (inert), metil merkaptan, dimetil sulfida, dimetil eter, metanol yang tidak habis bereaksi dan air dipisahkan dengan menggunakan *partial condenser* (E-105). Hasil keluaran *partial condenser* (E-105) memiliki temperatur 52 °C dan tekanan 6 atm. Hasil atas *partial condenser* yaitu berupa gas yang terdiri dari hidrogen sulfida, nitrogen, dan sedikit hasil reaksi berupa dimetil eter, dimetil sulfida, metil merkaptan, metanol dan air. Hasil atas dari *partial condenser* (E-105) akan diumpankan ke absorber (T-102). Sedangkan hasil bawah dari *partial condenser* yang berfase cair yaitu metil merkaptan, dimetil sulfide, metanol, dan air. Hasil

bawah dari *partial condenser* (E-105) kemudian diumpankan ke menara distilasi (T-101) menggunakan pompa (P-104) untuk dilakukan pemisahan produk metil merkaptan.

Di menara distilasi terjadi pemisahan produk metil merkaptan dengan kemurnian 99 % dan *impurities* dimetil sulfida 0,5% sebagai hasil atas menara distilasi (T-101). Distilat keluaran MD-01 akan didinginkan dan akan berubah fasanya di kondenser (E-106) dan akan ditampung di akumulator (V-101). Keluaran dari akumulator (V-101) akan dialirkan ke tangki penyimpanan metil merkaptan (TK-103) dan sebagian dialirkan sebagai *refluks* menggunakan pompa (P-105). Sebelum dimasukkan ke dalam tangki penyimpanan, metil merkaptan terlebih dahulu diturunkan suhunya dari 61,8°C menjadi 40°C menggunakan heat exchanger (E-107). Metil merkaptan keluaran *heat exchanger* E-107 akan dialirkan ke tangki (TK-103) menggunakan pompa (P-106). Sebelum masuk ke tangki (TK-103), metil merkaptan akan diturunkan tekanannya menggunakan exvander valve (EV-03) dari 6 bar menjadi 1 bar. Sedangkan sebagai hasil bawah yaitu sedikit metil merkaptan dan dimetil sulfida, metanol dan air akan dialirkan menggunakan pompa (P-107) menuju UPL.

### 3.1.5. Tahap recycle bahan baku

Hasil atas keluaran kondenser parsial yang terdiri dari hidrogen sulfida, dimetil eter dan sebagian metil merkaptan, dimetil sulfida, metanol dan air akan masuk ke absorber (T-102) untuk memisahkan hidrogen sulfida. Pemisahan ini dilakukan dengan bantuan solvent metanol. Solvent metanol akan menyerap dimetil eter, metil merkaptan, dimetil sulfida, metanol dan air yang akan keluar sebagai hasil bawah absorber (T-102). Solvent yang dibutuhkan untuk penyerapan yaitu 2 kg / 1 kg metil merkaptan. (United States Patent No. 5,866,721, 1999)

Hasil atas absorber (T-102) yaitu hidrogen sulfida dan gas nitrogen dengan tekanan 6 bar dan temperatur 51°C akan di *recycle* ke reaktor. Namun gas hidrogen sulfida dan nitrogen dinaikkan tekanannya terlebih dahulu menggunakan kompresor (C-101) dari 6 bar menjadi 8 bar agar

sesuai dengan kondisi operasi reaktor. Gas hidrogen sulfida dan nitrogen keluaran kompresor (C-101) bertekanan 8 bar dan temperaturnya 75 °C akan dicampur dengan *fresh feed* yang berasal dari tangki penyimpanan hidrogen sulfida (TK-102) sehingga suhunya menjadi 50 °C.

Hasil bawah absorber (T-102) berupa solvent metanol dan dimetil eter, metil merkaptan, dimetil sulfida, metanol dan air yang memiliki tekanan 6 atm dan temperatur 51°C dialirkan ke stripper (T-103) menggunakan pompa (P-102) untuk di desorpsi menggunakan steam untuk memisahkan antara *solvent* dan *solute*. Solvent akan keluar sebagai hasil bawah stripper (T-103) dan *solute* akan keluar sebagai hasil atas. Solvent metanol yang keluar dari stripper akan didinginkan di HE-4 dari temperatur keluaran stripper (T-103) 117 °C menjadi 40°C agar dapat digunakan lagi di absorber (T-102).

### 3.2. Spesifikasi Alat Utama

#### 3.2.1. Spesifikasi Reaktor

- Kode : R-101
- Fungsi : Mereaksikan CH<sub>3</sub>OH dan H<sub>2</sub>S menghasilkan produk utama CH<sub>3</sub>SH dan produk samping berupa (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>O, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S dan H<sub>2</sub>O
- Tipe : *Fixed bed multitube*
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi
  - Tekanan : 8 atm
  - Temperatur umpan : 320°C
  - Temperatur produk : 158°C
  - Temperatur pendingin : 30°C (*Dowtherm A*)
- Dimensi tube
  - Panjang : 12 m
  - ID : 0,03 m

- OD : 0,04 m
- Susunan : Triangular pitch
- Jumlah *pass* : 1
- Material : Stainless Steel SS 304
- Jumlah *tube* : 1000 buah
- Dimensi shell
  - ID : 1,75 m
  - OD : 1,8 m
  - Tebal : 0,01 m
  - *Baffle space* : 0,4 m
  - Jumlah *pass* : 1
  - Material : Stainless steel
- Dimensi head
  - Bentuk : *Torispherical dished head*
  - Tebal : 0,01 m
  - Tinggi : 0,3 m
- Tinggi total reaktor : 13 m
- Waktu tinggal : 456 detik
- Pipa reaktan dan produk
  - IPS : 0,3 m
  - OD : 0,3 m
  - ID : 0,3 m
  - SN : 30
- Pipa pendingin
  - IPS : 0,3 m
  - OD : 0,3 m
  - ID : 0,3 m
  - SN : 30

### 3.2.2. Spesifikasi Kondenser Parsial

- Kode : E-105
- Fungsi : mengkondensasikan produk R-01 dan memisahkan H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub> dan (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>O
- Tipe : *Shell and tube*
- Jumlah : 1 buah
- Beban panas : 8.865.151 Kj/jam
- Kondisi operasi
  - *Hot fluid* : 126°C
  - *Cold fluid* : 30°C
  - Tekanan : 5,9 atm
- Spesifikasi *tube*
  - Fluida : Air
  - Panjang : 3,6 m
  - Susunan : triangular pitch
  - OD : 0,0254 m
  - BWG : 18
  - Jumlah *tube* : 293
  - Material : Carbon steel
  - *Pressure drop* : 6,2 psi
- Spesifikasi *shell*
  - Fluida : gas keluaran R-01
  - ID : 0,6 m
  - *Baffle space* : 0,4 m
  - *Clearance* : 0,006 m
  - Material : carbon steel
- UD : 130 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- *Dirt factor* : 0,006
- Luas transfer panas : 85 m<sup>2</sup>

### 3.2.3. Spesifikasi Absorber

- Kode : T-102
- Fungsi : Menyerap  $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{SH}$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dalam campuran gas keluar E-105 dengan menggunakan solvent  $\text{CH}_3\text{OH}$
- Tipe : *Packed column*
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi
  - Tekanan desain : 7 atm
  - Temperatur :  $52^\circ\text{C}$
- Desain *packing*
  - Jenis : *Rasching rings ceramic* 1 in
  - Diameter : 0,9 m
  - Tinggi packing : 50 m
- Desain *head* dan *bottom*
  - Bentuk : *Torispherical dished head*
  - Tebal head : 0,01 m
  - Tinggi head : 0,2 m
- Desain Tangki
  - Tipe : *Cylinder shell*
  - Volume :  $0,3 \text{ m}^3$
  - Diameter : 0,9 m
  - Tinggi : 53 m
  - Tebal shell : 0,007 m
- Material : Stainless steel SS 304

### 3.2.4. Spesifikasi Stripper

- Kode : T-103
- Fungsi : Menyerap  $\text{CH}_3\text{OH}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dari T-102



- Tipe : Plate column
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi
  - Tekanan : 5,9 atm
  - Temperatur : 51 °C
- Desain plate
  - Jumlah plate : 23 plate
  - Tinggi menara : 7 m
  - Diameter menara : 0,1 m
- Desain head
  - Bentuk : torispherical dished head
  - Tebal head : 0,006 m
  - Tinggi head : 0,07 m
- Tebal shell : 0,004 m
- Material : carbon steel SA 285 grade C

### 3.2.5. Spesifikasi Menara Distilasi 1

- Kode : T-101
- Fungsi : Memisahkan  $\text{CH}_3\text{SH}$  dari  $\text{CH}_3\text{OH}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$
- Jumlah : 1
- Tipe : Menara *Sieve*
- Kondisi operasi
  - Tekanan umpan : 5,9 atm
  - Tekanan atas : 5,9 atm
  - Tekanan bawah : 5,9 atm
  - Temperatur umpan : 52 °C
  - Temperatur atas : 61 °C
  - Temperatur bawah : 157 °C
- Dimensi plate
  - Diameter atas : 1,4 m

- Diameter bawah : 1,7 m
- Tebal : 0,005 m
- Plate spacing : 0,15 m
- Dimensi head
  - Tipe : *torispherical dished head*
  - Tebal head atas : 0,01 m
  - Tebal head bawah : 0,01 m
  - Material : carbon steel SA 283 Grade C
- Dimensi shell
  - Tebal shell atas : 0,01 m
  - Tebal shell bawah : 0,01 m
  - Tinggi menara : 18 m

### 3.3. Spesifikasi Alat Pendukung

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

#### 3.3.1. Spesifikasi Vaporizer

- Kode : E-101
- Fungsi : Menguapkan  $\text{CH}_3\text{OH}$  sebelum masuk R-101
- Tipe : *Double pipe*
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi
  - Hot fluid :  $360^\circ\text{C}$
  - Cold fluid :  $30^\circ\text{C} - 128,4127^\circ\text{C}$
- Spesifikasi annulus
  - Fluida : Metanol
  - IPS : 0,1 m
  - OD : 0,1 m
  - ID : 0,1 m

- Sch. No. : 40
- Pressure drop : 0,7 psi
- Spesifikasi inner pipe
  - Fluida : *Dry Saturated steam*
  - IPS : 0,07 m
  - OD : 0,08 m
  - ID : 0,07 m
  - Sch. No. : 40
  - Pressure drop : 0,003 psi
- UD : 100 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- *Dirt factor* : 0,003
- Jumlah hairpin : 1
- *Required length* : 13 lin ft
- *Surface actual* : 0,929 m<sup>2</sup>

### 3.3.2. Spesifikasi Kondenser

- Kode : E-106
- Fungsi : Mengembunkan hasil atas T-101
- Tipe : *Double pipe*
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi
  - *Hot fluid* : 61 °C – 62 °C
  - *Cold fluid* : 30 °C
- Spesifikasi annulus
  - Fluida : Distilat T-101
  - IPS : 0,1 m
  - OD : 0,1 m
  - ID : 0,1 m
  - Sch.No. : 40
  - Pressure drop : 0,9 psi

- Spesifikasi inner pipe
  - Fluida : Air
  - IPS : 0,07 m
  - OD : 0,08 m
  - ID : 0,07 m
  - Sch. No. : 40
  - Prssure drop : 0,6 psi
- UD : 13 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Dirt factor : 0,01
- Jumlah hairpin : 1
- Required length : 1 lin ft
- Surface actual : 0,074 m<sup>2</sup>

