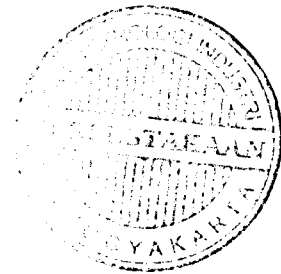
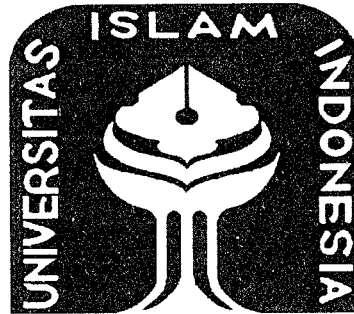


TA/TK/2007/255

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
METHYL MERCAPTAN DARI METHANOL DAN  
HIDROGEN SULFIDE DENGAN KAPASITAS  
20.000 TON/TAHUN**

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



Oleh :

**ROFIK NURHIDAYAT**

**( 02521177 )**

**INDRA DARMANTO S**

**( 02521181 )**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2007**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
METHYL MERCAPTAN DARI METHANOL DAN HIDROGEN SULFIDE  
KAPASITAS 20.000 TON / TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

*Disusun oleh :*

**Nama : Rofik Nurhidayat**

**No. Mahasiswa : 02.521.177**

**Nama : Indra Darmanto S**

**No. Mahasiswa : 02.521.181**

Yogyakarta, 7 Maret 2007

Menyetujui,  
Pembimbing Tugas Akhir



(Diana, ST. MSc.)

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
METHYL MERCAPTAN DARI METHANOL DAN HIDROGEN SULFIDE  
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

*Disusun oleh :*

**Nama : Rofik N                      Nama : Indra D.S**  
**No. Mahasiswa : 02.521.177      No. Mahasiswa : 02.521.181**

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

Yogyakarta, Februari 2007


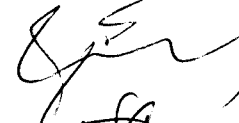

Tim Penguji :

Diana, ST. MSc.  
Ketua

Ir. Agus Taufiq, MSc.  
Anggota I

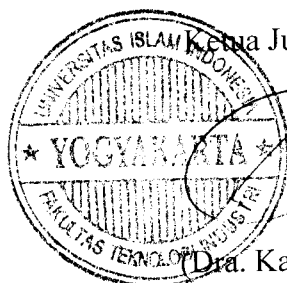
Siti Nurul Fatimah, ST  
Anggota II

Tanda Tangan

(  )  
(  )  
(  )

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia  
FTLUII



(Dra. Kamariah Anwar, MSc)

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK**

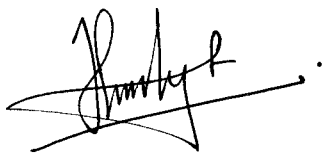
Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	: Rofik N	Nama	: Indra D.S
No. Mahasiswa	: 02.521.177	No. Mahasiswa	: 02.521.181

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

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

Yogyakarta, Maret 2007



( Rofik Nurhidayat )



( Indra Darmanto Sukardjo )



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum. Wr. Wb*

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya, Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah SAW dan sahabat serta ummat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir “Pra Rancangan Pabrik Methyl Mercaptan dari Methanol dan Hidrogen Sulfide dengan kapasitas 20.000 ton/tahun” ini dengan lancar dan baik.

Tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Dalam pelaksanaan maupun penulisan laporan Tugas Akhir ini, kami banyak memperoleh bimbingan, petunjuk, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universtas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia.



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan Pembimbing .....	ii
Halaman Pengesahan Penguji .....	iii
Halaman Lembar Pernyataan Keaslian Hasil Tugas Akhir .....	iv
Kata Pengantar .....	v
MOTTO .....	vii
Halaman Persembahan .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xv
Abstraksi .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	4
<b>BAB II. PERANCANGAN PRODUK</b> .....	8
2.1 Spesifikasi Produk .....	8
2.1.1 Hasil Utama .....	8
2.1.2 Hasil Samping .....	8
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	9

---



---

2.3 Pengendalian Kualitas.....	10
<b>BAB III. METODE PERANCANGAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Uraian Proses .....	13
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	15
3.3 Perencanaan Produksi .....	54
<b>BAB IV. PERANCANGAN PABRIK .....</b>	<b>59</b>
4.1 Lokasi Pabrik .....	59
4.2 Tata Letak Pabrik .....	60
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses .....	62
4.4 Alir Proses dan Material .....	63
4.4.1. Neraca Massa .....	64
4.4.2. Neraca Panas .....	66
4.5 Pelayanan Teknik (utilitas) .....	68
4.5.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air .....	69
4.5.2. Unit Penyediaan Listrik .....	89
4.5.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	91
4.5.4. Unit Penyediaan Dowtherm A .....	92
4.6 Organisasi Perusahaan .....	93
4.6.1. Bentuk Perusahaan .....	93
4.6.2. Struktur Organisasi .....	95
4.6.3. Tugas dan Wewenang .....	97

---



*Pra-Rancangan Pabrik Methyl Mercaptan dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun*

---

4.6.4. Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	107
4.6.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	108
4.6.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	110
4.6.7. Manajemen Produksi .....	119
4.6.8. Perencanaan Produksi.....	119
4.7 Evaluasi Ekonomi .....	122
4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan .....	123
4.7.2. Dasar Perhitungan .....	126
4.7.3. Perhitungan Biaya .....	126
4.7.4. Hasil Perhitungan .....	130
4.7.4.1. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> .....	130
4.7.4.2. Biaya Produksi Total .....	134
4.7.4.3. Keuntungan .....	135
4.7.4.4. Analisa Kelayakan .....	135
<b>BAB V. PENUTUP</b> .....	139
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	141
<b>LAMPIRAN</b>	





**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1.. Neraca Massa (Diagram alir Kualitatif) .....	57
Tabel 4.4.1.(a) Neraca Massa Total .....	64
Tabel 4.4.1.(b) Neraca Massa Reaktor .....	64
Tabel 4.4.1.(c) Neraca Massa Condenser Parsial-01.....	64
Tabel 4.4.1.(d) Neraca Massa Absorber .. ..	65
Tabel 4.4.1.(e) Neraca Massa Menara Destilasi-01 .....	65
Tabel 4.4.1.(f) Neraca Massa Menara Destilasi-02.....	65
Tabel 4.4.1.(g) Neraca Massa Menara Destilasi-03.....	66
Tabel 4.4.1.(h) Neraca Massa Menara Destilasi-04.....	66
Tabel 4.4.2.(a) Neraca Panas Reaktor .....	66
Tabel 4.4.2.(b) Neraca Panas Condenser Parsial-01.....	67
Tabel 4.4.2.(c) Neraca Panas Absorber .. ..	67
Tabel 4.4.2.(d) Neraca Panas Menara Destilasi-01 .....	67
Tabel 4.4.2.(e) Neraca Panas Menara Destilasi-02.....	68
Tabel 4.4.2.(f) Neraca Panas Menara Destilasi-03.....	68
Tabel 4.4.2.(g) Neraca Panas Menara Destilasi-04.....	68
Tabel 4.5.1.(a) Kebutuhan Air Pendingin .....	70
Tabel 4.5.1.(b) Kebutuhan <i>Steam</i> .....	71
Tabel 4.5.1.(c) Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga .....	71
Tabel 4.5.2.(a) Kebutuhan Listrik untuk alat proses .....	89



## ABSTRACT

*Preliminary design of Methyl Mercaptan plant by capacity of 20,000 tons/year is built in West Kalimantan, using the land area of 30,000 m<sup>2</sup>. This chemical plant will be operated for 330 days/year or 24 hours per day and employ about 251 employees.*

*The needs of raw material are methanol 2,616.8787 kg/hour and hidrogen sulfide 2,876.9278 kg/hour. The production process will be operated at temperature of 350°C, at pressure about 7.83 atm using Reaktor Fixed Bed Multi tube with conversion 80 %. The utilities consist of 131,076.357 kg/hour of cooling water, 487.81 kg/hour of dowtherm A, 3,229.167 kg/hour of housing water and, 120,612.34 kg/hour of steam. The power of electricity provided by PLN is about 12,000 KW . This chemical plant also uses generator set as reserve.*

*An economic analysis shows that the chemical plant needs to be covered by fixed capital of about Rp. 138.167.511.138 working capital of about Rp. 67.985.038.630. The profit before tax is Rp. 60.548.564.655 while the profit after tax is Rp. 30.274.282.327. Percentage of return on investmen (ROI) before tax is 44.01 % while after tax is 22.005 %. Pay out time (POT) before tax is 1.85 years while after tax is 3.13 years. The value of break event point (BEP) for about 40.26 % and shut down point (SDP) of about 26.36 %. Based on the economic analysis, it is concluded that plant design of Methyl Mercaptan with capacity of 20,000 tons/year is visible to be built.*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan membaiknya perekonomian makro Indonesia, diindikasikan dengan relatif stabilnya nilai tukar rupiah terhadap dolar, dapat diasumsikan iklim investasi di negeri ini juga ikut membaik. Adapun indikator-indikator dari membaiknya iklim investasi di negeri ini antara lain dari kebijakan pemerintah, melalui tim ekonominya, mulai memberi *service* kepada investor antara lain dengan pembangunan infrastruktur-infrastruktur pendukung, keseriusan pemerintah dalam memberantas KKN (Korupsi, Kolusi dan Nepotisme), membangun kepastian hukum, serta menegakkan stabilitas keamanan.

