

**SKRIPSI**

**PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN  
METIL MERKAPTAN KAPASITAS PRODUKSI  
100.000 TON PER TAHUN**



**A. Zulkarnain Ariko**  
NIM 03031181419007

**Fitra Armando**  
NIM 03031281419079

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

# **SKRIPSI**

## **PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METIL MERKAPTAN KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON PER TAHUN**

Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Kimia  
pada  
Universitas Sriwijaya



A. Zulkarnain Ariko  
NIM 03031181419007

Fitra Armando  
NIM 03031281419079

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN METIL MERKAPTAN  
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

### SKRIPSI

Dibuat untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:


A. Zulkarnain Ariko                      03031181419007  
Fitra Armando                            03031281419079

Indralaya,      Oktober 2018

Pembimbing

  
Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.  
NIP. 196108121987031003

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan Kapasitas 1000 000 Ton/Tahun" telah dipertahankan A. Zulkarnain Ariko dan Fitra Armando di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 September 2018.

Palembang, Oktober 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T.  
NIP. 195608311984032002
2. Lia Cundari, S.T., M.T.  
NIP. 198412182008122002
3. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.  
NIP. 197503261999032002

(  )

(  )



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Dr. Ir. H. Syaiful DEA  
NIP. 195810031986031003



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A. Zulkarnain Ariko  
NIM : 03031181419007  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan  
Kapasitas 100.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Fitra Armando** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2018



A. Zulkarnain Ariko  
NIM. 03031181419007

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitra Armando  
NIM : 03031281419079  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan  
Kapasitas 100.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama A. Zulkarnain Ariko didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2018



Fitra Armando  
NIM. 03031281419079

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan tugas akhir ini walaupun terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan. Penulis berharap agar laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Indralaya, Oktober 2018

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan, serta dorongan dari berbagai pihak, baik yang bersifat moral maupun material. Penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
2. Kedua orang tua kami tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. H. M. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen dan Staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
7. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini turut memberi kontribusi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Oktober 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                            | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                       | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>                      | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>             | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                            | <b>vi</b>   |
| <b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>                      | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                             | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                             | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR NOTASI.....</b>                             | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                          | <b>xxi</b>  |
| <br>  |             |
| <b>BAB I PEMBAHASAN UMUM .....</b>                    | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1           |
| 1.2 Sejarah dan Perkembangan .....                    | 2           |
| 1.3 Macam-macam Proses Pembuatan Metil Merkaptan..... | 2           |
| 1.4. Properties Senyawa.....                          | 3           |
| <br>  |             |
| <b>BAB II PERENCANAAN PABRIK.....</b>                 | <b>6</b>    |
| 2.1 Alasan Pendirian Pabrik.....                      | 6           |
| 2.2 Pemilihan Kapasitas Produksi.....                 | 7           |
| 2.3 Pemilihan Bahan Baku .....                        | 10          |
| 2.4 Pemilihan Proses .....                            | 11          |
| 2.5 Uraian Proses .....                               | 11          |
| <br>  |             |
| <b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....</b>      | <b>14</b>   |
| 3.1 Lokasi Pabrik .....                               | 14          |
| 3.2 Luas Area .....                                   | 17          |
| 3.3 Tata Letak Pabrik .....                           | 17          |
| <br>  |             |
| <b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....</b>      | <b>19</b>   |
| 4.1 Neraca Massa .....                                | 20          |
| 4.2 Neraca Panas .....                                | 30          |
| <br>  |             |
| <b>BAB V UTILITAS .....</b>                           | <b>39</b>   |
| 5.1 Unit Pengadaan Air .....                          | 39          |
| 5.2 Unit Pengadaan Steam .....                        | 43          |
| 5.3 Unit Pengadaan Listrik.....                       | 43          |

|  |                                     |            |
|--|-------------------------------------|------------|
| 5.4  | Unit Pengadaan Bahan Bakar.....     | 46         |
| 5.5  | Unit Pengadaan Refrigeran .....     | 47         |
| <b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>  |                                     | <b>49</b>  |
| <b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b> |                                     | <b>106</b> |
| 7.1  | Bentuk Perusahaan .....             | 106        |
| 7.2  | Struktur Organisasi .....           | 107        |
| 7.3  | Tugas dan Wewenang .....            | 108        |
| 7.4  | Sistem Kerja .....                  | 111        |
| 7.5  | Penentuan Jumlah Buruh.....         | 113        |
| <b>BAB VIII ANALISA EKONOMI.....</b>       |                                     | <b>119</b> |
| 8.1  | Keuntungan (Profitabilitas).....    | 120        |
| 8.2  | Lama Waktu Pengembalian Modal ..... | 121        |
| 8.3  | Total Modal Akhir.....              | 123        |
| 8.4  | Laju Pengembalian Modal .....       | 125        |
| 8.5  | Break Even Point.....               | 126        |
| <b>BAB IX KESIMPULAN.....</b>              |                                     | <b>131</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                      |                                     |            |
| <b>LAMPIRAN</b>                            |                                     |            |

