

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN
METIL MERKAPTAN KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Nova Wahyuni

NIM 03031181621020

Intan Retri Utari

NIM 03031181621120

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL MERKAPTAN KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Nova Wahyuni

NIM 03031181621020

Intan Retri Utari

NIM 03031181621120

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL MERKAPTAN
KAPASITAS 46.000 TON / TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh

Nova Wahyuni

NIM. 03031181621020

Intan Retri Utari

NIM. 03031181621120

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Hj. Tuty Emilia Agustina, ST.MT, Ph.D

NIP. 197208092000032001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. H. Syaiful, DEA.

NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan Kapasitas 46.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan oleh Nova Wahyuni dan Intan Retri Utari di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Juli 2020.

Palembang, Juli 2020

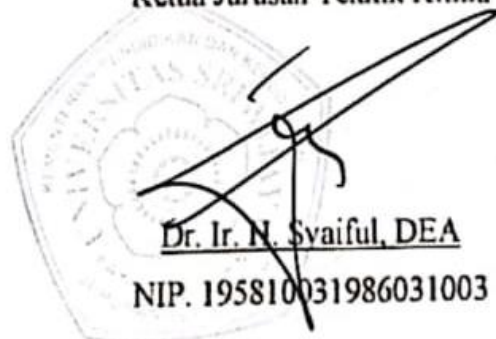
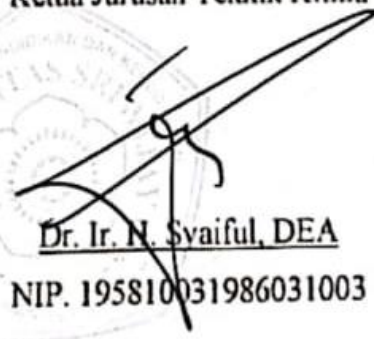
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
NIP. 195805141984031001
2. Elda Melwita, ST, MT, Ph.D
NIP. 197505112000122001
3. Rahmatullah, ST, MT
NIP. 198905172015041002

()
()
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nova Wahyuni

NIM : 03031181621020

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan
Kapasitas 46.000 Ton/Tahun.

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Intan Retri Utari** 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 paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2020



Nova Wahyuni

NIM. 03031181621020



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Intan Retri Utari
NIM : 03031181621120
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan
Kapasitas 46.000 Ton/Tahun.
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Nova Wahvuni** 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 paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2020



Intan Retri Utari

NIM. 03031181621120



ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL MERKAPTAN KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2020

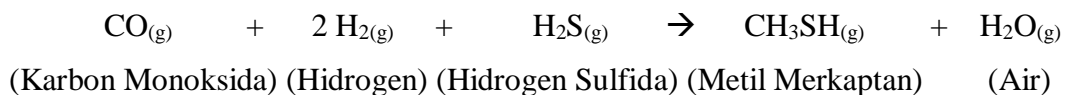
Nova Wahyuni dan Intan Retri Utari;

Dibimbing oleh Prof. Hj. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

RINGKASAN

Pabrik pembuatan metil merkaptan dari karbon monoksida, hidrogen, dan hidrogen sulfida dengan kapasitas 46.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2025 di Desa Bantawaru, Gantar, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 4,5 Ha. Proses pembuatan metil merkaptan dengan menggunakan reaktor jenis *Fixed Bed* Multitubular dengan katalis *Potassium Molybdate supported on Zirconia*. ($K_2MoO_4.ZrO_2$). Kondisi operasi reaktor adalah $320^{\circ}C$ dan tekanan 10 bar. Reaksi yang terjadi pada reaktor adalah sebagai berikut:



Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and Staff*, dipimpin oleh Direktur dengan total karyawan 126 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik Metil Merkaptan ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi berbagai macam persyaratan parameter ekonomi, yaitu sebagai berikut:p

- Hasil penjualan per tahun = US \$ 117,926,725.56
- Biaya produksi per tahun = US \$ 67.947.592,65
- *Annual Cash Flow* = US \$ 51.675.712,96
- *Pay Out Time* = 1,7 tahun
- *Rate of Return on Investment* = 55,46 %
- *Break Event Point (BEP)* = 34 %
- *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci: Metil Merkaptan, *Fix Bed* Multitubular, Perseroan Terbatas

