

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN DIMETIL ETER
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan
gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

KHOIRUL IHSAN ALIZA

03031282025066

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA – RANCANGAN PABRIK PEMBUTAN DIMETIL ETER KAPASITAS
70.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Teknik**

Kimia pada Universitas Sriwijaya

Oleh :

Khoirul Hsan Aliza

03031282025066

Palembang, September 2024

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Selpiana, S.T., M.T.

NIP. 197809192003122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tatj Indah Sari, S.T., M.T., IPM.

NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Dimetil eter kapasitas 70.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan oleh Khoirul Ihsan Aliza dihadapan Tim Penguji Sidang Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 September 2024. Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Prof.Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S., IPU
NIP. 196009091987031004
2. Ir. Lia Cundari, S.T., M.T.
NIP. 198412182008122002
3. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198204252023212029

()
()
()

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tut Indah Sari, S.T., M.T., IPM.

NIP. 197502012000122001

Indralaya, September 2024

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Selpiana, S.T., M.T.

NIP. 197809192003122001

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Khoirul Ihsan Aliza 03031282025066

Judul:

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN DIMETIL ETER
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 September 2024 oleh Dosen Penguji:

1. Prof.Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S., IPU
NIP. 196009091987031004
2. Ir. Lia Cundari, S.T., M.T.
NIP. 198412182008122002
3. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198204252023212029



Indralaya, September 2024

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Selpiana, S.T., M.T

NIP. 197809192003122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khoirul Ihsan Aliza
NIM : 03031282025066
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Dimetil Eter
Kapasitas 70.000 ton/tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan rekan atas nama Aldi Nurhakim 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 2024



Khoirul Ihsan Aliza

NIM. 03031282025066



RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN DIMETIL ETER KAPASITAS
70.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, September 2024

Khoirul Ihsan Aliza

Dibimbing oleh Dr. Selpiana, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxv + 350 halaman, 16 tabel, 8 gambar, 5 lampiran

ABSTRAK

Pabrik Pembuatan Dimetil eter (DME) dengan kapasitas 70.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2029 di Kawasan Industri Kaltim Methanol, Kel. Guntung, Kec. Bontang Utara, Kalimantan Timur meliputi area seluas 3,5 Ha dengan kapasitas 70.000 ton per tahun. Proses pembuatan Dimetil eter (DME) dilakukan melalui dehidrasi metanol dengan bantuan katalis HZSM-5 Zeolit yang dalam reaktor tipe Multitubular Fix Bed Reactor pada temperatur 300oC dan tekanan 10 bar. Pada proses sintesis menghasilkan dimetil eter (DME) sebagai produk utama dengan air sebagai produk samping. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line and staff, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 160 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik Dimetil Eter (DME) dinyatakan layak untuk didirikan dengan analisa ekonomi sebagai berikut:

- Total Capital Investment = US \$ 19.308.382,20
- Selling price = US \$ 150.776.450,59
- Total Production Cost = US \$ 126.420.886,44
- Annual Cash Flow = US \$ 18.453.014,46
- Pay Out Time = 0,993 tahun
- Rate of Return on Investment = 88,30%
- Discounted Cash Flow = 234,07%
- Break Event Point (BEP) = 38,96%
- Service Life = 11 tahun

Kata Kunci: Dimetil Eter (DME), Multitubular Fix Bed Reactor, Perseroan Terbatas.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya penulisan tugas akhir yang berjudul “**Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Dimetil Eter Kapasitas 70.000 Ton/Tahun**”. Penulisan tugas akhir merupakan salah satu syarat untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Univesitas Sriwijaya.

Dalam laporan ini mencakup perencanaan pabrik dan perancangan alat-alat proses pra rencana pabrik pembuatan Dimetil Eter dengan pertimbangan kelayakan berdasarkan Analisa ekonomi. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membacanya.

