

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN METANOL DARI GAS ALAM
KAPASITAS 218.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

BADARIAH MAULI R. 03031181419001

INDWIARTI PANE 03031281419095

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2018

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN METANOL DARI GAS ALAM
KAPASITAS 218.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Badariah Mauli R.	03031181419001
Indwiarti Pane	03031281419095

Palembang, Mei 2018

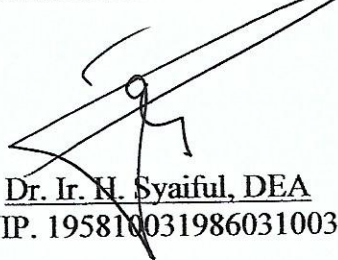
Pembimbing



Hj. Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si
NIP. 198606292008122002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

LEMBAR PERBAIKAN

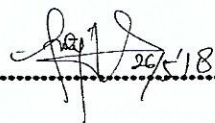
Nama/Nim : 1. Badariah Mauli R. (03031181419001)
2. Indwiarti Pane (03031281419095)

Judul:

**“PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METANOL DARI GAS ALAM
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 218.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Tugas Akhir Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Mei 2018 oleh Dosen Penguji:

Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T. :
NIP. 197502012000122001

(..........)

Palembang, Mei 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,


Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metanol dari Gas Alam dengan Kapasitas 218.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Badariah Mauli R. dan Indwiarti Pane di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Mei 2018.

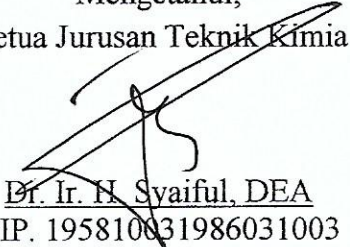
Palembang, Mei 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003
2. Dr. Ir. Hj. Susila Arita R., DEA
NIP. 196010111985032002
3. Ir. Hj. Siti Miskah, M.T.
NIP. 195602241984032002
4. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 197502012000122001

()
()
()
( 26/5/18)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

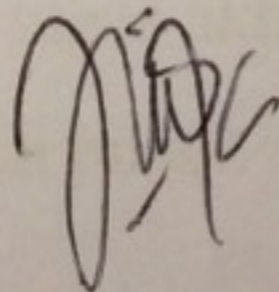
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indwiarti Pane
NIM : 03031281419095
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metanol dari Gas Alam
Kapasitas 218.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Badariah Mauli R.** 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, Mei 2018



Indwiarti Pane
NIM. 03031281419095

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

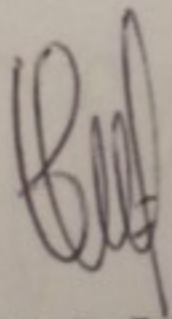
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Badariah Mauli R.
NIM : 03031181419001
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metanol dari Gas Alam
Kapasitas 218.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Indwiarti Pane** 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, Mei 2018



Badariah Mauli R.
NIM. 03031181419001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa sehingga penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul **“Pra-Rencana Pabrik Pembuatan Metanol dari Gas Alam dengan Kapasitas 218.000 Ton/Tahun”** dapat diselesaikan tepat waktu. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang harus ditempuh oleh mahasiswa Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1).

Laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, terima kasih diberikan kepada:

1. Ibu Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Rosdiana Moeksin, M.T., dan Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., selaku koordinator Tugas Akhir.
5. Para dosen yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.
6. Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan saran sehingga tugas akhir ini berjalan lancar.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat menjadi sumber referensi pembaca dan masukan pada berbagai pihak.

Indralaya, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERBAIKAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	x
ABSTRAK DAN RINGKASAN	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam Proses Pembuatan Metanol	2
1.4. Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku	5
BAB 2 PERENCANAAN PABRIK	12
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	12
2.2. Pemilihan Kapasitas	12
2.3. Pemilihan Bahan Baku	13
2.4. Pemilihan Proses	14
2.5. Uraian Proses Pembuatan Metanol	19
2.6. Flowsheet Proses Pembuatan Metanol dari Gas Alam	21
BAB 3 LOKASI DAN LETAK PABRIK	22
3.1. Pemilihan Lokasi	22
3.2. Luas Area	24
3.3. Tata Letak Pabrik	25
BAB 4 NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	29
4.1. Neraca Massa	29
4.2. Neraca Panas	35