Dengan kondusifnya iklim investasi, memperhatikan potensi alam, prospek kedepan, kebijakan pemerintah, kebutuhan pasar maka methyl mercaptan yang berbahan utama hidrogen sulfide dan methanol merupakan produk yang sangat menjanjikan. Dengan kata lain pendirian pabrik methyl mercaptan merupakan investasi yang sangat menjanjikan.

Methyl mercaptan merupakan zat yang sangat banyak manfaatnya antara lain: sebagai bahan baku asam amino yaitu methanion yang merupakan pelengkap makanan ternak, sebagai bahan baku pembuatan polimer, pestisida, dimethyl sulfoxide yaitu sebagai pelarut dan fungsi utama dari methyl mercaptan adalah sebagai zat pembau pada Propane dan gas



alam. Dalam hal ini methyl mercaptan berfungsi sebagai *warning properties* untuk mendeteksi kebocoran. Seperti telah kita ketahui bahwa Propane dan kebanyakan gas alam adalah tidak berbau padahal zat-zat tersebut merupakan gas yang sangat reaktif dan berbahaya. Maka keberadaan dari methyl mercaptan sangatlah diperlukan ( Wikipedia, 2006 ).

Pabrik Methyl Mercaptan ini akan didirikan di Kalimantan Timur dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Ketersediaan lahan untuk pendirian pabrik dengan masih luasnya tanah yang masih kosong.
- Ketersediaan bahan baku karena Hidrogen Sulfide sebagai salah satu bahan baku utama didapat dari hasil samping pertamina, dan di wilayah tersebut terdapat kilang pertamina terbesar di Indonesia.
- Ketersedia bahan baku methanol karena di wilayah tersebut terdapat pabrik methanol.

Pabrik Methyl Mercaptan ini didirikan dengan kapasitas 20.000 ton / tahun dengan pertimbangan bahwa pabrik methyl mercaptan di Indonesia belum ada sehingga diharapkan keberadaannya dapat mengurangi ketergantungan terhadap import terutama untuk memenuhi kebutuhan sebagai *warning properties* untuk kemanan penggunaan gas alam. Sehingga dalam penentuan kapasitas produksi pabrik ini sangat tergantung pada kapasitas produksi pabrik LNG pada tahun tersebut.

Adapun industri dalam negeri yang selama ini mengimpor methyl mercaptan yaitu PT BADAQ di Bontang memiliki kapasitas produksi 23,25

juta ton LNG per tahun dan PT ARUN LNG-PLANT berkapasitas 6,5 juta ton LNG per tahun. Sedangkan kebutuhan methyl mercaptan sebagai bahan komplemen mencapai 0,1 % komposisi. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kebutuhan methyl mercaptan sebagai warning properties gas alam dalam negeri mencapai 30.000 ton per tahun. (BPS, 2006). Terlebih lagi pemerintah sedang mengkampanyekan migrasi dari BBM ke gas alam yang lebih ramah lingkungan. Hal ini tentu saja meningkatkan kebutuhan methyl mercaptan sebagai warning properties gas alam.

Adapun pertimbangan penentuan kapasitas pabrik methyl mercaptan 20.000 ton /tahun, lebih kecil dari total kebutuhan methyl mercaptan dalam negeri, antara lain pabrik methyl mercaptan merupakan pabrik dengan kategori resiko tinggi (*high risk*), pabrik sejenis belum ada di Indonesia sehingga pabrik ini merupakan pionir yang mengandung resiko sangat besar. Walaupun kebutuhan methyl mercaptan lebih besar akan tetapi ada pertimbangan bahwa ada beberapa konsumen yang sudah terikat kontrak jangka panjang dengan pihak produsen mercaptan di luar negeri.

Adapun faktor yang mendorong iklim positif dari perancangan pabrik mercaptan antara lain bahwa baru-baru ini pemerintah mengambil kebijakan yaitu menganjurkan kepada masyarakat pengguna BBM (Bahan Bakar Minyak) untuk hijrah menggunakan gas, dengan demikian kebutuhan dari mercaptan akan meningkat seiring dengan meningkatnya produksi gas nasional. (Kompas,2006) Maka wajarlah jika kami mengambil suatu



hipotesis bahwa pendirian pabrik methyl mercaptan dengan kapasitas 20.000 ton per tahun merupakan investasi yang logis dan prospektif.

Selain berorientasi pada keuntungan material pendirian pabrik methyl mercaptan tersebut juga secara otomatis membuka lapangan kerja baru dengan demikian ikut serta membantu pemerintah dalam mengurangi angka pengangguran.

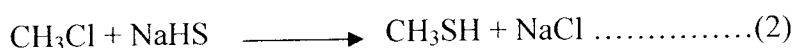
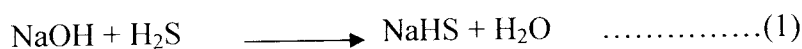
## 1.2. TINJAUAN PUSTAKA

Methyl mercaptan pertama kali dikenal dalam dunia perminyakan, dan kemudian dikembangkan oleh Sabatien pada tahun 1910, dan pada tahun 1921 oleh Kramer dan Reid. Cara yang dipakai oleh Kramer dan Reid adalah mereaksikan methanol dan hydrogen sulfide, dengan katalisator thoria. ( Wikipedia,2006 ).

Dalam perkembangannya, pembuatan methyl mercaptan dapat dibedakan berdasarkan jenis bahan baku yang digunakan yaitu:

### A. Dari methyl chloride dan metal hidro sulfide

Methyl mercaptan diperoleh dengan mereaksikan methyl chloride yang mempunyai konsentrasi antara 2 N sampai 6 N, dengan larutan metal hydrosulfide. Reaksi dilakukan pada suhu antara 800<sup>0</sup> C sampai 1500<sup>0</sup> C tekanan antara 40 sampai 60 atm dalam reaktor:



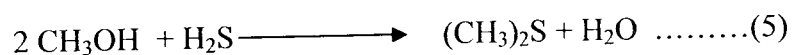
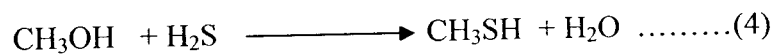


B. Dari methanol dan hidrogen sulfide

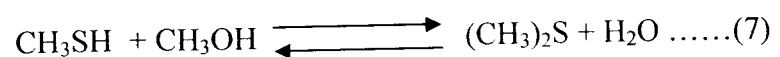
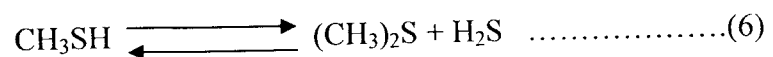
Pembuatan methyl mercaptan dari methanol dan hidrogen sulfide oleh Kramer dan Reid dilakukan dengan katalisator potassium tungstate. Proses untuk memproduksi aliphatic mercaptan didasarkan pada reaksi yang dilakukan Sabatien yaitu reaksi antara aliphatic monohydric alcohol dengan hidrogen sulfide membentuk mercaptan sesuai reaksi:



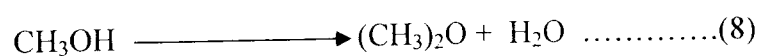
Jika alcohol dan hidrogen sulfide dikontakkan di atas katalis padat suhu yang tinggi, maka kemungkinan akan terjadi beberapa reaksi. Methanol dan hidrogen sulfide bereaksi dengan cepat membentuk methyl mercaptan dan dimethyl sulfide, sesuai reaksi:



Kemungkinan lain dapat pula terjadi reaksi membentuk senyawa mercaptan atau sulfida yang lain tergantung kecepatan reaksi dan konstanta kesetimbangan, yaitu:



Kecuali reaksi-reaksi diatas dapat pula terjadi dekomposisi dengan menghasilkan ether, yaitu:

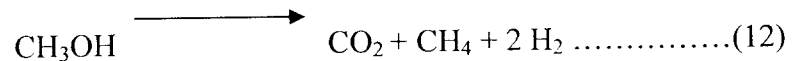
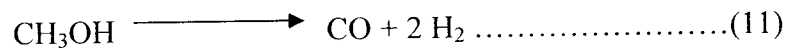




Dari reaksi tersebut selanjutnya dapat bereaksi dengan hidrogen sulfide dan menghasilkan methyl mercaptan maupun dimethyl sulfide yang reaksinya sebagai berikut:



Kecuali reaksi-reaksi tersebut didepan, masih ada kemungkinan lain, akan terjadi reaksi antara  $CH_3OH$  dengan  $H_2S$  membentuk karbon monoksida ( $CO$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) :



Dari beberapa kemungkinan reaksi tersebut hanya ada 3 hal yang pokok pada pembuatan methyl mercaptan dari methanol dan hidrogen yang dijalankan pada reaktor fixed bed dengan katalisator allumina aktive yaitu reaksi 4, 5 dan 8.

Pembentukan methyl mercaptan dari Hidrogen Sulfide dan methanol lebih banyak digunakan karena

- Lebih ekonomis dari segi bahan baku
- Lebih ekonomis dan lebih mudah dalam hal proses.