Indralaya, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERBAIKAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah Perkembangan	2
1.3. Macam Proses Pembuatan	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik	4
1.5. Sifat Fisika dan Kimia	6
BAB II PERENCANAAN PABRIK	8
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	8
2.2. Pemilihan Kapasitas	10
2.3. Pemilihan Bahan Baku	11
2.4. Pemilihan Proses	12
2.5. Uraian Proses	13
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	15
3.1. Lokasi Pabrik	15
3.2. Tata Letak Pabrik	20
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	22

4.1. Neraca Massa	22
4.1.1. Tee Valve– 01 (TV – 01)	22
4.1.2. Vaporizer-01 (VP- 01)	22
4.1.3. Reaktor – 01 (R– 01)	22
4.1.4. Condenser– 01 (CD– 01)	23
4.1.5. Kolom Distilasi – 01 (KD– 01)	23
4.1.6. Condenser – 02 (CD – 02)	23
4.1.7. Accumulator – 01 (ACC – 01)	23
4.1.8. Reboiler – 01 (RB-02).....	24
4.1.9. Kolom Distilasi-02 (KD – 02).....	24
4.1.10. Condenser– 03 (CD – 03)	24
4.1.11. Accumulator – 02 (ACC– 02).....	24
4.1.12. Reboiler – 02 (RB – 02).....	24
4.2. Neraca Panas	25
4.2.1. Tee Valve– 01 (TV – 01).....	25
4.2.2. Vaporizer– 01 (VP-01).....	25
4.2.3. Heat Exchanger– 01 (HE– 01).....	25
4.2.4. Heater-01 (H– 01).....	25
4.2.5. Reaktor-01 (R– 01)	26
4.2.6. Expander – 01 (EXP-01)	26
4.2.7. Condenser – 01 (CD – 01)	26
4.2.8. Heater-02 (H – 02).....	26
4.2.9. Kolom Distilasi – 01 (KD – 01).....	27
4.2.10. Condenser – 02 (CD – 02)	27
4.2.11. Reboiler – 01 (RB – 01)	27
4.2.12. Cooler – 01 (C– 041).....	28
4.2.13. Kolom Distilasi – 02 (KD– 02).....	28
4.2.14. Condenser– 03 (CD – 03)	28
4.2.15. Reboiler – 02 (RB – 02).....	28
4.2.16. Cooler – 02 (C– 02).....	29
BAB V UTILITAS	30

5.1. Unit Pengadaan Air	30
5.1.1. Air Pendingin	30
5.1.2. Air Umpang Boiler.....	32
5.1.3. Air Domestik.....	32
5.1.4. Kebutuhan Air Keseluruhan.....	34
5.2. Unit Pengadaan Steam	34
5.3. Unit Pengadaan Listrik	35
5.3.1. Listrik Peralatan	35
5.3.2. Listrik Penerangan Area Pabrik	36
5.3.3. Listrik Keperluan yang Lain	36
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar	37
5.4.1. Bahan Bakar Boiler.....	37
5.4.2. Bahan Bakar Generator Pembangkit Listrik	38
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	39
6.1. Tangki- 01 (T - 01)	39
6.2. Pompa - 01 (P- 01)	39
6.3. Pompa - 02 (P-2)	40
6.4. Vaporizer- 01 (VP-01).....	41
6.5. Heat Exchanger - 01 (HE-01).....	41
6.6. Heater- 01 (H-01)	42
6.7. Reaktor- 01 (R-01)	43
6.8. Expander- 01 (EXP-01).....	44
6.9. Condenser- 02 (CD - 02)	44
6.10. Heater- 02 (H-02)	45
6.11. Kolom Distilasi -01 (KD-01)	46
6.12. Condenser-02 (CD-02).....	47
6.13. Accumulator- 01 (ACC-01)	47
6.14. Pompa- 03 (P-03)	48
6.15. Reboiler- 01 (RB - 01).....	49
6.16. Cooler - 01 (C - 01).....	50
6.17. Kolom Distilasi -02 (KD - 02).....	51

6.18. Condenser-03 (CD-03).....	51
6.19. Accumulator– 02 (ACC – 02).....	52
6.20. Pompa – 04 (P – 04).....	52
6.21. Reboiler-02 (RB – 02).....	54
6.22. Cooler-02 (C – 02).....	54
6.23. Pompa – 05 (P – 05).....	54
6.24. Tangki-02 (T – 02).....	55
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	57
7.1. Bentuk Perusahaan	58
7.2. Struktur Organisasi Perusahaan	57
7.3. Tugas dan Wewenang	60
7.3.1. Pemegang Saham	60
7.3.2. Dewan Komisaris.....	60
7.3.3. Direktur Utama.....	61
7.3.4. Manajer Keuangan dan Pemasaran.....	63
7.3.5. Manajer Personalia dan Umum	64
7.3.6. Manajer Keuangan dan Pemasaran.....	64
7.3.7. Supervisor	64
7.3.8. Operator.....	64
7.3.9. Staf (Karyawan).....	64
7.4. Kepegawaian	66
7.5. Sistem Kerja	66
7.5.1. Karyawan <i>Non-shift</i>	66
7.5.2. Karyawan <i>Shift</i>	67
7.6. Penentuan Jumlah Karyawan	67
7.5.1. <i>Direct Operating Labor</i>	68
7.5.2. <i>Indirect Operating Labor</i>	69
BAB VIII ANALISIS EKONOMI	73
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	74
8.1.1. Perhitungan <i>Annual Cash Flow</i>	74

