

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL FORMAT
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

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



Badria Dania
NIM 03031181621117
Ellen
NIM 03031181621121

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

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL FORMAT
KAPASITAS 15.000 TON / TAHUN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh

Badria Dania
NIM. 03031181621117
Ellen
NIM. 03031181621121

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prahady Susmanto, S.T., M.T.
NIP. 198208042012121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Format Kapasitas 15.000 Ton / Tahun” telah dipertahankan oleh Badria Dania dan Ellen di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 September 2020.

Palembang, September 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA

NIP. 195610241981032001

()

2. Novia, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197311052000032003

()

3. Rahmatullah, S.T., M.T.

NIP. 198907052015041002

()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

Badria Dania	03031181621117
Ellen	03031181621121

Judul:

“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL FORMAT KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN”

Mahasiswa tersebut telah melakukan perbaikan yang diberikan Dosen Penguji dalam sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 September 2020.

Tim Penguji,

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA.
2. Novia, S.T., M.T., Ph.D.
3. Rahmatullah, S.T., M.T.

Indralaya, September 2020
Dosen Pembimbing,



Prahady Susmanto, S.T., M.T.
NIP. 198208042012121001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Badria Dania
NIM : 03031181621117
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Format
Kapasitas 15.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

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

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

Indralaya, September 2020



Badria Dania

NIM. 03031181621117

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ellen

NIM : 03031181621117

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Format
Kapasitas 15.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

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

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

Indralaya, September 2020



Ellen

NIM. 03031181621121

ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL FORMAT

KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 16 September 2020

Badria Dania dan Ellen

Dibimbing oleh Prahady Susmanto, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik Metil Format direncanakan di Banjarmasin, Kalimantan Selatan.

Pabrik ini memiliki area seluas 4,5 Ha dengan kapasitas 15.000 ton per tahun.

Proses pembuatan Metil Format ini mengacu pada US Patent No. 2018/9938227

B2. Reaksi berlangsung di dalam *Fix Bed Reactor* pada suhu 50°C, tekanan 1 atm dengan katalis Amberlyst-15 di Reaktor-01 dan pada suhu 90°C, tekanan 1 atm dengan katalis MCM-22 di Reaktor-02.

Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 121 orang. Pabrik pembuatan Metil Format ini layak didirikan karena telah memenuhi persyaratan parameter ekonomi sebagai berikut:

- *Total Capital Investment* = US \$ 32.132.154,13
- *Selling Price* per Tahun = US \$ 135.371.062,76
- *Total Production Cost* = US \$ 112.702.717,92
- *Annual Cash Flow* = US \$ 18.353.263,51
- *Pay Out time* = 1,67 tahun
- *Rate of Return on Investment* = 49,3831%
- *Discounted Cash Flow* = 66,9586%
- *Break Even Point* = 36,9703%
- *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci : Metil Format, Disproporsionasi, *Fix Bed Reactor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Fomat Kapasitas 15.000 Ton/Tahun.**" Tujuan penyusunan tugas akhir ini untuk memenuhi persyaratan sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan ini tentunya masih banyak kekurangan dan kesalahan sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna memperbaiki kesalahan dalam penyusunan laporan ini. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca. Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penyusunan tugas akhir, terutama kepada:

- 1) Kedua orang tua yang telah memberikan segala dukungannya.
- 2) Bapak Prahady Susmanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- 3) Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 4) Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Seluruh Dosen Teknik Kimia.
- 6) Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan bantuannya.

Indralaya, Agustus 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam Proses Pembuatan Metil Format	2
1.4. Sifat Fisika dan Kimia	4
BAB II PERENCANAAN PABRIK	6
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	6
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	8
2.4. Pemilihan Proses	8
2.5. Uraian Proses	10
BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK	13
3.1. Pemilihan Lokasi.....	14
3.2. Luas Area	15
3.3. Tata Letak Pabrik	16
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	20
4.1. Neraca Massa	20
4.2. Neraca Panas	30