## DAFTAR TABEL

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Tabel 2.1  | Kebutuhan <i>Methionine</i> Negara-negara Asia .....        | 7   |
| Tabel 2.2  | Perkiraan Kebutuhan <i>Methionine</i> pada Tahun 2023 ..... | 10  |
| Tabel 2.3. | Perbandingan Proses Pembuatan Metil Merkaptan .....         | 11  |
| Tabel 7.1  | Pembagian Jam Kerja Pekerja <i>Shift</i> .....              | 112 |
| Tabel 7.2  | Perincian Jumlah Karyawan.....                              | 115 |
| Tabel 8.1  | Angsuran Pengembalian Modal .....                           | 122 |
| Tabel 8.2  | Kesimpulan Analisa Ekonomi .....                            | 130 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Gambar 2.1. | Kebutuhan <i>Methionine</i> Indonesia .....                                | 8   |
| Gambar 2.2. | Kebutuhan <i>Methionine</i> Malaysia .....                                 | 8   |
| Gambar 2.3. | Kebutuhan <i>Methionine</i> Thailand.....                                  | 8   |
| Gambar 2.4. | Kebutuhan <i>Methionine</i> India.....                                     | 9   |
| Gambar 2.5. | Kebutuhan <i>Methionine</i> China .....                                    | 9   |
| Gambar 2.6. | Kebutuhan <i>Methionine</i> Filipina .....                                 | 9   |
| Gambar 2.7. | Flowsheet Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan .....               | 13  |
| Gambar 3.1. | Lokasi Pabrik berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota<br>Bontang ..... | 14  |
| Gambar 3.2. | Lokasi Bahan Baku Metanol berdasarkan <i>Google Maps</i> .....             | 15  |
| Gambar 3.3. | Lokasi Bahan Baku Hidrogen Sulfida berdasarkan <i>Google Maps</i> ...      | 16  |
| Gambar 3.4. | Lokasi Pelabuhan berdasarkan <i>Google Maps</i> .....                      | 16  |
| Gambar 3.5. | Tata Letak Pabrik .....  | 18  |
| Gambar 3.6. | Tata Letak Peralatan.....  | 18  |
| Gambar 7.1. | Struktur Organisasi Perusahaan .....                                       | 118 |
| Gambar 8.1. | Grafik <i>Break Even Point</i> .....                                       | 129 |

## DAFTAR NOTASI

### 1. ACCUMULATOR

|                |   |                                      |
|----------------|---|--------------------------------------|
| C              | : | Tebal korosi yang diizinkan, m       |
| E              | : | Effisiensi pengelasan, dimensionless |
| ID, OD         | : | Inside diameter, Outside diameter, m |
| L              | : | Panjang accumulator, m               |
| P              | : | Tekanan operasi, atm                 |
| S              | : | Working stress yang diizinkan        |
| t              | : | Temperatur Operasi, °C               |
| V              | : | Volume total, m <sup>3</sup>         |
| V <sub>s</sub> | : | Volume silinder, m <sup>3</sup>      |
| W              | : | Laju alir massa, kg/jam              |
| $\rho$         | : | Densitas, lb/ft <sup>3</sup>         |

### 2. CHILLER, COOLER, HEAT EXCHANGER, PARTIAL CONDENSOR, KONDENSOR, REBOILER, VAPORIZER, HEATER

|                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| A                               | = | Area perpindahan panas, ft <sup>2</sup>                        |
| a <sub>a</sub> , a <sub>p</sub> | = | Area pada annulus, inner pipe, ft <sup>2</sup>                 |
| a <sub>s</sub> , a <sub>t</sub> | = | Area pada shell, tube, ft <sup>2</sup>                         |
| a''                             | = | External surface per 1 in, ft <sup>2</sup> /in ft              |
| B                               | = | Baffle spacing, in   |
| C                               | = | Clearance antar tube, in                                       |
| D                               | = | Diameter dalam tube, in  |
| D <sub>e</sub>                  | = | Diameter ekivalen, in  |
| f                               | = | Faktor friksi, ft <sup>2</sup> /in <sup>2</sup>                |
| G <sub>a</sub>                  | = | Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft <sup>2</sup>    |
| G <sub>p</sub>                  | = | Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft <sup>2</sup> |