BAB 5 UTILITAS	43
5.1. Unit Pengadaan Steam	43
5.2. Unit Pengadaan Air	44
5.3. Unit Pengadaan Refrigeran	48
5.4. Unit Pengadaan Tenaga Listrik	49
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	51
BAB 6 SPESIFIKASI PERALATAN.....	53
6.1. Accumulator-01 (ACC-01)	53
6.2. Cooler (C-01)	53
6.3. Condenser.....	54
6.4. Chiller-01 (CH-01).....	55
6.5. Chiller-02 (CH-02).....	56
6.6. Ekspander-01 (EKS-01)	56
6.7. Ekspander-02 (EKS-02).....	57
6.8. Ekspander-03 (EKS-03)	57
6.9. Ekspander-04 (EKS-04)	58
6.10. Furnace-01 (F-01)	59
6.11. Heat Exchanger-01 (HE-01)	60
6.12. Heat Exchanger-02 (HE-02)	60
6.13. Heat Exchanger-03 (HE-03)	61
6.14. Kompresor-01 (K-01).....	62
6.15. Kompresor-02 (K-02).....	63
6.16. Kompresor-03 (K-03).....	63
6.17. Kompresor-04 (K-04).....	64
6.18. Kolom Destilasi.....	64
6.19. Knock Out Drum-01 (KOD-01).....	66
6.20. Knock Out Drum-02 (KOD-02).....	66
6.21. Pompa-01 (P-01)	67
6.22. Pompa-02 (P-02)	68
6.23. Pompa-03 (P-03)	68
6.24. Pompa-04 (P-04)	69
6.25. Pompa-05 (P-05)	70
6.26. Partial Condenser-01 (PC-01).....	71
6.27. Partial Condenser-02 (PC-02).....	72
6.28. Pressure Swing Adsorber-01 (PSA-01)	72
6.29. Desulfurizer (R-01)	73
6.30. Reformer (R-02).....	74
6.31. Reaktor Metanol (R-03)	74
6.32. Reboiler (RB-01).....	75
6.33. Tangki-01 (T-01).....	76
6.34. Tangki-02 (T-02).....	77
6.35. Tangki-03 (T-03).....	77
6.36. Tangki-04 (T-04).....	78
6.37. Tangki-05 (T-05).....	78

BAB 7 ORGANISASI PERUSAHAAN	80
7.1. Sistem Organisasi.....	80
7.2. Manajemen Perusahaan.....	85
7.3. Kepegawaian	86
7.4. Penentuan Jumlah Pekerja.....	88
BAB 8 ANALISA EKONOMI	92
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	93
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	94
8.3. Total Modal Akhir.....	96
8.4. Laju Pengembalian Modal	98
8.5. Break Even Point (BEP).....	99
8.6. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	101
BAB 9 KESIMPULAN	101
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Impor Metanol di Indonesia	12
Tabel 2.3. Perbedaan Patent Terdahulu.....	17
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja <i>Shift</i>	87
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	89
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal	95
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kebutuhan Metanol di Indonesia pada Tahun 2012-2016	13
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik.....	25
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik	27
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan	28
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	91
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Event Point</i>	101

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. CHILLER, COOLER, HEAT EXCHANGER, KONDENSOR, REBOILER, PARTIAL CONDENSER

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_{i_o}	=	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
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 ² .°F
W	=	Laju alir massa fluida panas, lb/jam

w = Laju alir massa fluida dingin, lb/jam

μ = Viscositas, cp

3. EXPANDER, KOMPRESOR

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

4. FURNACE

q_n : Neat heat release, Btu/jam

q_r : Radiant duty, Btu/jam

t_f, t_t : Temperatur fluida, temperatur dinding, °F

$A_{r,a}$: Luas area radiant section, luas tube, ft^2

OD : diameter luar tube, in

L : panjang tube, ft

N_t : Jumlah tube

A_{cp} : cold plane surface, ft^2

V : Volume furnace, ft^3

L_{beam}	: Mean beam Length, ft
E_g	: gas emisivitas
q_s	: Heat loss fuel gas, Btu/jam
h_{cc}	: koefisien konveksi, Btu/jam.ft ² °F
h_{cl}	: koefisien gas radiant, Btu/jam.ft ² °F
h_{cw}	: koefisien wall radiant, Btu/jam.ft ² °F
A_{cw}	: wall area per row, ft ²
f	: factor seksi konveksi
U_c	: overall transfer coefisient dalam seksi konveksi, Btu/jam.ft ² °F
ρ_g	: densitas fuel gas, lb/ft ³
G	: mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft ²

