

SKRIPSI

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN METIL MERKAPTAN
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**



OLEH:

ELYSA DELLANTI PRIYANTAMA 03031381520047

FALERIA IRTHA TANNUWIJAYA 03031381520052

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elysa Dellanti Priyantama

NIM : 03031381520047

Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan dengan Kapasitas 55.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Faleria Irtha Tannuwijaya** 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.

Palembang, September 2019



Elysa Dellanti Priyantama

NIM. 03031381520047



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faleria Irtha Tannuwijaya

NIM : 03031381520052

Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan dengan Kapasitas 55.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Elvsa Dellanti Priyantama 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.

Palembang, September 2019



Faleria Irtha Tannuwijaya

NIM. 03031381520052



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Merkaptan Kapasitas 55.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan. Adapun tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk melengkapi persyaratan pada program sarjana yang harus dipenuhi agar dapat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan ini tentunya dapat terselesaikan karena adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

- 1) Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun moril.
- 2) Ibu Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph. D. selaku Dosen pembimbing tugas akhir.
- 3) Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan saran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Palembang, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERBAIKAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS 1	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS 1	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	1
1.3. Macam Proses Pembuatan Metil Merkaptan.....	2
1.4. Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku.....	4
BAB 2 PERENCANAAN PABRIK	8
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	8
2.2. Penetapan Kapasitas Produksi.....	8
2.3. Pemilihan Bahan Baku	10
2.4. Pemilihan Proses	11
2.5. Uraian Proses.....	12
2.6. Flowsheet Proses Pembuatan Metil Merkaptan	14
BAB 3 LOKASI DAN LETAK PABRIK	15
3.1. Lokasi Pabrik.....	15
3.2. Tata Letak Peralatan.....	17
3.3. Tata Letak Pabrik	17

3.4. Luas Area Pabrik.....	18
BAB 4 NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	19
4.1. Neraca Massa	19
4.2. Neraca Panas	24
BAB 5 UTILITAS	34
5.1. Unit Pengadaan Steam	34
5.2. Unit Pengadaan Air	35
5.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik	39
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	40
5.5. Unit Pengadaan Refrigeran	42
BAB 6 SPESIFIKASI PERALATAN.....	38
6.1. Heater-01 (H-01).....	38
6.2. Heater-02 (H-02).....	39
6.3. Furnace-01 (F-01)	40
6.4. Heat Exchanger-01 (HE-01)	41
6.5. Cooler-01 (C-01).....	42
6.6. Compressor-01 (CO-01).....	43
6.7. Compressor-02 (CO-02).....	44
6.8. Partial Kondensor-01 (PC-01).....	45
6.9. Partial Kondensor-02 (PC-02).....	46
6.10. Knock Out Drum-01 (KOD-01).....	47
6.11. Knock Out Drum-01 (KOD-01).....	47
6.12. Distillation Column-01 (DC-01).....	48
6.13. Condensor-01 (CD-01).....	49
6.14. Reboiler-01 (RB-01)	50
6.15. Accumulator-01 (ACC-01)	51
6.16. Tank-01 (T-01).....	52
6.17. Tank-02 (T-02).....	53
6.18. Tank-03 (T-03).....	54
6.19. Belt Conveyor-01 (BC-01).....	55
6.20. Reactor-01 (R-01)	55

6.21. Cooler-02 (C-02).....	56
6.22. Reactor-02 (R-02)	57
6.23. Belt Conveyor-02 (BC-02).....	57
6.24. Melter-01 (M-01)	58
6.25. Compressor-03 (CO-03)	59
6.26. Compressor-04 (CO-04)	60
6.27. Heater-04 (H-04).....	61
6.28. Heater-05 (H-05).....	62
6.29. Pressure Swing Adsorber-01 (AD-01).....	63
6.30. Bucket Elevator-01 (BE-01)	64
6.31. Bucket Elevator-02 (BE-02)	65
6.32. Hopper-01 (HP-01)	66
6.33. Heater-03 (H-03).....	67
6.34. Pump-01 (P-01).....	68
6.35. Warehouse-01 (WH-01).....	69
BAB 7 ORGANISASI PERUSAHAAN	75
7.1. Bentuk Perusahaan	75
7.2. Struktur Organisasi Perusahaan	76
7.3. Tugas dan Wewenang	77
7.4. Sistem Kerja	79
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	80
BAB 8 ANALISA EKONOMI	86
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	87
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	88
8.3. Total Modal Akhir.....	90
8.4. Laju Pengembalian Modal	92
8.5. Break Even Point (BEP).....	93
BAB 9 KESIMPULAN	96