*Pra-Rancangan Pabrik Methyl Mercaptan dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun*

---

Reaksi dilakukan dalam fase gas pada reaktor fixed bed yang di dalamnya berisi pipa-pipa dengan katalisator allumina aktive +10%  $K_2WO_4$  suhu operasi  $350^0$  C dan tekanan 7,8 atm. Reaksi yang terjadi eksotermis, untuk mempertahankan suhu operasi tersebut digunakan media pendingin dowtherm A.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

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

#### 2.1. Spesifikasi Produk

##### 2.2.1 Hasil Utama

Methyl mercaptan

* Kenampakan	: Cair
* Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{SH}$
* Komposisi	: $\text{H}_2\text{S}$ = 0,05%
	$\text{CH}_3\text{SH}$ = 98,94%
	$(\text{CH}_3)_2\text{S}$ = 0,96%
	$\text{CH}_3\text{OH}$ = 0,05%
* Titik didih	: $5,8^\circ\text{C}$
* Suhu kritis	: $470^\circ\text{K}$
* Rapat massa	: 0,866 g/cc
* Tekanan kritis	: 72,3 bar

##### 2.2.2. Hasil Samping

Dimethyl Sulfide

* Kenampakan	: Minyak
--------------	----------



* Rumus molekul	: H <sub>2</sub> O
* Berat molekul	: 18
* Titik didih	: 100 °C
* Rapat massa	: 0,99 g/cc

## 2.2. SPESIFIKASI BAHAN BAKU

### 1. Methanol

* Kenampakan	: Cairan tak berwarna
* Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> OH
* Berat Molekul	: 32,04
* Komposisi	: CH <sub>3</sub> OH = 99%
	: H <sub>2</sub> O = 1%
* Titik didih	: 64,7 °C
* Suhu Kritis	: 512,6 °K
* Rapat massa	: 0,792 g/cc (pada 20 °C)
* Tekanan kritis	: 81,0 bar

### 2. Hidrogen Sulfide

* Kenampakan	: Gas tak berwarna
* Rumus molekul	: H <sub>2</sub> S
* Berat Molekul	: 34,08
* Komposisi	: H <sub>2</sub> S = 99,5%
	: H <sub>2</sub> = 0,5%
* Titik didih	: - 59,6 °C

dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi.

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

A. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan.

B. Pengendalian Kuantitas

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

C. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

D. Pengendalian Bahan Proses



*Pra-Rancangan Pabrik Methyl Mercaptan dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun*

---

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

## BAB III

### METODE PERANCANGAN

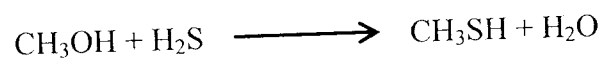
#### 3.1. URAIAN PROSES

Mula-mula gas H<sub>2</sub>S dengan suhu 32 °C dan tekanan 10 atm, sebagai salah satu bahan baku utama pembuatan methyl mercaptan, diturunkan tekanannya dan dinaikkan suhunya masing-masing menjadi 7,8 atm dan 350 °C menyesuaikan dengan kondisi operasi reaktor.

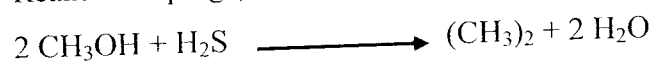
Selanjutnya gas H<sub>2</sub>S tersebut bersama-sama dengan recycle 1 yang berasal berasal dari hasil atas Absorber yang berupa H<sub>2</sub>S dan pengotornya H<sub>2</sub> dan recycle 2 yang berasal dari hasil atas MD-02 mengalir menuju Reaktor. Ketiga umpan tersebut sudah sesuai dengan kondisi operasi reaktor 350 °C dan 7,8 atm.

Di dalam reaktor yang berbentuk *Fix Bed Multitubular* methanol dan hydrogen sulfide bereaksi dengan bantuan katalisator Alumina Active + 10 % Pottasium Tungstate membentuk methyl mercaptan. Dengan mekanisme reaksi sebagai berikut:

- a) Reaksi Utama ( Pembentukan Methyl Mercaptan )



- b) Reaksi Samping ( Pembentukan Dimethyl Sulfide



Gas produk dan gas sisa reaksi yang keluar dari reaktor R bersuhu 515,26 °C dan bertekanan 7,745 atm selanjutnya dilakukan proses

Sementara itu hasil bawah MD-01 dialirkan sebagai umpan pada MD-03. Setelah terjadi pemisahan karena perbedaan titik didih pada MD-03, selanjutnya hasil atas MD-03 dialirkan sebagai recycle-02 menuju reaktor dengan dibiarkan tetap dalam kondisi gas, sehingga condenser yang digunakan pada MD-03 adalah parsial CP-02. Hasil bawah dari MD-03, dengan titik didih yang lebih tinggi tentunya, mengalir sebagai umpan pada MD-04.

Selanjutnya hasil atas dari MD-04 mengalir menuju Akumulator ACC-01 yang selanjutnya akan berfungsi sebagai absorbent pada absorber ABS. Sedangkan hasil bawah MD-04 mengalir juga menuju Akumulator akan tetapi sebelumnya dipurging sepertiga bagian dibuang sebagai limbah industri dengan kandungan methanol yang sudah aman.

### **3.2. SPESIFIKASI ALAT PROSES**

#### **1. REAKTOR**

Fungsi : Mereaksikan 1907,8891 kg/jam  $\text{CH}_3\text{OH}$  dengan 4059,7949 kg/jam  $\text{H}_2\text{S}$  untuk menghasilkan 2237,4389 kg/jam  $\text{CH}_3\text{SH}$ .

Jenis : Reaktor Fixed Bed Multitube

Jumlah : 1 ( satu) buah

Kondisi Operasi :

Suhu : 413  $^{\circ}\text{C}$

Tekanan : 7,8 atm

Janis Katalis : Alumina aktif + Potassium Tungstate 10%



### Dimensi

- *Shell*
  - Diameter : 3,1699 m.
  - Tebal *shell* :  $\frac{7}{8}$  in.
  - Jarak *baffle* : 0,7925 m.
  - Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
- *Head*
  - Jenis : *Torispherical*
  - Diameter : 3,3528 m.
  - Tebal head :  $\frac{7}{8}$  in.
  - Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
- *Tubes*
  - Jumlah : 2500 buah.
  - Susunan : *Triangular Pitch*
  - Jenis : *Steel pipe IPS 2 in sch. No. 40*
  - Pitch* : 2,375 in.
  - Clereance* : 0,475 in.
  - Panjang : 9,150017 m.
- Tinggi reaktor : 10,4542 m.

### 2. CONDENSER PARSIAL (CP-01)

- Fungsi : Mengembunkan sebagian gas fluida
- Jenis : Shell and Tube Heat Exchanger
- Jumlah : 1 ( satu ) buah

#### Kondisi Operasi :

- Suhu : 146,31 °C
- Tekanan : 7,745 atm





Spesifikasi : Luas Transfer Panas : 559,5209 ft<sup>2</sup>

- Pipa

Diameter luar : ¾ inch in 19 BWG

Panjang : 12 ft

Susunan : 1 in triangular pitch

Jumlah : 250

Phases : 2

- Shell

Diameter dalam : 19,25 inch

Passes : 1

Pemasangan : Horizontal

Pendingin : Dowtherm A

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

### **3. ABSORBER**

Fungsi : Melarutkan sebagian fluida gas

Jenis : Water Absorber

Jumlah : 1 ( satu) buah

Jenis Pelarut : Campuran Methanol dan air dengan perbandingan 2 : 1

Kondisi umpan :

Suhu : 120 °C

Tekanan : 7,745 atm

Spesifikasi :

Diameter : 0,6604 m



Tinggi Packing : 6,096 m

Tinggi Absorber : 8,896 m

#### **4. MENARA DESTILASI – 01 (MD-01)**

Fungsi : Memisahkan sebagian gas fluida

Jenis : Sieve Tray

Jumlah : 1 ( satu) buah

Kondisi Umpan :

Suhu : 146.31 °C

Tekanan : 5 atm

Spesifikasi :

Tinggi Menara : 32 m

Diameter dalam : 1,2684 m

Tebal dinding : 6,9606 mm

Plate :

Jumlah plate : 49 plate

ID Plate : 1,2684 m

Hole size : 3 mm

Hole pitch : 11,244 mm

Jumlah lubang : 2058

Plate material : Stainless Steel

Downcomer : Stainless Steel

Luas area lubang :  $1,96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

Jarak antar plate : 0,6 m



Susunan lubang	: Triangular pitch
Letak plate umpan:	plate ke-17
Head	:
Bentuk	: Elliptical Dished Head
Diameter	: 1,2545 m
Tebal	: 7,244 mm
Tebal isolator	: 0,07796 mm
Pipa umpan	: 20 inch
Pipa ke condenser	: 22 inch
Pipa reflux destilat	: 6 inch
Pipa pengeluaran bottom:	4 inch
Pipa reflux bottom	: 11 inch
Pemasangan	: tegak
Bahan	: Stainless Steel SA 240 grade 304
Jumlah	: 1 (satu)

### **5. MENARA DESTILASI – 02 (MD-02)**

Fungsi	: Memisahkan sebagian gas fluida
Jenis	: Sieve Tray
Jumlah	: 1 ( satu) buah
Kondisi Umpan :	
Suhu	: 55,97 °C
Tekanan	: 5 atm

Spesifikasi :



Tinggi Menara	: 14,6 m
Diameter dalam	: 0,6959 m
Tebal dinding	: 5,5624 mm
Plate	:
Jumlah plate	: 20 plate
ID Plate	: 0,6959 m
Hole size	: 3 mm
Hole pitch	: 10,06 mm
Jumlah lubang	: 619 buah
Plate material	: Stainless Steel
Downcomer	: Stainless Steel
Luas area lubang	: $1,96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$
Jarak antar plate	: 0,6 m
Susunan lubang	: Triangular pitch
Letak plate umpan	: plate ke-3
Head	:
Bentuk	: Elliptical Dished Head
Diameter	: 0,6847 m
Tebal	: 5,7706 mm
Tebal isolator	: 0,07796 mm
Pipa umpan	: 8 inch
Pipa hasil atas ke condenser	: 8 inch
Pipa reflux destilat	: 3 inch