5. KNOCK OUT DRUM

A	: <i>Vessel</i> Area Minimum, m ²
C	: <i>Corrosion</i> maksimum, in
D	: Diameter <i>Vessel</i> minimum, m
E	: <i>Joint</i> efisiensi
H_L	: Tinggi <i>Liquid</i> , m
H_T	: Tinggi <i>Vessel</i> , m
P	: Tekanan desain, psi
Q_V	: Laju alir <i>Volumetric</i> massa, m ³ /jam
Q_L	: <i>Liquid Volumetric flowrate</i> , m ³ /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. KOLOM DISTILASI

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_{eh}	:	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. POMPA

A = Area alir pipa, in²

BHP = Brake Horse Power, HP

$D_i \text{ opt}$	= Diameter optimum pipa, in
E	= Equivalent roughness
f	= Faktor friksi
FK	= Faktor keamanan
g_c	= Percepatan gravitasi, ft/s^2
Gpm	= Gallon per menit
$H_f \text{ suc}$	= Total friksi pada suction, ft
$H_f \text{ dis}$	= Total friksi pada discharge, ft
H_{fs}	= Skin friction loss
H_{fsuc}	= Total suction friction loss
H_{fc}	= Sudden Contraction Friction Loss ($\text{ft lb}_m/\text{lb}_f$)
H_{fe}	= Sudden expansion friction loss ($\text{ft lb}_m/\text{lb}_f$)
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

8. PRESSURE SWING ADSORBER

C	= <i>Corrosion</i> maksimum, in
D	= Diameter kolom, m
E	= Joint efisiensi

R_i	= jari-jari, m
P_b, P_d	= Densitas gas dan liquid, kg/m^3
P	= Tekanan desain, atm
S	= Working stress allowable, atm
E	= Welding joint efisiensi
Sc_g, Sc_l	= Schmidt number of gas, liquid
L	= Tinggi kolom, m
V_T	= volume kolom
μ_g, μ_L	= Viskositas gas dan liquid kg/m.s
ε	= Voidage of packed bed
ε_p	= internal porosity
t	= tebal dinding, cm

9. REAKTOR

A_t	= Luas keseluruhan jumlah tube, m^2
A_f	= Free area, m^2
A_s	= Area shell, m^2
a'_t	= Luas area per tube, m^2
B	= Baffle spacing
C_{A_0}	= konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m^3
C	= Tebal korosi yang dizinkan, atm
D_K	= Diameter katalis, cm
D_T	= Diameter tube, in
D_S	= Diameter shell, m
F_{A_0}	= Laju alir umpan, kmol/jam
g	= Gravitasi
H_r	= Tinggi Reaktor, m
ID	= Inside Diameter, m

k	= Konstanta laju reaksi, $\text{m}^3/\text{kmol}\cdot\text{s}$
L_t	= Panjang tube, m
M_{fr}	= Laju alir massa umpan, kg/h
N	= Bilangan Avogadro
N_t	= Jumlah Tube
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
P_T	= tube pitch, atm
Q_f	= Volumetric Flowrate Umpan
Re	= Bilangan Reynold
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. $^{\circ}\text{C}$
t	= Tebal dinding vessel
V_f	= Total free volume, m^3
V_K	= Volume katalis, m^3
V_K	= Volume shell, m^3
V_t	= Volume reaktor, m^3
V_{TR}	= Volume tube reaktor, m^3
W_k	= Berat katalis
X	= Konversi
ρ	= Densitas
ε_A	= Voidage
φ	= Porositas Katalis
σ	= Diameter Partikel, cm
ΔP_b	= Pressure Drop, kPa

10. 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	= 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

- Lampiran 1.** Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran 2.** Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran 3.** Perhitungan Spesifikasi Peralatan
- Lampiran 4.** Perhitungan Ekonomi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pengembangan di segala bidang, salah satunya adalah pembangunan di bidang industri, termasuk industri kimia. Oleh karena itu, pemerintah terus berupaya untuk membangun industri kimia guna dapat memenuhi kebutuhan bahan baku maupun bahan antara dalam industri kimia di dalam negeri, menciptakan lapangan kerja, pemanfaatan sumber daya alam, dan memungkinkan menghasilkan devisa bagi negara dengan adanya produk ekspor. Salah satu bahan kimia yang terpenting dalam industri kimia adalah metanol (Rina, 2015).