BAB V UTILITAS	39
5.1. Unit Pengadaan Steam	39
5.2. Unit Pengadaan Air	41
5.3. Unit Pengadaan Refrigeran	45
5.4. Unit Pengadaan Tenaga Listrik	45
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	48
 BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	 50
6.1. <i>Accumulator-01 (ACC-01)</i>	50
6.2. <i>Accumulator-02 (ACC-02)</i>	51
6.3. <i>Accumulator-03 (ACC-03)</i>	52
6.4. <i>Accumulator-04 (ACC-04)</i>	53
6.5. <i>Cooler-01 (C-01)</i>	54
6.6. <i>Cooler-02 (C-02)</i>	55
6.7. <i>Cooler-03 (C-03)</i>	56
6.8. <i>Cooler-04 (C-04)</i>	57
6.9. <i>Condenser-01 (CD-01)</i>	58
6.10. <i>Condenser-02 (CD-02)</i>	59
6.11. <i>Condenser-03 (CD-03)</i>	60
6.12. <i>Condenser-04 (CD-04)</i>	61
6.13. <i>Condenser-05 (CD-05)</i>	62
6.14. <i>Chiller-01 (CH-01)</i>	63
6.15. Kompressor-01 (K-01)	64
6.16. <i>Heater-01 (H-01)</i>	65
6.17. <i>Heater-02 (H-02)</i>	66
6.18. Kolom Distilasi-01 (KD-01)	67
6.19. Kolom Distilasi-02 (KD-02)	68
6.20. Kolom Distilasi-03 (KD-03)	69
6.21. Kolom Distilasi-04 (KD-04)	70
6.22. Pompa-01 (P-01)	71
6.23. Pompa-02 (P-02)	72

6.24. Pompa-03 (P-03)	73
6.25. Pompa-04 (P-04)	74
6.26. Pompa-05 (P-05)	75
6.27. Pompa-06 (P-06)	76
6.28. Pompa-07 (P-07)	77
6.29. Pompa-08 (P-08)	78
6.30. Pompa-09 (P-09)	79
6.31. Reaktor-01 (R-01)	80
6.32. Reaktor-02 (R-02)	81
6.33. Reboiler-01 (RB-01)	82
6.34. Reboiler-02 (RB-02)	83
6.35. Reboiler-03 (RB-03)	84
6.36. Reboiler-04 (RB-04)	85
6.37. Tangki-01 (T-01).....	86
6.38. Tangki-02 (T-02).....	87
6.39. Tangki-03 (T-03).....	88
6.40. Tangki-04 (T-04).....	89
6.41. Tangki-05 (T-05).....	90
6.42. Vaporizer (VP-01).....	91
 BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	 92
7.1. Bentuk Perusahaan	92
7.2. Struktur Organisasi	93
7.3. Tugas dan Wewenang	94
7.4. Sistem Kerja	98
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	100
 BAB VIII ANALISA EKONOMI.....	 106
8.1. Keuntungan (Profitabilitas)	106
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	107
8.3. Total Modal Akhir	109

8.4. Laju Pengembalian Modal	101
8.5. Break Even Point (BEP)	113
BAB 9 KESIMPULAN	116

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Impor Metil Format	7
Tabel 2.2. Perbandingan Proses dalam Pembuatan Metil Format	8
Tabel 5.1. Kebutuhan <i>Steam</i>	39
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	41
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Domestik	44
Tabel 5.4. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik	45
Tabel 5.5. Kebutuhan <i>Refrigerant -33°C</i>	45
Tabel 5.6. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	46
Tabel 5.7. Total Kebutuhan Listrik	47
Tabel 5.8. Total Kebutuhan Bahan Bakar	49
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal <i>Shift</i>	99
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	102
Tabel 8.1. <i>Selling Price</i>	106
Tabel 8.2. Angsuran Pengembalian Modal	108
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Data Impor Metil	7
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik.....	16
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik	18
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan.....	19
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	104
Gambar 8.1. Grafik Break Even Point (BEP)	113

DAFTAR NOTASI

1. *Accumulator*

- L, L_T : Panjang accumulator, m
t : Ketebalan dinding accumulator, m
 V_s : Volume silinder, m^3
 V_t : Kapasitas
 V : Volumetrik flowrate, m^3
D : Diameter Accumulator, m
S : *Working stress* yang diizinkan, psi
E : Efisiensi pengelasan, dimensionless
Cc : Korosi yang diizinkan, in
E : Joint efisiensi, dimensionless
P : Tekanan operasi, atm