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan Kapasitas 46.000 Ton per Tahun” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana strata satu 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, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PEMBAHASAN UMUM	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan	2
1.3 Macam-macam Proses Pembuatan Metil Merkaptan	2
1.4 Sifat Fisika dan Kimia	4
BAB II PERENCANAAN PABRIK	
2.1 Alasan Pendirian Pabrik.....	8
2.2 Penetapan Kapasitas Produksi	9
2.3 Pemilihan Bahan Baku.....	10
2.4 Pemilihan Proses	11
2.5 Uraian Proses.....	12
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
3.1 Pemilihan Lokasi Pabrik	14
3.2 Tata Letak Pabrik.....	16
3.3 Luas Area Pabrik	15
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	
4.1 Neraca Massa	20
4.2 Neraca Panas	24

BAB V UTILITAS

5.1	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	31
5.2	Unit Penyediaan Air	37
5.3	Unit Penyediaan Refrigeran	37
5.4	Unit Penyediaan Tenaga Listrik	37
5.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar	39

BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN

44

BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN

7.1	Bentuk Perusahaan	66
7.2	Struktur Organisasi	68
7.3	Tugas dan Wewenang	69
7.4	Sistem Kerja	72
7.5	Penentuan Jumlah Pekerja	74

BAB VIII ANALISA EKONOMI

8.1	Keuntungan (Profitability)	80
8.2	Lama Waktu Pengembalian Modal	81
8.3	Total Modal Akhir	83
8.4	Laju Pengembalian Modal	85
8.5	Break Even Point	86

BAB IX KESIMPULAN

90

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data Impor <i>Methionine</i> di Asia Tenggara	9
Tabel 2.1 Macam-macam Proses Pembentukan Metil Merkaptan	11
Tabel 7.1 Pembagian Jam Kerja Pekerja <i>Shift</i>	74
Tabel 7.2 Perincian Jumlah Karyawan.....	76
Tabel 8.1 Angsuran Pengembalian Modal	82
Tabel 8.2 Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Data Impor <i>Metionine</i>	10
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik Pembentukan Metil Merkaptan	14
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik Pembentukan Metil Merkaptan.....	18
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan	19
Gambar 7.1. Struktur Organisasi	79
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i>	88

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

C	= Allowable corrosion, m
E	= Efisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	= Diameter dalam, Diameter luar, m
L	= Panjang accumulator, m
P	= Tekanan operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur operasi, K
t	= Tebal dinding accumulator, m
V	= Volume total, m ³
V _s	= Volume silinder, m ³
ρ	= Densitas, kg/m ³

2. CONDENSER / REBOILER / HEATER / PARTIAL CONDENSER

A	= Area perpindahan panas, ft ²
a _a , a _p	= Area pada annulus, inner pipe, ft ²
a''	= External surface per 1 in, ft ² /in ft
D _e	= Diameter ekivalen, in
f	= Faktor friksi, ft ² /in ²
G _a	= Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam. Ft ²
G _p	= Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam. Ft ²
g	= Percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, Btu/jam ft ² F
j _h	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² F
LMTD	= Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
R _d	= Dirt factor, Btu/jam ft ² F
Re	= Bilangan Reynold

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 coefisient, design overall coefisient, Btu/jam ft ² F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= viskositas, cp

3. KNOCK OUT DRUM

Q_v	= Debit uap, ft ³ /s
Q_l	= Debit liquid, ft ³ /jam
$U_v \text{ max}$	= Kecepatan uap maksimum, ft/s
$A_v \text{ min}$	= Minimum vessel cross section, ft ²
D_{min}	= Diameter vessel minimum, m
L	= Ketinggian liquid, ft
V_s	= Volume shell, ft ³
V_h	= Volume head, ft ³
L	= Panjang vessel, m
r	= Jari-jari vessel, in
S	= Working stress allowable, psi
E_j	= Welding Joint Efisiensi
C_c	= Tebal korosi yang diizinkan, in
t_{shell}	= Tebal dinding, m
ID	= Inside diameter, m
OD	= Outside diameter, m