Peningkatan eksplorasi gas alam perlu diimbangi dengan peningkatan pemanfaatannya, sehingga diperlukan peningkatan produksi komoditi-komoditi turunan petrokimia berbasis gas alam yang lainnya selain LNG (*Liquified Natural Gas*). Komoditi cair dari gas alam pada kondisi kamar selain LNG antara lain adalah metanol dan formaldehida.

Metanol atau metil alkohol adalah produk industri hulu petrokimia yang merupakan turunan dari gas alam yang digunakan oleh berbagai industri. Metanol sudah banyak digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai macam produk petrokimia, sintesis kimia, dan bahan bakar mesin bakar internal pada kendaraan bermotor. Saat ini, metanol mulai diterapkan sebagai bahan bakar kendaraan *fuel cell*. Untuk Indonesia, 80% pembeli metanol adalah industri formaldehid yang menghasilkan *adhesives* untuk *plywood* dan industri *wood processing* lainnya (ICN, 2010).

Kebutuhan metanol terus bertambah seiring dengan perkembangan industri-industri di Indonesia. Walaupun tingkat konsumsi metanol di Indonesia cukup besar, namun sampai saat ini hanya terdapat dua perusahaan yang memproduksi metanol yaitu PT. Kaltim Methanol Industri dan Pertamina Persero. Saat ini, beberapa kebutuhan metanol masih dilakukan impor dari negara lain. Secara ekonomi, metanol mempunyai dampak yang cukup berarti terhadap

perkembangan dunia karena dapat menyumbangkan pendapatan dan dapat menciptakan lapangan kerja. Sehubungan dengan hal tersebut, maka sangat tepat apabila didirikan pabrik metanol di Indonesia yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk dapat diekspor ke luar negeri, dan juga dapat menciptakan lapangan kerja (ICN, 2010).

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Metanol murni pertama kali berhasil diisolasi tahun 1661 oleh Robert Boyle, ketika ia menghasilkannya melalui distilasi buxus (kotak kayu). Ini kemudian dikenal sebagai spiritus pirolitik (*pyrolitic spirit*). Pada tahun 1834, ahli kimia Perancis Jean Baptiste Dumas dan Eugene Peligot menentukan komposisinya (Villera, 2016).

Pada 1923, ahli kimia Jerman Alwin Mittasch dan Mathias Pier, bekerja untuk BASF, mengembangkan sarana untuk mengubah gas sintesis menjadi metanol. Menurut paten yang diajukan pada 12 Januari 1926 dengan nomor patent 1569775, proses ini menggunakan katalis kromium dan mangan oksida dan sangat kuat diperlukan kondisi tekanan berkisar 50-220 atm dan suhu sampai 450°C. Produksi metanol modern telah dibuat lebih efisien dengan menggunakan katalis yang mampu beroperasi pada tekanan yang lebih rendah, metanol modern tekanan rendah (LPM) dikembangkan oleh ICI pada akhir tahun 1960 dengan teknologi yang dimiliki sekarang oleh Johnson Matthey yang merupakan lisensi terkemuka teknologi metanol (Villera, 2016).

Penggunaan metanol sebagai bahan bakar mulai mendapat perhatian ketika krisis minyak tahun 1970 karena ketersediaan, biaya rendah, dan manfaat terhadap lingkungan. Pada pertengahan tahun 1990, lebih dari 20.000 kendaraan bahan bakar fleksibel mampu beroperasi dengan metanol atau bensin diperkenalkan di Amerika Serikat. Selain itu, rendahnya tingkat metanol dicampur dalam bahan bakar bensin yang dijual di Eropa selama tahun 1980 dan awal tahun 1990 (Villera, 2016).

1.3. Macam Proses Pembuatan

Proses pembuatan metanol berdasarkan tekanan dibagi menjadi 2 cara:

1) Proses tekanan tinggi

Pada proses ini pembuatan metanol dioperasikan pada tekanan 300 bar, menggunakan katalis krom oksida-seng oksida untuk perubahan katalitik dari CO dan CO₂ dengan H₂ menjadi metanol pada suhu 320 sampai 400°C (Edy, 2016).