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Harga Bahan Baku Tiap Proses Pembentukan Metil Merkaptan	10
Tabel 2.2.	Macam-macam Proses Pembentukan Metil Merkaptan	11
Tabel 7.1.	Pembagian Waktu Kerja Karyawan <i>Shift</i>	81
Tabel 7.2.	Perincian Jumlah Karyawan.....	83
Tabel 8.1.	Angsuran Pengembalian Modal	89
Tabel 8.2.	Kesimpulan Analisa Ekonomi	95

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Data Impor <i>Methionine</i>	9
Gambar 3.1. Lokasi Pabrik berdasarkan <i>Google Maps</i>	15
Gambar 3.2. Tata Letak Peralatan	17
Gambar 3.3. Tata Pabrik.....	18
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	85
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Event Point</i>	94

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 ³
V _s	:	Volume silinder, m ³
W	:	Laju alir massa, kg/jam
ρ	:	Densitas, lb/ft ³

2. BELT CONVEYOR

C	=	Faktor material
H	=	Panjang <i>belt</i> , ft
THP	=	Kapasitas <i>belt</i> , ton/jam
f	=	Faktor keamanan, %
V	=	Tinggi <i>belt</i> , ft
W _s	=	Laju alir massa, kg/jam

3. COOLER, HEATER, HEAT EXCHANGER, CONDENSOR, PARTIAL CONDENSER, REBOILER

A	=	Area perpindahan panas, ft ²
a _a , a _p	=	Area pada annulus, inner pipe, ft ²
a _s , a _t	=	Area pada shell, tube, ft ²
a''	=	external surface per 1 in, ft ² /in ft
B	=	Baffle spacing, in
C	=	Clearance antar tube, in
D	=	Diameter dalam tube, in

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_s	=	Laju alir massa fluida pada shell, $lb/jam.ft^2$
G_t	=	Laju alir massa fluida pada tube, $lb/jam.ft^2$
g	=	Percepatan gravitasi
h	=	Koefisien perpindahan panas, $Btu/jam.ft^2.°F$
h_i, h_{io}	=	Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	=	Faktor perpindahan panas
k	=	Konduktivitas termal, $Btu/jam.ft^2.°F$
L	=	Panjang tube, pipa, ft
$LMTD$	=	Logaritmic Mean Temperature Difference, $°F$
N	=	Jumlah baffle
N_t	=	Jumlah tube
P_T	=	Tube pitch, in
ΔP_r	=	Return drop sheel, Psi
ΔP_s	=	Penurunan tekanan pada shell, Psi
ΔP_t	=	Penurunan tekanan tube, Psi
ID	=	Inside Diameter, ft
OD	=	Outside Diameter, ft
ΔP_T	=	Penurunan tekanan total pada tube, Psi
Q	=	Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
R_d	=	Dirt factor, $Btu/jam.ft^2.°F$
R_e	=	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.ft².°F

W = Laju alir massa fluida panas, lb/jam

w = Laju alir massa fluida dingin, lb/jam

μ = Viscositas, cp

4. HOPPER

C = Faktor korosi, in

D = Diameter *shell*, ft

d = Diameter ujung konis, ft

E = *Welded joint efficiency*

F = *Allowance stress*, psi

h = Tinggi silo, ft

G = Laju Alir Massa, kg/s

g = Percepatan Gravitasi, m/s²

P = Tekanan, atm

T = Temperatur, K

V_t = Volume tangki, m³

W_s = Laju alir massa, kg/jam

α = *Wall angle conical*

ρ = Densitas, kg/m³

β = Sudut Silo

5. KNOCK OUT DRUM

A : *Vessel Area Minimum*, m²

C : *Corrosion maksimum*, in

D : *Diameter Vessel minimum*, m

E : *Joint efisiensi*

H_L : *Tinggi Liquid*, m

H_T : *Tinggi Vessel*, m

P : Tekanan desain, psi

Q_V : Laju alir *Volumetric* massa, m³/jam

Q_L : *Liquid Volumetric flowrate*, m³/jam

S	: <i>Working stress Allowable</i> , psi
t	: tebal dinding tangki, m
U _v	: Kecepatan uap maksimum, m/s
V _t	: Volume <i>Vessel</i> , m ³
V _h	: Volume <i>Head</i> , m ³
V _t	: Volume <i>Vessel</i> , m ³
ρ	: Densitas, kg/m ³
μ	: Viskositas, cP
ρ _g	: Densitas gas, kg/m ³
ρ _l	: Densitas <i>Liquid</i> , kg/m ³