8.2.	Lama Waktu Pengembalian Modal.....	75
8.2.1.	Perhitungan Depresiasi.....	75
8.2.2.	Lama Pengangsuran Pengembalian Modal.....	75
8.2.3.	Pay Out Time (POT).....	76
8.3.	Total Modal Akhir	77
8.3.1.	<i>Net Profit Over Total Life of Project</i> (NPOTLP)	77
8.3.2.	<i>Total Capital Sink</i> (TCS)	76
8.4.	Laju Pengembalian Modal	79
8.4.1.	<i>Rate of Return on Investment</i> (ROR)	79
8.4.2.	<i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i> (DCF-ROR)	79
8.5.	<i>Break Even Point</i> (BEP)	80
8.5.1.	Metode Matematis.....	80
8.5.2.	Metode Grafik.....	80
	BAB IX KESIMPULAN	83
	DAFTAR PUSTAKA	84
	LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pertumbuhan Rata-Rata Dimetil Eter di Indonesia.....	10
Tabel 2.2. Data Hasil Ekstrapolasi Dimetil Eter di Indonesia	11
Tabel 2.3. Pertumbuhan Rata-Rata Dimetil Eter di Dunia.....	11
Tabel 2.4. Perbandingan Proses Pembuatan Dimetil Eter.....	12
Tabel 3.1. Luas Daerah Pabrik.....	20
Tabel 5.1. Kebutuhan Utilitas	30
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	30
Tabel 5.3. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik	34
Tabel 5.4. Peralatan dengan Kebutuhan Steam 350°C	34
Tabel 5.5. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	35
Tabel 5.6. Total Kebutuhan Bahan Bakar.....	38
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja <i>Shift</i>	67
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	70
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal.....	76
Tabel 8.2. Nilai Slope dan Intersep <i>Break Event Point</i>	81
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi.	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pertumbuhan Impor Dimetil Eter di Indonesia	10
Gambar 3.1.	Lokasi Pendirian Pabrik Dimetil Eter.....	15
Gambar 3.2.	Peta Jarak antara Pabrik dengan PT Kaltim Metanol Industri.....	16
Gambar 3.3.	Peta Jarak antara Pabrik dengan Pelabuhan Bontang.....	17
Gambar 3.4.	Layout Area Pabrik.....	21
Gambar 3.5.	Tata Letak Peralatan Pabrik.....	21
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan	72
Gambar 8.1.	Grafik Break Even Point (BEP)	80

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I.	PERHITUNGAN NERACA MASSA	85
LAMPIRAN II.	PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	111
LAMPIRAN III	PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	144
LAMPIRAN IV.	PERHITUNGAN EKONOMI	256
LAMPIRAN V.	TUGAS KHUSUS	269

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. Expander

BHP	: Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP
k	: Konstanta Kompresi
n	: Jumlah stage
η	: Efisiensi kompresor
P _{IN}	: Tekanan masuk, bar
P _{OUT}	: Tekanan keluar, bar
T ₁	: Temperatur masuk kompresor, °C
T ₂	: Temperatur keluar kompresor, °C
P _w	: Power kompresor, HP
Q	: Kapasitas kompresor, lb/menit
R _c	: Rasio kompresi
W	: Laju alir massa, lb/jam
P	: Densitas, kg/m ³

3. Heat Exchanger (Heater, Cooler, Reboiler, Condenser, Vaporizer)

W, w	: Laju alir massa di shell, tube, kg/jam
T ₁ , t ₁	: Temperatur masuk shell, tube, °C
T ₂ , t ₂	: Temperatur keluar shell, tube, °C