4. KOLOM DESTILASI

A	= Vessel area, m ²
A_a	= Active area, m ²
A_d	= Area downcomer, m ²

A_h	= Area, hole, m^2
A_n	= Area tower, m^2
C	= Faktor korosi yang diizinkan, m
C_{VO}	= Dry orifice coefficient, dimensionless
C_{sb}	= Kapasitas uap, m/det
D	= Diameter tower, m
D_s	= Designment space, m
E	= Joint efisiensi, dimensionless
E_o	= Overall tray pengelasan, dimensionless
e	= Total entrainment, kg/det
F	= Faktor flooding, dimensionless
F_{LV}	= Parameter aliran, dimensionless
f	= Faktor friksi
H	= Tinggi tower, m
HK	= Heavy Component
h_a	= Areated liquid drop, cm
h_f	= Height of froth, cm
h_{ow}	= Height liquid crast over weir, cm
h_w	= Tinggi weir, cm
L	= Tinggi liquid, m
LK	= Light component
P	= Tekanan desain, atm
Q	= Liquid bolumeterik flowrate, m/det
Q_v	= Vapor bolumeterik flowrate, m/det
R	= Rasio refluks, dimensionless
R_m	= Rasio refluks minimum
S	= Working stress, atm
S	= Plate teoritis pada aktual refluks
S_m	= Stage teoritis termasuk reboiler
U_v	= Vapour velocity, m/det
ρ_g	= Densitas gas, kg/m^3

ρ_1 = Densitas liquid, kg/m³

5. KOMPRESOR

C = Kapasitas kompresor, m³/menit

HP = Kerja, hp

k = Eksponen isentropik

N_s = Jumlah *stage*

n = Eksponen politropik

q_{fm} = Umpan volumetrik, ft³/menit

P₁ = Tekanan masuk, bar

P₂ = Tekanan keluar, bar

T₁ = Temperatur masuk, °C

T₂ = Temperatur masuk, °C

W = Laju alir massa, kg/jam

η_s = Efisiensi isentropik, %

η_p = Efisiensi politropik, %

6. POMPA

A = Area alir pipa, in²

ID = Diameter optimum dalam pipa baja, in

D_{i opt} = Diameter optimum pipa, in

G_c = Percepatan gravitasi, ft/

H_{f suc} = Total friksi pada suction, ft

H_{f dis} = Total friksi pada Discharge, ft

H_d = Discharge head, ft

H_s = Suction head, ft

H_{fs} = Friksi pada permukaan pipa, ft

H_{fc} = Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft

K_c = Contraction loss, ft

K_e = Expansion loss, ft

L = Panjang pipa, m

L_e = Panjang ekivalen pipa, m

ΔP = Total static head, ft

V_L	= Volume fluida, lb/jam
V	= Kecepatan alir, ft/det
W_s	= Work shaft, ftlb/lbm
f	= Faktor friksi
ρ	= Densitas, lb/ft ³
μ	= Viskositas, cp
ε	= Ekuivalen roughness, dimensionless
η	= Efisiensi, dimensionless

7. REAKTOR

A_{TCS}	= <i>Tube cross sectional area</i> , m ²
A_T	= <i>Tube area</i> , m ²
a''	= <i>Flow area</i> , m ²
C	= <i>Corrosion</i> maksimum, m
C_{AO}	= Konsentrasi reaktan mula-mula, kmol/m ³
$-dP/dL$	= <i>Pressure drop across tube</i> , Pa/m
D_s	= Diameter <i>shell</i> , m
D_b	= Diameter <i>bundle</i> , m
D_{sb}	= Diameter <i>clearance</i> , m
d_p	= Diameter katalis, m
E_J	= <i>Joint</i> efisiensi
E	= Energi aktivasi
F_{AO}	= Jumlah feed mula-mula, kmol/jam
G	= <i>Tube side mass velocity</i> , kg/(m ² .s)
Head	= Tinggi <i>Head</i> , m
ID	= Diameter dalam, m
OD	= Diameter luar, m
k	= Konstanta kecepatan reaksi, m ³ /kmol s
K	= Konstanta Boltzmann = $1,30 \times 10^{-26}$ kJ/K
L	= Tinggi reaktor, m
L_T	= Tinggi <i>tube</i> , m
M_A	= Berat molekul A