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| $G_s$         | = | Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft <sup>2</sup>                          |
| $G_t$         | = | Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft <sup>2</sup>                           |
| $g$           | = | Percepatan gravitasi   |
| $h$           | = | Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F                           |
| $h_i, h_{io}$ | = | Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube                      |
| $jH$          | = | Faktor perpindahan panas   |
| $k$           | = | Konduktivitas termal, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F                                  |
| $L$           | = | Panjang tube, pipa, ft   |
| $LMTD$        | = | Logaritmic Mean Temperature Difference, °F   |
| $N$           | = | Jumlah baffle  |
| $N_t$         | = | Jumlah tube  |
| $P_T$         | = | Tube pitch, in   |
| $\Delta P_r$  | = | Return drop sheel, Psi   |
| $\Delta P_s$  | = | Penurunan tekanan pada shell, Psi  |
| $\Delta P_t$  | = | Penurunan tekanan tube, Psi  |
| $ID$          | = | Inside Diameter, ft  |
| $OD$          | = | Outside Diameter, ft   |
| $\Delta P_T$  | = | Penurunan tekanan total pada tube, Psi   |
| $Q$           | = | Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam   |
| $R_d$         | = | Dirt factor, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F   |
| $Re$          | = | Bilangan Reynold, dimensionless  |
| $s$           | = | Specific gravity   |
| $T_1, T_2$    | = | Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F  |
| $t_1, t_2$    | = | Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F   |
| $T_c$         | = | Temperatur rata-rata fluida panas, °F  |
| $t_c$         | = | Temperatur rata-rata fluida dingin, °F   |
| $U_c, U_d$    | = | Clean overall coefficient, design overall coefficient, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F |
| $W$           | = | Laju alir massa fluida panas, lb/jam   |

$w$  = Laju alir massa fluida dingin, lb/jam

$\mu$  = Viscositas, cp

### 3. KOLOM DESTILASI

$P$  : Tekanan, atm

$T$  : Temperatur, °C

$\alpha$  : Relatif volatilitas

$N_m$  : Stage minimum

$L/D$  : Refluks

$N$  : Stage/tray

$S_r$  : *Rectifying section*

$S_s$  : *Stripping section*

$F_{LV}$  : *Liquid-vapor flow factor*

$U_f$  : Kecepatan *flooding*, m/s

$U_v$  : *Volumetric flowrate*, m<sup>3</sup>/s

$A_n$  : *Net area*, m<sup>2</sup>

$A_c$  : *Cross section/luas area kolom*, m<sup>2</sup>

$D_c$  : Diameter kolom, m

$A_d$  : *Downcomer area*, m<sup>2</sup>

$A_a$  : *Active area*, m<sup>2</sup>

$l_w$  : *Weir length*, m

$A_h$  : *Hole area*, m<sup>2</sup>

$h_w$  : *Weir height*, mm

$d_h$  : *Hole diameter*, mm

$L_m$  : *Liquid rate*, kg/det

$h_{ow}$  : *Weir liquid crest*, mm Liquid

$U_h$  : *Minimum design vapor velocity*, m/s

$C_o$  : *Orifice coefficient*

|                |   |
|----------------|---|
| hd             | : <i>Dry plate drop</i> , mm Liquid                                     |
| hr             | : <i>Residual Head</i> , mm Liquid                                      |
| ht             | : <i>Total pressure drop</i> , mm Liquid                                |
| hap            | : <i>Downcomer pressure loss</i> , mm                                   |
| Aap            | : <i>Area under apron</i> , m <sup>2</sup>                              |
| Hdc            | : <i>Head loss in the downcomer</i> , mm                                |
| hb             | : <i>Backup di Downcomer</i> , m  |
| tr             | : <i>Check resident time</i> , s  |
| θ              | : <i>Sudut subtended antara pinggir plate dengan unperforated strip</i> |
| Lm             | : <i>Mean length, unperforated edge strips</i> , m                      |
| Aup            | : <i>Area of unperforated edge strip</i> , m <sup>2</sup>               |
| Lcz            | : <i>Mean length of calming zone</i> , m                                |
| Acz            | : <i>Area of calming zone</i> , m <sup>2</sup>                          |
| Ap             | : <i>Total area perforated</i> , Ap                                     |
| Aoh            | : <i>Area untuk 1 hole</i> , m <sup>2</sup>                             |
| t              | : <i>Tebal dinding</i> , cm   |
| D              | : <i>Diameter tanki</i> , m   |
| r              | : <i>Jari-jari tanki</i> , m  |
| S              | : <i>Tekanan kerja yang diizinkan</i> , atm                             |
| C <sub>c</sub> | : <i>Korosi yang diizinkan</i> , m                                      |
| E <sub>j</sub> | : <i>Efisiensi pengelasan</i>   |
| OD             | : <i>Diameter luar</i> , m  |
| ID             | : <i>Diameter dalam</i> , m   |
| ρ              | : <i>Densitas</i> , kg/m <sup>3</sup>                                   |
| μ              | : <i>Viskositas</i> , N.s/m <sup>2</sup>                                |
| ψ              | : <i>Fractional entrainment</i> , dimensionless                         |
| He             | : <i>Tinggi tutup elipsoidal</i> , m                                    |
| Ht             | : <i>Tinggi vessel</i> , m  |