Pipa pengeluaran bottom: 3 inch  
Pipa reflux bottom : 22 inch  
Pemasangan : tegak  
Bahan : Stainless Steel SA 240 grade 304  
Jumlah : 1 (satu)

### 6. MENARA DESTILASI – 03 (MD-03)

Fungsi : Memisahkan sebagian gas fluida  
Jenis : Sieve Tray  
Jumlah : 1 ( satu) buah

Kondisi Umpan :

Suhu : 78,40 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

Tinggi Menara : 6,8 m

Diameter dalam : 1,3684 m

Tebal dinding : 4,6376 mm

Plate :

Jumlah plate : 7 plate

ID Plate : 1,36846 m

Hole size : 3 mm

Hole pitch : 11,3516 mm

Jumlah lubang : 2395 buah

Plate material : Stainless Steel

ENARA D

ungsi

enis

umlah

ondisi Um

Nurhidayat

Darmanto



Suhu	:	84,2 °C
Tekanan	:	1 atm
Spesifikasi	:	.
Tinggi Menara	:	14 m
Diameter dalam	:	1,3635 m
Tebal dinding	:	4,6353 mm
Plate	:	
Jumlah plate	:	19 plate
ID Plate	:	1,3635 m
Hole size	:	3 mm
Hole pitch	:	11,3467 mm
Jumlah lubang	:	2378 buah
Plate material	:	Stainless Steel
Downcomer	:	Stainless Steel
Luas area lubang	:	$1,96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$
Jarak antar plate	:	0,6 m
Susunan lubang	:	Triangular pitch
Letak plate umpan	:	plate ke-4
Head	:	
Bentuk	:	Elliptical Dished Head
Diameter	:	1,3542 m
Tebal	:	4,7007 mm
Tebal isolator	:	0,07796 mm

Pipa umpan	: 18 inch
Pipa hasil atas ke condenser	: 22 inch
Pipa reflux destilat	: 2,25 inch
Pipa pengeluaran bottom	: 2 inch
Pipa reflux bottom	: 22 inch
Pemasangan	: tegak
Bahan	: Stainless Steel SA 240 grade 304
Jumlah	: 1 (satu)

#### **8. PENDINGIN (CL-01)**

Fungsi : Mendinginkan gas fluida output reaktor sebelum masuk CP-01

Jenis : Shell and Tube Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu : 515,28 °C-146,31 °C

Tekanan : 7,745 atm

Spesifikasi : - Pipa

Diameter luar : ¾ inch 16 BWG

Panjang : 12 ft

Susunan : 15/16 inch triangular pitch

Jumlah : 250 buah

Passes : 2

- Shell

Diameter dalam : 19,25 inch

Passes : 1

Pendingin : Dowtherm A

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

### 9. PENDINGIN (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan fluida output atas Condenser parsial dari 133,54<sup>0</sup>C sampai 120<sup>0</sup>C untuk dikondisikan sebelum masuk Absorber

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Rute aliran : - Inner Pipe : Fluida gas keluaran atas CP parsial  
- Annulus : Air ( water )

Kondisi Operasi :

Suhu : 133,54<sup>0</sup>C – 120<sup>0</sup>C

Tekanan : 7,745 atm

Spesifikasi : Panjang pipa : 12 ft.

Jumlah hairpin : 1

- Pipa Luar

NPS : 6 inch

OD : 6,625 inch

ID : 6,065 inch

Sch Numb : 40

- Pipa Dalam

NPS : 4 inch

OD : 4,5 inch





ID : 4,036 inch  
Sch Numb : 40  
Pendingin : air (water)  
Bahan : Stainless steel

#### **10. PENDINGIN (CL-03)**

Fungsi : Mendinginkan fluida hasil bawah MD-01  
Jenis : Double Pipe Heat Exchanger  
Rute aliran : - Inner Pipe : Fluida gas keluaran bawah MD-01  
                  - Annulus : Pendingin ( air )

Kondisi Operasi :

Suhu : 111,26 °C – 78,40 °C  
Tekanan : 5 atm  
Spesifikasi : Panjang Pipa : 20 ft  
                  Jumlah hairpin : 2  
                  - Pipa Luar  
                      NPS : 6 inch  
                      OD : 6,625 inch  
                      ID : 6,065 inch  
                      Sch Numb : 40  
                  - Pipa Dalam  
                      NPS : 4 inch  
                      OD : 4,5 inch  
                      ID : 4,036 inch

Sch Numb : 40

Pendingin : air (water)

Bahan : Stainless steel

### **11. PENDINGIN (CL-04)**

Fungsi : Mendinginkan produk atas MD-02 yang merupakan produk utama dari suhu 55,69<sup>0</sup>C sampai 2<sup>0</sup>C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Rute aliran : - Inner Pipe : Fluida gas keluaran bawah MD-01  
- Annulus : Pendingin ( water )

Kondisi Operasi :

Suhu : 55,69<sup>0</sup>C – 2<sup>0</sup>C

Tekanan : 5 atm

Spesifikasi : Panjang Pipa : 20 ft

Jumlah hairpin : 2

- Pipa Luar

NPS : 6 inch

OD : 8,625 inch

ID : 7,981 inch

Sch Numb : 40

- Pipa Dalam

NPS : 6 inch

OD : 6,625 inch

ID : 6,065 inch



Sch Numb : 40

Pendingin : Water (air)

Bahan : Stainless steel

## 12. PENDINGIN (CL-05)

Fungsi : Mendinginkan produk bawah MD-02 yang merupakan produk samping dari suhu  $76,1^{\circ}\text{C}$  sampai  $36^{\circ}\text{C}$

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Rute aliran : - Inner Pipe : Fluida gas keluaran bawah MD-02  
- Annulus : Pendingin ( air )

Kondisi Operasi : Panjang Pipa : 12 ft

Jumlah hairpin : 1

Suhu :  $76,1^{\circ}\text{C} - 36^{\circ}\text{C}$

Tekanan : 5 atm

Spesifikasi :

- Pipa Luar

NPS : 1/4 inch

OD : 0,540 inch

ID : 0,364 inch

Sch Numb : 40

- Pipa Dalam

NPS : 1/8 inch

OD : 1,9 inch

ID : 1,380 inch



Sch Numb : 40

Pendingin : air (water)

Bahan : Stainless steel

### **13. PENDINGIN (CL-06)**

Fungsi : Mendinginkan produk bawah MD-03 dari suhu  
84,24<sup>0</sup>C sampai 84,2<sup>0</sup>C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Rute aliran : - Inner Pipe : Fluida gas keluaran bawah MD-01  
- Annulus : Pendingin ( air )

Kondisi Operasi :

Suhu : 84,24 <sup>0</sup>C – 84,2 <sup>0</sup>C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi : Panjang Pipa : 8 ft

Jumlah hairpin : 1

- Pipa Luar

NPS : 1/4 inch

OD : 0,540 inch

ID : 0,364 inch

Sch Numb : 40

- Pipa Dalam

NPS : 1/8 inch

OD : 1,9 inch

ID : 1,380 inch

Sch Numb : 40

Pendingin : air (water)

Bahan : Stainless steel

#### **14. PENDINGIN (CL-07)**

Fungsi : Mendinginkan produk atas MD-04 dari suhu  $65,13^{\circ}\text{C}$  sampai  $30^{\circ}\text{C}$

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu :  $65,13^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi : Panjang Pipa : 20 ft

Jumlah hairpin : 1

- Pipa Luar

NPS : 10 inch

OD : 10,25 inch

ID : 10,020 inch

Sch Numb : 40

- Pipa Dalam

NPS : 8 inch

OD : 8,025 inch

ID : 7,981 inch

Sch Numb : 40

Pendingin : air (water)



Bahan : Stainless steel

### **15. PENDINGIN (CL-08)**

Fungsi : Mendinginkan produk bawah MD-04 dari suhu  
99,78<sup>0</sup>C sampai 30<sup>0</sup>C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Kondisi Operasi : Panjang Pipa : 20 ft

Jumlah hairpin : 2

Suhu : 99,78<sup>0</sup>C – 30<sup>0</sup>C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

- Pipa Luar

NPS : 14 inch

OD : 14 inch

ID : 13,25 inch

Sch Numb : 30

- Pipa Dalam

NPS : 12 inch

OD : 12,750 inch

ID : 12,090 inch

Sch Numb : 30

Pendingin : air (water)

Bahan : Stainless steel

### **16. PEMANAS (H-01)**



Fungsi : Memanaskan umpan H<sub>2</sub>S dari Tangki dari suhu 32 °C sampai 350°C

Jenis : Shell and Tube Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu : 32 °C – 350 °C

Tekanan : 7,8 atm

Luas Transfer Panas : 296,8062 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi : - Pipa

Diameter luar : ¾ inch 16BWG

Panjang : 12 ft

Susunan : 15/16 inch Triangular Pitch

Jumlah : 138 buah

Phase : 2

- Shell

Diameter dalam : 15,25 inch

Passes : 1

Pemanas : Dowtherm A

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

### **17. PEMANAS (H-02)**

Fungsi : Memanaskan hasil atas absorber setelah di Purgung dari suhu 120 °C sampai 350°C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu : 120 °C – 350 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi : Panjang Pipa : 20 ft