M_B	= Berat molekul B
N	= Bilangan avogadro = $6,203 \cdot 10^{23}$ molekul/mol
N_u	= Bilangan Nusselt, tak berdimensi
N_T	= Jumlah <i>tube</i>
P	= Tekanan desain, bar
P_r	= Bilangan Prandtl, tak berdimensi
Q_f	= Volumetrik <i>flowrate</i> , m^3/jam
r_i	= Jari-jari <i>Vessel</i> , m
R	= Konstanta umum gas = $8,314 \text{ kJ/kmol.K}$
Re	= Bilangan Reynold, tak berdimensi
S	= <i>Working stress Allowable</i> , N/m^2
t	= Tebal dinding tanki, m
T	= Temperatur operasi, K
V_k	= Volume katalis, m^3
V_R	= Volume reaktor, m^3
V_T	= Volume <i>tube</i> , m^3
V_t	= Volume tanki, m^3
v_T	= Kecepatan linier, m/s
W	= Laju alir massa, kg/jam
W_k	= Massa katalis, kg
X	= Konversi
μ	= Viskositas, kg/m.hr
ρ	= Densitas, kg/m^3
t	= Waktu tinggal, s
ϕ	= porositas katalis
σ_A	= Diameter molekul A, cm
σ_B	= Diameter molekul B, cm

8. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan, m
D_T	= Diameter tanki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless

H_s	= Tinggi silinder, m
H_T	= Tinggi tanki, m
h	= Tinggi head, m
P	= Tekanan operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, atm
t	= Tebal dinding tanki, m
V_s	= Volume silinder, m^3
V_e	= Volume elipsoidal, m^3
V_t	= Volume tanki, m^3
W	= Laju alir massa, kg/jam
ρ	= Densitas, kg/m^3

9. STRIPPER

A_a	= Area aktif, m^2
A_d	= Area <i>downspout</i> , m^2
A_{da}	= Area <i>downspout apron</i> , m^2
A_n	= Area <i>flooding</i> , m^2
A_o	= Area lubang, m^2
A_t	= Area <i>tray</i> , m^2
C_F	= Konstanta <i>flooding</i>
C_o	= Konstanta <i>orifice</i>
d_o	= Diameter lubang, m
E	= <i>Entrainment</i>
E_0	= Efisiensi pelat, %
E/D	= Rasio ke halusan pipa per diameter
f	= <i>Fanning friction factor</i>
h_1	= <i>Weir crest</i> , m
h_2	= <i>Pressure loss at liquid entrance</i> , m
h_3	= <i>Backup in downspout</i> , m
h_D	= <i>Dry pressure drop</i> , m
$h_{Flooding}$	= <i>Flooding pressure drop</i> , m
h_G	= <i>Gas pressure drop</i> , m

h_L	= Hydraulic head, m
h_R	= Residual Pressure Drop, m
h_w	= Weir height, m
l	= Tebal pelat, m
L	= Tinggi <i>stripper</i> , m
L_o	= Area per lubang, m ²
M	= Berat molekul, kg/kmol
m	= Laju alir massa, kg/jam
N_o	= Jumlah lubang
N_p	= Jumlah <i>equilibrium tray</i>
N_{TS}	= Jumlah <i>tray</i> nyata
p'	= Sudu lubang, m
Q	= Umpan gas, m ³ /s
q	= Umpan liquid, m ³ /s
Re_o	= Bilangan Reynold di lubang, tak berdimensi
t	= Jarak antar <i>tray</i> , m
T	= Diameter <i>tray</i> , m
V_F	= Kecepatan <i>flooding</i> , m/s
V_o	= Kecepatan di lubang, m/s
V_{ow}	= Kecepatan <i>weeping</i> , m/s
V_a	= Kecepatan di <i>area</i> aktif, m/s
W	= Panjang <i>weir</i> , m
W_{eff}	= <i>Weir effective</i> , m
z	= <i>Mean weir</i> , m
ρ	= Densitas, kg/m ³
μ	= Viskositas, kg/m.s
σ	= Tegangan permukaan, N/m