#### 4. KOMPRESOR, EXPANDER

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| $k$       | = $C_v / C_p$                     |
| $n$       | = Jumlah Stage                    |
| $P_{in}$  | = Tekanan input, atm              |
| $P_{out}$ | = Tekanan output, atm             |
| $P_w$     | = Power kompresor                 |
| $Q$       | = Volumetrik flowrate, $ft^3/min$ |
| $T_1$     | = Temperatur input, K             |
| $T_2$     | = Temperatur output, K            |
| $\eta$    | = Efisiensi                       |
| $\rho$    | = Densitas, $kg/m^3$              |
| $W$       | = Laju alir massa, lb/jam         |
| HP        | = Horse Power                     |
| BHP       | = Brake Horse Power               |

#### 5. POMPA

|            |  |
|------------|--|
| $A$        | : Area alir pipa, $in^2$                             |
| $D_{opt}$  | : Diameter optimum pipa, in                          |
| $f$        | : Faktor friksi                                      |
| $g$        | : Percepatan gravitasi, $ft/s^2$                     |
| $g_c$      | : Konstanta percepatan gravitasi, $ft/s^2$           |
| $H_f$      | : Total friksi, ft                                   |
| $H_{fs}$   | : Friksi pada permukaan pipa, ft                     |
| $H_{fc}$   | : Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft              |
| $H_{fe}$   | : Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft               |
| $H_{ff}$   | : Friksi karena <i>fitting</i> dan <i>valve</i> , ft |
| $H_d, H_s$ | : <i>Head Discharge, suction</i> , ft                |
| ID         | : <i>Inside</i> diameter, in                         |

OD : *Outside diameter*, in  
 Kc, Ke: *Contaction, ekspansion contraction*, ft  
 L : Panjang pipa, m  
 Le : Panjang ekuivalen pipa, m  
 NPSH : *Net Positive Suction Head*, ft . lbf/ lb  
 P uap : Tekanan uap, psi  
 Qf : Laju alir volumetrik, ft<sup>3</sup>/s  
 NRe : Reynold Number, dimensionless  
 Vs : *Suction velocity*, ft/s  
 Vd : *Discharge velocity*, ft/s  
 BHP : *Brake Horse Power*, HP  
 MHP : *Motor Horse Power*, HP  
 ΔP : *Differential pressure*, psi  
 ε : *Equivalent roughness*, ft  
 η : Efisiensi pompa  
 μ : Viskositas, kg/m.hr  
 ρ : Densitas, kg/m<sup>3</sup>

## 6. REAKTOR

Pi = Tekanan parsial  
 C = Tebal korosi yang dizinkan, atm  
 R = Laju reaksi  
 Nt = jumlah tube  
 Vt = Volume Area per tube, m<sup>3</sup>  
 Vr = Volume Reaktor, m<sup>3</sup>  
 FAo = laju alir umpan, kmol/jam  
 H = Tinggi Reaktor, m  
 P = Tekanan, atm  
 PT = tube pitch, atm

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| S      | = Working Stress yang diizinkan, atm |
| T      | = Temperatur. °C                     |
| t      | = Tebal dinding vessel               |
| x      | = Konversi                           |
| $\rho$ | = Densitas                           |

## 7. TANGKI

|        |   |
|--------|---|
| C      | = Tebal korosi yang diizinkan             |
| D      | = Diameter tangki, m                      |
| E      | = Efisiensi penyambungan, dimensionless   |
| h      | = Tinggi head, m                          |
| H      | = Tinggi silinder, m                      |
| $H_T$  | = Tinggi total tangki, m                  |
| P      | = Tekanan Operasi, atm                    |
| S      | = Working stress yang diizinkan, Psia     |
| T      | = Temperatur Operasi, K                   |
| t      | = tebal dinding tangki, m                 |
| $V_e$  | = Volume ellipsoidal head, m <sup>3</sup> |
| $V_s$  | = Volume silinder, m <sup>3</sup>         |
| $V_t$  | = Volume tangki, m <sup>3</sup>           |
| W      | = Laju alir massa, kg/jam                 |
| $\rho$ | = Densitas, kg/m <sup>3</sup>             |