6. DISTILLATION COLUMN

A _d	: Downcomer area, m ²
A _t	: Tower area, m ²
A _n	: Net area, m ²
A _a	: Active area, m ²
A _b	: Hole area, m ²
A _{da}	: Aerated area, m ²
C	: Faktor korosi yang dizinkan, m
C _{sb}	: Kapasitas vapor, m/det
DI	: Clearance, mm
d _h	: Diameter hole, mm
d _c	: Diameter kolom, mm
e	: Total entrainment, kg/det
E	: Joint efficiency, dimensionless
F	: Friction factor, dimensionless
F _{iv}	: Paramater aliran, dimensionless
h _a	: Aerated liquid drop, m
h _f	: Froth height, mm
h _w	: Weir height, mm
h _σ	: Weep point, cm

H	:	Tinggi kolom, m
L _w	:	Weir length
L	:	Laju alir massa liquid solvent, kg/det
N _m	:	Jumlah tray minimum
ΔP	:	Pressure drop
P	:	Tekanan desain, atm
q	:	Laju alir volume umpan solvent, m ³ /det
Q	:	Laju alir volume umpan gas, m ³ /det
Q _p	:	Aeration factor, dimensionless
R	:	[L/D] reflux ratio, dimensionless
R _h	:	Radius Hydrolic, m
R _m	:	Reflux minimum
R _{ch}	:	Reynold modulus, dimensionless
S	:	Working stress, N/m ²
S _s	:	Stage umpan
St	:	Jumlah stages
t	:	Tebal dinding vessel, m
T	:	Temperatur operasi, °C
T _{av}	:	Temperatur rata-rata, °C
U _f	:	Kecepatan aerated mass, U _f
V	:	Laju alir massa umpan gas, kg/det
V _d	:	Downcomer velocity, m/det
α	:	Relatif volatil, dimensionless
Δ	:	Liquid gradien, cm
ρ _g	:	Densitas gas, kg/m ³
ρ _l	:	Densitas liquid, kg/m ³
ψ	:	Fractional entrainment, dimensionless

7. COMPRESSOR

$$k = C_v / C_p$$

n	= Jumlah Stage
P _i	= Tekanan input, atm
P _o	= Tekanan output, atm
P	= Power kompresor (HP)
Q	= Kapasitas kompresor
T _i	= Temperatur input, K
T _o	= Temperatur output, K
η	= Efisiensi
V	= Volumetrik gas masuk
ρ	= Densitas, kg/m ³
R _c	= Rasio Kompresi
W	= Laju alir massa, lb/jam

8. MELTER

A	= Luas permukaan <i>coil</i> , m ²
C	= Korosi maksimum, in
C _p	= <i>Heat capacity</i> , kJ/kmol.K
D _a	= Diameter <i>vessel</i> , in
D _i	= Diameter <i>impeller</i> , ft
E	= <i>Joint efficiency</i>
G _t	= Kecepatan alir, lb/ft ² .s
H _d	= <i>Dished head</i> , ft
H _L	= Tinggi cairan, ft
H _{LS}	= Tinggi cairan di <i>shell</i> , ft
k	= Konduktivitas termal, W/m.K
L _i	= Panjang <i>impeller</i> , ft
N _{re}	= Bilangan Reynold
n	= Jumlah pengaduk
P _{ops}	= Tekanan operasi, psi
th	= Tebal <i>head</i> , in
S	= <i>Working stress allowable</i>
V _t	= Volume tangki, m ³

Vd	= Volume tutup tangka, ft ³
w	= Lebar <i>baffle</i> , ft
WELH	= <i>Water Equivalent Liquid Height</i>
Wi	= Tebal <i>impeller</i> , ft
W _s	= Laju alir massa, kg/jam
Z _i	= Tinggi <i>impeller</i> dari dasar tangka, ft
ρ	= Densitas, kg/m ³
μ	= Viskositas, cp