DAFTAR LAMPIRAN

Tugas Khusus I

Tugas Khusus II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era industrialisasi saat ini, Indonesia sebagai negara berkembang banyak melakukan pembangunan di segala bidang. Sampai saat ini pembangunan sektor industri mengalami peningkatan, salah satunya adalah pembangunan sektor industri kimia. Peningkatan pembangunan pada sektor ini diharapkan dapat memberikan devisa bagi negara, menambah lapangan pekerjaan dan juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap produk negara lain.

Perkembangan industri hilir dan juga industri bahan setengah jadi yang pesat selama ini, merupakan pendorong dibangunnya industri-industri hulu. Dengan kata lain, kebutuhan bahan baku atau penyedia bahan baku dalam sektor industri saling terkait. Oleh karena itu, pembangunan industri kimia haruslah seimbang antara industri hulu yang merupakan penyedia bahan baku, dengan industri hilir yang akan memproses bahan baku tersebut menjadi produk.

Pabrik metil merkaptan merupakan salah satu industri kimia di Indonesia yang keberadaannya masih sangat sedikit walaupun bahan bakunya bisa didapatkan dari dalam negeri. Metil merkaptan dengan rumus kimia CH_3SH adalah senyawa yang tidak berwarna, dapat terbakar pada temperatur kamar, dan juga memiliki bau seperti bawang busuk. Keperluan metil merkaptan akan terus meningkat dengan adanya perkembangan industri yang menggunakan metil merkaptan antara lain digunakan sebagai bahan baku *methionine*, fungisida, bahan bakar jet, dan indikator gas bocor. Saat ini semua kebutuhan metil merkaptan masih diimpor dari negara lain. Dengan memperhatikan kebutuhan dalam negeri dan kegunaan dari produk tersebut yang cukup banyak, maka sangat potensial untuk didirikan di Indonesia.

Oleh karena itu, seiring dengan semakin meningkatnya industri pemakai metil merkaptan di Indonesia, maka pendirian pabrik ini sangat perlu. Beberapa dampak positif yang akan didapatkan, yaitu memenuhi kebutuhan dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk dapat diekspor ke luar negeri, bahkan membantu meningkatkan nilai tukar rupiah. Dengan adanya pabrik metil merkaptan ini tentu

akan membuka peluang ekspansi pasar Indonesia sekaligus meningkatkan lapangan pekerjaan bagi rakyat Indonesia, dengan demikian akan membantu pemerintah dalam mengurangi angka pengangguran.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Metil merkaptan dikembangkan oleh Sabatier pada tahun 1910 dilanjutkan oleh Kramer dan Reid pada tahun 1921. Cara yang dipakai ini menggunakan katalisator thoria (Cordova, 2013)

Sabatier pertama kali mensintesis merkaptan pada tahun 1990 dengan menggunakan uap alkohol dan gas hidrogen sulfida pada temperatur 300-380°C dengan katalis *thoria oxide*. *Yield* yang dihasilkan 70% dengan alkohol jenis *amyl alcohol*. Kramer pada tahun 1921 mensintesis merkaptan dengan rasio alkohol dan hidrogen sulfida 1:1 pada temperatur 380°C dengan *yield* 50% butil merkapan. Kramer juga menggunakan metanol sebagai bahan baku pada temperatur 370°C dengan *yield* 41.6% metil merkaptan. Sejak saat itu, penelitian mengenai produksi metal merkaptan menggunakan metanol dan hidrogen sulfida terus dikembangkan dengan berbagai parameter yang digunakan dalam penelitian tersebut.

Selain sintesis menggunakan metanol, pembuatan metil merkaptan juga dapat menggunakan karbon disulfida sebagai bahan baku pembuatan metil merkaptan dengan *yield* sebesar 30-40% dengan katalis $\text{MoS}_2/\text{SiO}_2$ pada temperatur 300-400°C. Metode pembuatan metil merkaptan yang efisien dengan *yield* yang tinggi sedang dikembangkan dengan berbagai bahan baku. *Syngas* juga dapat digunakan sebagai bahan baku metil merkaptan menggunakan katalis potasium oksida dan *molybdenum* dengan temperatur 250-350°C dan dihasilkan konversi karbon monoksida yang tinggi dengan selektivitas metil merkaptan yang tinggi.