### 3.3.3. Spesifikasi Reboiler

- Kode : E-108
- Fungsi : menguapkan sebagian hasil bawah T-101
- Tipe : *Kettle reboiler (Double pipe)*
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi
  - Hot fluid : 360°C
  - Cold fluid : 157 °C – 158 °C
- Spesifikasi Annulus
  - Fluida : *Dry Saturated steam*
  - IPS : 0,07 m
  - OD : 0,08 m
  - ID : 0,07 m
  - Sch.. No : 40
  - Pressure drop : 2 psi
- Spesifikasi inner pipe
  - Fluida : Bottom T-101
  - IPS : 0,05 m

- OD : 0,06 m
- ID : 0,05 m
- Sch. No : 40
- Pressure drop : 0,2 psi
- UD : 150 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Dirt factor : 0,006
- Jumlah hairpin : 4
- Required length : 87 lin ft
- Surface actual : 5 m<sup>2</sup>

#### 3.3.4. Spesifikasi Akumulator

- Kode : V-101
- Fungsi : menampung distilat yang keluar dari T-101
- Tipe : *Horizontal drum*
- Material : *Carbon steel SA-283 Grade C*
- Jumlah : 1
- Kapasitas : 1 m<sup>3</sup>
- Kondisi operasi
  - Tekanan : 6 atm
  - Temperatur : 61 °C
- Dimensi
  - Diameter : 0,8 m
  - Panjang / tinggi : 2,5 m
  - Tebal silinder : 0,007 m
- Dimensi *head*
  - Tipe head : *Torispherical dished head*
  - Panjang/tinggi : 0,2 m
  - Tebal head : 0,01 m
- Panjang/tinggi total : 2,9 m

### 3.3.5. Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tabel 3 1 Spesifikasi Tangki penyimpanan

	TK-101	TK-102	TK-103
Fungsi	Menyimpan Metanol	Menyimpan gas H <sub>2</sub> S	Menyimpan produk CH <sub>3</sub> SH
Jenis	Tangki silinder tegak alas datar	Tangki bola	Tangki silinder tegak alas datar
Jumlah	1	8	1
Volume (m <sup>3</sup> )	4.245	270	2.918
Bahan	Carbon steel SA-283 Grade C	Stainless steel SS 304	Carbon steel SA-283 Grade C
Tekanan	1 atm	8 atm	1 atm
Suhu	30 °C	30 °C	40 °C
Diameter	24 m	8 m	21 m
Tinggi/panjang	9 m	-	9 m
Tebal tank	-	0,0746 m	-
Course 1	0,0152 m	-	0,0137 m
Course 2	0,0119 m	-	0,0117 m
Course 3	0,0097 m	-	0,0091 m
Course 4	0,0076 m	-	0,0071 m
Course 5	0,0051 m	-	0,0051 m
Tebal head	0,0286 m	-	0,0207 m
Tinggi head	1 m	-	0,3234 m
Sudut $\Theta$	31°	-	18°
Tinggi Total	10 m	-	9,4 m

### 3.3.6. Spesifikasi Heat Exchanger

#### Spesifikasi Heat Exchanger 2

- Kode alat : E-103
- Fungsi : Menaikkan suhu feed H<sub>2</sub>S
- Tipe : Shell and tube
- Jumlah : 1
- Kondisi Operasi
  - *Hot fluid* : 360°C
  - *Cold fluid* : 50°C - 320°C
- Spesifikasi tube
  - Fluida : *Dry saturated steam*
  - Panjang : 3,6 m
  - Susunan : *triangular pitch, 1,5 in*
  - OD : 0,03 m
  - ID : 0,02 m
  - BWG : 15
  - Jumlah tube : 58
  - Tube pass : 6
  - Pressure drop : 1 psi
- Spesifikasi shell
  - Fluida : H<sub>2</sub>S
  - ID : 0,4 m
  - Baffle pass : 0,1 m
  - Shell pass : 1
  - Pressure drop : 0,2
- UD : 37 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F
- Dirt factor : 0,02
- Luas transfer panas : 21 m<sup>2</sup>

Tabel 3 2 Spesifikasi Heat Exchanger

Kode	E-102	E-104
Fungsi	Menaikkan suhu keluaran E-101	Menurunkan suhu keluaran R-101
Tipe	<i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>
Jumlah	1	1
Kondisi Operasi		
- <i>Hot fluid</i>	360°C	157,8511°C - 126°C
- <i>Cold fluid</i>	128,41°C–320°C	30 °C
Spesifikasi Annulus		
- Fluida	<i>Dry Saturated Steam</i>	<i>Dowtherm A</i>
- IPS	0,07 m	0,1 m
- OD	0,08 m	0,1m
- ID	0,07 m	0,1 m
- Sch. No.	40	40
- <i>Pressure drop</i>	0,4 psi	0,01 psi
Spesifikasi <i>inner pipe</i>		
- Fluida	Metanol	Output R-01
- IPS	0,05 m	0,1 m
- OD	0,06 m	0,11 m
- ID	0,05 m	0,1 m
- Sch. No.	40	40
- <i>Pressure drop</i>	2 psi	1 psi
UD	49 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	14 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
<i>Dirt factor</i>	0,01	0,002
Jumlah <i>Hairpin</i>	16 buah	8 buah
<i>Required length</i>	241 lin ft	158 lin ft
<i>Surface actual</i>	12 m <sup>2</sup>	17 m <sup>2</sup>



Kode	E-109	E-107
Fungsi	Menurunkan suhu keluaran T-103 bawah	Menurunkan suhu keluaran V-101
Tipe	Double pipe	Double pipe
Jumlah	1	1
Kondisi Operasi		
- <i>Hot fluid</i>	117 °C – 40 °C	61 °C – 40 °C
- <i>Cold fluid</i>	30 °C	30 °C
Annulus		
- Fluida	Metanol	Distilat T-101
- IPS	0,01 m	0,1 m
- OD	0,02 m	0,1 m
- ID	0,015 m	0,1 m
- Sch. No.	40	40
- <i>Pressure drop</i>	0,03 psi	1 psi
<i>inner pipe</i>		
- Fluida	Air	Air
- IPS	0,006 m	0,07 m
- OD	0,01 m	0,08 m
- ID	0,009 m	0,07 m
- Sch. No.	40	40
- <i>Pressure drop</i>	0,009 psi	0,009 psi
UD	87 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	125 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
<i>Dirt factor</i>	0,003	0,005
Jumlah <i>Hairpin</i>	1	4 buah
<i>Required length</i>	2 lin ft	71 lin ft
<i>Surface actual</i>	0,018 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>

### 3.3.7. Spesifikasi Expansion Valve

Tabel 3.3 spesifikasi expansion valve

Kode	EV-01	EV-02	EV-03
Fungsi	Menurunkan tekanan H <sub>2</sub> S dari TK-102	Menurunkan tekanan gas keluaran R-101	Menurunkan tekanan keluaran E-107
Jenis	Globe valve half open		
Kapasitas	4.055 kg/jam	11.211 kg/jam	5.681 kg/jam
Dimensi			
- IPS	0,2 m	0,3 m	0,05 m
- OD	0,27 m	0,35 m	0,06 m
- ID	0,2 m	0,3 m	0,05 m
Bahan konstruksi	Commercial steel		

### 3.3.8. Spesifikasi Kompresor

- Kode : C-101
- Fungsi : Menaikkan tekanan *recycle* gas H<sub>2</sub>S
- Tipe : *Reciprocating Compressor*
- Jumlah : 1
- Kondisi operasi
  - Tekanan masuk : 6 atm
  - Tekanan keluar : 8 atm
  - Temperature masuk : 51 °C
  - Temperature keluar : 75 °C
- Daya : 40 HP

### 3.3.9. Spesifikasi Pompa

Tabel 3 4 Spesifikasi Pompa

Kode	P-101	P-102	P-103	P-104
Fungsi	Menaikkan tekanan Mengalirkan CH <sub>3</sub> OH dari TK-101 menuju E-101	Mengalirkan keluaran bawah T-102 menuju T-103	Mengalirkan CH <sub>3</sub> OH keluaran E-109 menuju T-102	Mengalirkan keluaran bawah E-105 menuju T-101
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	Commercial Steel	Commercial Steel	Commercial Steel	Commercial Steel
Kapasitas	0,002 m <sup>3</sup> /s	0,2 X 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup> /s	0,1 X 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup> /s	0,003 m <sup>3</sup> /s
Dimensi :				
IPS	0,05 m	0,003 m	0,0032m	0,06 m
Sch. No	80 ST, 80S	80 ST, 80S	80 ST, 80S	40 ST, 40S
OD	0,06 m	0,01 m	0,01 m	0,07 m
ID	0,04 m	0,005 m	0,005 m	0,06 m
Power	5 HP	0,5 HP	0,5 HP	1 HP
NPSH	0,2 m	0,003 m	0,002 m	0,3 m

Kode	P-105	P-106	P-107
Fungsi	Menaikkan tekanan Mengalirkan hasil atas T-101 dari V- 101 ke refluks dan E-107	Mengalirkan keluaran E-107 ke TK-103	Mengalirkan liquid keluaran E-108 ke UPL
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal pump</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	0,08 ft <sup>3</sup> /s	0,07 ft <sup>3</sup> /s	0,02 ft <sup>3</sup> /s
Dimensi :			
IPS	0,05 m	0,05 m	0,03 m
Sch. No	10S	10S	160
OD	0,06 m	0,06 m	0,04 m
ID	0,05 m	0,05 m	0,03 m
Power	0,5 HP	1 HP	1 HP
NPSH	0,29 m	0,29 m	0,15 m

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

Sebelum mendirikan pabrik, tata letak peralatan dan fasilitas dalam rancangan pabrik merupakan syarat penting guna memperkirakan biaya secara akurat sebelum pabrik didirikan yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan.

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

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

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

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

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

1. Faktor primer

## 2. Faktor sekunder

### 4.1.1. Faktor Primer

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

#### 1. Letak pasar

Pabrik yang didirikan dekat dengan pasar dapat lebih cepat melayani konsumen atau produk yang dihasilkan dapat cepat sampai di pasar, sedangkan biaya untuk mengangkut produk menjadi lebih rendah.

#### 2. Letak sumber bahan baku

Pemilihan lokasi pabrik idealnya berada dekat dengan letak sumber bahan baku. Hal ini dapat menjamin keberlangsungan bahan baku dan dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku, terutama bahan baku yang berat. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan mengenai bahan baku yaitu :

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

#### 3. Fasilitas pengangkutan

Pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan proses pengangkutan. Beberapa fasilitas pengangkutan yang dapat digunakan yaitu kereta api, truk/angkutan jalan raya, pengangkutan melalui air, dan pengangkutan melalui udara.

#### 4. Tersedianya tenaga kerja

Dengan adanya ketersediaan tenaga kerja yang terlatih, pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan tersedianya tenaga kerja, dikarenakan di daerah setempat tidak selalu tersedia tenaga kerja yang sesuai dengan kualifikasinya. Apabila didatangkan dari daerah lain,

maka diperlukan adanya peningkatan upah atau penyedia fasilitas lainnya sebagai daya Tarik.

#### 5. Pembangkit tenaga listrik

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

### 4.1.2. Faktor Sekunder

Beberapa faktor yang termasuk kedalam faktor sekunder, yaitu :

#### 1. Harga tanah dan gedung

Pemilihan harga tanah dan gedung yang lebih murah merupakan daya Tarik tersendiri. Namun harus dipertimbangkan dengan rencana jangka panjang. Apabila harga tanah mahal mungkin dapat diperoleh luas tanah yang terbatas, sehingga pemilihan pembangunan berlingkat lebih tepat, walaupun pembangunan gedung bertingkat lebih mahal.