Q	: Beban panas, kW
U _o	: Koefisien overall perpindahan panas, W/m ² .°C
ΔT _{lm}	: Selisih log mean temperatur, °C
A	: Luas area perpindahan panas, m ²
ID	: Diameter dalam tube, m
OD	: Diameter luar tube, m
L	: Panjang tube, m
p _t	: Tube pitch, m
A _o	: Luas satu buah tube, m ²
N _t	: Jumlah tube, buah
V, v	: Laju alir volumetrik shell, tube, m ³ /jam
u _t , U _s	: Kelajuan fluida shell, tube, m/s
D _b	: Diameter bundel, m
D _s	: Diameter shell, m
N _{RE}	: Bilangan Reynold
N _{PR}	: Bilangan Prandtl
N _{NU}	: Bilangan Nusselt
h _i , h _o	: Koefisien perpindahan panas shell, tube, W/m ² .°C
I _b	: Jarak baffle, m
D _e	: Diameter ekivalen, m
k _f	: Konduktivitas termal, W/m.°C
ρ	: Densitas, kg/m ³
μ	: Viskositas, cP
C _p	: Panas spesifik, kJ/kg.°C
h _{id} , h _{od}	: Koefisien dirt factor shell, tube, W/m ² .°C
k _w	: Konduktivitas bahan, W/m.°C
ΔP	: Pressure drop, psi

4. Kolom Distilasi

A _a	: Active area, m ²
A _d	: Downcomer area, m ²
A _{da}	: Luas aerasi, m ²

A_h	: Hole area, m^2
A_n	: Net area, m^2
A_t	: Tower area, m^2
C_c	: Tebal korosi maksimum, in
D	: Diameter kolom, m
d_h	: Diameter hole, mm
E	: Total entrainment, kg/s
E_j	: Efisiensi pengelasan
F_{IV}	: Parameter aliran
H	: Tinggi kolom, m
h_a	: Aerated liquid drop, m
h_f	: Froth height, m
h_q	: Weep point, cm
h_w	: Weir height, m
L_w	: Weir height, m
N_m	: Jumlah tray minimum, stage
Q_p	: Faktor aerasi
R	: Rasio refluks
R_m	: Rasio refluks minimum
U_f	: Kecepatan massa aerasi, m/s
V_d	: Kelajuan downcomer
ΔP	: Pressure drop, psi
Ψ	: Fractional entrainment
U_D	: Design Overall Heat Transfer Coefficient Clean
U_C	: Overall Heat Transfer Coefficient

5. Pompa

A	: Area alir pipa, in^2
BHP	: Brake Horse Power, HP
D_{opt}	: Diameter optimum pipa, in
F	: Faktor friksi
G	: Percepatan gravitasi ft/s^2

G_c	: Konstanta percepatan gravitas, ft/s^2
H_d, H_s	: Head discharge, suction, ft
H_f	: Total friksi, ft
H_{fc}	: Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
H_{fe}	: Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
H_{ff}	: Friksi karena fitting dan valve, ft
H_{fs}	: Friksi pada permukaan pipa, ft
ID	: Diameter dalam, in
K_C, K_E	: Konstanta kompresi, ekspansi, ft
L	: Panjang pipa, m
L_e	: Panjang ekivalen pipa, m
MHP	: Motor Horse Power, HP
NPSH	: Net positive suction head, ft.lbf/lb
N_{RE}	: Bilangan Reynold
OD	: Diameter luar, in
P_{uap}	: Tekanan uap, psi
Q_f	: Laju alir volumetrik, ft^3/s
V_d	: Discharge velocity, ft/s
V_s	: Suction velocity, ft/s
E	: Equivalent roughness, ft
H	: Efisiensi pompa
M	: Viskositas, kg/ms
P	: Densitas, kg/m^3

6. Reaktor

C_c	: Tebal korosi maksimum, in
C_{AO}	: Konsentrasi awal umpan, kmol/m^3
D_p	: Diameter katalis, m
D_s	: Diameter shell, m
D_T	: Diameter tube, in
F_{AO}	: Laju alir umpan, kmol/jam
H_R	: Tinggi shell reaktor, m