9. PUMP

A	= Area alir pipa, in ²
BHP	= Brake Horse Power, HP
D _{i opt}	= Diameter optimum pipa, in
E	= Equivalent roughness
f	= Faktor friksi
FK	= Faktor keamanan
g _c	= Percepatan gravitasi, ft/s ²
Gpm	= Gallon per menit
H _{f suc}	= Total friksi pada suction, ft
H _{f dis}	= Total friksi pada discharge, ft
H _{fs}	= Skin friction loss
H _{fsuc}	= Total suction friction loss
H _{fc}	= Sudden Contraction Friction Loss (ft lb _m /lb _f)
H _{fe}	= Sudden expansion friction loss (ft lb _m /lb _f)
ID	= Inside diameter pipa, in
K _C , K _S	= Contraction, expansion loss contraction, ft
L	= Panjang pipa, ft
L _e	= Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	= Net positive suction head (ft)
N _{Re}	= Reynold number, dimension less
P _{Vp}	= Tekanan uap, Psi
Q _f	= Laju alir volumetrik

V_f	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
ΔP	= Beda tekanan, Psi

10. REACTOR

C_{Ao}	= konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m ³
C	= Tebal korosi yang diizinkan, atm
D_K	= Diameter katalis, cm
F_{Ao}	= Laju alir umpan, kmol/jam
g	= Gravitasi
H_r	= Tinggi Reaktor, m
ID	= Inside Diameter, m
k	= Konstanta laju reaksi, m ³ /kmol.s
N	= Bilangan Avogadro
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
Q_f	= Volumetric Flowrate Umpan
Re	= Bilangan Reynold
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. °C
t	= Tebal dinding vessel
V_K	= Volume katalis, m ³
V_t	= Volume reaktor, m ³
W_k	= Berat katalis
X	= Konversi
ρ	= Densitas
ε_A	= Voidage
ϕ	= Porositas Katalis
σ	= Diameter Partikel, cm

11. TANK

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	= Lama persediaan/penyimpanan, hari
V _h	= Volume ellipsoidal head, m ³
V _s	= Volume silinder, m ³
V _t	= Volume tangki, m ³
W	= Laju alir massa, kg/jam
ρ	= Densitas, kg/m ³

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa	105
Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas	134
Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Peralatan	188
Lampiran 4. Perhitungan Ekonomi	393

ABSTRAK

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METIL MERKAPTAN DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 55.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2019

Elysa Dellanti Priyantama dan Faleria Irtha Tannurwijaya; Dibimbing oleh Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
xvii + 400 halaman, 12 tabel, 9 gambar, 4 lampiran


ABSTRAK

Pabrik pembuatan metil merkaptan dengan kapasitas produksi 55.000 ton/tahun ini direncanakan berdiri pada tahun 2024 di Kota Cilegón, Baten yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 5,5 Ha. Proses pembuatan metil merkaptan mengacu pada US Patent No. 9,745,262 B2. Reaktor pertama adalah reaktor jenis *bubble column reactor*. Pada reaktor kedua digunakan *fixed bed reactor* dengan katalis K_2MoO_4/SiO_2 . Reaktor pertama beroperasi pada temperatur 250°C dan tekanan 14,8 atm sedangkan reaktor kedua beroperasi pada temperatur 350°C dan tekanan 14,8 atm. Pabrik ini akan didirikan dengan menganut bentuk perusahaan perseroan terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and Staff*, yang dipimpin oleh seorang Direktur dengan total karyawan 162 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik metil merkaptan ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi berbagai macam persyaratan parameter ekonomi, yaitu sebagai berikut:

• Total Capital Investment (TCI)	= US\$ 59.514.232
• Total Production Cost (TPC)	= US\$ 278.111.393
• Total Penjualan per Tahun (SP)	= US\$ 330.155.807
• Annual Cash Flow	= US\$ 41.029.456
• Pay Out Time	= 1,315 tahun
• Rate of Return	= 61,214 %
• Break Even Point	= 35,231%


Kepustakaan 41 (1937 - 2019)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia,


H. Syaiful, DEA
NIP 195310031986031003

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,


Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 197208092000032001

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri-industri kimia di Indonesia terus berkembang tiap tahunnya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produk sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia dalam berbagai bidang. Penambahan bahan baku dapat dilakukan dengan impor secara terus menerus dari luar negeri, tetapi hal tersebut dapat menyebabkan turunnya devisa negara.