#### 2. Kemungkinan perluasan

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

#### 3. Fasilitas servis

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

#### 4. Fasilitas finansial

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

#### 5. Persediaan air

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

#### 6. Peraturan daerah setempat

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

#### 7. Masyarakat

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

#### 8. Iklim di daerah lokasi

Suatu pabrik apabila ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi yang dipengaruhi oleh iklim, seperti kelembaban udara, panas matahari, dan sebagainya. Hal ini berhubungan dengan pengolahan, penyimpanan bahan baku ataupun produk. Faktor iklim juga dapat mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan.

#### 9. Keadaan tanah

Keadaan tanah lokasi pabrik dapat mempengaruhi proses pendirian pabrik seperti perancangan alat dan bangunan atau fasilitas pabrik.

#### 10. Perumahan atau mess

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

#### 11. Daerah pinggiran kota

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

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



Berdasarkan faktor- faktor tersebut, maka Pabrik Metil Merkaptan direncanakan didirikan di Kutai kartanegara, Kalimantan Timur.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah

a. Bahan baku

Kutai kartanegara cocok dijadikan sebagai lokasi pabrik dikarenakan letaknya dekat dengan lokasi salah satu bahan baku untuk membuat metil merkaptan, yaitu metanol. Metanol dapat diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Indonesia yang terletak di Kalimantan timur. Sehingga meminimalisir pemasokan kebutuhan metanol. Serta Kutai Kartanegara juga terletak di pesisir pantai sehingga memudahkan untuk menerima bahan baku hidrogen sulfida yang di impor dari Cina.

b. Transportasi

Kutai Kartanegara letaknya dekat dengan bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian International Airpot, kota Balikpapan dan dekat dengan pelabuhan samarinda. Sehingga memudahkan untuk proses pemasaran produk. Untuk transportasi darat dapat dilakukan melalui jalan raya serta jalan tol Balikpapan – Samarinda.

c. Pemasaran

Lokasi pemilihan pabrik di Kutai Kartanegara akan memudahkan dalam pemasaran produk, dikarenakan pulau kalimatan berada di tengah Indonesia dan juga lebih dekat dengan dunia internasional. Sehingga memudahkan dalam proses ekspedisi produk baik di lingkup nasional maupun internasional.

d. Kebutuhan air

Pemilihan lokasi pabrik di Kutai Kartanegara dikarenakan lokasi tersebut terletak didekat sungai Mahakam, sehingga kebutuhan air di pabrik dapat tercukupi.

e. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar yang diperlukan pabrik dapat diperoleh dari Pertamina Hulu Mahakam yang lokasinya dekat dengan lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik metil merkaptan. Sedangkan untuk kebutuhan tenaga listrik dapat diperoleh dari PT. PLN Muara Jawa yang letaknya dekat dengan lokasi pabrik.

f. Tenaga kerja

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

g. Biaya tanah

Biaya tanah di Kalimantan timur relatif masih lebih murah dibandingkan dengan harga tanah di pulau jawa, sehingga lebih efisien pengeluarannya.

h. Kondisi iklim dan cuaca

Kondisi iklim di Kutai Kartanegara hampir sama seperti daerah lain di Indonesia. Sehingga para pekerja mudah beradaptasi dengan lingkungan disekitar lokasi pabrik.

i. Kemungkinan perluasan dan ekspansi

Lokasi pabrik yang dipilih di Kutai Kartanegara memiliki lahan kosong yang luas, sehingga dapat dilakukan perluasan pabrik di masa yang

akan datang. Dengan tersedianya lahan yang luas sehingga dapat dilakukan desentralisasi pabrik.

j. Sosial masyarakat

Kalimantan timur merupakan salah satu provinsi yang memiliki banyak pabrik yang berdiri, sehingga social masyarakat daerah sekitar lebih mudah menerima keberadaan pabrik. Lokasi yang dipilih juga jauh bukan merupakan lokasi yang padat dengan penduduk, sehingga keamanan dan kenyamanan masyarakat sekitar dapat dijaga dengan baik.

#### 4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen – komponen produksi suatu pabrik. Dengan adanya perencanaan tata letak pabrik, maka dapat diperoleh hubungan yang efisien dan efektif Antara operator, peralatan dan gerakan material dari proses awal bahan baku hingga proses akhir menjadi produk.

Perancangan tata letak pabrik yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan *alternative* (*areal handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan memperlihatkan faktor-faktor berikut ini (Peters, 1991):

1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa mendatang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Fleksibilitas perancangan tata letak pabrik dengan melihat kemungkinan perubahan dari pross/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.

8. Penanganan pembuangan limbah cair.
9. Service area, meliputi kantin, tempat parker, ruang ibadah dan sebagainya diatur secara efisien agar tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

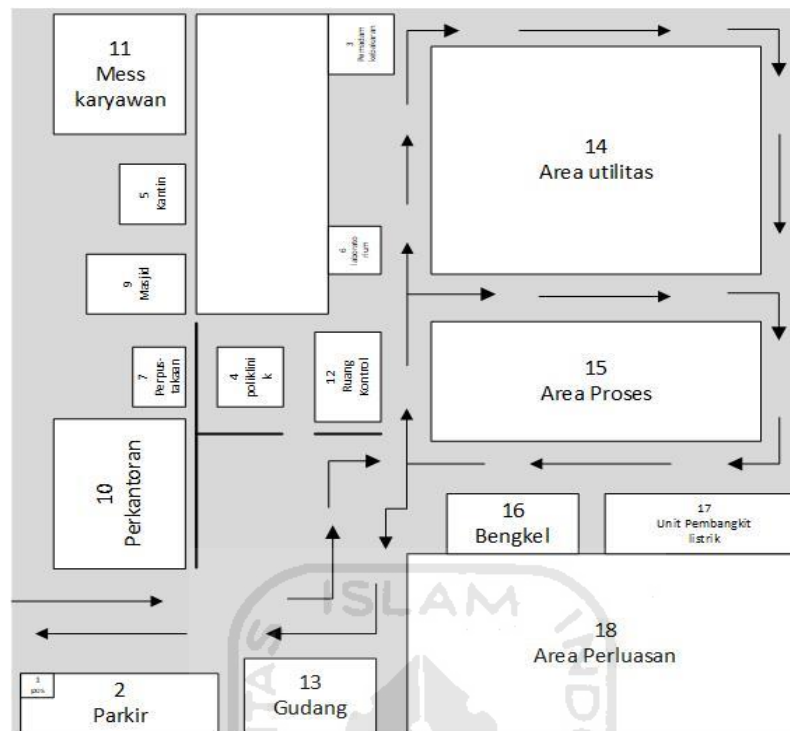
Dengan mengatur tata letak pabrik yang baik maka akan memberikan keuntungan, seperti :

1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi proses material *handling*.
2. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga memudahkan dalam perbaikan mesin dan peralatan yang rusak.
3. Mengurangi biaya produksi.
4. Meningkatkan keselamatan kerja.
5. Meningkatkan pengawasan operasional dan proses agar berjalan lebih baik.

Pembangunan pabrik Metil Merkaptan direncanakan akan menggunakan areal seluas 14.528 m<sup>2</sup>. Adapun perinciannya dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 4. 1 Rician Luas Tanah

No	Nama Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )	No	Nama Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Area Proses	1000	11	Poliklinik	100
2	Area Utilitas	1900	12	Mess Karyawan	400
3	Ruang Kontrol	150	13	Kantin	100
4	Perkantoran	500	14	Tempat Ibadah	150
5	Laboratorium	64	15	Pos Keamanan	20
6	Gudang Peralatan	250	16	Parkir	300
7	Bengkel	200	17	Taman	1000
8	Unit Pembangkit Listrik	300	18	Area Perluasan	1800
9	Unit Pemadam Kebakaran	100	19	Jalan	800
10	Perpustakaan	80			
<b>Total</b>					<b>14.528</b>



Gambar 4. 2 Denah Pabrik

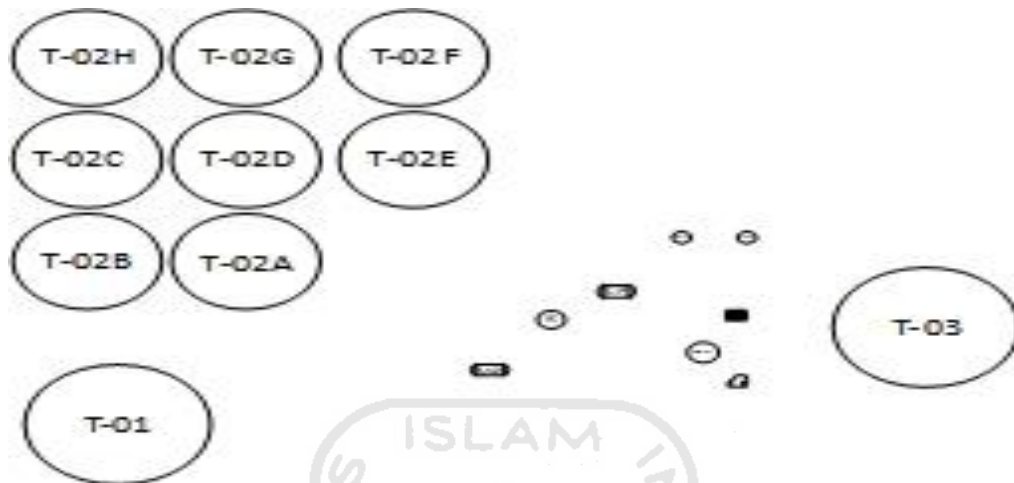
Gambar denah tata letak pabrik ini dibuat dengan skala 1 : 1000.

#### 4.3. Tata Letak Mesin/Alat Proses

Untuk melakukan perancangan tata letak alat proses sebuah pabrik, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya :

1. Aliran bahan baku dan produk yang menunjang keberlangsungan produksi.
2. Aliran udara dan ventilasi yang berguna sebagai sirkulasi udara agar tidak terjadi stagnasi udara di suatu tempat, serta penumpukan bahan kimia berbahaya, sehingga arah angin sangat di perhatikan.
3. Penjahayaan harus memadai, terutama area proses yang beresiko tinggi atau berbahaya.
4. Lalu lintas manusia dan kendaraan harus diperhatikan agar memudahkan ruang gerak pekerja apabila terjadi gangguan pada alat dan keamanan pekerja itu sendiri.
5. Pertimbangan ekonomi dalam menempatkan alat agar dapat meminimalisir pengeluaran untuk biaya operasi.