2. *Cooler, Condensor, Chiller, Heater, Vaporizer, Reboiler*

- A : Area perpindahan panas, ft^2
 a_a, a_p : Area alir pada annulus, inner pipe, ft^2
 a_s, a_t : Area alir pada shell and tube, ft^2
 a'' : External surface per 1 in, ft^2/in
B : Baffle spacing, in
 C'' : Clearance antar tube, in
 C_p : Spesific heat, $Btu/lb^{\circ}F$
D : Diameter dalam tube, in
De : Diameter ekivalen, in
 D_s : Diameter shell, in
f : Faktor friksi, ft^2/in^2
 G_t, G_s : Laju alir pada tube, shell, $lb/h.ft^2$
g : Percepatan gravitasi
h : Koefisien perpindahan panas, $Btu/hr.ft^2.^{\circ}F$
 h_i, h_o : Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar tube
 j_H : Faktor perpindahan panas

- k : Konduktivitas termal, Btu/hr.ft².°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_T : Return drop shell, psi
 ΔP_S : Penurunan tekanan pada shell, psi
 ΔP_t : Penurunan tekanan pada tube, psi
 ID : Inside diameter, ft
 OD : Outside diameter, ft
 Q : Beban panas heat exchanger, Btu/hr
 R_d : Dirt factor, hr.ft².°F/Btu
 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
 Δt : Beda temperatur, °F
 U : Koefisien perpindahan panas
 U_c, U_D : Clean overall coefficient, Design overall coefficient, Btu.hr.ft².°F
 V : Kecepatan alir, ft/s
 W : Kecepatan alir massa, lb/hr
 μ : Viskositas, Cp

3. Compressor

- k : Konstanta Kompresi
m : Laju alir massa (kg/jam)
N : Jumlah stage
 C_p : Kapasitas panas tekanan konstan (J/mol K)
 η : Efisiensi compressor
 P_{IN} : Tekanan masuk, atm
 P_{OUT} : Tekanan keluar, atm
 T_1, T_2 : Temperatur masuk dan keluar kompressor, °C
 H_p : Power kompressor, HP
 Q : Kapasitas kompressor, lb/menit
 R_c : Rasio kompresi
 W : Laju alir massa, lb/jam
 ρ : Densitas, kg/m³
 C_v : Kapasitas panas volume konstan (J/mol K)

4. Kolom Destilasi

- α : Relatif volatilitas
 N_m : Stage minimum
 L/D : Refluks
 N : Stage/tray
 m : Rectifying section
 p : Stripping section
 F_{LV} : Liquid-vapor flow factor
 U_f : Kecepatan flooding, m/s
 U_v : Volumetric flowrate, m³/s
 A_n : Net area, m²
 A_c : Cross section / luas area kolom, m²
 D_c : Diameter kolom, m
 A_d : Downcomer area, m²
 A_a : Active area, m²
 l_w : Weir length, m

Ah	: Hole area, m ²
hw	: Weir height, mm
dh	: Hole diameter, mm
Lm	: Liquid rate, kg/det
how	: Weir liquid crest, mm liquid
Uh	: Minimum design vapor velocity, m/s
Co	: Orifice coefficient
hd	: Dry plate drop, mm liquid
hr	: Residual head, mm liquid
ht	: Total pressure drop, mm liquid
hap	: Downcomer pressure loss, mm
Aap	: Area under apron, m ²
Hdc	: Head loss in the downcomer, mm
hb	: Backup di downcomer, m
tr	: Check resident time, s
θ	: Sudut sub intended antara pinggir plate dengan unperforated strip
Lm	: Mean length, unperforated edge strips, m
Aup	: Area of unperforated edge strip, m ²
Lcz	: Mean length of calming zone, m
Acz	: Area of calming zone, m ²
Ap	: Total area perforated, Ap
Aoh	: Area untuk 1 hole, m ²
t	: Tebal dinding, cm
r	: Jari-jari tanki, m
S	: Tekanan kerja yang diijinkan, atm
C _c	: Korosi yang diijinkan, m
Ej	: Efisiensi pengelasan
OD	: Diameter luar, m
ID	: Diameter dalam, m
ρ	: Densitas, kg/m ³
μ	: Viskositas, N.s/m ²

He : Tinggi tutup elipsoidal, m

Ht : Tinggi tanki, m

5. Pompa

A : Area alir pipa, in²

BHP : Brake Horse Power, HP

D_{opt} : Diameter optimum pipa, in

f : Faktor friksi

g : Percepatan gravitasi, ft/s²

g_c : Konstanta percepatan gravitasi, ft/s²

H_f : Total friksi, ft

H_{fs} : Friksi pada dinding pipa, 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_d, H_s : Head discharge, suction, ft