H_T	: Tinggi tube, m
K	: Konstanta kecepatan reaksi, $m^3/kmol.s$
N_t	: Jumlah tube, buah
P	: Tekanan operasi, bar
τ	: Waktu tinggal, jam
p_t	: Tube pitch, in
S	: Tegangan kerja yang diizinkan, psi
T	: Tebal dinding reaktor, cm
V_k	: Volume katalis, m^3
V_T	: Volume reaktor, m^3
ρ, ρ_k	: Densitas fluida, katalis, kg/m^3
R	: Konstanta gas ideal, $8,314 \text{ kJ/kmol.K}$
σ_A	: Diameter molekul, cm
M	: Berat molekul, $kg/kmol$
E_A	: Energi aktivasi, $kJ/kmol$
V_E	: Volume elipsoidal, m^3
H_S	: Tinggi silinder, m
H	: Tinggi tutup
H_T	: Tinggi total tanki, m
H_L	: Tinggi liquid, m
H_i	: Tinggi impeller, m
D_i	: Diameter impeller, m
W_b	: Lebar Baffle, m
G	: Lebar baffle pengaduk, m
R	: Panjang blade pangaduk, m
R_b	: Posisi baffle dari dinding tanki, m

7. Tangki

C_c	: Tebal korosi maksimum, in
D	: Diameter tangki, m
E_j	: Efisiensi pengelasan
P	: Tekanan desain, psi
S	: Tegangan kerja diizinkan, psi

- T : Tebal dinding tangki, cm
V : Volume tangki, m³
W : Laju alir massa, kg/jam
P : Densitas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan kemajuan sektor industri telah menuntut semua negara ke arah industrialisasi. Di masa depan, permintaan terkait energi di kawasan Asia Pasifik diperkirakan akan sangat besar. Namun, pasokan energi yang terbatas dan masalah lingkungan yang disebabkan oleh konsumsi bahan kimia akan menjadi masalah yang besar.

Tingginya tingkat kebutuhan akan bahan bakar di seluruh dunia menyebabkan harga bahan bakar juga akan meningkat. Namun, semakin banyak permintaan akan bahan bakar, semakin menurun ketersediaannya. Hal ini merupakan salah satu faktor pendukung dalam pra rancangan pabrik dimetil eter sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Senyawa dimetil eter ini sendiri berbentuk gas yang memiliki rumus kimia CH_3OCH_3 .

Produk dimetil eter, selama ini dikenal sebagai propellant dalam industri parfum, obat pembasmi nyamuk, foam (sabun pencukur kumis bagi pria), pengharum ruangan, *colognes*, *hair sprays*, *personal care mousses*, *antiperspirants*, dan *room air fresheners*. Namun, sekarang ini dimetil eter banyak dimanfaatkan sebagai salah satu sumber bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dapat menggantikan LPG dan LNG. Selain itu produk dimetil eter juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dapat menggantikan bahan bakar diesel karena memiliki ni.

Meninjau begitu banyak manfaat produk dimetil eter akan membuat kebutuhan impor produk dimetil eter semakin tinggi. Sejauh ini baru terdapat dua industri kimia yang memproduksi dimetil eter di Indonesia yaitu PT. Bumi Tangerang Gas Industri. Oleh karena itu perlu dilakukan rancangan untuk didirikannya pabrik dimetil eter lainnya dalam skala industri di Indonesia untuk dapat mengantisipasi kebutuhan dimetil eter dalam negeri. Dengan berdirinya pabrik dimetil eter nantinya dapat meningkatkan kemajuan perkembangan industri dan dapat memicu persaingan pasar global.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Dimetil eter adalah suatu senyawa eter yang memiliki nama IUPAC Methoxymethane. Dimetil eter adalah gas yang tidak berwarna, tidak beracun, tidak korosi terhadap metal, dan bebas dari unsur sulfur (S) dan nitrogen (N), sehingga memungkinkan untuk menghasilkan emisi Sox, NOx, partikulat, dan jelaga yang lebih rendah dibandingkan solar. Dimetil eter memiliki sifat yang sama dengan propana dan butane yang merupakan senyawa pembentuk LPG, sehingga dimetil eter dapat didistribusikan dan disimpan menggunakan teknologi penanganan LPG. Penggunaan dimetil eter sebagai alternatif pengganti LPG telah di terapkan oleh negara Jerman, Belanda, Australia, Taiwan, China dan Jepang yang terus melakukan pengembangan hingga sekarang.