6. Jarak Antara alat proses harus diatur jika alat tersebut memiliki suhu dan tekanan yang tinggi, agar tidak terjadi ledakan atau kebakaran.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses

Skala tata letak alat proses 1 : 1000

#### 4.4. Aliran Proses dan Material

##### 4.4.1. Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
H <sub>2</sub> S	4.055	-
N <sub>2</sub>	-	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	-	0,6
CH <sub>3</sub> SH	-	5.682
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	-	55
CH <sub>3</sub> OH	3.842	0,01
H <sub>2</sub> O	33	2.193
Total	7.931	7.931

#### 4.4.2. Neraca Massa Alat

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

Tabel 4. 3 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 1
CH <sub>3</sub> OH	3.842	3.842
H <sub>2</sub> O	5	5
Total	3.848	3.848

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

Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 4	Arus 5
H <sub>2</sub> S	7.356	3.300
N <sub>2</sub>	6	6
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	-	0,6
CH <sub>3</sub> SH	-	5.682
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	-	55
CH <sub>3</sub> OH	3.842,5354	0,01
H <sub>2</sub> O	5	2.165
Total	11.211	11.211

##### 3. Kondenser Parsial (E-105)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Kondenser Parsial

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
H <sub>2</sub> S	3.300	3.300	-
N <sub>2</sub>	6	6	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	0,6	0,6	-

CH <sub>3</sub> SH	5.682	0,8	5.681
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	55	0,008	55
CH <sub>3</sub> OH	0,01	1 x 10 <sup>-6</sup>	1 x 10 <sup>-2</sup>
H <sub>2</sub> O	2.165	0,3	2.165
Sub total	11.211	3.308	7.902
Total	11.211		11.211

## 4. Absorber (T-102)

Tabel 4. 6 Neraca Massa Absorber

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 13	Arus 12	Arus 14
H <sub>2</sub> S	3.300	-	-	3.300
N <sub>2</sub>	6	-	-	6
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	0,6	-	0,6	-
CH <sub>3</sub> SH	0,8	-	0,8	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0,008	-	0,008	-
CH <sub>3</sub> OH	1,9789x10 <sup>-6</sup>	4,5388	4,5388	-
H <sub>2</sub> O	0,3	0,006	0,3	-
Sub total	3.308	4	6,3639	3.306
Total		3.313		3.313

## 5. Stripper (T-103)

Tabel 4. 7 Neraca Massa Stripper

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 12	Arus 16	Arus 13	Arus 15
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	0,6	-	-	0,6
CH <sub>3</sub> SH	0,8	-	-	0,8
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0,008	-	-	0,008
CH <sub>3</sub> OH	4	-	4	1,9789 x 10 <sup>-6</sup>
H <sub>2</sub> O	0,3	27	0,006	27



Sub total	6	27	4	29
Total	33			33

#### 6. Menara Distilasi 1 (T-101)

Tabel 4. 8 Neraca Massa Menara Distilasi 1

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 7	Arus 10	Arus 11
CH <sub>3</sub> SH	5.681	5.653	28
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	55	28	26
CH <sub>3</sub> OH	1,2967 x 10 <sup>-2</sup>	-	0,01
H <sub>2</sub> O	2.165	-	2.165
Sub total	7.902	5.681	2.220
Total	7.902	7.902	

#### 4.4.3. Neraca Panas Alat

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

Tabel 4. 9 Neraca Panas Vaporizer

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
	Arus 1	Arus 1
CH <sub>3</sub> OH	48.055	599.532
H <sub>2</sub> O	120	1.123
Qp	552.480	-
Total	600	600

## 2. Reaktor (R-101)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
	Arus 4	Arus 5
H <sub>2</sub> S	2.315.846	451.656
N <sub>2</sub>	1.875	838
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	-	131
CH <sub>3</sub> SH	-	876.094
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	-	9.875
CH <sub>3</sub> OH	1.948.363	2,6523
H <sub>2</sub> O	3.281	544.026
ΔHR	4.394.898	-
Qloss	-	6.781.640
Total	8.664.265	8.664.265

## 3. Kondenser Parsial (E-105)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Kondenser Parsial

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
H <sub>2</sub> S	341.206	89.990	-
N <sub>2</sub>	636	169	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	97	24	-
CH <sub>3</sub> SH	652.661	25	314.456
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	7.324	0,2	2.966
CH <sub>3</sub> OH	1	0,0001	0,8
H <sub>2</sub> O	412.190	16	244.425
Sub Total	1.414.117	90.227	561.849
Qloss	-	762.040	
Total	1.414.117	1.414.117	

## 4. Absorber (T-102)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Absorber

Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Arus 6	Arus 13	Arus 12	Arus 14
H <sub>2</sub> S	89.990	-	-	89.788
N <sub>2</sub>	169	-	-	169
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	24	-	45	-
CH <sub>3</sub> SH	25	-	47	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0,2	-	0,4	-
CH <sub>3</sub> OH	0,0001	171	309	-
H <sub>2</sub> O	16	0,4	37	-
Sub Total	90.227	171	441	89.957
Total		90.399		90.399

## 5. Stripper (T-103)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Strpper

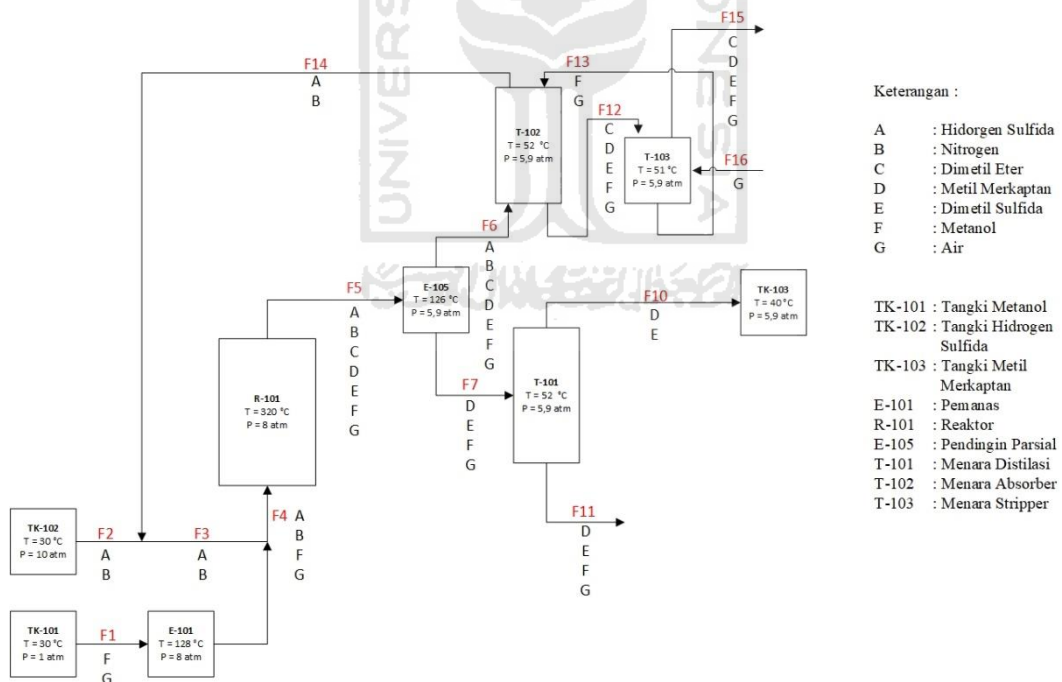
Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Arus 12	Arus 16	Arus 15	Arus 13
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	45	-	132	-
CH <sub>3</sub> SH	47	-	134	-
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0,4	-	1	-
CH <sub>3</sub> OH	309	-	0,0004	1.118
H <sub>2</sub> O	37	-	83	2
Q steam	-	1030	-	-
Sub total	441	1030	350	1.120
Total		1.471		1.471

## 6. Menara Distilasi 1 (T-101)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Menara Distilasi 1

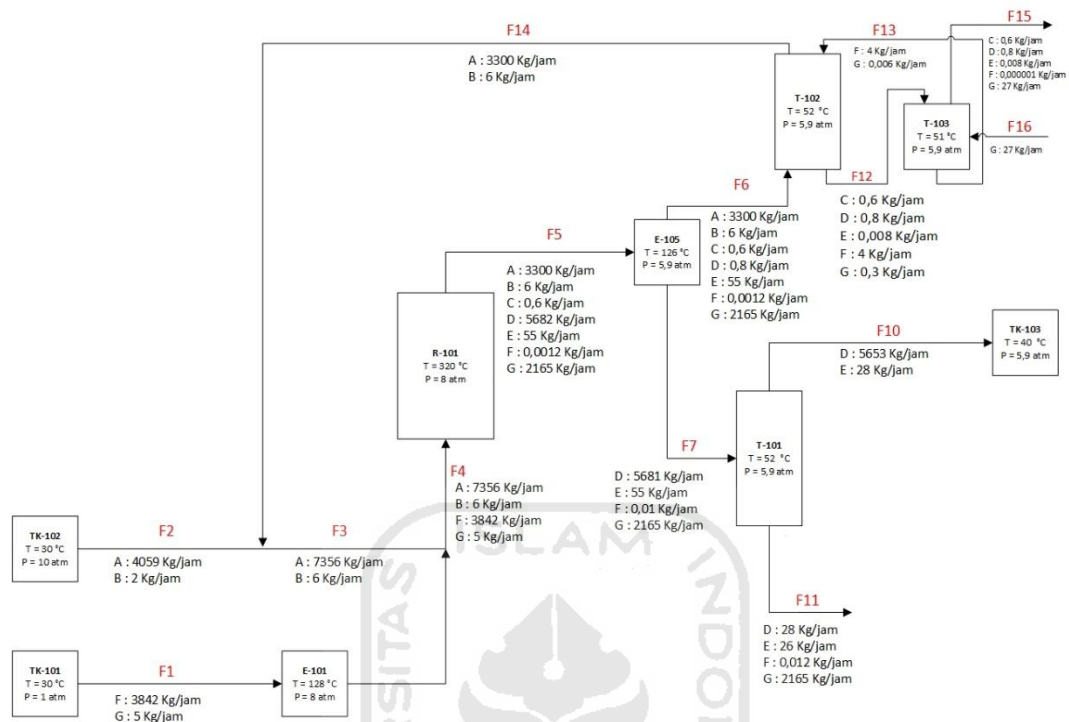
Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)	
	Arus 7	Arus 10	Arus 11
CH <sub>3</sub> SH	314.456	227.406	8.713
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	2.966	1.308	7.794
CH <sub>3</sub> OH	0,8868	-	4
H <sub>2</sub> O	244.425	-	1.208.869
Qp	892.248	-	-
Sub total	1.454.098	228.715	1.225.383
Total	1.454.098	1.454.098	

## 4.4.4. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif

#### 4.4.5. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.5. Maintenance

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

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

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

1. *Overhead* 1 x 1 tahun

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

2. *Repairing*

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

a. Umur alat

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

b. Bahan baku

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

c. Tenaga manusia

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

#### **4.6. Pelayanana Teknik (Utilitas)**

##### **4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

Suatu pabrik sangat membutuhkan system penyediaan air untuk keberlangsungan pabriknya. Adapun unsur-unsur yang membentuk suatu system penyediaan air meliputi :

1. Sumber pengadaan air

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

2. Sarana penampungan

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

3. Sarana penyaluran

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

4. Sarana pengolahan

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

5. Sarana penyaluran (dari pengolahan)

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

6. Sarana-sarana distribusi

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

Ada beberapa macam sumber air yang dapat digunakan, namun pada perancangan pabrik Metil Merkaptan dipilih sumber air sungai, yaitu dari sungai Mahakam. Pemilihan air sungai memiliki pertimbangan sebagai berikut :

1. Air sungai relatif lebih mudah pengolahannya, sederhana dan biayanya lebih murah dibandingkan dengan pengolahan air laut yang lebih rumit dan biayanya lebih mahal.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya tinggi sehingga persediaan air tercukupi.

3. Jumlah persediaan air sungai lebih banyak dibandingkan dengan air sumur.
4. Letak sungai berada didekat lokasi pabrik.