Jumlah hairpin : 4

- Pipa Luar

NPS : 6 inch

OD : 6,625 inch

ID : 6,065 inch

Sch Numb : 40

- Pipa Dalam

NPS : 4 inch

OD : 4,5 inch

ID : 4,026 inch

Sch Numb : 40

Pendingin : Dowtherm A

Bahan : Stainless steel

### **18. PEMANAS (H-03)**

Fungsi : Memanaskan umpan yang menuju MD-01

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Rute aliran : - Inner Pipe : Pemanas ( steam )

- Annulus : Fluida gas

Kondisi Operasi :

Suhu : 146,31 °C – 120 °C





	Tekanan	: 5 atm
	Luas Transfer Panas	: 86,72 ft <sup>2</sup>
Spesifikasi	: Panjang Pipa	: 20 ft
	Jumlah hairpin	: 5
	- Pipa Luar	
	NPS	: 6 inch
	OD	: 6,625 inch
	ID	: 6,065 inch
	Sch Numb	: 40
	- Pipa Dalam	
	NPS	: 4 inch
	OD	: 4,5 inch
	ID	: 4,026 inch
	Sch Numb	: 40
Pendingin	: Steam	
Bahan	: Stainless steel	

#### **19. ALAT PENUKAR PANAS (H-04)**

Fungsi	: Menaikkan suhu umpan masuk MD-02 sekaligus menurunkan suhu output bawah MD-02
Jenis	: Double Pipe Heat Exchanger
Rute aliran	: - Inner Pipe : Fluida panas - Annulus : Fluida dingin
Kondisi Operasi	: Panjang Pipa : 20 ft



Jumlah hairpin	:	5
Suhu	:	55,92 – 55,97 <sup>0</sup> C
Tekanan	:	5 atm
Spesifikasi :		
- Pipa Luar		
NPS	:	3/8 inch
OD	:	0,675 inch
ID	:	0,493 inch
Sch Numb	:	40
- Pipa Dalam		
NPS	:	1/8 inch
OD	:	1,9 inch
ID	:	1,380 inch
Sch Numb	:	40
Pemanas	:	Fluida output MD-02
Bahan	:	Stainless steel

## 20. PEMANAS (H-05)

Fungsi	:	Menaikkan produk atas MD-03 dari suhu 69,4 <sup>0</sup> C sampai 350 <sup>0</sup> C
Jenis	:	Shell and Tube Heat Exchanger
Kondisi Operasi :		
Suhu	:	69,4 <sup>0</sup> C – 350 <sup>0</sup> C
Tekanan	:	1 atm

	Luas Transfer Panas	: 239,4798 ft <sup>2</sup>
Spesifikasi	: - Pipa	
	Diameter luar	: ¾ inch 16BWG
	Panjang	: 12 ft
	Susunan	: 15/16 inch Triangular Pitch
	Jumlah	: 106 buah
	Phase	: 2
	- Shell	
	Diameter dalam	: 13,25 inch
	Passes	: 1
Pemanas	: Dowtherm A	
Bahan	: Shell steel, tube stainless steel	

## 21. CONDENSER (CD - 01)

Fungsi	: Mengembunkan uap atas MD-01 sehingga dapat diperoleh produk atas dan refluks yang cair.
Jenis	: Condenser Total-Shell and Tube Heat Exchanger
Kondisi Operasi :	
	Suhu : 56,50 °C – 55,92 °C
	Tekanan : 5 atm
	Luas Transfer Panas : 1919,0203 ft <sup>2</sup>
Spesifikasi	: - Pipa



Diameter luar : ¾ inch 16BWG  
Panjang : 12 ft  
Susunan : 15/16 inch Triangular Pitch  
Jumlah : 830 buah  
Phase : 2

- Shell

Diameter dalam : 33 inch  
Passes : 1

Pendingin : Air

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

## **22. REBOILER (RB - 01)**

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 sehingga dapat dikembalikan ke menara sebagai refluks bawah.

Jenis : Reboiler Parsial-Shell and Tube Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu : 56,50 °C – 55,92 °C

Tekanan : 5 atm

Luas Transfer Panas : 6830,2124 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi : - Pipa

Diameter luar : ¾ inch 16BWG  
Panjang : 12 ft  
Susunan : 15/16 inch Triangular Pitch  
Jumlah : 830 buah



Phase : 2

- Shell

Diameter dalam : 33 inch

Passes : 1

Pemasangan : Horizontal

Pendingin : Air

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

### **23. CONDENSER (CD - 02)**

Fungsi : Mengembunkan uap atas MD-02 sehingga dapat diperoleh produk atas dan refluks yang cair.

Jenis : Condenser Total-Shell and Tube Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu : 55,76 °C – 55,69 °C

Tekanan : 5 atm

Luas Transfer Panas : 579,7261 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi : - Pipa

Diameter luar : ¾ inch 16BWG

Panjang : 12 ft

Susunan : 15/16 inch Triangular Pitch

Jumlah : 250 buah

Phase : 2

- Shell

Diameter dalam : 19,25 inch

Fungsi : Mengembunkan uap atas MD-03 sehingga dapat diperoleh produk atas dan refluk yang cair.

Jenis : Condenser Total-Shell and Tube Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu : 65,98 °C – 64,91 °C

Tekanan : 1 atm

Luas Transfer Panas : 579,7261 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi : - Pipa

Diameter luar : ¾ inch 16BWG

Panjang : 12 ft

Susunan : 15/16 inch Triangular Pitch

Jumlah : 452 buah

Phase : 2

- Shell

Diameter dalam : 25 inch

Passes : 1

Pendingin : Air

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

## **26. REBOILER (RB - 03)**

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-02 sehingga dapat dikembalikan ke menara sebagai refluk bawah.

Jenis : Reboiler Parsial-Shell and Tube Heat Exchanger

Kondisi Operasi :



Diameter luar : ¾ inch 16BWG  
Panjang : 12 ft  
Susunan : 15/16 inch Triangular Pitch  
Jumlah : 452 buah  
Phase : 2

- Shell

Diameter dalam : 25 inch  
Passes : 1

Pendingin : Air

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

#### 28. REBOILER (RB - 04)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-04 sehingga dapat dikembalikan ke menara sebagai refluks bawah.

Jenis : Reboiler Parsial-Shell and Tube Heat Exchanger

Kondisi Operasi :

Suhu : 99,78 °C – 100,06 °C

Tekanan : 1 atm

Luas Transfer Panas : 1907,1376 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi : - Pipa

Diameter luar : ¾ inch 16BWG

Panjang : 12 ft

Susunan : 15/16 inch Triangular Pitch

Jumlah : 830 buah

Phase : 2

- Shell

Diameter dalam : 33 inch

Passes : 1

Pemasangan : Horizontal

Pendingin : Air

Bahan : Shell steel, tube stainless steel

### **29. SEPARATOR DRUM CP-01(SD-01)**

Fungsi : Menampung campuran uap cair dari CP-01.

Waktu tinggal : 5 menit

Type : Vertical cylinder

Spesifikasi :

- Diameter : 2,67 ft

- Panjang : 10,67 ft

- Tebal Shell : 3/16 inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **30. AKUMULATOR (ACC-01)**

Fungsi : Menampung cairan H<sub>2</sub>O dan CH<sub>3</sub>OH yang akan menuju Absorber sebagai absorbent.

Waktu tinggal : 5 menit

Type : Vertical cylinder

Spesifikasi :

- Diameter : 3 ft





- Panjang : 12 ft

- Tebal Shell : ¼ inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **31. AKUMULATOR MD-01(ACC-02)**

Fungsi : Menampung cairan yang dihasilkan oleh CD-01 pada MD-01

Waktu tinggal : 5 menit

Type : Vertical cylinder

Spesifikasi :

- Diameter : 3 ft

- Panjang : 12 ft

- Tebal Shell : ¼ inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **32. AKUMULATOR MD-02 (ACC-03)**

Fungsi : Menampung cairan yang dihasilkan oleh CD-02 pada MD-02

Waktu tinggal : 5 menit

Type : Vertical cylinder

Spesifikasi :

- Diameter : 2 ft

- Panjang : 8 ft

- Tebal Shell : ¼ inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **33. SEPARATOR DRUM MD-03 (SD-02)**

Fungsi : menampung uap cair yang dihasilkan oleh CP-02 pada MD-03

Waktu tinggal : 5 menit

Type : Vertical cylinder

Spesifikasi :

- Diameter : 2,67 ft
- Panjang : 10,67 ft
- Tebal Shell : 3/16 inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **34. AKUMULATOR MD-04 (ACC-04)**

Fungsi : Menampung cairan yang dihasilkan oleh CD-03 pada MD-04

Waktu tinggal : 5 menit

Type : Vertical cylinder

Spesifikasi :

- Diameter : 2,33 ft
- Panjang : 9,33 ft
- Tebal Shell : ¼ inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **35. TANGKI-01 (T-01)**

Fungsi : Menyimpan methanol sebagai bahan baku

---



Waktu tinggal : 1 minggu

Type : Cylindrical Vessels Flat Bottom and Cronical Roof

Spesifikasi :

- Diameter : 60 ft

- Panjang : 9 ft

- Tebal Shell : 0,625 inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **36. TANGKI-02 (T-02)**

Fungsi : Menyimpan produk  $\text{CH}_3\text{SH}$

Waktu tinggal : 1 minggu

Type : Cylindrical Vessels Flat Bottom and Cronical Roof

Spesifikasi :

- Diameter : 50 ft

- Panjang : 10 ft

- Tebal Shell : 2,25 inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **37. TANGKI-03 (T-03)**

Fungsi : Menyimpan produk samping  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$

Waktu tinggal : 1 minggu

Type : Cylindrical Vessels Flat Bottom and Cronical Roof

Spesifikasi :

- Diameter : 15 ft

- Panjang : 3 ft

- Tebal Shell : 0,25 inch

Bahan : Baja SA 283 Grade C

### **38. POMPA 01 (P-01)**

Fungsi : Mengalirkan methanol 60% dari truk pengangkut menuju Tangki bahan baku (T-01).

