

SKRIPSI

PRA RENCANA

PABRIK PEMBUATAN METIL PROPIONAT

KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN



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

Oleh

AL-KAUTSAR DWI ARYA	03031181520010
ANDI ANTONIUS SIAHAAN	03031181520014

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL PROPIONAT
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diduplikasi untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana

Oleh:

Al-Kautsar Dwi Arya

NIM. 03031181520010

Andi Antonius Siahaan

NIM. 03031181520014

Inderalaya, Juli 2019

Pembimbing,



Hj. Tuty Emilia Agustina, S.T, M.T, Ph.D

NIP. 197208092000032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

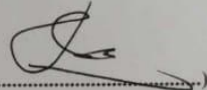
NIP. 195810031986031003

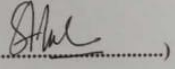
LEMBAR PERBAIKAN

1. Nama : Al-Kautsar Dwi Arya
Nim : 03031181520010
2. Nama : Andi Antonius Siahaan
Nim : 03031181520014

Judul: Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Propionat Kapasitas 60.000
Ton/Tahun ✓

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Juli 2019 oleh Dosen Penguji:

Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng : 
NIP. 195910191987111001

Ir. Siti Miskah, M.T : 
NIP. 195602241984032002

Palembang, Juli 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


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



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Propionat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Al-kautsar Dwi Arya dan Andi Antonius Siahaan di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Juli 2019.

Indralaya, Juli 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng : (.....)
NIP. 195910191987111001
2. Ir. Siti Miskah, M.T : (.....)
NIP. 195602241984032002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Propionat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun” ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat akhir mengikuti ujian sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Universitas Sriwijaya. Tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Hj. Tuty Emilia Agustina, S.T, M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Orang tua dan keluarga.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2015 serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

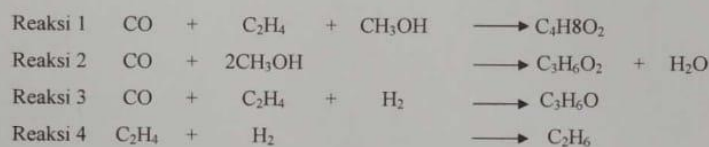
Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu diharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Indralaya, Juli 2019

Penulis

ABSTRAK

Pabrik pembuatan Metil Propionat dari karbon monoksida, etilen dan methanol dengan kapasitas 60.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2024 di Cilegon, Provinsi Banten yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 5,21 Ha. Proses pembuatan Metil Propionat dengan jenis reaktor *multi tubular fixed bed* (R-01) dengan katalis *Cobalt Sulfide*. Kondisi operasi pembuatan Metil Propionat adalah 290°C dan tekanan 49,3 Atm. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Pabrik pembuatan Metil Propionat ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang pimpinannya adalah Direktur Utama. Sistem organisasi perusahaan ini adalah *line and staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 163 orang. Hasil dari analisa ekonomi Pra-rencana Pabrik Pembuatan Metanol sebagai berikut:

- *Total Capital Investment* = US \$ 628.681.439,28
- *Selling Price per Year* = US \$ 4.567.285.310,42
- *Total Production Cost* = US \$ 4.024.262.749,23
- *Annual Cash Flow* = US \$ 452.989.207,39
- *Pay Out time* = 1,31 Tahun
- *Rate of Return* = 64,78%
- *Discounted Cash Flow* = 55,82%
- *Break Even Point* = 33,57%
- *Service Life* = 11 tahun

Indralaya, Juli 2019

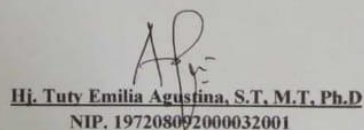
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. N. Syaiful, DEA
NIP. 195310031986031003

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Hj. Tutty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197208092000032001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PEMBAHASAN UMUM.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan.....	1
1.3. Proses Pembuatan.....	2
1.4. Sifat Fisika dan Kimia.....	5
BAB II PERENCANAAN PABRIK.....	11
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	11
2.2. Pemilihan Kapasitas.....	11
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	12
2.4. Pemilihan Proses.....	12
2.5. Uraian Proses.....	13
BAB III LOKASI TATA LETAK PABRIK.....	15
3.1. Lokasi Pabrik.....	15
3.2. Letak Peralatan Pabrik.....	17
3.3. Luas Tanah.....	17
BAB IV NERACA MASSA DAN PANAS.....	20
4.1. Neraca Massa.....	20
4.2. Neraca Panas.....	28
BAB V UTILITAS.....	36
5.1. Unit Pengadaan Steam.....	36
5.2. Unit Pengadaan Air.....	37
5.3. Unit Pengadaan Refrigerant.....	41

5.4. Unit Pengadaan Listrik.....	42
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	44
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....	48
6.1. Accumulator-01 (ACC-01).....	48
6.2. Adsorber-01 (AD-01).....	48
6.3. Condensor-01(CD-01).....	49
6.4. Chiller-01 (CH-01).....	49
6.5. Extractor Column-01 (EC-01).....	50
6.6. Expander-01 (EXP-01).....	51
6.7. Heate Exchanger-01 (HE-01).....	51
6.8. Heater-01 (H-01).....	52
6.9. Heater-02 (H-02).....	52
6.10. Knock Out Drum-01 (KOD-01).....	53
6.11. Knock Out Drum-02 (KOD-02).....	53
6.12. Kolom Destilasi (KD-01).....	54
6.13. Kompresor-01(K-01).....	55
6.14. Kompresor-02 (K-02).....	56
6.15. Kompresor-03 (K-03).....	56
6.16. Mixing Tank-01 (MT-01).....	57
6.17. Pompa-01 (P-01).....	58
6.18. Pompa-02 (P-02).....	59
6.19. Pompa-03 (P-03).....	60
6.20. Pompa-04 (P-04).....	61
6.21. Pompa-05 (P-05).....	62
6.22. Pompa-06 (P-06).....	63
6.23. Pompa-07 (P-07).....	64
6.24. Pompa-08 (P-08).....	65
6.25. Pompa-09 (P-09).....	66
6.26. Partial Condenser-01 (PC-01).....	67
6.27. Reboiler-01 (RB-01).....	67