Proses penyediaan air untuk pabrik Metil Merkaptan terdiri dari beberapa langkah, yaitu :

1. Pengadaan air

- a. Air pendingin

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

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

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

Air umpan boiler digunakan untuk media pemanas. Air umpan boiler dengan excess 20%. Excess merupakan pengganti steam yang hilang dikarenakan kebocoran transmisi 10% serta merupakan faktor keamanan sebesar 20%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler yang diperoleh dari perhitungan sebesar 27.762 kg/jam. Air yang dapat digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan. Apabila air boiler tidak memenuhi persyaratan dapat mengakibatkan kerusakan pada alat. Menurut (Green, 2008), air umpan boiler memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4. 15 Spesifikasi Air Umpa Boiler

Parameter	Total (ppm)
Total padatan ( <i>total dissolved solid</i> )	3.500
Alkanitas	700
Padatan terlarut	300
Silika	60 – 100



Besi	0,1
Tembaga	0,5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu Fosfat	140

Adapun persyaratan air umpan boiler, yaitu :

1. Tidak berbuih (berbusa)

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

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

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

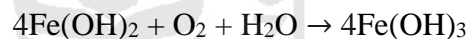
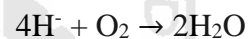
2. Tidak membentuk kerak dalam boiler

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

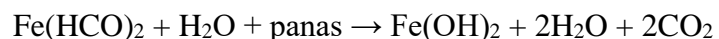
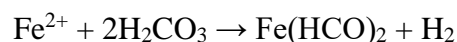
3. Tidak menyebabkan korosi pada pipa.

Penyebab pipa dapat mengalami korosi yaitu pH rendah, minyak, lemak, bikarbonat dan bahan organik serta gas-gas  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  yang terlarut dalam air. Lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja dapat terjadi karena adanya reaksi elektro kimia Antara besi dan air.

Apabila di dalam air terdapat oksigen, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Sehingga mengakibatkan hilangnya lapisan pelindung tersebut. Dengan hilangnya lapisan pelindung maka akan terjadi korosi. Proses terjadinya korosi dapat dijelaskan melalui reaksi berikut :



Bikarbonat yang terkandung di dalam air akan membentuk  $\text{CO}_2$  yang bereaksi dengan air karena adanya pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan garam bikarbonat dapat menyebabkan terbentuknya  $\text{CO}_2$  kembali.



#### c. Air Sanitasi

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

##### 1. Syarat fisik yang meliputi :

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih

- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

2. Syarat kimia yang meliputi :

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

#### 4.6.2. Unit Pengolahan Air

Air yang berasal dari sungai Mahakam akan diolah di unit pengolahan air dengan tahapan pengolahan sebagai berikut :

1. Penyaringan Kasar

Air dari sungai Mahakam akan dilakukan penyaringan terlebih dahulu agar kandungan padatan seperti sampah, daun, plastic dan lainnya yang terbawa oleh air dapat terpisah.

2. *Clarifier*

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

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

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

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

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

### 3. Penyaringan

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

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

### 4. Demineralisasi

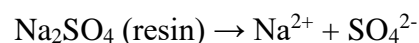
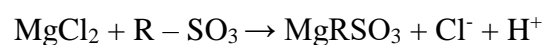
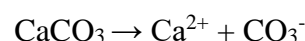
Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga nilai konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica memiliki nilai lebih kecil dari 0,02 ppm. Sehingga air tersebut dapat digunakan sebagai air umpan boiler.

Tahapan dalam pengolahan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

#### a. Cation Exchanger

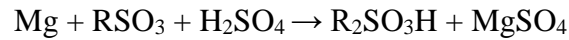
Didalam *cation exchanger* berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang terkandung didalam air akan diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang keluar dari *cation exchanger* akan mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Reaksi :



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

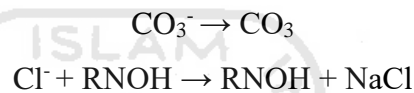
Reaksi :



b. Anion Exchanger

Proses ini memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut di dalam air, dengan resin yang bersifat basa, maka anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

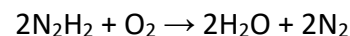
Reaksi :



c. Deareasi

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

Reaksi :



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

#### 4.6.3. Kebutuhan Air

1. Kebutuhan air pembangkit steam

Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Reboiler 01</i>	E-108	10.064
<i>Heat Exchanger 01</i>	E-102	4.359
<i>Heat Exchanger 02</i>	E-103	6.865

<i>Vaporizer</i>	E-101	1.783
<i>Stripper 01</i>	T-103	28
Total		23.099

Perancangan dibuat overdesign 20%, sehingga jumlah kebutuhan steam adalah 27.719 kg/jam. Sedangkan untuk nilai blowdown pada reboiler adalah 15% dari kebutuhan steam. Sehingga diperoleh blowdown sebesar 4.158 kg/jam.

## 2. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Condensor Partial</i>	E-105	141.844
<i>Condensor 01</i>	E-106	33.648
<i>Heat Exchanger 05</i>	E-109	9
<i>Heat Exchanger 06</i>	E-107	68.977
Total		244.478

Perancangan dibuat overdesign sebesar 20%, sehingga kebutuhan air pendingin menjadi 293.374.8997 kg/jam.

## 3. Kebutuhan air domestik

Total kebutuhan air untuk 1 orang menurut standar WHO adalah 100 – 120 liter/hari. Kebutuhan air untuk setiap karyawan adalah sebesar 5 kg/jam. Jumlah karyawan yang bekerja di pabrik Metil Merkaptan sebanyak 152 orang. Sehingga total kebutuhan air karyawan sebesar 777 kg/jam. Pabrik berencana mendirikan mess sebanyak 24 rumah dan perkiraan kebutuhan air yang diperlukan untuk mess sebesar 11.520 L/jam. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar 12.297 L/jam.

## 4. Kebutuhan air *service water*

Perkiraan kebutuhan air yang digunakan untuk pemakaian layanan umum (*service water*) sebesar 700 kg/jam.

#### 4.6.4. Unit Penyedia Dowtherm A

Untuk mendinginkan reaktor dan heat exchanger (E-104) menggunakan pendingin jenis Dowtherm A. Alasan dipilihnya pendingin jenis Dowtherm A yaitu jenis pendingin ini mampu bekerja pada temperature tinggi. Apabila menggunakan air pendingin biasa untuk menurunkan suhu reaktor (R-101) dan heat exchanger (E-104) maka proses pendinginan akan menjadi tidak efektif. Hal ini disebabkan air pendingin pada saat proses pendinginan dimungkinkan ikut menjadi panas dan menguap sebagian terlebih dahulu sebelum proses pendinginan berakhir. Sehingga pemilihan jenis pendingin yang digunakan memiliki sifat fisik dan kimia yang lebih ringan dan dapat bertahan pada suhu tinggi.

Pendingin Dowtherm A terdiri dari senyawa dipenil eter dan bipenil eter. Dowtherm A dapat digunakan dalam fase cair atau fase uap. Suhu Dowtherm A yang digunakan pada proses pendinginan ini yaitu pada suhu 30°C. Jumlah Dowtherm A yang dibutuhkan untuk mendinginkan reaktor (R-101) sebesar 549.019 kg/jam dan pada heat exchanger (E-104) sebesar 8.361 kg/jam. Sehingga total kebutuhan Dowtherm A sebesar 557.380 kg/jam

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

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

Kapasitas : 27.762 kg/jam  
 Jenis : *Packaged Boiler*  
 Jumlah : 1

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

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

11dikarenakan apabila pH yang terlalu tinggi nilai korosivitasnya tinggi pula.

Air sebelum masuk ke dalam boiler, terlebih dahulu dimasukkan ke dalam economizer, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 360°C, kemudian diumpankan ke boiler.

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

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

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

##### 1. Kebutuhan Listrik Proses

- Alat Proses

Tabel 4. 18 Kebutuhan Listrik Peralatan Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-1	P-01	5	3.730
Pompa-2	P-02	0,5	373
Pompa-3	P-03	0,5	373
Pompa-4	P-04	1	746
Pompa-5	P-05	5	3.730
Pompa-6	P-06	0,5	373
Pompa-7	P-07	1	746



Compressor-1	C-01	40	29.840
Total		53	39.911

- Alat utilitas

Tabel 4. 19 Kebutuhan Listrik Peralatan Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal		2	1.491
Blower Cooling tower		60	44.742
Pompa-1	PU-01	30	22.371
Pompa-2	PU-02	60	44.742
Pompa-3	PU-03	60	44.742
Pompa-4	PU-04	0,5	373
Pompa-5	PU-05	60	44.742
Pompa-6	PU-06	60	44.742
Pompa-7	PU-07	25	18.643
Pompa-8	PU-08	40	29.828
Pompa-9	PU-09	15	11.186
Pompa-10	PU-10	0,5	373
Pompa-11	PU-11	1	746
Pompa-12	PU-12	0,5	373
Pompa-13	PU-13	2	1.491
Pompa-14	PU-14	0,5	373
Pompa-15	PU-15	20	14.914
Pompa-16	PU-16	15	11.186
Pompa-17	PU-17	5	3.729
Pompa-18	PU-18	2	1.491
Pompa-19	PU-9	1	746
Pompa-20	PU-20	0,5	373

Pompa-21	PU-21	2	1.491
Total		462	344.886

## 2. Kebutuhan listrik lainnya

Kebutuhan listrik untuk AC dan penerangan masing-masing sebesar 15 kW dan 100 kW. Sedangkan kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan sebesar 40 kW dan listrik untuk instrumentasi sebesar 10 kW.

Kebutuhan listrik secara keseluruhan yang ada di pabrik mencapai 481 kW diperoleh dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Nasional (PLN) dan generator. Generator berfungsi untuk tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat seperti boiler, pengaduk dan sejumlah pompa.

Generator beroperasi menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan listrik. Kemudian listrik tersebut didistribusikan menggunakan panel. Energi listrik dari generator digunakan sebagai sumber utama untuk menggerakkan alat proses.

Berikut adalah spesifikasi generator yang digunakan :

Kapasitas	: 880 kW
Jenis	: AC Generator
Tegangan	: 220/360
Jumlah	: 1

### 4.6.7. Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Udara tekan dipilih memiliki tekanan 6 bar dan suhu 30°C. setiap alat control membutuhkan udara tekan sebanyak 1 m<sup>3</sup>/jam. Adapun jumlah alat kontrol sebanyak 36 buah dengan total kebutuhan udara tekan

keseluruhan sebesar  $67 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Kebutuhan udara tekan diperoleh dari kompresor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi *silica gel*.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: KU-01
Fungsi	: mengompres udara menjadi udara bertekanan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1
Kapasitas	: $50 \text{ m}^3/\text{jam}$
Tekanan suction	: 1 atm
Tekanan discharge	: 5,9 atm
Suhu udara	: $30^\circ\text{C}$
Efisiensi	: 85%
Daya kompresor	: 5 Hp

#### 4.6.8. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang diperlukan untuk proses pembakaran pada boiler. Bahan bakar yang digunakan yaitu fuel oil dan bahan bakar yang digunakan pada generator yaitu solar. Solar memiliki *heating value* sebesar  $35.677 - 36.235 \text{ kJ/liter}$ . Fuel oil dapat diperoleh dari PT. Pertamina. Produk ini dikenal dengan sebutan Minyak Bakar (I). adapun spesifikasi dari minyak bakar ini adalah