Jenis : Centrifugal

Tipe Impeller : Radial

Q, debit : 3,4969 m<sup>3</sup>/j

Head : 24,9421 m

Ns : 418,2598 rpm

BHP : 0.5 Hp

Jumlah stage : 1

Bahan : Cast iron

### **39. POMPA 02 (P-02)**

Fungsi : Mengalirkan methanol 60% dari Tangki bahan baku (T-01) menuju ACC 01.

Jenis : Centrifugal

Tipe Impeller : Radial

Q, debit : 3,4969 m<sup>3</sup>/j

Head : 24,9421 m

Ns : 614.2374 rpm

BHP : 0.33 Hp

Jumlah stage : 1



Bahan : Cast iron

#### **40. POMPA 03 (P-03)**

Tugas : Mengalirkan methanol 66,66% dari ACC-01 menuju Absorber sebagai absorbent.

Jenis : Centrifugal

Tipe Impeller : Radial

Q, debit : 6.9753 m<sup>3</sup>/j

Head : 67,4612 m

Ns : 230,5268 rpm

BHP : 3,5 Hp

Jumlah stage : 1

Bahan : Cast iron

#### **41. POMPA 04 (P-04)**

Fungsi : Mengalirkan fluida dari ACC-02 menuju MD-02 dan sebagai reflux pada MD-01.

Jenis : Centrifugal

Tipe Impeller : Radial

Q, debit : 30,3175 m<sup>3</sup>/j

Head : 38,9739 m

Ns : 881,1830 rpm

BHP : 15 Hp

Jumlah stage : 1

Bahan : Cast iron

#### **42. POMPA 05 (P-05)**

Fungsi	: Mengalirkan fluida dari reboiler MD-01 (RB-01) menuju MD-03.
Jenis	: Centrifugal
Tipe Impeller	: Mixed
Q, debit	: 9,4369 m <sup>3</sup> /j
Head	: 4,8714 m
Ns	: 2378,7840 rpm
BHP	: 0.5 Hp
Jumlah stage	: 1
Bahan	: Cast iron

#### **43. POMPA 06 (P-06)**

Fungsi	: Mengalirkan fluida dari ACC-03 menuju tangki produk utama ( T-02) dan sebagai reflux pada MD-02.
Jenis	: Centrifugal
Tipe Impeller	: Radial
Q, debit	: 9,0843 m <sup>3</sup> /j
Head	: 26,6009 m
Ns	: 642,3520 rpm
BHP	: 1,5 Hp
Jumlah stage	: 1
Bahan	: Cast iron

#### **44. POMPA 07 (P-07)**

Fungsi	: Mengalirkan fluida dari Reboiler MD-02 menuju tangki produk samping ( T-03).
Jenis	: Centrifugal
Tipe Impeller	: Radial
Q, debit	: 0,0580 m <sup>3</sup> /j
Head	: 13,5110 m
Ns	: 85,6657 rpm
BHP	: 0.05 Hp
Jumlah stage	: 1
Bahan	: Cast iron

#### **45. POMPA 08 (P-08)**

Fungsi	: Mengalirkan fluida dari Separator Drum MD-02 (SD-02) menuju MD-03.sebagai reflux.
Jenis	: Centrifugal
Tipe Impeller	: Mixed
Q, debit	: 9,7836 m <sup>3</sup> /j
Head	: 5,1635 m
Ns	: 2279,4000 rpm
BHP	: 0.5 Hp
Jumlah stage	: 1
Bahan	: Cast iron
Jumlah	: 1



#### **46. POMPA 09 (P-09)**

Fungsi : Mengalirkan fluida dari Reboiler MD-03 menuju MD-04.  
Jenis : Centrifugal  
Tipe Impeller : Radial  
Q, debit : 6,2126 m<sup>3</sup>/j  
Head : 11,6092 m  
Ns : 989,3189 rpm  
BHP : 0.5 Hp  
Jumlah stage : 1  
Bahan : Cast iron

#### **47. POMPA 10 (P-10)**

Fungsi : Mengalirkan fluida dari ACC-04 menuju ACC-01 sebagai absorbent pada absorber dan mengalirkan kembali ke MD-04 sebagai reflux.  
Jenis : Centrifugal  
Tipe Impeller : Mixed  
Q, debit : 12,6803 m<sup>3</sup>/j  
Head : 15,5454 m  
Ns : 1135,4400 rpm  
BHP : 1.5 Hp  
Jumlah stage : 1  
Bahan : Cast iron





## B. KEMAMPUAN PABRIK

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain yaitu material/bahan baku, manusia, dan mesin peralatan.

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan. Sementara itu untuk tenaga kerja, jika tenaga kerja kurang terampil maka akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan pada karyawan agar keterampilan meningkat.

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

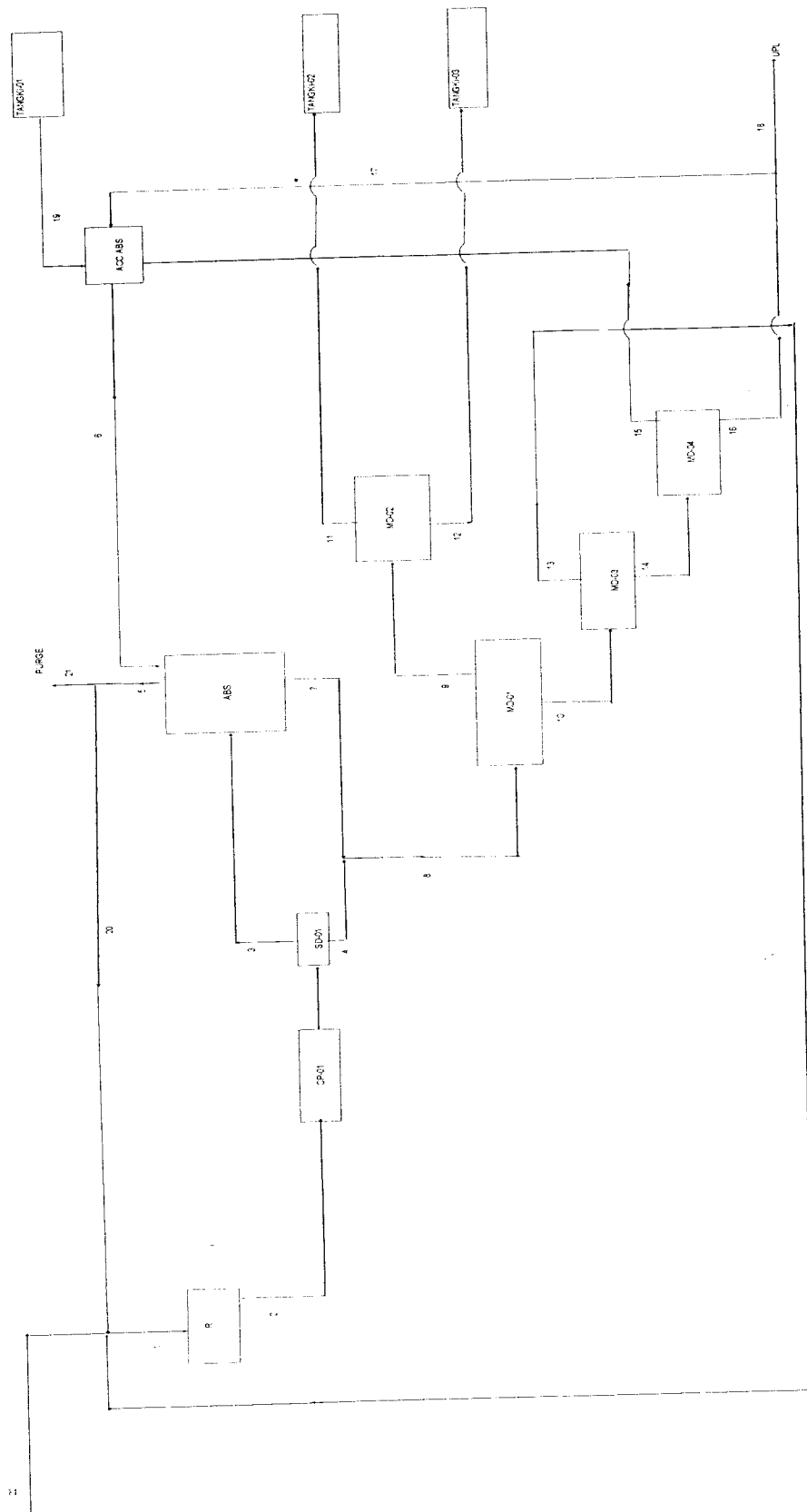
Tabel 3

KOMPONEN
H <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> SH
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> OH
H <sub>2</sub> O
JUMLAH