Pabrik metil merkaptan merupakan salah satu industri kimia di Indonesia yang keberadaannya masih sangat sedikit walaupun bahan bakunya bisa didapatkan dari dalam negeri. Keperluan metil merkaptan akan terus meningkat dengan adanya perkembangan industri-industri yang menggunakan metil merkaptan antara lain digunakan sebagai bahan baku *methionine* dan indikator gas bocor. Metil merkaptan digunakan sebagai bahan baku *methionine* dengan perbandingan mol 1:1.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Metil merkaptan pertama kali dikenal dalam dunia perminyakan dan kemudian dikembangkan oleh Sabatier pada tahun 1910 dilanjutkan oleh Kramer dan Reid pada tahun 1921. Cara yang dipakai oleh Kramer dan Reid adalah mereaksikan metanol dan hidrogen sulfida dengan katalisator thoria (Journal of American Chemical Society, 1921).

Sintesis merkaptan oleh Sabatier di tahun 1990 menggunakan uap alkohol pada temperatur 300-380°C. *Yield* yang dihasilkan sebesar 70% dengan alkohol jenis *amyl alcohol*. Kramer mensintesis metil merkaptan dengan rasio mol hidrogen sulfida : alkohol sebesar 1:1 pada temperatur 380°C. Hasil sintesis Kramer dihasilkan *yield* sebesar 50% butil merkaptan. Kramer juga menggunakan metanol sebagai bahan baku dengan *yield* metil merkaptan sebesar 41,6% dengan kondisi operasi 370°C. Sejak saat itu, penelitian metil merkaptan menggunakan metanol dan hidrogen sulfida terus dikembangkan dengan berbagai parameter yang digunakan dalam penelitian tersebut.

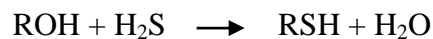
Selain sintesis menggunakan metanol, *syngas* juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan metil merkaptan. Biasanya digunakan katalis potasium oksida dan *molybdenum* dengan temperatur 320°C dan dihasilkan konversi karbon monoksida yang tinggi dengan selektivitas metil merkaptan yang tinggi. Metode pembuatan metil merkaptan yang efisien dengan *yield* yang tinggi sedang dikembangkan dengan berbagai bahan baku. Karbon disulfida juga bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan metil merkaptan dengan *yield* sebesar 30-40% pada temperatur 300-400°C dengan katalis MoS₂/SiO₂.

1.3. Macam Proses Pembuatan Metil Merkaptan

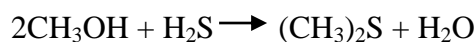
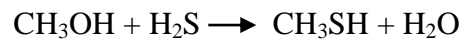
Macam proses pembuatan metil merkaptan terbagi menjadi lima, yaitu reaksi metanol dengan hidrogen sulfida, reaksi antara karbon monoksida dengan hidrogen, hidrogenasi karbon disulfida, reaksi antara metana dan hidrogen sulfida, dan reaksi metil klorida dan natrium hidrosulfida.

1.3.1. Reaksi Metanol dengan Hidrogen Sulfida

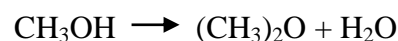
Proses untuk memproduksi metil merkaptan didasarkan pada reaksi alipatik monohidrit alkohol dan hidrogen sulfida membentuk endapan merkaptan, sesuai dengan reaksi:



Jika alkohol dan hidrogen sulfida dikontakkan dengan bantuan katalis padat pada suhu yang tinggi, maka kemungkinan akan terjadi beberapa reaksi. Metanol dan hidrogen sulfida bereaksi dengan cepat membentuk metil merkaptan dan dimetil sulfida sesuai dengan reaksi:



Selain itu dapat terjadi juga terjadi juga reaksi dekomposisi metanol menjadi dimetil eter menurut reaksi:

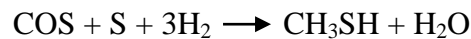


Reaksi dilakukan dalam fase gas pada reaktor *fixed bed* dengan katalis alumina aktif dan 10% K₂WO₄. Suhu operasi antara 300°C-380°C dengan tekanan

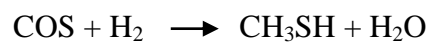
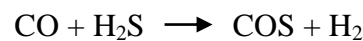
sekitar 7,8 atm. Reaksi terjadi sangat eksotermis sehingga untuk mempertahankan suhu operasi biasanya digunakan media pendingin dowerm A.