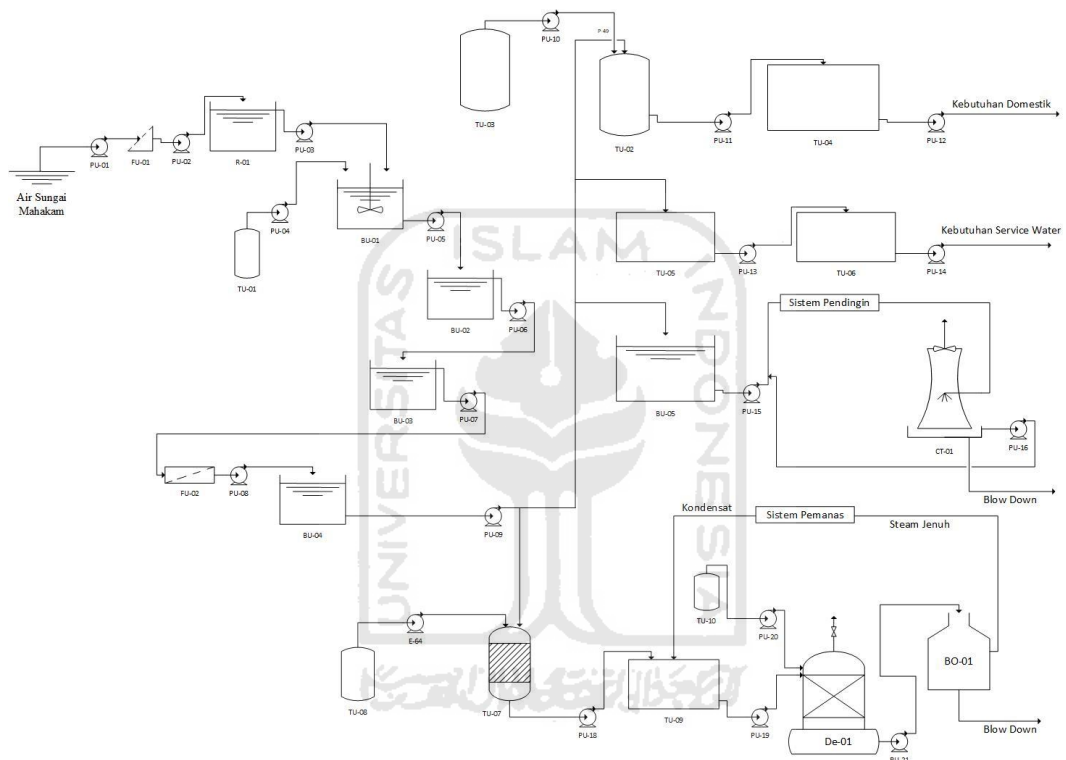
Tabel 4. 20 Spesifikasi Minyak Bakar

No	Karakteristik	Nilai
1.	Nilai Kalori	41 MJ/kg
2.	Densitas	$991 \text{ kg/m}^3$
3.	Viskositas Kinematis	$180 \text{ mm}^2/\text{detik}$
4.	Titik Tuang	$30^\circ\text{C}$
5.	Titik Nyala	$60^\circ\text{C}$
6.	Kandungan Belerang	3,5 % wt
7.	Kandungan Air	0,7 % wt

No	Karakteristik	Nilai
8.	Sedimen	0,1 % wt

(MSDS, PT Pertamina)

Adapun jumlah kebutuhan minyak bakar sebanyak 1.544 kg/jam dan kebutuhan solar sebanyak 87 kg/jam.



Gambar 4. 6 Diagram Utilitas

#### 4.6.9 Unit Pengolahan Limbah

Pengolahan limbah pabrik Metil Merkaptan menggunakan metode biologis yaitu dengan metode Bio-Desulfurisasi, merupakan proses penghilangan sulfur dengan memanfaatkan mikroorganisme, yaitu dengan mengubah sulfur menjadi sulfur elementer dengan katalis enzim hasil metabolisme mikroorganisme sulfur jenis tertentu, tanpa mengubah senyawa hidrokarbon dalam aliran proses.

#### **4.7. Organisasi Perusahaan**

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

##### **4.7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan**

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

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

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

##### **4.7.2. Manajemen Perusahaan**

Umumnya perusahaan mempunyai pengolahan (manajemen) organisasi yang bertugas untuk mengatur, merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan perusahaan dengan efektif dan efisien. Selain itu untuk mendapat profit yang optimal juga harus didukung oleh pembagian tugas dan wewenang yang jelas dari setiap personil atau individu yang terlibat dalam perusahaan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan atau suatu pabrik diatur oleh manajemen. Dengan kata lain bahwa manajemen bertindak memimpikan, merencanakan, menyusun,

mengawasi, dan meneliti hasil pekerjaan. Perusahaan dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh, apabila perusahaan memiliki manajemen yang baik antara atasan dan bawahan.

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

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

Dengan penjelasan ini dapat diambil suatu pengertian bahwa manajemen itu diartikan sebagai seni dan ilmu perencanaan (*planning*), pengorganisasian, penyusunan, pengarahan, dan pengawasan dari sumber daya manusia untuk mencapai tujuan (*criteria*) yang telah ditetapkan. Menurut Siagian (1992), manajemen dibagi menjadi tiga kelas pada perusahaan besar, yaitu:

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

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

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

7. Berjiwa besar

#### **4.7.3. Bentuk Hukum Badan Usaha**

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat menjadi tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Menurut Sutarto (2002), bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah:

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

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

Syarat-syarat pendirian Perseroan Terbatas adalah:

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

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Pembuatan akta pendirian di hadapan notaris
2. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman

3. Pendaftaran Perseroan
4. Pengumuman dalam tambahan berita negara.

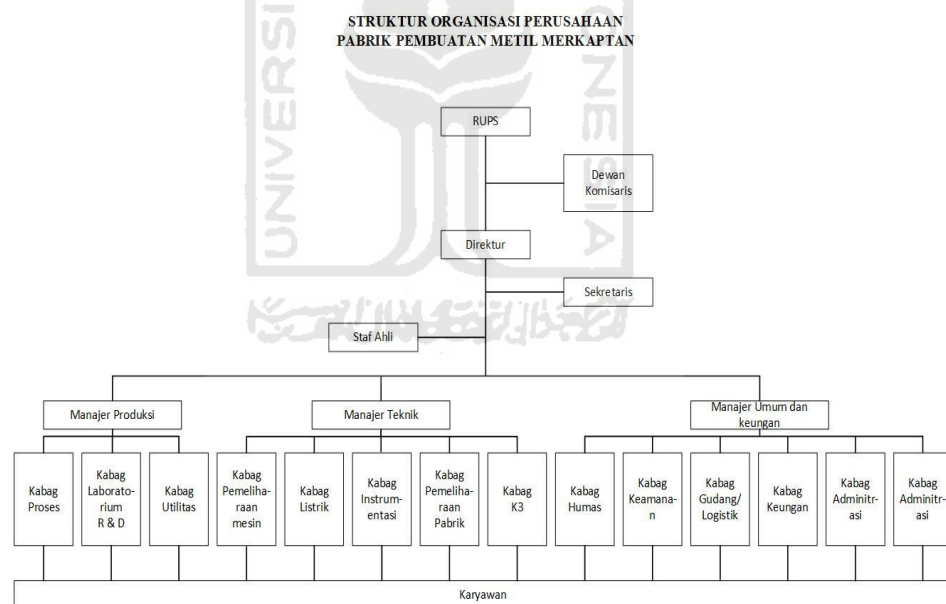
Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan PT adalah sebagai berikut:

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

1. Mudah untuk mendapat modal dengan menjual saham di pasar modal.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan beserta karyawan.
3. Pemilik dan pengurus terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan.
5. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
6. Suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.
7. Merupakan bisang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.



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



*Gambar 4. 7 Struktur Organisasi Perusahaan*

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

##### **1. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)**

Pemegang kekuasaan tertinggi pada PT adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS tahunan diadakan dalam waktu paling lambat enam bulan setelah tahun buku. RUPS lainnya dapat diadakan

sewaktu-waktu berdasarkan kebutuhan. RUPS dihadiri oleh pemilik saham, komisaris dan direksi. Adapun hak dan wewenang RUPS adalah:

- Menyusun AD/ART (Anggaran Dasar/Anggaran Rumah Tangga) dan mengesahkannya
- Mengangkat dan memberhentikan Manajer perusahaan.
- Mengawasi kinerja Manajer
- Membuat kebijakan gaji bagi pegawai
- Meminta pertanggungjawaban dari Manajer jika terjadi penyimpangan yang terjadi dalam perusahaan.

## 2. Dewan Komisaris

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

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

## 3. Direktur

Pimpinan utama di Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan dijabat oleh seorang Direktur yang memiliki tugas sebagai berikut:

- Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
- Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
- Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
- Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.

- Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.

Dalam menjalankan Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan, Direktur dibantu oleh tiga orang manajer yang masing-masing membawahi sebuah departemen.

Adapun ketiga manajer dalam perusahaan adalah:

- 1) Manajer Produksi, yang membawahi 3 divisi yang dikepalai oleh supervisor. Secara umum, departemen produksi mengatur dan mengawasi segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan jalannya proses produksi. Beberapa divisi yang terdapat dalam departemen produksi antara lain adalah:
  - a. Divisi proses, yang memiliki tugas untuk mengawasi kelancaran dari proses produksi sehingga dapat mencapai target jumlah produksi yang telah ditetapkan. Tugas lain divisi proses adalah pengaturan jadwal *shift* dari karyawan, menghitung kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang yang dibutuhkan hingga engemasan produk sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.
  - b. Divisi Utilitas yang memiliki tugas dalam hal penyediaan *steam*, air pendingin, udara tekan, bahan bakar, serta listrik yang menunjang proses produksi. Selain itu, divisi ini bertanggung jawab atas seluruh peralatan yang digunakan dalam proses penyediaan utilitas yang ada.
  - c. Divisi Laboratorium yang bertanggung jawab atas proses pengecekan kualitas produk yang dihasilkan serta bertugas untuk melakukan pengembangan teknologi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan.
- 2) Manajer Teknik, yang memiliki tugas mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya manajer teknik

dibantu oleh lima supervisor divisi, yaitu Supervisor Listrik, Supervisor Instrumentasi, Supervisor Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), Supervisor Pemeliharaan Mesin, dan Supervisor Pemeliharaan Pabrik.

- 3) Manajer Umum dan Keuangan bertanggung jawab langsung kepada Direktur dalam mengawasi dan mengatur keuangan, keamana, administrasim personalia, gudang/logistik, dan humas. Dalam menjalankan tugasnya Manajer Umum dan Keuangan dibantu oleh enam Kepala Bagian (Kabag.), yaitu Kepala Bagian Keuangan, Kepala Bagian Administrasi, Kepala Bagian Personalia, Kepala Bagian Humas, Kepala Bagian Gudang/Logistik, dan Kepala Bagian Keamanan.

#### 4. Staf Ahli

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

#### 5. Sekretaris

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

### 4.7.5. Struktur Tenaga Kerja

#### 1. Pembagian Struktur Tenaga Kerja

Pabrik pembuatan Metil Merkaptan ini direncanakan beroperasi 300 hari per tahun secara kontinu 24 jam sehari. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu karyawan regular atau *non-shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *non-shift*

Waktu kerja bagi karyawan regular atau *non-shift* adalah 5 hari kerja, dimana hari Sabtu dan Minggu dijadikan hari libur. Untuk karyawan *shift* digunakan jadwal kerja berdasarkan giliran *shift* masing-masing. Jam kerja karyawan *non-shift* ditetapkan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40 jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 Kep.234/Men/2003) dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Adapun perincian waktu kerja baik bagi karyawan regular maupun karyawan *shift* adalah sebagai berikut:

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

b. Karyawan *shift*

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

<i>Shift</i> pagi (I)	: 07.00 – 15.00 WIB
<i>Shift</i> siang (II)	: 15.00 – 23.00 WIB
<i>Shift</i> malam (III)	: 23.00 – 07.00 WIB

Karyawan yang termasuk dalam kerja *shift* dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok A, B, C, dan D. Pola pembagian waktu kerja adalah pergantian dari *shift* pagi, sore, malam, dan

hari libur. Karyawan yang telah bekerja selama 2 kali *shift* malam akan mendapatkan hari libur selama 2 hari.