Dimetil eter pertama kali dikenalkan oleh P Bolland pada tahun 1809 melalui proses dehidrasi metanol secara kontinyu dengan katalis asam sulfat. Proses ini kemudian dikenal dengan proses Barbet dan distandarisasi oleh Amerika Serikat. Pada tahun 1984, dilakukan pengembangan terhadap metode pembentukan dimetil eter melalui reaksi fase uap metanol dengan menerapkan katalis gamma-alumina berpori dan Besi (III) Oksida. Kemudian, pada tahun 1989, terjadi perkembangan lebih lanjut dalam proses dehidrasi fase uap dari metanol dengan menggunakan katalis gamma-alumina, di mana sejumlah 5-45% berat uap air atau air dimasukkan ke dalam metanol 100% berat. Langkah ini bertujuan untuk mengurangi pembentukan deposit karbon di permukaan katalis. Selanjutnya, pada tahun 1990, proses tersebut mengalami pengembangan lebih lanjut dengan memanfaatkan katalis alumina dan logam oksida golongan 3A.

Pabrik dimetil eter pertama kali didirikan di Jepang pada tahun 2002 sebagai respons terhadap krisis energi di negara tersebut, Pabrik dimetil eter (DME) merupakan proyek yang diinisiasi oleh JFE Holdings (*Jeiefui Horudingusu Kabushikigaisha*). Pabrik ini menggunakan metode sintesis langsung untuk menghasilkan dimetil eter dengan kapasitas sebesar 5 ton per hari. Pada tahun berikutnya, China mendirikan pabrik Dimetil Eter dengan kapasitas 10.000 ton per tahun, yang dikembangkan oleh TEC (*Toyo Engineering Corporation*). Selain mendirikan pabrik dimetil eter di China, Jepang juga membangun pabrik dimetil

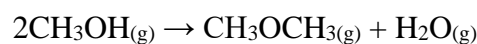
eter kedua di Kushiro, Jepang, dengan kapasitas produksi awal sebesar 5 ton per hari, yang dikembangkan oleh *JFE Holdings (Jeiefui Horudingusu Kabushikigaisha)*. Pada tahun 2005, kapasitas produksinya meningkat menjadi 100 ton per hari.

Pada tahun 2006, Iran mendirikan sebuah pabrik dimetil eter dengan kapasitas yang lebih besar, mencapai 80.000 ton per tahun, dan menggunakan gas alam sebagai bahan baku. Pada tahun 2008, *Mitsubishi Gas Corporation (MGC)* mendirikan pabrik dimetil eter di Niigata, Jepang, dengan kapasitas produksi sebesar 80.000 ton per tahun dan menggunakan metanol grade AA sebagai bahan baku. Di Indonesia, PT. Bumi Tangerang Gas Industri mengoperasikan pabrik pembuatan dimetil eter. Pabrik ini adalah satu-satunya pabrik dimetil eter di Asia Tenggara yang menggunakan metanol sebagai bahan baku, dengan proses utama berupa dehidrasi metanol dan memiliki kapasitas 8.000 ton per tahun.

1.3. Macam Proses Pembuatan

1.3.1. Sintesis Dimetil Eter dengan Katalis Padat

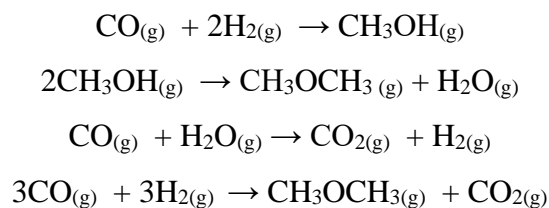
Proses dehidrasi metanol menggunakan katalis alumina (Al_2O_3) dilakukan dengan mengontakan metanol dengan katalis alumina (Al_2O_3) yang mengandung 10,2% silika yang disebut dengan Sanderens secara langsung (direct contact). Reaksi dilakukan pada suhu tinggi ($250\text{-}400^\circ\text{C}$) dalam fase uap atau gas. Dengan demikian secara teoritik gas metanol dikontakkan secara langsung dengan katalis Alumina berfase padat dalam reaktor. Dimetil eter yang terbentuk dipurifikasi dengan cara didestilasi yang bertujuan untuk memisahkan campuran Dimetil eter dengan pengotor lain yaitu H_2O dan metanol yang masih tersisa. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:



Kontak langsung terjadi di dalam reaktor antara metanol dan katalis $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (padat) pada temperatur $280\text{-}340^\circ\text{C}$ dalam fase gas dengan tekanan 5-8 atm. Hasil reaksi yang terbentuk dimurnikan dengan proses distilasi guna memisahkan antara dimetil eter dengan produk samping (H_2O dan metanol yang belum bereaksi) (US Patent 8541630B2, 2013).