1.3. Macam Proses Pembuatan Metil Merkaptan

Proses pembuatan metil merkaptan terbagi menjadi lima, yaitu reaksi metanol dengan hidrogen sulfida, reaksi antara *syngas* dan hidrogen sulfida, reaksi hidrogenasi karbon disulfida, reaksi antara metana dan hidrogen sulfida, dan reaksi metil klorida dan natrium hidrosulfida.

1.3.1. Reaksi Metanol dengan Hidrogen Sulfida

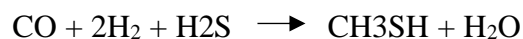
Metanol dan hidrogen sulfida bereaksi dengan cepat membentuk metil merkaptan dan dimetil sulfida sesuai dengan reaksi:



Reaksi ini terjadi pada temperatur 300-370°C dengan tekanan 5-20 bar dan terjadi di dalam *multi tube reactor* secara eksotermis. Reaksi ini menghasilkan konversi diatas 85% dengan katalis Al_2O_3 , dimana produk samping yang terbentuk merupakan dimetil sulfida dan dimetil eter (Cordova, 2013).

1.3.2. Reaksi antara *Syngas* dan Hidrogen Sulfida

Reaksi *syngas* dan hidrogen sulfida:



Kondisi operasi 280-320°C dan tekanan 10 bar. Katalis yang digunakan K_2MoO_4 didapat konversi karbon monoksida mencapai 20-45% dengan *yield* rentang antara 40-45 %. Tipe reaktor *fixed bed*, dimana produk samping yang terbentuk adalah karbon dioksida (Cordova, 2013).

1.3.3. Proses Hidrogenasi Karbon Disulfida

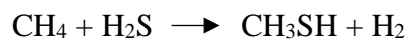
Reaksi yang terjadi yaitu:



Kondisi operasi 250-350°C dan tekanan operasi 10-50 atm. Katalis yang digunakan CoKMoS/SiO_2 . Reaksi ini hanya sampai skala lab dikarenakan bahan baku karbon disulfida yang mahal (Kaufmann, 2015).

1.3.4. Reaksi antara Metana dan Hidrogen Sulfida

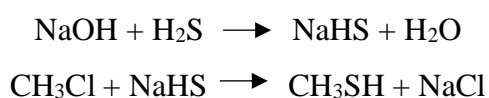
Reaksi yang terjadi yaitu:



Proses ini masih tergolong baru dan memakai reaktor plasma non-termal yang dilengkapi dengan membran (Kaufmann, 2015).

1.3.5. Reaksi antara Metil Klorida dan Natrium Hidrosulfida

Reaksi dilakukan pada suhu antara 100°C-150°C dengan tekanan 100-300 psig. Adapun reaksi yang terjadi adalah:



Hasil reaksi dan sisa reaktan selanjutnya di distilasi, hasil atas terutama mengandung metil merkaptan, metil klorida, dan hidrogen sulfida. Hasil atas kemudian diembunkan dengan kondensor parsial kemudian dipisahkan dengan separator untuk memperoleh metil merkaptan (Kaufmann, 2015).

1.4. Sifat Fisik dan Kimia Produk dan Bahan Baku

Data sifat fisik dan kimia komponen bahan baku dan produk bersumber dari buku *chemical properties handbook* (Yaws, 1999).