## 8. ABSORBER

|            |  |
|------------|--|
| A          | = Cross sectional area tower, m <sup>2</sup> |
| $BM_{avg}$ | = BM rata-rata, kg/kmol                      |
| C          | = Corrosion maksimum, in                     |
| D          | = Diameter kolom, m                          |

|                  |  |
|------------------|--|
| $D_G, D_L$       | = Diffusivity gas dan liquid, $m^2/s$                  |
| $E$              | = Joint efisiensi                                      |
| $\rho_g, \rho_L$ | = Densitas gas dan liquid, $kg/m^3$                    |
| $F_g, F_L$       | = Koefisien mass transfer gas dan liquid, $kmol/m^2.s$ |
| $G$              | = Superficial molar gas mass velocity, $kmol/m^2 s$    |
| $G'$             | = Superficial gas mass velocity, $kg/m^2 s$            |
| $H_{tG}$         | = Tinggi transfer unit fase gas, m                     |
| $H_{tL}$         | = Tinggi transfer unit fase liquid, m                  |
| $H_{t_{og}}$     | = Overall tinggi transfer unit overall fase gas        |
| $L$              | = Total laju liquid, $kg/m^2.s$                        |
| $L'$             | = Superficial liquid mass velocity, $kg/m^2 s$         |
| $m$              | = Ratio distribusi kesetimbangan                       |
| $P$              | = Tekanan desain, psi                                  |
| $S$              | = Working stress allowable, psi                        |
| $Sc_g, Sc_l$     | = Schmidt number of gas, liquid                        |
| $Z$              | = Tinggi packing, m                                    |
| $\mu_g, \mu_L$   | = Viskositas gas dan liquid $kg/m.s$                   |
| $\epsilon$       | = Energy of molecular attraction                       |
| $\epsilon_{Lo}$  | = Fractional liquid volume, $m^2/m^3$                  |
| $\Delta P$       | = Perbedaan tekanan, $N/m^2$                           |
| $\sigma$         | = Liquid surface tension, $N/m$                        |
| $N_{tOG}$        | = Number of transfer unit                              |

## 9. Knock Out Drum

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| $A$      | = Area, $m^2$                   |
| $D,$     | = Diameter, m                   |
| $H_V$    | = Tinggi vessel, m              |
| $H_{LN}$ | = Jarak top liquid ke nozzle, m |

|            |  |
|------------|--|
| $H_{TN}$   | = Jarak <i>top vessel</i> ke <i>nozzle</i> , m |
| $H_L$      | = Tinggi <i>liquid</i> , m                     |
| $K$        | = Koefisien sistem                             |
| $Q_G, Q_V$ | = Laju alir uap, m <sup>3</sup> /jam           |
| $Q_L$      | = Laju alir liquid, m <sup>3</sup> /jam        |
| $t_s$      | = Tebal dinding silinder, m                    |
| $t_e$      | = Tebal dinding ellipsiodal, m                 |
| $u$        | = Kecepatan minimum, m/s                       |
| $V_S$      | = Volume <i>shell</i> , m <sup>3</sup>         |
| $V_H$      | = Volume <i>head</i> , m <sup>3</sup>          |
| $V_V$      | = Volume <i>vessel</i> , m <sup>3</sup>        |
| $W_G$      | = Laju alir uap, kg/jam                        |
| $W_L$      | = Laju alir liquid, kg/jam                     |
| $\rho_G$   | = Densitas uap, kg/m <sup>3</sup>              |
| $\rho_L$   | = Densitas liquid, kg/m <sup>3</sup>           |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran I Neraca Massa
- Lampiran II Neraca Panas
- Lampiran III Spesifikasi Peralatan
- Lampiran IV Analisa Ekonomi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perdagangan internasional merupakan industri yang masif. Kegiatan ekspor impor merupakan suatu hal yang pasti untuk memenuhi kebutuhan sebuah negara. Sebuah negara yang melakukan impor karena alasan kebutuhan ataupun harga yang ditawarkan lebih murah dibanding produk dalam negeri. Sedangkan alasan sebuah negara mengekspor untuk memperbesar ekspansi pasar, membuka lapangan kerja, serta menambah devisa negara. Hal ini bertujuan untuk menahan penurunan nilai tukar rupiah. Melalui kegiatan perindustrian diharapkan industri Indonesia mampu bersaing dengan industri asing dalam pasar internasional sebagai pemenuh kebutuhan internasional terhadap suatu produk.

Saat ini di Singapura sedang dilakukan pembangunan *plant methionine* kapasitas 150.000 ton/tahun sebagai pemenuh kebutuhan *methionine* di negara-negara Asia. Berdasarkan data statistik yang didapat dari trademap.org pada tahun 2017 tercatat impor Methionine sekitar 59.791 ton/tahun untuk negara Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Dengan Indonesia mengimpor sebesar 33.020 ton/tahun. Sementara China tercatat impor lebih dari 175.303 ton/tahun.