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

Tabel 4. 21 Shift Kerja Karyawan

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

#### 4.7.6. Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan

Dari data karyawan *shift* dan non-*shift* jumlah karyawan pada pabrik Metil Merkaptan adalah 110 orang. SDM yang digunakan pada pabrik Metil Merkaptan perlu diperhatikan, adapun perinciannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 22 Tingkat Pendidikan Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Dewan Komisaris	2	Ekonomi/Teknik (S1)
Direktur	1	Teknik Kimia (S1)
Sekretaris	1	Akuntansi (S1)/ Kesekretariatan (D3)
Staff Ahli	2	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 5 tahun
Manajer Produksi	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Manajer Teknik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Manajer Umum dan Keuangan	1	Ekonomi/Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 3 tahun
Kepala Bagian Proses	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Laboratorium R&D	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Utilitas	1	Teknik Kimia (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Listrik	1	Teknik Elektro (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Instrumentasi	1	Teknik Sipil (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Pemeliharaan Pabrik	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Mesin	1	Teknik Mesin (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Kepala Bagian Keuangan	1	Akuntansi/Ekonomi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Administrasi	1	Akuntansi/Ekonomi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Personalia	1	Manajemen/Akuntansi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Humas	1	Hukum (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Kepala Bagian Keamanan	1	Pensiunan ABRI
Kepala Bagian Gudang / Logistik	1	Manajemen/Ekonomi (S1) dan Berpengalaman minimal 2 tahun
Karyawan Proses	12	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Laboratorium R&D	4	MIPA Kimia (S1)/ Kimia Analis (D3)
Karyawan Utilitas	6	Teknik Kimia (S1)
Karyawan Unit Pembangkit Listrik	5	Teknik Elektro/Mesin (S1)
Karyawan Instrumentasi Pabrik	7	Teknik Instrumentasi Pabrik (D4)
Karyawan Pemeliharaan Pabrik	5	Teknik Mesin (S1)/ Mesin (D3)



Jabatan	Jumlah	Pendidikan Terakhir
Karyawan Pemeliharaan Mesin	5	Teknik Mesin (S1)/ Mesin (D3)
Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	5	Teknik Kimia/ Kesehatan Masyarakat (S1) atau (D3)
Karyawan Bag. Keuangan	5	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Administrasi	5	Ilmu Komputer (D1)
Karyawan Bag. Personalia	5	Akutansi/Manajemen (D3)
Karyawan Bag. Humas	5	Akutansi/Manajemen (D3)
Operator Proses	11	Teknik Kimia (D3)
Operator Utilitas	6	Teknik Kimia (D3)
Petugas Keamanan	15	SLTP/STM/SMU/D1
Karyawan Gudang / Logistik	6	SLTP/STM/SMU/D1
Dokter	1	Kedokteran, Profesi (S1)
Perawat	2	Akademi Perawat (D3)
Petugas Kebersihan	11	SLTP/SMU
Supir	6	SMU/STM
Jumlah	152	

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

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

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

#### 1. Hak Karyawan

- Gaji Pokok

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

*Tabel 4. 23 Gaji Karyawan*

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Dewan Komisaris	2	35.000.000	70.000.000
2	Direktur	1	30.000.000	30.000.000
3	Sekretaris	1	25.000.000	25.000.000
4	Staff Ahli	2	15.000.000	30.000.000
5	Manajer Produksi	1	15.000.000	15.000.000
6	Manajer Teknik	1	15.000.000	15.000.000
7	Manajer Umum dan Keuangan	1	15.000.000	15.000.000
8	Kepala Seksi Proses	1	15.000.000	15.000.000
9	Keapala Seksi Laboratorium R&D	1	15.000.000	15.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total Gaji (Rp)
10	Kepala Seksi Utilitas	1	15.000.000	15.000.000
11	Kepala Seksi Listrik	1	15.000.000	15.000.000
12	Kepala Seksi Instrumentasi	1	15.000.000	15.000.000
13	Kepala Seksi Pemeliharaan Pabrik	1	15.000.000	15.000.000
14	Kepala Seksi Mesin	1	15.000.000	15.000.000
15	Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	10.000.000	10.000.000
16	Kepala Seksi Keuangan	1	10.000.000	10.000.000
17	Kepala Seksi Administrasi	1	10.000.000	10.000.000
18	Kepala Seksi Personalia	1	10.000.000	10.000.000
19	Kepala Seksi Humas	1	10.000.000	10.000.000
20	Kepala Seksi Keamanan	1	10.000.000	10.000.000
21	Kepala Seksi Gudang / Logistik	1	10.000.000	10.000.000
22	Karyawan Proses	12	6.000.000	72.000.000
23	Karyawan Laboratorium R&D	4	6.000.000	24.000.000
24	Karyawan Utilitas	6	6.000.000	24.000.000
25	Karyawan Unit Pembangkit Listrik	5	6.000.000	30.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp)	Total Gaji (Rp)
26	Karyawan Instrumentasi Pabrik	7	6.000.000	42.000.000
27	Karyawan Pemeliharaan Pabrik	7	5.000.000	35.000.000
28	Karyawan Pemeliharaan Mesin	5	5.000.000	25.000.000
29	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	5	4.000.000	20.000.000
30	Karyawan Bag. Keuangan	5	4.000.000	20.000.000
31	Karyawan Bag. Administrasi	5	4.000.000	20.000.000
32	Karyawan Bag. Personalia	5	4.000.000	20.000.000
33	Karyawan Bag. Humas	5	4.000.000	20.000.000
34	Petugas Keamanan	15	3.000.000	45.000.000
35	Karyawan Gudang / Logistik	6	3.000.000	18.000.000
36	Dokter	1	5.000.000	5.000.000
37	Perawat	2	3.000.000	6.000.000
38	Petugas Kebersihan	11	2.500.000	27.500.000
39	Supir	6	3.000.000	56.000.000
40	Operator Proses	11	3.500.000	36.750.000
41	Operator Utilitas	6	3.500.000	19.250.000
<b>Total</b>		152	436.000.000	931.250.000

- Tunjangan dan Fasilitas bagi Karyawan

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

- a. Tunjangan makan

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

- b. Tunjangan kesehatan

Setiap karyawan akan memiliki asuransi yang diatur oleh perusahaan, sesuai dengan undang-undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional Pasal 18. Jenis program jaminan sosial meliputi:

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

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

- c. Tunjangan hari raya

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

- d. Tunjangan keluarga

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

- e. Tunjangan hari tua

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

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

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

## 2. Kewajiban Karyawan

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

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

### 4.7.7. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja bagi karyawan sangat penting. Hal ini pun diatur oleh pemerintah dalam undang-undang. Oleh karena itu diperlukan adanya staf ahli kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang berfungsi untuk memberikan pelatihan kepada seluruh karyawan, terutama karyawan yang

berada di area produksi untuk memperhatikan keselamatan kerja. Pelatihan juga dapat berupa uji coba sirine bahaya kebakaran, dll.

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

#### 4.8. Evaluasi Ekonomi

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

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

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

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

Meliputi:

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

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

Meliputi:

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

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap

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

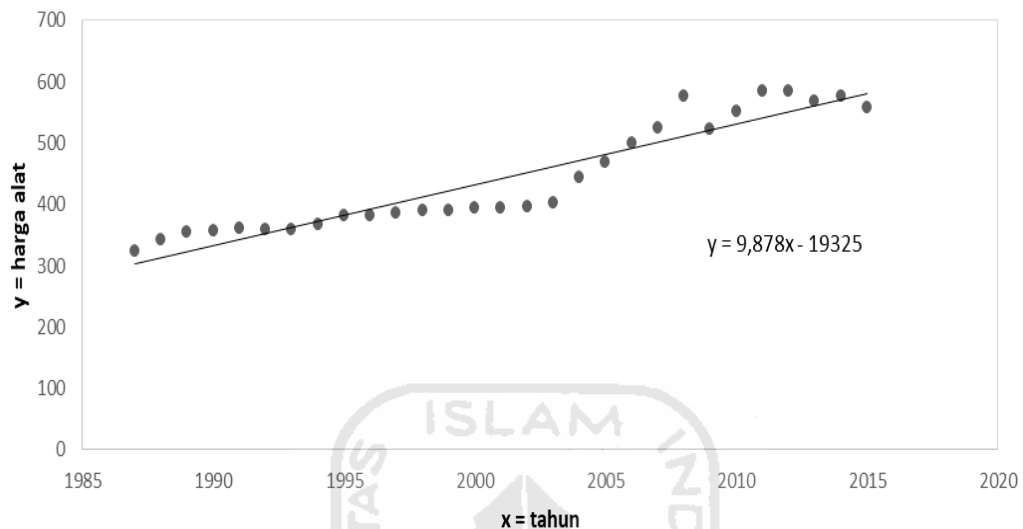
#### **4.8.1. Penaksiran Harga Alat**

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

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



Harga indeks tahun ke 20 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai tahun 2015, dicari dengan persamaan regresi linear.



Gambar 4. 8 Indeks Harga Alat

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

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

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

Dalam hubungan ini:

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

#### 4.8.2. Dasar Perhitungan

##### A. Capital Investment

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

*Capital investment* terdiri dari :

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

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

###### b. *Working Capital Investment*

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

##### B. Manufacturing Cost

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct*, *Indirect*, dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi:

###### a. *Direct Cost*

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

###### b. *Indirect Cost*

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

###### c. *Fixed Cost*

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

##### C. General Exspense

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

### 4.8.3. Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik Metil Merkaptan dari limbah cair kelapa sawit ini dapat dilihat dari parameter – parameter ekonomi. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

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

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

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

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

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

*Pay Out Time* (POT) adalah

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

- d. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

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

### C. Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) adalah

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

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

### D. Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bias

juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*)

- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

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

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

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

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : *Umur pabrik*

i : *Nilai DCFRR*

#### 4.8.4. Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik Metil Merkaptan ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan disajikan pada tabel-tabel di bawah.

Tabel 4. 24 Physical Plant Cost

No	Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	49.958.490.518	3.357.516
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	12.489.622.629	839.379
3	Instalasi cost	10.122.337.696	680.283
4	Pemipaan	12.160.559.231	817.264
5	Instrumentasi	8.216.727.287	552.214
6	Insulasi	2.221.708.425	149.312
7	Listrik	4.995.849.052	335.752
8	Bangunan	5.845.400.000	392.847
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	2.764.200.000	185.771
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		108.774.894.838	7.310.337

Tabel 4. 25 Direct Plant Cost

No	Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	32.632.468.451	2.193.101
<i>Total (DPC + PPC)</i>		141.407.363.289	9.503.438

Tabel 4. 26 Fixed Capital Investment

No	Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	141.407.363.289	9.503.438
2	Kontraktor	5.656.294.532	380.138
3	Biaya tak terduga	11.312.589.063	760.275
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		158.376.246.884	10.643.851

Tabel 4. 27 Direct Manufacturing Cost

No	Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	8.216.794.140.341	552.218.752
2	<i>Labor</i>	11.355.000.000	763.125
3	<i>Supervision</i>	1.135.500.000	76.313
4	<i>Maintenance</i>	3.167.524.938	212.877
5	<i>Plant Supplies</i>	475.128.741	31.932
6	<i>Royalty and Patents</i>	50.218.650.000	3.375.000
7	<i>Utilities</i>	52.864.851.791	3.552.841
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		8.336.010.795.810	560.230.839

Tabel 4. 28 Indirect Manufacturing Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	1.703.250.000	114.469
2	<i>Laboratory</i>	1.135.500.000	76.313
3	<i>Plant Overhead</i>	5.677.500.000	381.563
4	<i>Packaging and Shipping</i>	204.365.663.618	13.734.621
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		212.881.913.618	14.306.965