1.4.1. Karbon Monoksida

Rumus Molekul	: CO
Berat Molekul (gr/mol)	: 28
Tekanan Kritis (bar)	: 34,99
Temperatur Kritis (°C)	: -140
Titik Didih (°C)	: -192
Titik Beku (K)	: 68,15
Titik Leleh (°C)	: -205
<i>Spesific Gravity</i>	: 1
Fase pada suhu kamar	: Gas

1.4.2. Hidrogen

Rumus Molekul	: H ₂
Berat Molekul (gr/mol)	: 2
Tekanan Kritis (bar)	: 13,16
Temperatur Kritis (°C)	: -240
Titik Didih (°C)	: -253
Titik Beku (K)	: 13,95
Titik Lebur (°C)	: -259
<i>Specific Gravity</i>	: 0,07
Fase pada Suhu Kamar	: Gas

1.4.3. Hidrogen Sulfida

Rumus Molekul	: H ₂ S
Berat Molekul (gr/mol)	: 34
Tekanan Kritis (bar)	: 89,4

Temperatur Kritis (K)	: 373,561
Titik Didih (°C)	: -61
Titik Beku (K)	: 187,68
Titik Lebur (°C)	: -85,6
Titik Beku (°C)	: -86
<i>Spesific Gravity</i>	: 1,192
Densitas pada 0°C (gr/liter)	: 1,539
Tekanan uap pada 25°C (mmHg)	: 15.200
Fase pada suhu kamar	: Gas

1.4.4. Nitrogen

Rumus Molekul	: N ₂
Berat Molekul (gr/mol)	: 28
Tekanan Kritis (bar)	: 33,94
Temperatur Kritis (K)	: 126,10
Titik Didih (°C)	: 77,35
Titik Beku (K)	: 63,15
<i>Spesific Gravity</i>	: 0,967
Densitas pada 20°C (gr/liter)	: 848
Fase pada suhu kamar	: Gas

1.4.5. Karbonil Sulfida

Rumus Molekul	: COS
Berat Molekul (gr/mol)	: 60
Tekanan Kritis (bar)	: 61,7
Temperatur Kritis (°C)	: 104,8
Titik Didih (°C)	: -50,2
Titik Beku (K)	: 134,35
Titik Leleh (°C)	: -138,8
<i>Spesific Gravity</i>	: 0,00207
Densitas pada 21,1(°C) (kg/m ³)	: 2,07
Fase pada suhu kamar	: Gas

1.4.6. Monoethanolamine

Rumus Molekul	: C ₂ H ₇ NO
Berat Molekul (gr/mol)	: 61
Tekanan Kritis (bar)	: 68,70
Temperatur Kritis (K)	: 638
Titik Didih (K)	: 444,15
Titik Beku (K)	: 283,65

<i>Spesific Gravity</i>	: 1,02
Tekanan Uap 20 (°C) (mmHg)	: 0,4
Densitas pada 20 (°C) (kg/m ³)	: 1.015,7
Fase pada suhu kamar	: Liquid

1.4.7. Metil Merkaptan

Rumus Molekul	: CH ₃ SH
Berat Molekul (gr/mol)	: 48
Tekanan Kritis (psia)	: 796,523
Temperatur Kritis (K)	: 499,161
Titik Didih (°C)	: 5,9
Titik Beku (K)	: 150,18
Titik Lebur (°C)	: -121
<i>Spesific Gravity</i>	: 0,896
Panas Laten (J/mol)	: 26.778,3
Densitas pada 20 (°C) (kg/m ³)	: 866
Fase pada suhu kamar	: Gas

1.4.8. Air

Rumus Molekul	: H ₂ O
Berat Molekul (gr/mol)	: 18
Tekanan Kritis (psia)	: 3206,667
Temperatur Kritis (K)	: 647,301
Titik Didih (°C)	: 100

Titik Beku (K)	: 273,15
Titik Lebur (°C)	: 0
<i>Spesific Gravity</i>	: 1
Panas Laten (J/mol)	: 40.656,2
Densitas pada 20 °C (kg/m ³)	: 998
Tekanan uap pada 20 °C (kPa)	: 2,3
Fase pada suhu kamar	: Liquid