2) Proses tekanan rendah

Pada proses ini tekanan yang digunakan ialah 50-150 bar dan suhu 200-500°C. Jenis katalis yang digunakan ialah dasar tembaga (*copper base catalyst*).

Adapun proses-proses yang menggunakan tekanan rendah antara lain:

1) Proses Lurgi

Gas alam dilewatkan dalam proses desulfurisasi untuk menghilangkan kontaminan sulfur. Proses ini berlangsung kira-kira pada suhu 350-380°C dalam reaktor desulfurisasi. Kemudian gas dikompresi dan dialirkan ke dalam unit *reformer*, dalam hal ini Lurgi *reformer* dan *autothermal reformer*. Dalam unit *reformer* gas dicampur dengan uap panas dan diubah menjadi gas H₂, CO₂, dan CO dengan tiga macam langkah pembentukan. Gas hasil kemudian didinginkan dengan serangkaian alat penukar panas. Panas yang dimiliki oleh gas hasil digunakan untuk membuat uap panas. Pemanas awal gas alam, pemanas air umpan masuk *boiler* dan alat *reboiler* di kolom distilasi. Gas hasil tersebut kembali dikompresi hingga 80-90 bar tergantung pada optimasi proses yang ingin dicapai. Setelah dikompresi gas hasil kemudian dikirim ke dalam reaktor pembentukan metanol. Reaktor yang digunakan ialah Lurgi *tubular* reaktor (proses isothermal) yang mengubah gas hasil menjadi *crude methanol*. *Crude methanol* hasil kemudian dikirim ke dalam unit kolom distilasi untuk menghasilkan kemurnian metanol yang dihasilkan (Edy, 2016).

2) Proses ICI Low Pressure Methanol (LPM)

Umpan gas alam dipanaskan dan dikompresi lalu kemudian didesulfurisasi sebelum dimasukkan ke dalam *saturator*. Setelah didesulfurisasi gas alam kemudian di masukkan ke dalam *saturator*, di dalam *saturator* gas alam dikontakkan dengan air panas. Pada proses ini sekitar 90% kebutuhan *steam* untuk proses dapat dicapai. Selanjutnya gas alam kemudian dipanaskan ulang dan ditambahkan kekurangan *steam* yang dibutuhkan untuk proses. Campuran gas

alam dengan uap panas ini kemudian dikirim ke dalam *methanol synthesys reformer* (MSR). Di dalam MSR ini gas alam dirubah menjadi H_2 , CO_2 , CO . Gas hasil ini kemudian didinginkan dengan serangkaian alat penukar panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memanaskan air umpan masuk *boiler*, menghasilkan uap panas dan kebutuhan yang lain. Lalu gas hasil ini dikirim ke dalam *methanol converter* (*ICI tube cooled reactor*). Reaksi yang berlangsung dengan bantuan katalis dalam reaktor ini menghasilkan *crude methanol* dan bahan lain, hasil dari reaktor kemudian dipisahkan dengan separator, gas yang masih belum terkonversi dipakai sebagai bahan bakar MSR. *Crude methanol* yang sudah dipisahkan dari bahan lain kemudian dikirim ke unit distilasi fraksionasi untuk menghasilkan metanol yang lebih murni (Edy, 2016).

3) Proses ICI Leading Concept Methanol (LCM)

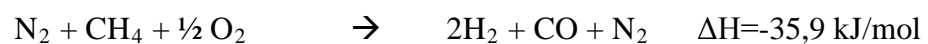
Umpan masuk gas alam pertama-tama di desulfurisasi sebelum memasuki *saturator*. Dalam *saturator* gas alam dikontakkan dengan air panas yang dipanaskan oleh gas hasil yang keluar dari *Advanced Gas Heated Reformer* (AGHR). Pengaturan sirkuit *saturator* ini memungkinkan untuk mendapatkan sebagian uap panas yang dibutuhkan untuk proses dan mengurangi sistem uap panas dari *boiler*. Tetapi berbagai macam modifikasi proses dapat dilakukan tergantung dari pemilihan sistem *reformer* dan *converter*. Campuran gas alam dan uap panas ini kemudian dipanaskan sebelum memasuki AGHR, dalam AGHR gas campuran memasuki tabung-tabung yang berisi katalis yang dipanaskan oleh gas hasil dari *reformer* kedua. Sekitar 25% gas alam terkonversi dalam AGHR menjadi CO_2 . Setelah keluar dari AGHR gas alam memasuki *reformer* kedua kemudian ditambahkan semburan oksigen yang merubah gas alam dengan bantuan katalis menjadi gas hasil yaitu H_2 , CO_2 , dan CO . Gas hasil ini suhunya berkisar $1000^{\circ}C$ dan hanya mengandung sangat sedikit metana yang tidak terkonversi. Aliran gas hasil lalu dilewatkan melalui *shell side* dari AGHR dan serangkaian alat penukar panas untuk memaksimalkan penggunaan panas. Lalu gas dikompresi sehingga 80 bar. Gas yang telah dikompresi kemudian dikirim ke *methanol converter* untuk mengubahnya menjadi metanol dan air. Metanol hasil kemudian dikirim ke unit distilasi fraksionasi untuk memurnikannya (Edy, 2016).