Tabel 4. 29 Fixed Manufacturing Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	15.837.624.688	1.064.385
2	<i>Propertu taxes</i>	1.583.762.469	106.439
3	<i>Insurance</i>	47.512.874.065	3.193.155
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		64.934.261.222	4.363.979

Tabel 4. 30 Manufacturing Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	8.336.010.795.810	560.230.839
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	510.702.750.000	34.322.344
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	64.934.261.222	4.363.979
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		8.911.647.807.033	598.917.162

Tabel 4. 31 Working Capital

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	174.295.633.280	11.713.731
2	<i>In Process Inventory</i>	8.911.647.807	598.917
3	<i>Product Inventory</i>	207.938.448.831	13.974.734
4	<i>Extended Credit</i>	234.353.700.000	15.750.000
5	<i>Available Cash</i>	891.164.780.703	59.891.716
<i>Working Capital (WC)</i>		1.516.664.210.621	101.929.098



Tabel 4. 32 General Expense

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	249.526.138.597	16.769.681
2	Sales expense	436.670.742.545	29.346.941
3	Research	302.996.025.439	20.363.184
4	Finance	33.500.809.150	2.251.459
<i>General Expense (GE)</i>		1.022.693.715.731	68.731.264

Tabel 4. 33 Total Production Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Rp8.913.117.682.612	8.911.647.807.033	598.917.162
2	Rp1.022.917.089.956	1.022.693.715.731	68.731.264
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		9.934.341.522.763	667.648.426

Tabel 4. 34 Fixed Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	15.837.624.688	1.064.385
2	Property taxes	1.583.762.469	106.439
3	Insurance	47.512.874.065	3.193.155
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		64.934.261.222	4.363.979

Tabel 4. 35 Variable Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	8.216.794.140.341	552.218.752
2	Packaging & shipping	204.365.663.618	13.734621
3	Utilities	52.864.851.791	3.552.841
4	Royalties and Patents	100.437.300.000	6.750.000
<i>Variable Cost (Va)</i>		8.574.461.955.750	576.256.214

Tabel 4. 36 Regulated Cost

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	11.355.000.000	763.125
2	Plant overhead	5.677.500.000	381.563
3	Payroll overhead	1.703.250.000	114.469
4	Supervision	1.135.500.000	76.313
5	Laboratory	1.135.500.000	76.313
6	Administration	249.526.138.597	16.769.681
7	Finance	33.500.809.150	2.251.459
8	Sales expense	436.670.742.545	29.346.941
9	Research	302.996.025.439	20.363.184
10	Maintenance	3.167.524.938	212.877
11	Plant supplies	475.128.741	31.932
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		1.047.343.119.409	70.387.854

#### 4.8.5. Hasil Analisa Kelayakan

Penjualan :

1. Metil Merkaptan

Produksi = 45.000.000 kg/tahun

Harga Jual = Rp 223.194 /kg

Total Penjualan = Rp 10.043.730.000.000 /tahun

Pajak = 25 %

Zakat = 2,5 %

Biaya Zakat = Rp 2.734.711.931

Biaya Pajak = Rp 26.923.806.858

Keuntungan setelah pajak = Rp 82.041.357.927

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

A. *Return on Investment (ROI)*

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

ROI sebelum pajak = 69 %

ROI setelah pajak = 51 %

B. *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 1,3 tahun

POT setelah pajak = 1,6 tahun

C. *Break Even Point (BEP)*

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

BEP = 48 %

D. *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 39 %

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

Umur pabrik = 10 tahun

*FCI* = Rp 158.376.246.884

*Working Capital* = Rp 1.516.664.210.621

*Salvage Value (SV)* = Rp 15.837.624.688

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

= Rp 115.543.231.463

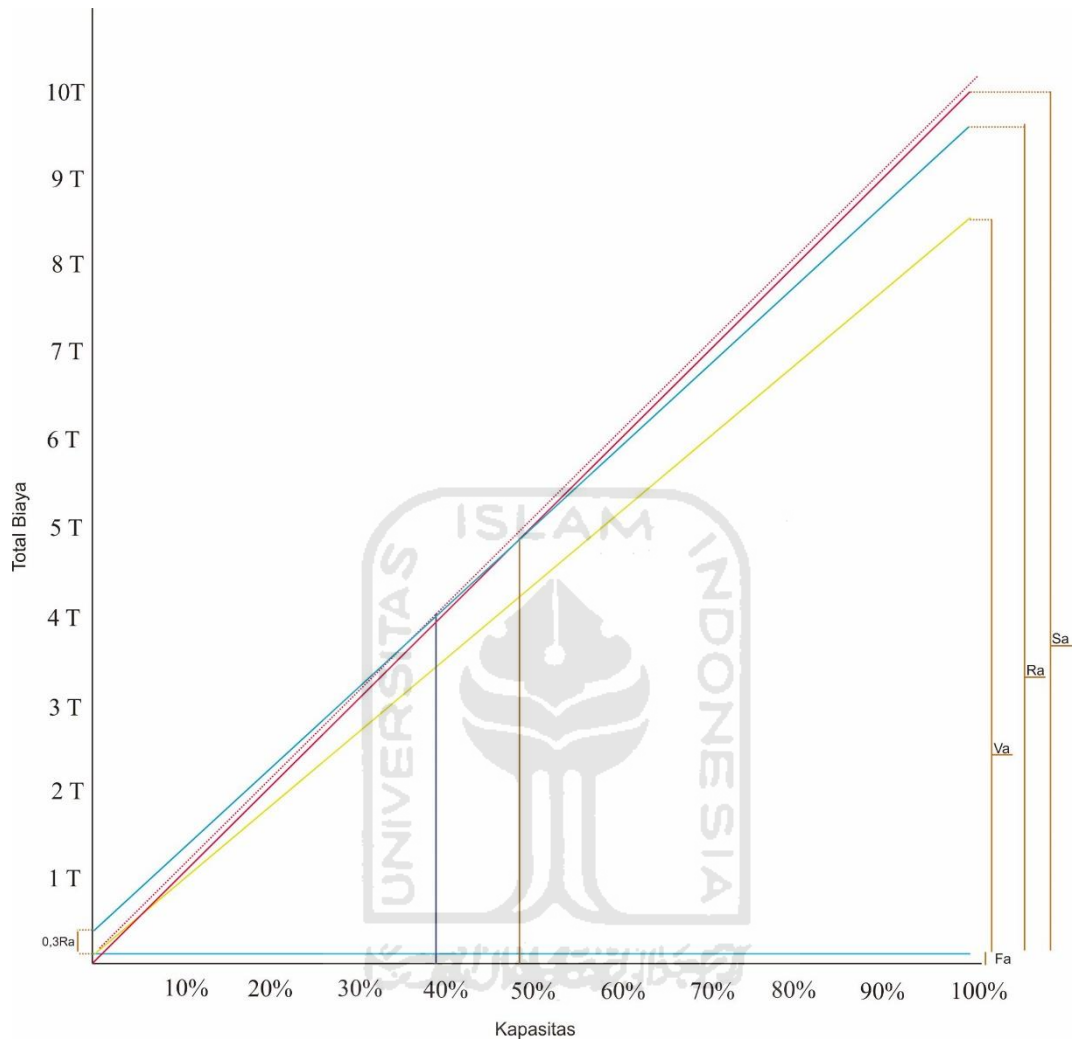
$$(FC + WC)(I + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (I + i)^N + WC + SV$$

$$R = S$$

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

Tabel 0.39 Analisis Kelayakan

Parameter	Terhitung	Persyaratan	Kriteria
ROI sebelum pajak	69 %	Minimal 44 %	Memenuhi
POT sebelum pajak	1,3 tahun	Maksimal 2 tahun	Memenuhi
BEP	49 %	40-60%	Memenuhi
DCFRR	7 %	<i>Interest</i> = 1,5 x bunga simpanan bank (6 %)	Memenuhi



Gambar 4.9 Grafik Break Even Point

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Perancangan pabrik metil merkaptan bila ditinjau dari kondisi operasi, pemilihan bahan baku, produk dan teknologi proses, maka pabrik metil merkaptan dari metanol dan hidrogen sulfida dengan kapasitas 45.000 ton/tahun tergolong pabrik beresiko tinggi. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil laporan perancangan pabrik kimia ini antara lain :

1. Pabrik metil merkaptan dengan kapasitas produksi 45.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku metanol sebesar 3.848 kg/jam dan hidrogen sulfida sebesar 7.362 kg/jam.
2. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik metil merkaptan sebesar 14.528 m<sup>2</sup>
3. Pabrik metil merkaptan dengan kapasitas 45.000 ton/tahun membutuhkan utilitas berupa :
  - a. Air = 431.765 kg/jam
  - b. Bahan bakar = 87 kg/jam
  - c. Listrik = 481 kW
4. Pabrik membutuhkan tenaga kerja sebanyak 152 pekerja
5. *Total Capital Investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik ini terdiri dari *fixed capital investment* sebesar Rp 158.376.246.884 dan *working capital* sebesar Rp 1.516.664.210.621
6. *Total Production Cost* yang terdiri dari *manufacturing cost* sebesar Rp 8.911.647.807.033 dan *general expense* sebesar Rp 1.022.693.715.731
7. Nilai ROI pabrik metil merkaptan ini adalah :

ROI sebelum pajak = 69 %

ROI setelah pajak = 51 %

Pabrik ini beresiko tinggi memiliki syarat ROI sebelum pajak minimal 44 % dan pabrik ini memenuhi syarat

8. Nilai POT pabrik metil merkaptan :  
POT sebelum pajak = 1,3 tahun  
POT setelah pajak = 1,7 tahun  
Pabrik beresiko tinggi memiliki syarat POT sebelum pajak maksimal 2 tahun dan pabrik ini memenuhi syarat
9. Nilai BEP, SDP dan DCFRR pabrik metil merkaptan ini adalah  
Nilai BEP = 48 %  
Nilai SDP = 39 %  
Nilai DCFRR = 7 %

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ekonomi di atas maka pabrik metil merkaptan dari metanol dan hidrogen sulfida dengan kapasitas 45.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan layak untuk didirikan.

## 5.2. Saran

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

1. Optimasi saat pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Pendirian Pabrik Metil Merkaptan dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan Metil Merkaptan di Indonesia karena belum adanya pabrik Metil Merkaptan yang berdiri di Indonesia .

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Biola, G. D. (1976). *United States Patent No. 3,935,276*.
- BPS. (2019, desember 31). Retrieved from <https://www.bps.go.id>
- Ch'in, N. C.-H. (1957). *United States Patent No. 2816145*.
- Green, D. W. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook Eighth Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.
- John E., S. (2008). *United State Patent No. 7365233B2*.
- Kaufmann, C. R. (2015). *Alternative routes to methyl mercaptan from C1-compounds*. Munchen: Technischen Universitat Munchen.
- Khaksar, S. M. (2019). Investigation on the catalytic conversion of hydrogen sulfide to methyl mercaptan as a novel methode for gas sweetening experimental and modeling approaches. *Elsevier*, 97-105.
- Kubicek, D. H. (1975). *United State Patent No. 3880933*.
- Peters, M. S. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Ed*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Smith, J. M. (1987). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. New York: McGraw-Hill.
- Smith, J. M. (2001). *Chemical Engineering Thermodynamics Sixth Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Willi Hofen, d. (1999). *United States Patent No. 5,866,721*.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: McGRAW-HILL.
- Yermakova A. V., A. V. (2004). Kinetic Model of the Reaction of Methanol with Hydrogen Sulfide. *Boreskov Institute of Catalysis*, 522-529.