Proses yang digunakan Evonik Industries untuk memproduksi *methionine* ialah proses langsung. Dimana metil merkaptan akan digunakan sebagai bahan baku utama untuk direaksikan dengan *homoserine*. Bahan baku yang berupa metil merkaptan di impor dari Evonik Industries yang beroperasi di Theodore USA. Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku perlu perancangan pabrik baru disekitar kawasan Asia. Singapura yang tergabung dalam anggota ASEAN tentu akan memperbesar peluang Indonesia untuk meningkatkan devisa negara dengan adanya kebijakan MEA (masyarakat ekonomi ASEAN).

Pembangunan industri metil merkaptan di Indonesia tentu akan membuka peluang ekspansi pasar Indonesia sekaligus meningkatkan lapangan pekerjaan bagi rakyat Indonesia. Dengan adanya pabrik metil merkaptan diharapkan dapat membantu menguatkan nilai tukar rupiah. Dan menambah kekuatan Indonesia

dalam dunia ekspor impor dikancah internasional. Dan lambat laun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan Asia, Indonesia akan segera membangun industri *Methionine* untuk pemenuhan pasar Asia.

## 1.2 Sejarah dan Perkembangan

Merkaptan pertama kali disintesis oleh Sabatier pada tahun 1990 dengan menggunakan uap alcohol dan gas hidrogen sulfida menggunakan katalis *thoria oxide* pada temperatur 300-380 °C. Alkohol yang digunakan saat itu adalah *amyl alcohol* dengan yield yang dihasilkan 70% iso-amyl merkaptan. Kemudian pada tahun 1921 kramer mensintesis merkaptan dengan rasio alkohol:hidrogen sulfida 1:1 dan temperatur 380 °C. didapat yield butil merkapan (BuSH) 50%. Selain menggunakan butanol Kramer juga menggunakan metanol dengan kondisi operasi 370 °C didapat yield MeSH 41.6% (Kramer, 1921). Sejak saat itu, penelitian mengenai produksi MeSH menggunakan metanol dan hidrogen sulfida terus dikembangkan. Dengan menggunakan parameter seperti pengaruh temperatur, pressure, molar rasio, *gas hourly space velocity*, katalis, dan lain-lain.

Sampai saat ini pembuatan metil merkaptan masih menggunakan metanol dan hidrogen sulfida sebagai reaktan. Selain menggunakan metanol, pembuatan metil merkaptan juga bisa menggunakan singas. Dengan menggunakan *molybdenum* dan potassium oksida sebagai katalis pada kondisi temperatur 320 °C didapati konversi CO yang tinggi dengan selektivitas metil merkaptan yang tinggi dan selektivitas CO<sub>2</sub> yang rendah (Cordova, 2015).

Saat ini peneliti dunia sedang mengembangkan metode pembuatan metil merkaptan yang efisien dan mempunyai yield yang tinggi karena alasan *cost* produksi metanol yang cukup tinggi. Selain dari syngas dan metanol, metil merkaptan juga diproduksi dari karbon disulfida dengan yield 30-40% pada kondisi operasi 300-400 °C menggunakan katalis MoS<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>.

## 1.3 Macam-macam Proses Pembuatan Metil Merkaptan

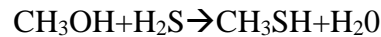
Proses sintesis metil merkaptan secara umum terbagi 3 antara lain yaitu:

- 1) Proses sintesis metil merkaptan dari metanol dan hidrogen sulfida
- 2) Proses sintesis singas dan hidrogen sulfida
- 3) Proses hidrogenasi karbon disulfida



### 1.3.1. Proses Sintesis Metil Merkaptan dari Metanol dan Hidrogen Sulfida

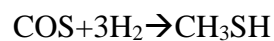
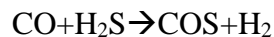
Reaksi metanol dan hidrogen sulfida:



Kondisi operasi temperatur 300-380 °C dan tekanan 10-20 bars dengan katalis oksida logam. Saat ini katalis yang umum digunakan adalah  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{WO}_4$  10% dengan konversi metanol 95% dan yield produk mencapai 93%. Menggunakan reaktor tipe *multitube reactor*. Dimana produk samping yang terbentuk adalah dimetil sulfida dan dimetil eter (Pichai, 2017).

### 1.3.2. Proses Sintesis Metil Merkaptan dari Singas dan Hidrogen Sulfida

Reaksi singas dan hydrogen sulfida:



Dengan kondisi operasi 280-320 °C dan tekanan 10 bars. Katalis yang digunakan  $\text{K}_2\text{MoO}_4/\text{Al}$  didapat konversi CO mencapai 25-45% dengan yield rentang antara 40-45 %. Tipe reaktor *fixed bed*. Produk samping yang terbentuk adalah  $\text{CO}_2$  (Cordova, 2015).