ID : Inside diameter, in

OD : Outside diameter, in

K_c, K_e : Contaction, ekspansion contraction, ft

L : Panjang pipa, m

L_e : Panjang ekuivalen pipa, m

m_f, m_s : Kapasitas pompa, laju alir, lb/h

MHP : Motor Horse Power, HP

NPSH : Net Positive Suction Head, ft .lbf/ lb

P_{uap} : Tekanan uap, psi

Q_f : Laju alir volumetrik, ft³/s

Re : Reynold Number, dimensionless

V_s : Suction velocity, ft/s

V_d : Discharge velocity, ft/s

ΔP : Differential pressure, psi

ϵ : Equivalent roughness, ft

η : Efisiensi pompa

μ : Viskositas, kg/m.hr
 ρ : Densitas, kg/m³

6. Reaktor

BM : berat molekul, kg/kmol
g : Percepatan Gravitasi, m/s²
 H_S : Tinggi Head Reaktor, m
 H_R : Tinggi reaktor total, m
k : Konstanta reaksi , m³/kmol.s, s⁻¹
 M_{fr} : Laju alir massa, kg/jam
 Q_f : Volumetric Flowrate Umpan, m³/h
t : Tebal dinding reaktor, m
 V_f : Total free volume, m³
 V_{HR} : Volume head reaktor, m
 V_R : Volume total reaktor, m
 V_s : Volume Shell, m³
 μ : Viskositas Campuran, kg m/s

7. Tanki

C : Allowable corrosion, m
D : Diameter tanki, m
E : Joint effisiensi
h : Tinggi head, m
He : Tinggi elipsoidal, m
Hs : Tinggi silinder tanki, m
Ht : Tinggi total tanki, m
P : Tekanan, atm
S : Allowable stress, psi
t : Tebal dinding tanki, m
Vh : Volume head, m³
Vs : Volume silinder, m³
Vt : Kapasitas tanki, m³

W : Laju alir massa, kg/jam

ρ : Densitas, kg/m³

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Neraca Massa.....	120
Lampiran 2. Neraca Panas.....	185
Lampiran 3. Spesifikasi Peralatan.....	282
Lampiran 4. Perhitungan Ekonomi	585
Lampiran 5. Tugas Khusus	596

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Pembangunan di bidang industri terus mengalami kemajuan, baik di negara berkembang maupun negara maju dan salah satu contohnya adalah Indonesia. Sebagai negara yang masih berkembang, Indonesia terus melakukan banyak peningkatan disegala bidang termasuk industri kimia. Perkembangan industri kimia memberi dampak yang cukup besar dan seiring perkembangannya juga mempengaruhi bidang lain. Oleh karena hal tersebut, pemerintah berupaya membangun industri kimia untuk mengurangi impor dari negara lain, menciptakan banyak lapangan kerja, memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia, dan memberi devisa bagi negara dengan adanya produk ekspor.

Industri yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan bahan kimia juga semakin meningkat, sehingga Indonesia harus mengimpor berbagai jenis bahan kimia untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan salah satu contohnya adalah metil format. Metil format adalah contoh bahan kimia yang dapat digunakan untuk menghasilkan banyak produk. Beberapa produk kimia yang dapat dihasilkan antara lain, asam asetat, asam format, metil propionat, metil akrilat, metil glikolat, n-formil morpholine, n-metil formamide dan lainnya.

Indonesia masih mengimpor metil format dari luar negeri dan hal tersebut menjadikan metil format sebagai salah satu bahan kimia yang berpotensial untuk diproduksi di dalam negeri. Berdasarkan uraian-uraian tersebut, maka produksi di dalam negeri perlu ditingkatkan. Peningkatan produksi metil format di Indonesia dapat dicapai dengan melakukan pendirian pabrik yang memproduksi metil format. Pendirian pabrik metil format di Indonesia ini diharapkan mampu mengurangi kebutuhan impor metil format dan dapat dieksport ke luar negeri jika kebutuhan dalam negeri telah terpenuhi sehingga bisa memberi peningkatan devisa bagi negara. Selain itu, pendirian pabrik pembuatan metil format di Indonesia juga diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