4) Methanol from Natural Gas (MENG) System

Berdasarkan paten nomor US 2017/0174592 A1, MENG merupakan penukaran metana mobile menjadi sistem konversi metanol berskala kebutuhan lokal. Sistem MENG dapat menggunakan jenis apapun dari gas alam, basah atau kerih, sebagai bahan baku, untuk memproduksi metanol, dimana dapat menggantikan bahan baku tanpa perlu pengilangan. Dini, diasumsikan bahwa bahan baku berupa metana murni. Hadirnya hidrokarbon berat pada gas meningkatkan yield yang dapat menyebabkan jumlah dari karbon pada gas meningkat. Sistem bekerja menggunakan katalis industri.

Pertama metana direformer pada 1 bar menggunakan preheated air dengan menggunakan katalis Nikel untuk menghasilkan hidrogen dan monosikda. Gas yang dihasilkan kemudian dikompres sehingga 40 bar dan kemudian bereaksi dengan bed katalis Cu-ZnO untuk memproduksi metanol. Metanol vapor pada keluaran dari reaktor sintesa kemudian dikondensasi menjadi liquid metanol pada temperatur lingkungan. Reaksi untuk MENG sebagai berikut:

(1) Pembentukan gas sintesa



(2) Sintesa Metanol



(3) Net reaksi



1.4. Sifat Fisika

Sifat fisika bahan baku dan produk merupakan salah satu informasi dalam desain suatu pabrik. Berdasarkan Yaws (1997) dan Perry's Chemical Engineers' Handbook (2008), informasi khusus sifat fisika dan kimia untuk pabrik pembuatan metanol menggunakan proses US 2017/0174592 A1.

1) Methanol

Rumus molekul : CH_3OH

Massa molekul : 32,04 gr/mol

Fase pada suhu kamar : *liquid*

Warna : tidak berwarna

Spgr	: 0,792
Titik didih	: 64,7°C
Titik beku	: -97,68°C
Titik leleh	: -97,8°C
Temperatur kritis	: 239,58°C
Tekanan kritis	: 80,96 bar

2)

Hidrogen

Rumus molekul	: H ₂
Massa molekul	: 2,016 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: gas
Warna	: tidak berwarna
Spgr	: 0,06948
Titik didih	: -252,7°C
Titik beku	: -259,2°C
Titik leleh	: -259,1°C
Temperatur kritis	: -239,82°C
Tekanan kritis	: 13,13 bar

3)

Oksigen

Rumus molekul	: O ₂
Massa molekul	: 32 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: gas
Warna	: tidak berwarna
Spgr	: 1,1053
Titik didih	: -183°C
Titik beku	: -218,79°C
Titik leleh	: -218,4°C
Temperatur kritis	: -118,42°C
Tekanan kritis	: 50,43 bar

4)

Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Massa molekul	: 18,015 gr/mol