### 1.3.3. Proses Hidrogenasi Karbon Disulfida

Reaksi hidrogenasi karbon disulfida:



Kondisi operasi 250-350 °C dan tekanan operasi 10-50 atm. Katalis yang digunakan  $\text{CoKMoS}/\text{SiO}_2$ . Yield produk yang didapat 30-35%  $\text{CH}_3\text{SH}$ . Reaksi hidrogenasi bisa terjadi dengan produk antara COS dengan bahan baku awal berupa karbon disulfida dan karbon dioksida dimana konversi COS mencapai lebih dari 90% pada kondisi operasi temperatur 300-350 °C. Reaksi ini hanya sampai skala lab dikarenakan bahan baku karbon disulfida yang mahal (Gutierrez.2011).

## 1.4. Properties Senyawa

### 1.4.1. Bahan Baku

#### 1) Asam Sulfida

Rumus molekul :  $\text{H}_2\text{S}$

Massa molekul : 34,076 g/mol gr/mol

Fase pada suhu kamar : Gas

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| Titik beku        | : -85,49 °C |
| Titik didih       | : -60 °C    |
| Temperatur kritis | : 100,44 °C |
| Tekanan kritis    | : 89,62 bar |

## 2) Metanol

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| Rumus molekul        | : CH <sub>3</sub> OH |
| Massa molekul        | : 32,042 gr/mol      |
| Fase pada suhu kamar | : Liquid             |
| Titik beku           | : -97,7 °C           |
| Titik didih          | : 64,6 °C            |
| Temperatur kritis    | : 239,45 °C          |
| Tekanan kritis       | : 81 bar             |

### 1.4.2. Produk Intermediete

#### 1) Dimetil Eter

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| Rumus molekul        | : C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O |
| Massa molekul        | : 46,069 gr/mol                   |
| Fase pada suhu kamar | : Gas                             |
| Titik beku           | : -141,5 °C                       |
| Titik didih          | : -24,82 °C                       |
| Temperatur kritis    | : 127 °C                          |
| Tekanan kritis       | : 53,3 bar                        |

#### 2) Dimetil Sulfida

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| Rumus molekul        | : C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S |
| Massa molekul        | : 62,13 gr/mol                    |
| Fase pada suhu kamar | : Liquid                          |
| Titik beku           | : -98,24 °C                       |
| Titik didih          | : 37,3 °C                         |
| Temperatur kritis    | : 229 °C                          |
| Tekanan kritis       | : 56,84 bar                       |

### 1.4.3. Produk

#### 1) Metil Merkaptan

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| Rumus molekul        | : CH <sub>3</sub> SH |
| Massa molekul        | : 48,103 gr/mol      |
| Fase pada suhu kamar | : Gas                |
| Titik beku           | : -123 °C            |
| Titik didih          | : 6 °C               |
| Temperatur kritis    | : 196,8 °C           |
| Tekanan kritis       | : 72,35 bar          |

#### 2) Air

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| Rumus molekul        | : H <sub>2</sub> O |
| Massa molekul        | : 18,015 gr/mol    |
| Fase pada suhu kamar | : Liquid           |
| Titik beku           | : 0 °C             |
| Titik didih          | : 100 °C           |
| Temperatur kritis    | : 374,15 °C        |
| Tekanan kritis       | : 220,5 bar        |

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfa Aesar. 2018. *Pottasium Wolframate*. (online). <https://www.alfa.com/en/catalog/014031/> (Diakses pada tanggal 24 Agustus 2018).
- Anonim. 2018. *Properti*. (online). <https://www.olx.co.id/properti/tanah/bontang-kota/> (Diakses pada tanggal 24 Agustus 2018).
- Anonim. 2018. *Trademap*. (online). [https://trademap.org/Country\\_SelProductCounty.aspx](https://trademap.org/Country_SelProductCounty.aspx) (Diakses pada tanggal 03 Mei 2018)
- Anonim. 2018. *Products*. (online). <http://www.alibaba.com/trade.html>. (Diakses pada tanggal 24 Agustus 2018).
- Anonim. 2018. *Cost Information Equipment*. (online). <http://matche.com/EquipCost.html>. (Diakses tanggal 24 Agustus 2018).
- Bastos, J. C., Manuela E. Soaeres, dan Augusto G. Medina. 1985. Selection of Solvent for Extractive Distillation. A Data Bank for Activity Coefficient at Infinite Dilution. *Jurnal Ind. Engineering Chemical Process*. 24(2): 420-426
- Branan, C.R. 2005. *Rules of Thumb for Chemical Engineers* (4<sup>th</sup> Ed.). Jordan Hill: Gulf Professional Publishing.
- Cordova, A., P. Blanchard, C.Lancelot, G. Fremy, dan C. Lamonier. 2015. Probing the Nature of the Active Phase of Molybdenum-Supported Catalysts for the Direct Synthesis of Methylmercaptan from Syngas and H<sub>2</sub>S. *Jurnal: Catalysis ACS*. 34:1-2.
- Craig, B. D. dan Anderson, D. B. 1995. *Handbook of Corrosion Data*. Colorado: ASM International.
- Evonik Industries. 2016. *Evonik Starts Construction of Second Methionine Complex in Singapore*. Jerman: Evonik Industries AG.
- Felder, R. M. dan Rousseau R. W. 2000. *Elementary Principles of Chemical Process* (3<sup>rd</sup> Ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Gutierrez, Y., Christoph Kaufmann, dan Johannes A. Lercher. 2011. Synthesis of Methanethiol from Carbonyl Sulfide and Carbon Disulfide on (Co)K-