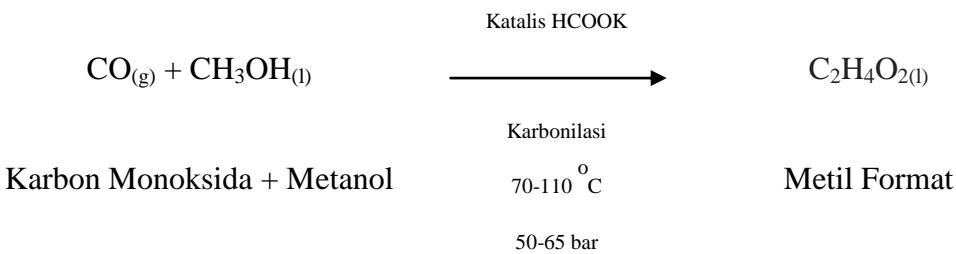
Tahun 1879-1883 metil format pertama kali ditemukan oleh Menschutkin. Metil format ditemukan melalui penelitian mengenai pengaruh struktur molekul dan tipe radikal yang terjadi pada proses esterifikasi. Tahun 1962 produksi Metil Format pertama kali dilakukan secara komersial oleh U.C.S.B.A di Brussel Belgia dengan kapasitas produksi 30.000 pound per tahun (Othmer, 1951).

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Metil Format

Beberapa macam proses pembuatan metil format, yaitu dengan proses karbonilasi, proses dehidrogenasi dan proses disproporsionasi.

1.3.1. Pembuatan Metil Format dengan Karbonilasi Metanol

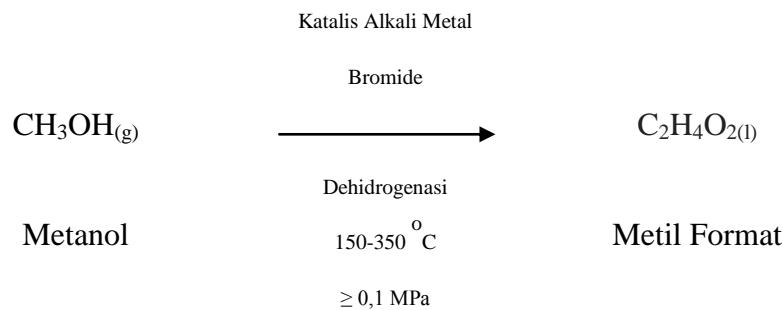
Proses ini dilakukan dengan mereaksikan karbon monoksida dan metanol. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Proses karbonilasi metanol, pertama-tama *fresh feed* berupa karbon monoksida (CO) dicampurkan dengan aliran gas CO recycle. Selanjutnya, bahan baku kedua berupa metanol (CH_3OH) bercampur dengan larutan katalis, yaitu potassium format (HCOOK). Campuran antara metanol dan katalis kemudian ditambahkan dengan aliran dari bottom kolom destilasi (*metanol recycle*). Aliran *feed* berupa CO, CH_3OH dan HCOOK selanjutnya dialirkan untuk diumpulkan ke reaktor. Aliran dilakukan secara *co-current* dan hasil dari keluaran reaktor berupa produk dan reaktan yang tidak bereaksi. Konversi metil format yang terbentuk di dalam reaktor sebesar 80% (Schneider dkk, 2015).

1.3.2. Pembuatan Metil Format dengan Dehidrogenasi Metanol

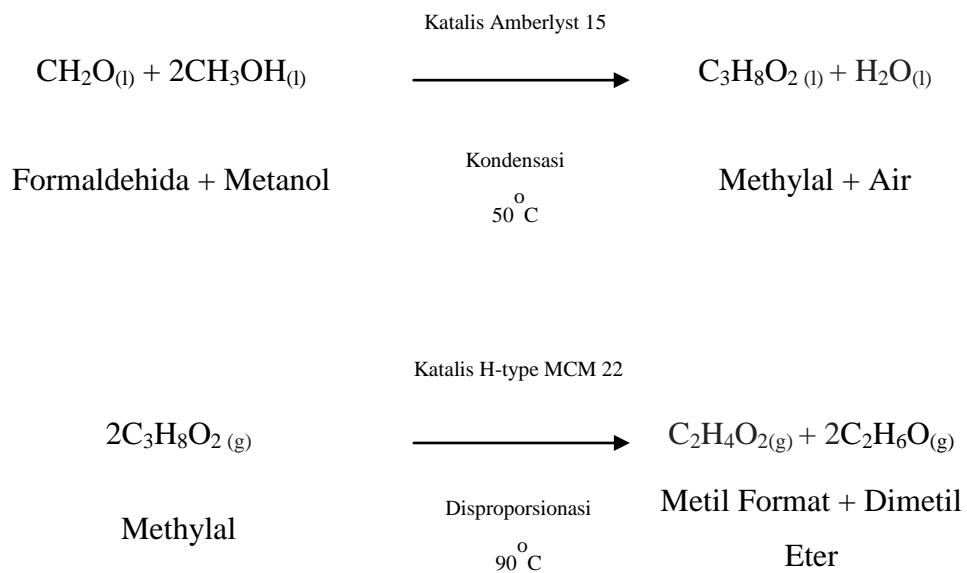
Proses ini dilakukan dengan dehidrogenasi metanol. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada proses dehidrogenasi metanol, produk metil format diproduksi menggunakan bahan baku metanol. Bahan baku yang berupa metanol kemudian didehidrogenasi dalam fase gas menggunakan katalis alkali metal bromide. Salah satu contohnya copper nitrat trihidrat. Proses dehidrogenasi metanol terjadi pada suhu 150-350°C. GHSV metanol 500 hingga 30.000/jam. Proses ini dilakukan menggunakan tekanan sebesar 0,1 Mpa dan dari proses ini akan dihasilkan produk berupa Metil Format (Nakamura dkk, 2013).