Fase pada suhu kamar: *liquid*

Warna : tidak berwarna

Spgr : 1

Titik beku : 0°C

Titik didih : 100°C

Titik leleh : 0°C

Temperatur kritis : 374,13°C

Tekanan kritis : 220,55 bar

5) Nitrogen

Rumus molekul : N₂

Massa molekul : 28,02 gr/mol

Fase pada suhu kamar : gas

Warna : tidak berwarna

Spgr : 1,026

Titik beku : -210°C

Titik didih : -195,8°C

Titik leleh : -209,86°C

Temperatur kritis : -146,9°C

Tekanan kritis : 33,94 bar

6) Karbon Monoksida

Rumus molekul : CO

Massa molekul : 28,01 gr/mol

Fase pada suhu kamar: gas

Warna : tidak berwarna

Spgr : 0.986

Titik beku : -205°C

Titik didih : -192°C

Titik leleh : -207°C

Temperatur kritis : -140,08°C

Tekanan kritis : 34,99 bar

7) Karbon Dioksida

Rumus molekul : CO_2
Massa molekul : 44,01 gr/mol
Fase pada suhu kamar: gas
Warna : tidak berwarna
Spgr : 1,53
Titik beku : $-56,57^\circ\text{C}$
Titik didih : $-78,5^\circ\text{C}$
Titik leleh : $-56,6^\circ\text{C}$
Temperatur kritis : $31,19^\circ\text{C}$
Tekanan kritis : 13,82 bar

8)

Metana
Rumus molekul : CH_4
Massa molekul : 16,04 gr/mol
Fase pada suhu kamar: gas
Warna : tidak berwarna
Spgr : 0,415
Titik beku : $-182,48^\circ\text{C}$
Titik didih : $-161,4^\circ\text{C}$
Titik leleh : $-182,6^\circ\text{C}$
Temperatur kritis : $-82,42^\circ\text{C}$
Tekanan kritis : 46,04 bar

9)

Etana
Rumus molekul : C_2H_6
Massa molekul : 30,07 gr/mol
Fase pada suhu kamar: gas
Warna : tidak berwarna
Spgr : 0,546
Titik beku : $-182,8^\circ\text{C}$
Titik didih : $-88,6^\circ\text{C}$
Titik leleh : -172°C
Temperatur kritis : $32,42^\circ\text{C}$

- Tekanan kritis : 48,40 bar
- 10) Propana
- Rumus molekul : C_3H_8
- Massa molekul : 44,09 gr/mol
- Fase pada suhu kamar : gas
- Warna : tidak berwarna
- Spgr : 0,585
- Titik beku : $-187,69^\circ C$
- Titik didih : $-42,2^\circ C$
- Titik leleh : $-181,7^\circ C$
- Temperatur kritis : $96,82^\circ C$
- Tekanan kritis : 42,49 bar
- 11) n-Butana
- Rumus molekul : C_4H_{10}
- Massa molekul : 58,12 gr/mol
- Fase pada suhu kamar : gas
- Warna : tidak berwarna
- Spgr : 0,6
- Titik beku : $-138,29^\circ C$
- Titik didih : $-10^\circ C$
- Titik leleh : $-135^\circ C$
- Temperatur kritis : $152,18^\circ C$
- Tekanan kritis : 37,97 bar
- 12) i-Butana
- Rumus molekul : C_4H_{10}
- Massa molekul : 58,12 gr/mol
- Fase pada suhu kamar : gas
- Warna : tidak berwarna
- Spgr : 0,6
- Titik beku : $-159,61^\circ C$
- Titik didih : $-11,72^\circ C$

Titik leleh : -145oC
Temperatur kritis : 134,99°C
Tekanan kritis : 36,48 bar

13) n-Pentana

Rumus molekul : C_5H_{12}
Massa molekul : 72,15 gr/mol
Fase pada suhu kamar: *liquid*
Warna : tidak berwarna
Spgr : 0,630
Titik beku : -129,73°C
Titik didih : 36,3°C
Titik leleh : -129,7°C
Temperatur kritis : 196,65°C
Tekanan kritis : 33,69 bar

14) i-Pentana

Rumus molekul : C_5H_{12}
Massa molekul : 72,15 gr/mol
Fase pada suhu kamar: *liquid*
Warna : tidak berwarna
Spgr : 0,621
Titik beku : -159,90°C
Titik didih : 27,84°C
Titik leleh : -160°C
Temperatur kritis : 187,28°C
Tekanan kritis : 33,81 bar

15) Heksana

Rumus molekul : C_6H_{14}
Massa molekul : 86,17 gr/mol
Fase pada suhu kamar : *liquid*
Warna : tidak berwarna
Spgr : 0,655

Titik beku	: -95,31°C
Titik didih	: 69°C
Titik leleh	: -94°C
Temperatur kritis	: 234,43°C
Tekanan kritis	: 30,12 bar

16) Hidrogen Sulfida

Rumus molekul	: H ₂ S
Massa molekul	: 34,082 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: gas
Warna	: tidak berwarna
Spgr	: 1,1895
Titik beku	: -85,47°C
Titik didih	: -60,35°C
Titik leleh	: -82,9°C
Temperatur kritis	: 100,38°C
Tekanan kritis	: 89,63 bar