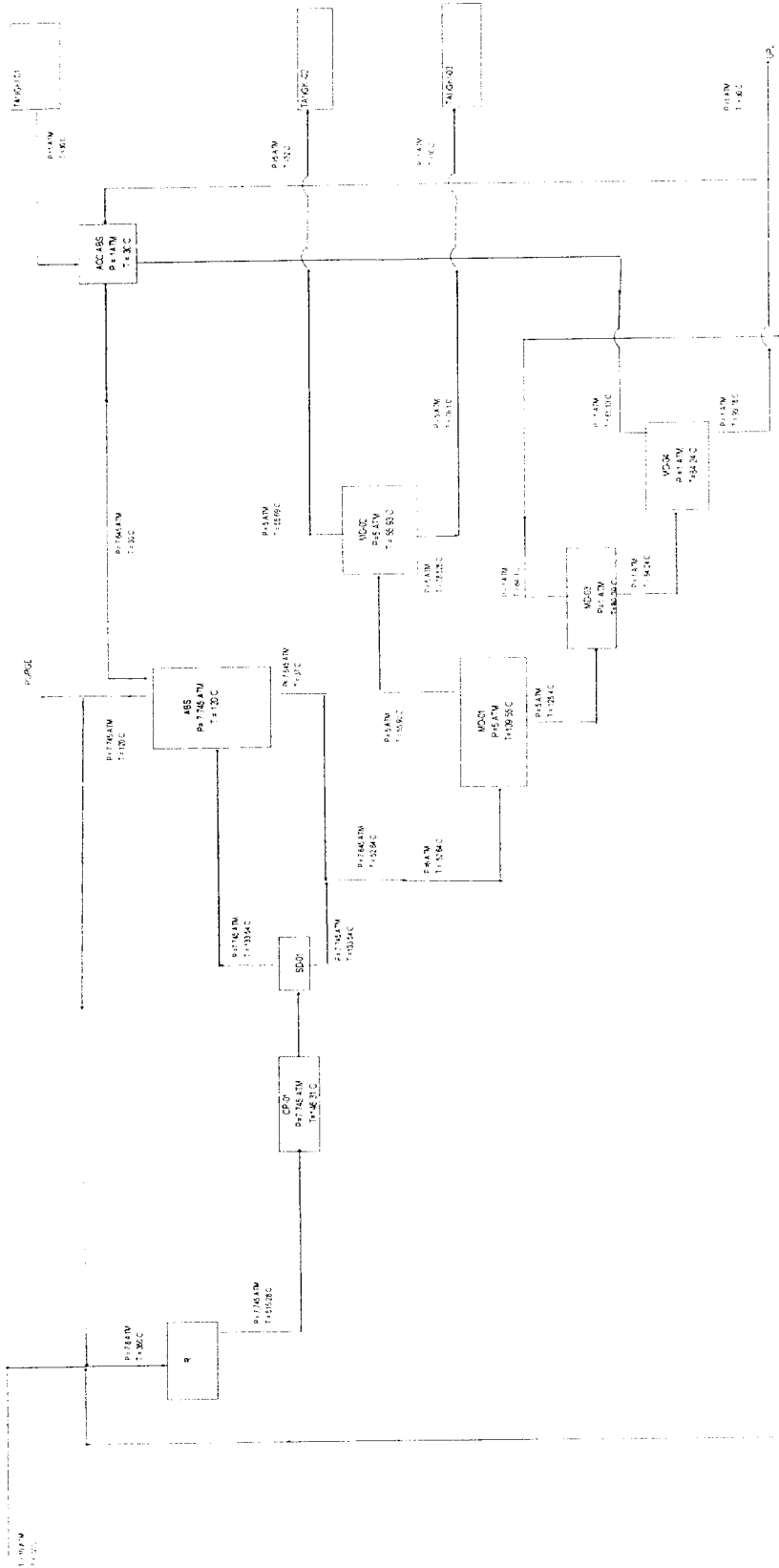
KOMPONEN
H <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> SH
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> OH
H <sub>2</sub> O
JUMLAH

KOMPONEN
H <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> SH
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> OH
H <sub>2</sub> O
JUMLAH

KOMPONEN
H <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> SH
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S
CH <sub>3</sub> OH
H <sub>2</sub> O
JUMLAH



Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram Air Kualitatif

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1. LOKASI PABRIK**

Pabrik Methyl Mercaptan dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Kalimantan. Pertimbangan lokasi sebagai berikut:

1. Dekat dengan bahan baku

Hydrogen sulfide didapat dari Pertamina yang sekarang sedang dikembangkan.

2. Jauh dari pemukiman penduduk

Daerah Kalimantan adalah kawasan yang masih jarang penduduknya, sehingga kegiatan industri tidak akan terlalu mengganggu banyak penduduk.

3. Ketersediaan Utilitas

Penyediaan air untuk utilitas mudah dan murah karena kawasan ini dekat dengan sungai, sedangkan untuk sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena dengan sumber pembangkit.

4. Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja dengan tingkat pendidikan yang beragam dan juga buruh dengan pendidikan yang memadai cukup tersedia di daerah ini.

#### 5. Pembuangan limbah

Limbah yang sudah diolah sampai dibawah ambang batas yang ditentukan dapat dibuang ke laut.

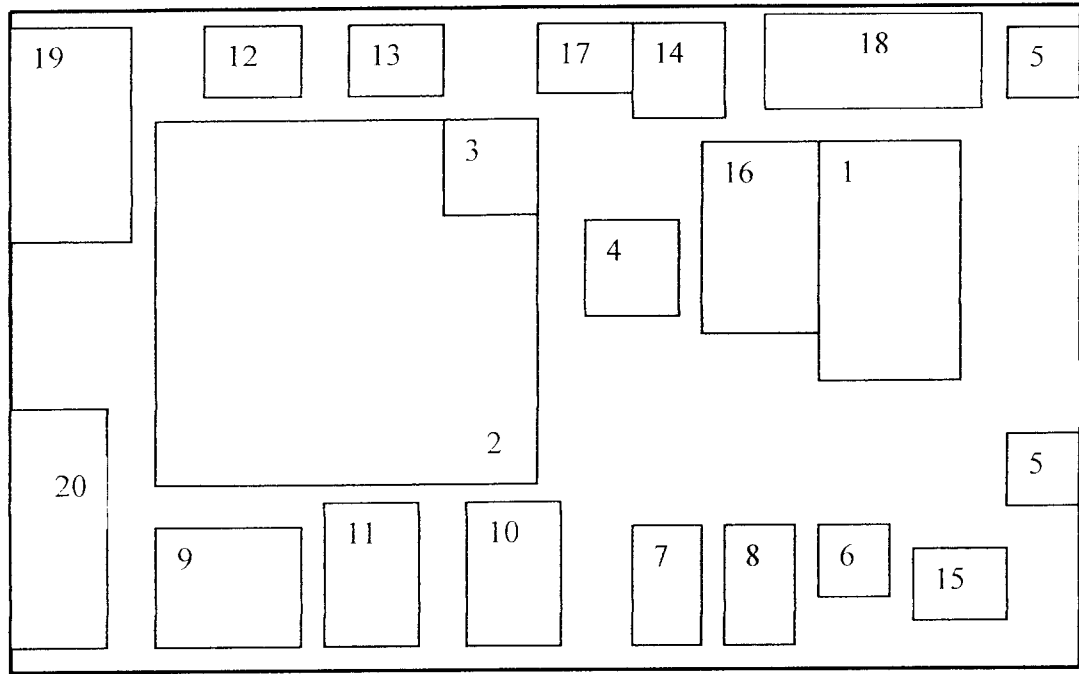
### **4.2. TATA LETAK PABRIK**

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari perangkat fasilitas- fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting dalam mendapatkan efisiensi, menjaga keselamatan para pekerja, kelancaran, dan keselamatan proses. Pabrik didirikan diatas tanah seluas 30.000 m<sup>2</sup> termasuk perumahan dan perluasan.

Luas bangunan pabrik : 4220 m<sup>2</sup>

Luas tanah area pabrik : ( 96 x 125 ) m<sup>2</sup> = 30.000 m<sup>2</sup>

Tata letak pabrik secara umum dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 4.2..** Lay out tata letak pabrik

Skala 1:1000

Keterangan gambar:

- |                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Kantor                       | 11. Bengkel                 |
| 2. Ruang Proses                 | 12. Pembangkit Uap          |
| 3. Ruang Kontrol                | 13. Pembangkit Listrik      |
| 4. Laboratorium                 | 14. Pemadam Kebakaran       |
| 5. Ruang Jaga                   | 15. Kantor Keamanan         |
| 6. Poliklinik                   | 16. Gedung Pertemuan        |
| 7. Mushola                      | 17. Penyimpanan Bahan Bakar |
| 8. Kantin                       | 18. Taman dan Tempat Parkir |
| 9. Ruang Penyimpanan Bahan Baku | 19. Pengolahan Air          |
| 10. Gudang Alat                 | 20. UPL                     |

#### **4.3. TATA LETAK ALAT PROSES**

Pengaturan letak peralatan proses pabrik harus dirancang seefisien mungkin. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan :

1. **Ekonomi**

Letak alat – alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi yang paling sedikit.

2. **Kebutuhan Proses**

Letak alat harus memberikan ruang yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik, dengan distribusi utilitas yang mudah.