1.3.3. Pembuatan Metil Format dengan Disproporsionasi Methylal

Proses ini dilakukan dengan disproporsionasi methylal. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Proses pembuat metil format diawali dengan mereaksikan bahan baku metanol dan formaldehid untuk menghasilkan methylal. Reaksi ini terjadi pada reaktor pertama dengan kondisi operasi 50°C dan 1 atm dengan katalis amberlyst-15. Reaksi dispropresiasi methylal terjadi pada reaktor kedua dengan kondisi operasi 90°C dan 1 atm dan menggunakan katalis hydrogen type-MCM 22. Kondisi operasi tersebut biasanya tergantung pada jenis katalis yang digunakan. Hasil keluaran dari reaktor berupa produk metil format dan dimetil eter yang masih memiliki campuran lain dan perlu dipurifikasi (Ni dkk, 2018).

1.4. Sifat Fisika dan Kimia

a. Metanol

Nama lain	:	Metil Alkohol
Rumus kimia	:	CH_3OH
Berat molekul	:	32.042 gram/mol
Densitas (25°C)	:	0.787 gram/cm ³
Titik didih	:	64.7°C
Titik leleh	:	- 97.68°C
Temperatur kritis	:	239.43°C
Tekanan kritis	:	80.96 bar
		(Sumber : Yaws,1999)

b. Formaldehida

Nama lain	:	Methanal, Formalin
Rumus kimia	:	CH_2O
Berat molekul	:	30.026 gram/mol
Densitas (25°C)	:	0.736 gram/cm ³
Titik didih	:	- 19.1°C
Titik leleh	:	- 92°C
Temperatur kritis	:	134.85°C
Tekanan kritis	:	65.86 bar
		(Sumber : Yaws,1999)

c. Methylal

Nama lain	:	Dimethoxymethane
Rumus kimia	:	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$
Berat molekul	:	76.095 gram/mol

Densitas (25°C)	:	0.854 gram/cm ³
Titik didih	:	41.85°C
Titik leleh	:	- 104.8°C
Temperatur kritis	:	207.45°C
Tekanan kritis	:	39.52 bar

(Sumber : Yaws,1999)

d. Metil Format

Nama lain	:	Metil Formiat, Metil Metanoat
Rumus kimia	:	C ₂ H ₄ O ₂
Berat molekul	:	60.05 gram/mol
Densitas (25°C)	:	0.967 gram/cm ³
Titik didih	:	31,75°C
Titik leleh	:	- 99°C
Temperatur kritis	:	214,05°C
Tekanan kritis	:	59.98 bar

(Sumber : Yaws,1999)

e. Dimetil Eter

Nama lain	:	Methoxymethane
Rumus kimia	:	C ₂ H ₆ O
Berat molekul	:	46.07 gram/mol
Densitas (25°C)	:	0.655 gram/cm ³
Titik didih	:	- 24.84°C
Titik leleh	:	-141.99°C
Temperatur kritis	:	126.95°C
Tekanan kritis	:	52,99 bar

(Sumber : Yaws,1999)

f. Air

Nama lain	:	Dihidrogen oksida
Rumus kimia	:	H ₂ O
Berat molekul	:	18,015 gram/mol
Densitas (25°C)	:	1,027 gram/ cm ³
Titik didih	:	100 °C
Titik leleh	:	0°C
Temperatur kritis	:	383,98 °C