1.3.2. Reaksi antara CO, S dan H₂ atau H₂S (dengan keberadaan Hidrogen)

Untuk mereduksi biaya bahan baku, maka proses ini dapat dipertimbangkan. Reaksi yang terjadi yaitu:



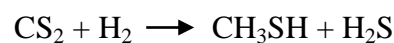
Jika terdapat hidrogen sulfida, maka reaksi yang terjadi yaitu:



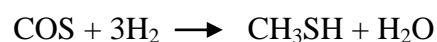
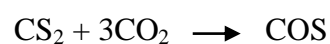
Reaktan karbon monoksida lebih disukai karena membutuhkan hidrogen yang lebih sedikit dan reaksinya lebih cepat dibanding reaksi yang melibatkan karbon dioksida. Suhu operasi antara 250°C-400°C dengan tekanan operasi antara 30-70 atm. Reaksi di atas merupakan reaksi bolak-balik sehingga konversi reaksi cukup rendah.

1.3.3. Hidrogenasi Karbon Disulfida atau Karbonil Sulfida

Reaksi yang terjadi yaitu:



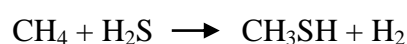
Atau



Reaksi katalitik dijalankan pada suhu antara 150°C-350°C dengan tekanan operasi antara 10-50 atm. Reaksi ini jarang digunakan karena harga bahan baku karbon disulfida sangat mahal.

1.3.4. Reaksi antara Metana dan Hidrogen Sulfida

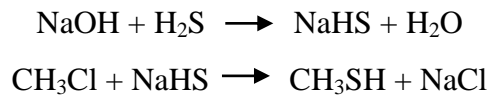
Reaksi yang terjadi yaitu:



Proses ini masih tergolong baru dan memakai reaktor plasma non-termal yang dilengkapi dengan membran.

1.3.5. Reaksi antara Metil Klorida dan Natrium Hidrosulfida

Metil merkaptan diperoleh dari reaksi metil klorida (kadar 2 N sampai 6 N) dengan 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.

1.4. Sifat Fisik dan Kimia Produk dan Bahan Baku

1.4.1. Metana

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: CH ₄
Fase	: Gas
Titik Lebur	: -182 °C (-296,4 F)
Titik Didih	: -161,50 °C (-258,7 F)
Titik Nyala	: -188 °C
Densitas	: 0,657 g/l, gas (25 °C, 1 atm)

b. Sifat Kimia

Metana merupakan senyawa hidrokarbon yang sederhana berbentuk gas. Metana murni tidak berbau, tetapi jika digunakan untuk keperluan komersial, biasanya ditambahkan sedikit bau belerang.

1.4.2. Sulfur

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: S
Fase	: Padat
Titik Lebur	: 115,21 °C (717,8 K)
Titik Didih	: 444.6 °C (388,36 K)
Titik Kritis	: 1314 K, 20,7MPa

Kalor Peleburan : 1,727 kJ/mol

Konduktivitas Termal : 0,205 W/mk

b. Sifat Kimia

Sulfur berwarna kuning pucat dan merupakan padatan yang rapuh, yang tidak larut dalam air tetapi mudah larut dalam CS₂ (Karbon Disulfida).

1.4.3. Nitrogen

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul : N₂

Fase : Gas

Titik Lebur : -210 °C (346 F)

Titik Didih : -195,79 °C (320,33 F)

Titik Kritis : 126,19 K, (3,3978MPa)

Kalor Peleburan : 0,72 kJ/mol

Kalor Penguapan : 5,56 kJ/mol

Konduktivitas Termal : 25,83 x 10⁻³ W/mk

b. Sifat Kimia

Nitrogen dalam bentuk gas, tidak berwarna dan tidak berbau pada keadaan yang murni. Nitrogen merupakan unsur yang sangat tidak reaktif ketika dalam bentuk molekul murni, tetapi dapat membuat senyawa yang sangat reaktif jika dikombinasikan dengan unsur-unsur lain, termasuk hidrogen dan amonia.