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. *Data Impor Methionine Tahun 2010-2018*. (Online). <http://data.un.org/Data.aspx?q=METHIONINE&d=ComTrade&f=11Code%3a30%3bcmdCode%3a293040>. (Diakses pada Tanggal 10 Februari 2020)
- Anonim. 2020. *Situs Properti Terdepan di Indonesia*. (Online). <https://www.rumah123.com/properti/indramayu/las1815361/>. (Diakses pada Tanggal 2 Mei 2020).
- Anonim. 2010. *Gambar Reactor Fixed Multi Tube*. (Online). <http://what-when-how.com/petroleum-refining/the-hydrotreating-process-part-3/> (Diakses pada Tanggal 1 Juli 2020)
- Anonim. 2018. *Distillation Tower*. (Online). <https://www.mathworks.com/help/mpc/examples/design-and-cosimulate-control-of-high-fidelity-distillation-tower-with-aspen-plus-dynamics.html>. (Diakses pada Tanggal 1 Juli 2020)
- Bernhardsen, I. M., dan Knuutila, H. K. 2017. *A Review of Potential Amine Solvents for CO₂ Absorption Process*. International Journal of Greenhouse Gas Control. Vol. 61, No.1.
- Brouillette, D. 2018. *Boiler Efficiency*. (Online): <https://www.energy.gov/energy-saver/home-heating-systems/furnaces-and-boilers>. (Diakses pada Tanggal 10 Juni 2020).
- Cordova, A. 2013. *Supported Molybdenum and Tungsten Based Catalysts for The Direct Synthesis of Methyl Mercaptan from Syngas*. Thesis. University Lille 1.
- Engineers Guide. 2011. *Types of Reactor Used for Chemical Reactions and Chemical Process*. (Online). <http://enggyd.blogspot.co.id/2011/05/types-of-reactors.html> (Diakses pada 1 Juli 2020)
- Fogler, H. S. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering, 3th Edition*. Prentice-Hall, Inc: USA.

- Gutierrez, O. G., dkk. 2011. *Synthesis of Methyl Mercaptan from Carbonyl Sulfide Over Sulfide*. Journal of Catalysis. Vol. 280, No. 1.
- Kaufmann, C. R. E. 2015. *Alternative Routes to Methyl Mercaptan From C1-Compounds*. Dissertation. Technischen Universitat Munchen.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Komariah, L. N., Ramdja, A. F., dan Leonard, N. 2009. *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik Skala Industri*. Jurnal Teknik Kimia. 4(16): 19-27.
- Kundari, N. A., Marjanto, D., dan Ardhani, D. W. 2009. *Evaluasi Unjuk Kerja Reaktor Alir Tangki Berpengaduk Menggunakan Perunut Radioisotop*. Jurnal Forum Nuklir. Vol. 3(1): 49-60.
- Leo. 2015. *Keuntungan Mendirikan PT untuk Bisnis Anda*. (Online): <http://easybiz.id/keuntungan-mendirikan-pt-untuk-bisnis-anda/>. (Diakses pada Tanggal 20 Juni 2020).
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, 3rd Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Ludwig, E. E. 1999. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Vol. 2, 3rd Edition*. Gulf Publishing Co: Houston.
- Matches. 2018. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (online). www.matche.com. (Diakses pada Tanggal 22 Juni 2020).
- McCabe, W. L., 1995. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company.
- Nimthuphariyha, K., dkk, 2019. *Hydrolysis of Carbonyl Sulfide Over Modified Al₂O₃ by Platinum and Barium in Packed Bed Reactor*. Chemical Engineering Communications.
- Peters, M. S. dan K. D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Pilling, M., Holden, dan Bruce, S. 2009. *Choosing Trays and Packings for Distillation*. CEP (Chemical Engineering Progress): 44-50.

- PSE. 2017. *Multitubular Reactors*. (Online). <https://www.psenterprise.com/sectors/chemicals/reaction/cases/multitubular-reactors>. (Diakses pada Tanggal 1 Juli 2020).
- Sinnot, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth Heinemann: Oxford.
- SNI 03-6197-2001 tentang Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Yamin. 2013. *Organisasi Perusahaan*. (Online). http://digilib.unila.ac.id/5397/21/_BAB%20VIII.pdf. (Diakses pada tanggal 20 Juni 2020).
- Yasmin. 2013. *Sistem Manajemen dan Organisasi Perusahaan*. (Online). <http://digilib.unila.ac.id/5407/21/8.20BAB%20VIII.pdf>. (Diakses pada tanggal 21 Juni 2020).
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw-Hill Book Co: New York.