- Promoted Sulfide Mo/SiO<sub>2</sub> Catalysts. *Jurnal Catalysis ACS*. 1:1595-1603.
- Ibrahim, D. 2005. Prospek Sumberdaya Batubara di Kabupaten Kutai Timur Bagian Barat Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Kolokium Hasil Lapangan*. 3:1-4
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Kern, D. Q. 1957. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill Company.
- Kramer, R.L., dan Emmet Reid. 1920. The Catalytic Preparation of Mercaptans. *Jurnal: Chemical Laboratory*. 1:880-886
- Ludwig, E. 1999. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Houston: Gulf Professional Publishing.
- Mashkin, V.Y., Valerii M. Kudenkov, dan Anna V. Mashkina. 1995. Kinetics of Catalytic Reaction between Methanol and Hydrogen Sulfide. *Jurnal Ind. Engineerings Chemical Res*. 34:2964-2970.
- Mashkin, V.Y., dan S.N. Koshelev. 1991. Kinetic Studies of Methylmercaptan from Dimethyl Sulfide and H<sub>2</sub>S. *Jurnal Reaction Kinetic Catalysis*. 46(1): 187-192.
- Nevers, N. D. 1991. *Fluid Mechanics for Chemical Engineers* (2<sup>nd</sup> Ed.). Utah: McGraw-Hill Company.
- Paranjape, R. D. 1993. *Modeling and Control of an Extractive Distillation Column*. Texas: Texas Tech University (thesis).
- Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. 1999. *Perry's Chemical Engineers Handbook* (7<sup>th</sup> Ed.). New York: McGraw-Hill Company.
- Peter, M. S., & Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics For Chemical Engineers* (4<sup>th</sup> Ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill Company.
- Pusat Komunikasi Publik. 2015. *Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035*. Jakarta: Kementerian Perindustrian.
- Sander, R. 2015. *Compilation of Henry's Law Constants (Version 4.0) for Water as Solvent*. Mainz: Atmospheric Chemistry and Physics.

- Sheir, L. L., R. A. Jarman dan G. T. Burstein. 2000. *Corrosion*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Sinnot, R. K. 1999. *Chemical Engineering Design* (4<sup>th</sup> Ed., Vol. VI). New York: Buttenworth - Heinemann.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbot, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics* (6<sup>th</sup> Ed.). Boston: McGraw Hill Company.
- Sulistiyono, D. 2012. Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Batubara di Kabupaten Sintang. *Jurnal ELKHA*. 4(2): 38-41.
- Tassios, D.P. 1972. *Extractive and Azeotropic Distillation*. Washington: American Chemical Society.
- Treybal, R. E. 1981. *Mass-Transfer Operation*. McGraw-Hill Company.
- US Patent No. 5,866,721 A. Hoffen, W., Wolfgang Boeck, Stephan Rautenberg, Joerg Sauer, Dietrich Arntz, Ralf Goedecke, Wolfgang taugner, dan Raymund Sonnenschein. *Process for Separating the Product Gas Mixture from the Catalytic Synthesis of Methyl Mercaptan*.
- US Patent No. 2012/0123158 A1. Kim, S. Y., Yong Uk Shin, In Kyung Heo, Hyun Ah Kim, Ju Eun Kim, Chang Li Seo, Sung Kwang Son, Sang Mok Lee, Sung Hoo Jhon, Han Jin Lee, Kwang Ho Na, dan Li Chul Kim. *Method for Increasing Methionine Productivity Using a Mixture of Methyl Mercaptan and Dimethyl Sulfide*.
- US Patent No. 2017/0342028 A1. Pichai, P., James Rolston, Stephan Schubert, Leslaw Mleczko, Jens Assmann, Edwin Gross-Hart, dan Pankaj Ajmera. 2017. *Process for Producing Methyl Mercaptan from Dimethyl Sulfide*.
- Van Winkle, M. 1967. *Distillation*. New York: McGraw-Hill Company.
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. USA: Butterworth Publishers.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill Company.
- Yermakova, A.V., dan A.V. Mashkina. 2004. Kinetic Model of the Reaction of Methanol with Hydrogen Sulfide. *Jurnal Kinetics and Catalysis*. 45(4): 522-529