1.3.2. Sintesis Dimetil Eter dari campuran CO dan H₂

Pada proses ini, Dimetil Eter dapat dihasilkan dengan cara mencampurkan CO dan H₂ ke dalam reaktor. Pada proses ini akan terbentuk metanol dan dimetil eter. Metanol yang terbentuk merupakan produk intermediet yang kemudian akan diubah menjadi Dimetil Eter pada reaktor yang sama. Katalis yang digunakan untuk sintesa metanol, seperti katalis sistem Tembaga Oksida - Seng Oksida, sistem Seng Oksida Kromium Oksida, sistem Tembaga Oksida - Seng Oksida/Kromium Oksida sedangkan katalis yang biasa digunakan untuk proses dehidrasi metanol adalah katalis asam-basa seperti alumina, silika-alumina dan zeolit. Katalis yang digunakan untuk sintesa metanol dapat dicampur dengan katalis dehidrasi metanol. Adapun reaksi yang terjadi pada metode ini adalah:



1.4. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

1.4.1. Tujuan

Pendirian pabrik dimetil eter bertujuan untuk meningkatkan produksi dimetil eter di dalam negeri, memenuhi permintaan industry yang menggunakan dimetil eter sebagai bahan baku, dan meningkatkan volume ekspor dimetil eter . Produksi dimetil eter yang memadai di dalam negeri juga dapat menjadi penyokong industri ekspor. Bahan kimia ini digunakan dalam berbagai produk yang diekspor, dan memiliki fasilitas produksi di dalam negeri dapat memperkuat daya saing produk di pasar internasional. Dengan meningkatnya permintaan produk kimia di dalam negeri, pendirian pabrik dimetil eter dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan pasar domestik, mengurangi ketergantungan pada impor, dan mendukung pertumbuhan ekonomi nasional.

Selain itu, pengolahan bahan baku menjadi produk jadi diharapkan dapat meningkatkan nilai jualnya, sehingga memberikan manfaat yang signifikan bagi kehidupan, terutama bagi manusia. Pabrik dimetil eter dapat didirikan untuk

mendukung pertumbuhan industri dalam negeri. Kegunaan utama dari dimetil eter ini adalah sebagai substitusi LPG dan *aerosol propellant* pengganti gas CFC *propellant* untuk skala industri. Dalam penggunaannya, dimetil eter dapat dimanfaatkan secara langsung atau dengan dicampur. Pemanfaatan dimetil eter murni 100% untuk sektor industri, transportasi, dan rumah tangga, khususnya sebagai bahan bakar campuran LPG atau LGV (*Liquified Gas for Vehicle*).

1.4.2. Manfaat

- 1) Salah satu kegunaan utama dimetil eter adalah sebagai bahan bakar alternatif. dimetil eter dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil dalam mesin diesel, pembangkit listrik, dan transportasi. Penggunaan dimetil eter sebagai bahan bakar alternatif membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan polutan udara, serta mendukung upaya untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional.
- 2) Dimetil eter digunakan sebagai propelan dalam produk aerosol, seperti semprotan pewangi, cat semprot, dan produk semprot lainnya. Sebagai propelan, dimetil eter memberikan sifat yang stabil dan tidak merusak lingkungan, sehingga sering menjadi pilihan yang lebih ramah lingkungan daripada propelan lain yang bersifat ozon-depleting.
- 3) Dimetil eter juga digunakan sebagai pelarut dalam industri kimia. Karena sifatnya yang mudah menguap dan tidak berwarna, dimetil eter cocok untuk melarutkan berbagai senyawa kimia dalam proses produksi kimia dan pemurnian.
- 4) Dimetil eter dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik dan serat. Proses polimerisasi dengan menggunakan dimetil eter dapat menghasilkan polimer yang digunakan dalam industri plastik untuk berbagai aplikasi, seperti pembuatan kemasan, wadah, dan produk plastik lainnya.
- 5) Dimetil eter memiliki nilai kalor yang tinggi dan memberikan efisiensi pembakaran yang baik. Penggunaan Dimetil Eter dalam mesin pembakaran internal dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengoptimalkan kinerja sistem, terutama dalam hal pembakaran yang lebih bersih dan efisien.