(Sumber : Yaws,1999)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2019. *Indeks Harga Produsen (IHP) Indonesia Triwulan Menurut Sektor 2010-2017*. (Online). <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/10/31/969/indeks-harga-produsen-ihp-indonesia-triwulanan-menurut-sektor-2010-100-2010-2017.html>. (Diakses pada tanggal 15 Juli 2020).
- Bank Indonesia. 2020. Suku Bunga untuk Pinjaman US Dollar Menurut Kelompok Bank dan Jenis Pinjaman (Persen Per Tahun). (Online). https://www.bi.go.id/seki/tabel/TABEL1_27.pdf. (Diakses pada tanggal 15 Juli 2020).
- Cheng, Y., dkk. 2011. Preparation And Characterization Of MCM-22 Zeolite By Varying-Temperature Hydrothermal Synthesis. *Advanced Materials Research*. Vol. 197-198: 1587-1590.
- Comtrade. 2019. *Tabel Ekspor-Impor*. (Online). <https://comtrade.un.org/data>. (Diakses pada 10 Maret 2020).
- Coulson & Richardson. 2005. *Chemical Engineering Volume 6 4th Edition*. Elsevier: Buttenworth - Heinemann.
- Couper, J. R., Penney, W. R., James, dan Walas, S. M. 2010. *Chemical Process Equipment Selection and Design Edisi 2*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Digilib Unila. 2011. *Lokasi dan Tata Letak Pabrik*. (Online) <http://digilib.unila.ac.id/5401/19/BAB%207.pdf>. (Diakses pada 12 Maret 2020).
- Felder, R. M. dan Rousseau, R. W. 2005. *Elementary Principles of Chemical Engineering 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Google Earth. 2020. *Tata Letak Pabrik*. (Online) <http://earth.google.co.id>. (Diakses pada 12 Maret 2020).
- Hans, H., dkk. 2012. *Process For The Production Of Pure Methylal*. European Patent 2450336 A1.

- Ismail, S. 1996. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw Hill.
- Kirk, R.E., dan Othmer. 1951. “*Encyclopedia of Chemical Technology*”, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Matches Engineering. 2017. *Equipment Cost Index*. (Online). <http://www.matche.com/equipcost.html>. (Diakses pada tanggal 21 April 2020).
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering 5th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- McKetta, J.J. dan Cunningham, W.A. 1993. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design Vol. 45*. New York: Marcel Decker, Inc.
- Nakamura, K. 2013. *Methanol Dehydrogenation Catalyst For Producing Of Methyl Formate And Method For Producing Methyl Formate*. U.S. 2013/8455677 B2.
- Ni, Y., dkk. 2018. *Method For Preparing Methyl Formate And Coproducing Dimethyl Ether*. U.S. Patent 2018/9938227 B2.
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company.
- Peter, M. S. dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers Fourth Edition*. New York: McGraw Hill Company.
- Rigoreau, J., dkk. 2005. Alkylation of toluene with propene over H-MCM-22 zeolite. *Journal of Catalysis*. Vol. 236: 45–54.
- Rohm and Haas. 2006. *Product Data Sheet*. (Online). <http://www.hopegood.biz/upload/12744310771636.pdf>. (Diakses pada tanggal 20 April 2020).
- Schneider, D. 2015. *Process For Preparing Methyl Formate By Reaction Of Methanol With Carbon Monoxide In The Presence Of A Catalyst System Comprising Alkali Metal Formate And Alkali Metal Alkoxide*. U.S. Patent 2015/8957244 B2.
- Schwanke, A., dkk. 2018. Dandelion-Like Microspherical MCM-22 Zeolite Using BP 2000 as a Hard Template. *ACS Omega*. Vol. 3: 6217–6223.

- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Treybal, R. E. 1980. *Mass-Transfer Operation 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Wallas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*. USA: Butterworth-Heinemann.
- Wahyono, B. 2012. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penentuan Lokasi Pabrik*. (Online). <http://www.pendidikanekonomi.com/2012/06/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>. (Diakses pada 12 Maret 2020).
- Welty et. al. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Winkle, M. V. *Distillation*. New York: McGraw-Hill.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw Hill Company.
- Yaws, C. L. 2015. *The Yaws Handbook of Vapor Pressure, 2nd Edition*. New York: Elsevier