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. *Harga Jual Beli Katalis*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 17 April 2018).
- Anonim. 2018. *Kurs Jual Beli Dollar*. (Online). www.bi.go.id. (Diakses pada 17 April 2018).
- Atimtay, A. T., and Littlefield, S. L. *The use of Zinc Oxide Sorbents to Remove Hydrogen Sulfide from Coal Gases*. Departement of Chemical Engineering. 526-533.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2018. *Prakiraan Cuaca*. (Online). <https://www.bmkg.go.id>. (Diakses pada 2 Mei 2018).
- Bose, D. 2015. *Design Parameter for Hydro desulfurization (HDS) Unit for Petroleum Naptha at 3500 Barrels per Day*. 9: 99-111.
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- Digilib Unila. 2011. *Lokasi dan Tata Letak Pabrik*. (Online). <http://digilib.unila.ac.id/5401/19/BAB%207.pdf>. (Diakses pada 1 Mei 2018)
- Digilib Unila. 2012. *Unit Pendukung Proses dan Laboratorium*. (Online). <http://digilib.unila.ac.id/22/12/BAB%20VI.%20Utilitas78-98.pdf>. (Diakses pada 1 Mei 2018).
- Edy. 2016. *Metanol*. (Online). <http://www.academia.edu/5596205/Metanol>. (Diakses pada 3 Januari 2018).
- Firdausi, M. Dan Komarudin. 2015. *Peluang Penghematan Energi pada Sistem Uap di Industri Tekstil*. Jurnal Teknik Mesin Institut Sains dan Teknologi Nasional. 25(2): 82-87.
- Leo. 2015. *Keuntungan Mendirikan PT untuk Bisnis Anda*. (Online). <http://easybiz.id/keuntungan-mendirikan-pt-untuk-bisnis-anda/>. (Diakses pada 17 April 2018).
- Google Earth. 2018. *Tata Letak Pabrik*. (Online). <http://earth.google.co.id>. (Diakses pada 2 Mei 2018).

- Indonesian Commercial Newsletter (ICN). 2010. *Industri Metanol di Indonesia*. (Online). <http://www.datacon.co.id/Gasalam2010Methanol.html>. (Diakses pada 3 Januari 2018).
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Ludwig, E. E., 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition*. Gulf Publishing Co: Houston
- McCabe, W. L., 1995. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Matches. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (Online). www.matche.com. (Diakses pada 17 April 2018).
- Perry, R. H dan Don W. Green. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 8th Edition*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Peters, M.S. dan K.D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Rina. 2015. *Pendahuluan*. (Online). http://eprints.ums.ac.id/21793/2/BAB_I.pdf. (Diakses pada 3 Januari 2018).
- Sinnot, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford
- Smith, J.M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Treyball, R.E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Vilbrandt, F.C. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Villera, 2016. *Makalah Sejarah Kimia Hidrokarbon*. (Online). <https://flyhighnavilera.wordpress.com/2016/12/09/makalah-sejarah-kimia-hidrokarbon>. (Diakses pada 3 Januari 2018).

- Wahyono, B. 2012. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penentuan Lokasi Pabrik*. (Online).<http://www.pendidikanekonomi.com/2012/06/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>. (Diakses pada 1 Mei 2018).
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Welty et.al. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Yamin. 2013. *Organisasi Perusahaan*. (Online). <http://digilib.unila.ac.id/5397/21/BAB%20VIII.pdf>. (Diakses pada 17 April 2018).
- Yasmin. 2013. *Sistem Manajemen dan Organisasi Perusahaan*. (Online). <http://digilib.unila.ac.id/5407/21/8.20BAB%20VIII.pdf>. (Diakses pada 17 April 2018).
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Yuliusman. 2016. *Recovery Logam Nikel dari Spent Katalis NiO/Al₂O₃ dengan Teknologi Leaching menggunakan Amonia-Amonium Karbonat*. Jurnal MIPA. 39(2): 143-149.
- Zhopio. 2013. *Macam-macam Bentuk Struktur Organisasi*. (Online). http://zhopio-chalicee.blogspot.co.id/2013/01/macam-macam-bentuk-struktur-organisasi_7366.html. (Diakses pada 17 April 2018).