1.5. Sifat fisik dan kimia

1.5.1. Metanol

Rumus Molekul	: CH ₃ OH
Berat Molekul	: 32,042 g/mol
Wujud	: Cair
Titik Beku	: -97,68°C
Titik Didih	: 64,7°C
Temperatur Kritis	: 239,43°C
Tekanan Kritis	: 80,96 bar
Volume Kritis	: 117,8 cm ³ /mol
Densitas	: 0,2720 g/cm ³

(Sumber: Yaws,1999)

1.5.2. Dimetil Eter

Rumus Molekul	: CH ₃ OCH ₃
Berat Molekul	:56,069 g/mol
Titik lebur	: -141 °C
Titik didih	: -24.7 °C
Temperature kritis	: 126.85 °C
Tekanan Kritis	:53.7 bar
Densitas	: 677 Kg/mol

(Sumber: Yaws,1999)

1.5.3. Air

Rumus Molekul	: H ₂ O
Berat Molekul	: 18,015 g/mol
Wujud	: Cair
Titik Leleh	: 0°C
Titik Didih	: 100°C
Temperatur Kritis	: 373,98°C
Tekanan Kritis	: 220,55 bar
Volume Kritis	: 56 cm ³ /mol
Densitas	: 0,3220 g/cm ³

(Sumber: Yaws,1999)

1.5.4. HZSM-5 (Katalis)

Bentuk : *Spherical, solid*

Diameter Partikel : 4 mm

Bulk Density : 1,035 kg/m³

BET Surface Area : 250 m²/g

Pore Volume : 0,238 cm³/g

Relative Crystallization : 100%

(Sumber: ACS Material, 2023)

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba.com: Manufactures, Supplier, and Products. 2024. Daftar Harga Bahan Baku dan Produk. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada tanggal 20 Maret 2024)
- Anonim. April. 2002. *Market Outlook for Dimethyl Ether (DME)*. Allentown: Air Products and Chemicals.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Data Ekspor dan Impor Dimetil Eter. (Online) [htt](http://www.bps.go.id). (Diakses pada tanggal 25 November 2023)
- Coulson, J. M., dan J. F. Richardson. 2015. *Chemical Engineering*, 6th Volume, 4th Edition. Elsevier: Inggris.
- DLHK. 2020. *Laporan Akhir*. Pemerintah Provinsi Kalimantan Utara Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan: Kalimantan Utara.
- ESDM. 2021. *Cadangan Minyak Indonesia Tersedia untuk 9,5 Tahun dan Cadangan Gas 19,9 Tahun* (Online). <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/menteri-esdm-cadangan-minyak-indonesia-tersedia-untuk-95-tahun-dan-cadangan-gas-199-tahun> (Diakses Tanggal 30 Mei 2024).
- ESDM. 2020. *DME Project in Indonesia is in Progress* (Online). <https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/-dme-project-in-indonesia-is-in-progress>. (Diakses Tanggal 30 Maret 2024).
- Evan F. L. 1974. *Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plant* 2nd Edition. Tokyo: Gulf Publishing.
- Fogler. H. S. 2004. *Element of Chemical Reaction Engineering* 3rd Edition. New Delhi: Prentice Hall of India.
- Ismail. S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book, Co.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering* 3rd Edition. Oregon: John Wiley and Sons.
- Ludwig. E. E. 1999. *Applied Process Design For Chemical And Petrochemical Plants Volume 2, Third Edition*. Louisiana: Gulf Professional Publishing.

- Ludwig, E. E. 1999. *Applied Process Design For Chemical And Petrochemical Plants Volume 3, Third Edition*. Louisiana: Gulf Professional Publishing.
- Matche. (2014). *Data Harga Peralatan*. <https://www.matche.com>, Diakses Tanggal 28 Maret 2024.
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company.
- Peter, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4th Edition*. New York: Mc Graw Hill International Book Co.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., dan Abbott, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Walas, S. M. (2012). *Chemical Process Equipment: Selection and Design 3rd Edition*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Winkle, M. V. 1967. *Distillation*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Yaws, Carl L. (2003). *Yaws's Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds*. Knovel.