1.4.4. Hidrogen

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul : H₂

Fase : Gas

Titik Lebur : -259,16 °C (434,49 F)

Titik Didih : -252.879 °C (423,182 F)

Titik Kritis : 32,938 K (1,2858 MPa)

Kalor Peleburan : 0,117 kJ/mol

Kalor Penguapan : 0,904 kJ/mol

Konduktivitas Termal : 0,1805 W/mk

Densitas : 0,08988 g/l

b. Sifat Kimia

Hidrogen merupakan senyawa yang tidak berwarna, gas tidak berbau yang sangat mudah terbakar. Hidrogen merupakan unsur yang paling ringan di alam. Hidrogen merupakan unsur yang sangat reaktif yang membentuk ikatan dengan unsur lain.

1.4.5. Karbon Disulfida

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: CS ₂
Fase	: Cairan
Titik Lebur	: 111,61 °C (-168,9 F)
Titik Didih	: 46,24 °C (115,23 F)
Densitas	: 1,266 g/cm ³ (25 °C, liquid)
Viskositas	: 0,436 cP (0 °C)

b. Sifat Kimia

Karbon disulfida merupakan cairan tak berwarna yang memiliki bau yang enak seperti bau kloroform. Namun, biasanya senyawa ini terdapat tidak dalam keadaan murni, sehingga berbau busuk akibat senyawa sulfur lainnya.

1.4.6. Hidrogen Sulfida

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: H ₂ S
Fase	: Gas tidak berwarna
Titik Lebur	: -82 °C
Titik Didih	: -60 °C
Densitas	: 1,363 g/dm ³

b. Sifat Kimia

Hidrogen disulfida merupakan senyawa berbentuk gas yang tidak berwarna, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk.

1.4.7. Dimetil Sulfida

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: C_2H_6S
Fase	: Gas tidak berwarna
Titik Lebur	: $-98\text{ }^{\circ}C$ ($-145\text{ }^{\circ}F$)
Titik Didih	: $-35-41\text{ }^{\circ}C$ ($95-106\text{ }^{\circ}F$)
Densitas	: $0,846\text{ g/cm}_3$

b. Sifat Kimia

Dimetil sulfida merupakan senyawa yang berbentuk cairan, mudah terbakar yang mendidih pada suhu $37^{\circ}C$ dan memiliki bau khas yang tidak menyenangkan.

1.4.8. Metil Merkaptan

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: CH_3SH
Fase	: Gas tidak berwarna
Titik Lebur	: $-123\text{ }^{\circ}C$
Titik Didih	: $6\text{ }^{\circ}C$
Densitas	: $0,9\text{ g/mL}$ (liquid, $0\text{ }^{\circ}C$)

b. Sifat Kimia

Metil merkaptan merupakan senyawa yang tak berwarna, beracun, dan mudah terbakar dengan bau yang tidak menyenangkan. Metil merkaptan dapat larut dalam pelarut organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyatma, S. 2014. *Prarancangan Pabrik Metil Merkaptan dari Metanol dan Hidrogen Sulfida dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun*. (Online). <https://etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/66882/potongan/S1-2014-281698-chapter1.pdf&sa>. (Diakses pada tanggal 5 Februari 2019).
- Anonim. 1995. Tentang Perseroan Terbatas. (Online). <https://www.bphn.go.id/data/documents/95uu001.pdf>. (Diakses pada Tanggal 19 April 2019)
- Anonim. 2003. Tentang Ketenagakerjaan. (Online). http://www.kemenperin.go.id/kompetensi/UU_13_2003.pdf. (Diakses pada Tanggal 19 April 2019)
- Anonim. 2013. *Situs Properti Terdepan di Indonesia*. (Online). <http://www.rumah123.com>. (Diakses pada Tanggal 17 April 2019)
- Anonim. 2016. *Data Impor Methionine Tahun 2014-2018*. (Online). <https://comtrade.un.org/data>. (Diakses pada Tanggal 1 Februari 2019)
- Anonim. 2019. *Data Impor Methionine dari Tahun 2014-2018*. (Online). <http://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/930>. (Diakses pada Tanggal 1 Februari 2019)
- Anonim. 2019. *Produk*. (Online). <https://www.pja-gresik.com/index.php?hal=product>. (Diakses pada Tanggal 27 Januari 2019)
- Barth, J. *Process for Continuously Preparing Methyl Mercaptan from Carbon Compounds, Sulfur and Hydrogen*. US Patent No: US 9,745,262 B2.
- Brown, G. G. 1950. *Unit Operations*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Brownell, L. E., dan Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J., dan Jack, R. 2003. *Chemical Engineering 3th Edition Volume 6*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Felder, R. M. 2000. *Elementary Principles of Chemical Engineering 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Flack, R. D. 2005. *Fundamentals of Jet Propulsion With Applications*. New York: Cambridge University Press.