3. **Operasi**

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator, harus diletakkan dekat dengan ruang control. Valve, tempat pengambilan sampel & instrumen harus diletakkan pada posisi & ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

4. **Perawatan**

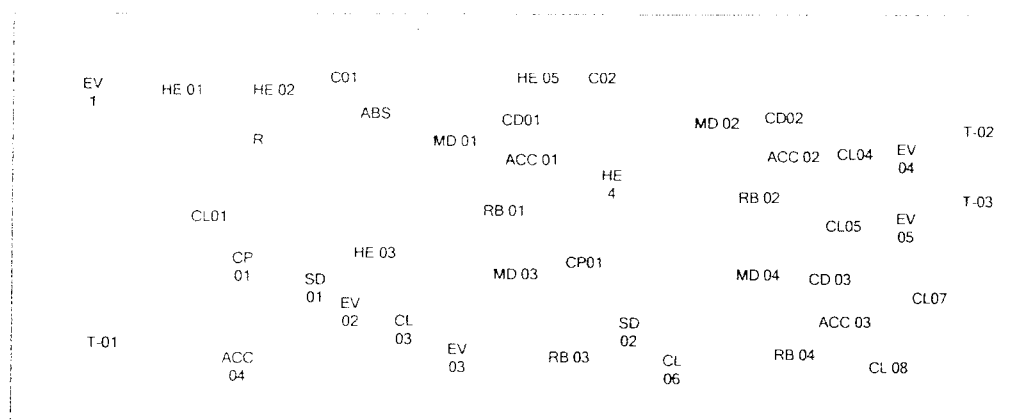
Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada Heat exchanger yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan tube.

5. **Keamanan**

Letak alat proses harus sebaik mungkin agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap di dalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

6. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.



**Gambar 4.3. Tata letak alat proses**

#### 4.4. ALIR PROSES DAN MATERIAL

Berdasarkan kapasitas yang ada maka didapat neraca massa produk dan bahan baku, serta neraca panas. Sehingga kita dapat menentukan alat-alat apa yang akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat



kimia dan fisik bahan baku dan produk. Hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas sebagai berikut :

#### 4.4.1. Neraca Massa

**Tabel.4.4.1.(a) Neraca Massa Total**

Komponen	Masuk, Kg/jam	Keluar, Kg/jam
H <sub>2</sub>	408.018	408.018
H <sub>2</sub> S	28.361.260	12.313.830
CH <sub>3</sub> SH	0.0000	22.394.399
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0.0000	360.666
CH <sub>3</sub> OH	15.459.038	191.107
H <sub>2</sub> O	10.709.749	19.290.050
<b>JUMLAH</b>	<b>54.938.065</b>	<b>54.958.070</b>

**Tabel 4.4.1.(b) Neraca Massa Reaktor**

Komponen	Masuk, Kg/jam	Keluar, Kg/jam
H <sub>2</sub>	816.036	816.036
H <sub>2</sub> S	40.597.937	24.550.505
CH <sub>3</sub> SH	0.0000	22.374.399
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	100.000	460.666
CH <sub>3</sub> OH	19.078.891	3.810.960
H <sub>2</sub> O	192.767	8.773.065
<b>JUMLAH</b>	<b>60.785.631</b>	<b>60.785.631</b>

**Tabel 4.4.1.(c) Neraca Massa Condenser Parsial-01**

Komponen	Masuk, Kg/jam	Keluar, Kg/jam	
		vapour	liquid
H <sub>2</sub>	816.036	816.036	0.0000
H <sub>2</sub> S	24.550.505	24.473.355	77.150
CH <sub>3</sub> SH	22.374.399	17.299.333	5.075.066
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	460.666	278.393	182.273
CH <sub>3</sub> OH	3.810.960	2.062.330	1.748.630
H <sub>2</sub> O	8.773.065	2.418.893	6.354.172
<b>JUMLAH</b>	<b>60.785.631</b>	<b>47.348.340</b>	<b>13.437.291</b>

**Tabel 4.4.1.(d) Neraca Massa Absorber**

Komponen	Masuk, Kg/jam		Keluar, Kg/jam	
	Absorbant	Fluida gas	Absorbant	Fluida gas
H <sub>2</sub>	0	816.036	816.036	0
H <sub>2</sub> S	0	24.473.355	24.473.355	0
CH <sub>3</sub> SH	0	17.299.333	0	17.299.333
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0	278.393	0	278.393
CH <sub>3</sub> OH	34.799.125	206.233	0	36.861.455
H <sub>2</sub> O	17.399.563	2.418.893	0	19.818.456
<b>JUMLAH</b>	<b>52.198.688</b>	<b>47.348.340</b>	<b>25.289.391</b>	<b>74.257.637</b>

**Tabel 4.4.1.(e) Neraca Massa Menara Destilasi -01**

Komponen	Masuk, Kg/jam		Keluar, Kg/jam	
	absorber	CP-01	hasil atas	hasil bawah
H <sub>2</sub>	0	0	0	0
H <sub>2</sub> S	0	7.715	7.715	0
CH <sub>3</sub> SH	17.299.333	5.075.066	22.374.399	0
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	278.393	182.273	360.666	10
CH <sub>3</sub> OH	36.861.455	174.863	0.3607	38.606.478
H <sub>2</sub> O	19.818.456	6.354.172	0	26.172.628
<b>JUMLAH</b>	<b>74.257.637</b>	<b>13.437.291</b>	<b>22.815.822</b>	<b>64.879.106</b>

**Tabel 4.4.1.(f) Neraca Massa Menara Destilasi -02**

Komponen	Masuk, Kg/jam	Keluar, Kg/jam	
		hasil atas	hasil bawah
H <sub>2</sub>	0	0	0
H <sub>2</sub> S	7.715	7.715	0
CH <sub>3</sub> SH	22.374.399	22.274.399	10
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	360.666	5	310.666
CH <sub>3</sub> OH	0.3607	0	0.3607
H <sub>2</sub> O	0	0	0
<b>JUMLAH</b>	<b>22.815.822</b>	<b>22.401.549</b>	<b>414.273</b>

**Tabel 4.4.1.(g) Neraca Massa Menara Destilasi -03**

Komponen	Masuk, Kg/jam	Keluar, Kg/jam	
		hasil atas	hasil bawah
H <sub>2</sub>	0	0	0
H <sub>2</sub> S	0	0	0
CH <sub>3</sub> SH	0	0	0
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	10	10	0
CH <sub>3</sub> OH	38.606.478	19.078.891	19.527.587
H <sub>2</sub> O	26.172.628	192.767	25.979.861
<b>JUMLAH</b>	<b>64.879.106</b>	<b>19.371.658</b>	<b>45.507.448</b>

**Tabel 4.4.1.(h) Neraca Massa Menara Destilasi -04**

Komponen	Masuk, Kg/jam	Keluar, Kg/jam	
		hasil bawah	hasil atas
H <sub>2</sub>	0	0	0
H <sub>2</sub> S	0	0	0
CH <sub>3</sub> SH	0	0	0
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	0	0	0
CH <sub>3</sub> OH	19.527.587	19.277.587	25
H <sub>2</sub> O	25.979.861	259.799	25.720.062
<b>JUMLAH</b>	<b>45.507.448</b>	<b>19.537.386</b>	<b>25.970.062</b>

#### 4.4.2. Neraca Panas

**Tabel 4.4.2.(a) Neraca Panas Reaktor**

Komponen	Masuk Kj/jam	Keluar, Kj/jam
H <sub>2</sub>	4.949.809.889	2.682.584.068
H <sub>2</sub> S	2.403.970.388	5.771.638.446
CH <sub>3</sub> SH	0	5.134.756.481
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	4.184.860.098	2.100.778.069
CH <sub>3</sub> OH	1.910.514.225	1.523.810.404
H <sub>2</sub> O	205.420.915	3.689.453.889
Sub total	4.834.192.554	1901232.11
Panas Reaksi	1.887.959.866	
Q keluar		1415925
<b>Total</b>	<b>4.853.072.152</b>	<b>4.853.071.096</b>

**Tabel 4.4.2.(b) Neraca Panas Condenser Parsial-01**

Komponen	Masuk, Kj/jam	Keluar, Kj/jam	
		atas	bawah
H <sub>2</sub>	1142755.57	2.157.573.173	121361.42
H <sub>2</sub> S	1.999.768.168	4.354.498.826	436.556.669
CH <sub>3</sub> SH	4.195.295.554	3.736.012.357	5.261.197.146
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	1.982.486.637	5.744.134.553	3.094.912.912
	3.564.769.445	3.149.132.852	4.878.302.493
Q Keluar		2762025.91	
Total	3.564.769.445	3.564.769.445	

**Tabel 4.4.2.(c) Neraca Panas Absorber**

Komponen	Masuk, Kj/jam		Keluar, Kj/jam	
	Fluida gas	Absorbant	Fluida gas	Absorbant
H <sub>2</sub>	2.953.915.825	0	2.640.720.354	0
H <sub>2</sub> S	2.420.167.846	0	2.156.652.928	0
CH <sub>3</sub> SH	2.461.463.918	0	0	1.127.404.615
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	299.296.876	0	0	113.369.507
CH <sub>3</sub> OH	3.128.154.911	4.363.447.507	0	2.365.919.133
H <sub>2</sub> O	4.372.433.502	3.646.506.644	0	2.068.544.646
Sub Total	6.483.201.668	8.009.954.151	2.420.724.963	5.579.432.895
Q masuk	7.159.607.749			
Total	8.000.157.858		8.000.157.858	

**Tabel 4.4.2.(d) Neraca Panas Menara Destilasi-01**

Komponen	Masuk, Kj/jam	Keluar, Kj/jam	
		Distilat	Residu
CH <sub>3</sub> SH	452.221.326	1.492.152.706	0
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	8.846.399.768	233.133.292	598.152.538
CH <sub>3</sub> OH	917.907.333	2.941.374.124	28368090.97
H <sub>2</sub> O	932.578.628	0	28081658.65
Beban Condenser		9617515.22	
Beban Reboiler	64007284.2		
Qloss		4.018.178.773	
Jumlah	66318837.89	66318837.89	