- Fogler, S. H. 2004. *Element of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. New Delhi: Prentice Hall of India.
- Geankoplis, C. J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations 3rd Edition*. United States of America. Prentice-Hall International.
- Hao, Y. *Study on Methanethiol Synthesis from H₂S-Rich Syngas Over K₂MoO₄ Catalyst Supported on Electrolessly Ni-Plated SiO₂*. 486-492.
- Henderson, R. E., dan William, B. S. 1989. *Aircraft Propulsion Systems Technology and Design*. Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- Hofen, W. *Process for Separating the Product Gas Mixture from the Catalytic Synthesis of Methyl Mercaptan*. US Patent No: 5,866,721.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book, Co.
- Laksmi, R. 2016. *Pra Rancangan Pabrik Kimia Metil Merkaptan dari Hidrogen Sulfida dan Metanol Kapasitas 40.000 Ton/Tahun*. (Online). <http://eprints.upnyk.ac.id/4693/>. Diakses pada tanggal 10 Februari 2019)
- Lefebvre, A. H. 1983. *Gas Turbine Combustion*. United States of America. Hemisphere Publishing Corporation.
- Lykke, M., Sverdrup, R., dan Thellefsen, M. 2018. *Process for Production of Sulfuric Acid*. US Patent No: 2018/0127271 A1.
- Oktyashari, A. 2017. *Reaktor Gelembung (Bubble Reactor)*. (Online). http://www/academia.edu/35177025/Reaktor_Gelembung_Bubble_Reaktor_ (Diakses pada tanggal 7 Mei 2019)
- Pratama, A. 2017. *Makalah Teknologi Minyak Bumi "Pressure Swing Adsorption"*. (Online). <https://www.coursehero.com/file/26330693/psa-tugasdocx>. (Diakses pada tanggal 7 Mei 2019).
- Perry, R. H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition*. United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Peters, M. S. 1991. *Plant Design and Chemical Engineers*. Singapore: McGraw Hill.

- Rahayu, S. A. 2013. *Laporan Akhir Praktikum Laboratorium Lingkungan*. Padang: Universitas Andalas Padang.
- Shreve, R. N. 1937. *Chemical Process Industries 5th Edition*. Tokyo: McGraw-Hill Book Kogakusha Ltd.
- Smith, J. M. 1982. *Chemical Engineerin Kinetics*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Sumarti, S. 2010. *Kawah Ijen Penghasil Belerang Terbesar*. (Online). <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kawah-ijen-penghasil-belerang-terbesar>. (Diakses pada Tanggal 2 Februari 2019)
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Ulfah, N. 2015. *Sistem Pengendalian Manajemen*. (Online). https://www.academia.edu/17207416/Jenis-jenis_struktur_organisasi. (Diakes pada Tanggal (19 April 2019)
- Ullmann, F. 2016. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Ullmann, F. 1992. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry Vol. B4*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Vataruk, W. M., Hall, R. S., dan Matley, J. 2002. Estimating Process Equipment Costs. *Chemical Engineering Journal*. Vol. 95, Hal. 66.
- Vilbrandt, F. C. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. New York: McGraw-Hill.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Wiley. 2012. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 40 Volume Set, 7th Edition*. (Online). <https://www.wiley.com/en-id/Ullmann's+Encyclopedia+of+Industrial+Chemistry,+40+Volume+Set,+7th+Edition.p9783527329434>. (Diakses pada Tanggal 5 Mei 2019)
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw Hill Education.
- Zuyev, V. S., dan Skubachevskii, L. S. *Combustion Chambers for Jet Propulsion Engines*. USA. Elseveir Ltd.