6.28. Reaktor-01 (R-01).....	68
6.29. Tangki-01 (T-01).....	69
6.30. Tangki-02 (T-02).....	69
6.31. Tangki-03 (T-03).....	70
6.32. Tangki-04 (T-04).....	70
6.33. Tangki-05 (T-05).....	71
6.34. Tangki-06 (T-06).....	71
6.35. Tangki-07 (T-07).....	72
6.36. Vaporizer-01 (VP-01).....	72
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN.....	73
7.1. Sistem Organisasi.....	73
7.2. Manajemen Perusahaan.....	78
7.3. Struktur Organisasi.....	79
7.4. Sistem Kerja.....	82
7.5. Penentuan Jumlah Kerja.....	83
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....	90
8.1. Profitabilitas.....	91
8.2. Waktu Pengembalian Modal.....	92
8.3. Total Modal Akhir.....	94
8.4. Laju Pengembalian Modal.....	95
8.5. Break Even Point.....	96
8.6. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	97
BAB IX KESIMPULAN.....	99
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Senyawa Turunan Alkana.....	2
Tabel 2.1.	Perkembangan Impor Metil Propionat di Indonesia Tahun 2014-2018.....	12
Tabel 7.1.	Pembagian Jam Kerja Sistem Shift.....	83
Tabel 7.2.	Perincian Jumlah Pekerja.....	85
Tabel 8.1.	Angsuran Pengembalian Modal.....	93
Tabel 8.2.	Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Grafik Impor Metil Propionat di Indonesia Tahun 2014-2018.....	12
Gambar 3.1.	Lokasi Pendirian Pabrik.....	17
Gambar 3.2.	Tata Letak Pabrik.....	18
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	89
Gambar 8.1.	Grafik Break Even Point Pabrik Pembuatan Metil Propionat.....	97

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

C	= Allowable corrosion (m)
E	= Efisiensi pengelasan (<i>dimensionless</i>)
ID	= Diameter dalam (m)
OD	= 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. CHILLER, VAPORIZER, CONDENSER, REBOILER, HEATER

A	= Area perpindahan panas (ft ²)
a _a , a _p	= Area pada annulus, inner pipe (ft ²)
a''	= External surface per 1 in (ft ² /in ft)
D _e	= Diameter ekivalen (in)
f	= Faktor friksi (ft ² /in ²)
G _a	= Laju alir massa fluida pada annulus (lb/jam.ft ²)
G _p	= Laju alir massa fluida pada inner pipe (lb/jam.ft ²)
g	= Percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas (Btu/jam.ft ² °F)
j _h	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal (Btu/jam.ft ² °F)
LMTD	= Logaritmic mean temperature difference (°F)
ID	= Diameter dalam (ft)
OD	= Diameter luar (ft)

R_d	= Dirt factor (Btu/jam.ft ² °F)
R_e	= Bilangan reynold
s	= Specific gravity
$T_1 T_2$	= Temperatur fluida panas inlet, outlet (°F)
$t_1 t_2$	= Temperatur fluida dingin inlet, outlet (°F)
T_c	= Temperatur rata-rata fluida panas (°F)
t_c	= Temperatur rata-rata fluida dingin (°F)
U_c	= Clean overall coefficient (Btu/jam.ft ² °F)
U_d	= Design overall coefficient (Btu/jam.ft ² °F)
N	= Jumlah baffle
N_t	= Jumlah tube
P_T	= Tube pitch (in)
h_i, h_{io}	= Koefisien perpindahan panas fluida tube (Btu/jam.ft ² °F)
W	= Laju alir massa fluida panas (lb/jam)
w	= Laju alir massa fluida dingin (lb/jam)
μ	= Viskositas (cp)

3. FURNACE

q_n	= Neat heat release (Btu/jam)
q_r	= Radiant duty (Btu/jam)
T_f	= Temperatur fluida (°F)
T_t	= Temperatur dinding (°F)
A_{rt}	= Luas radiant section (ft ²)
A	= Luas tube (ft ²)
OD	= Diameter luar (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	= Emisivitas gas
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	= Faktor seksi konveksi

4. KNOCK OUT DRUM

Q_v	= Debit uap (ft ³ /s)
Q_l	= Debit likuid (ft ³ /jam)
U_{vmax}	= Kecepatan uap maksimum (ft/s)
A_{vmin}	= Minimum vessel cross section (ft ²)
D_{min}	= Diameter vessel minimum (m)
L	= Ketinggian likuid (ft)
V_s	= Volume shell (ft ³)
V_h	= Volume head (ft ³)
L	= Panjang vessel (m)
r	= Jari-jari vessel (in)
S	= Working stress allowable (psi)
E_j	= Welding Joint Efisiensi
C_c	= Tebal korosi yang diizinkan (in)
t_{shell}	= Tebal dinding (m)
ID	= Diameter dalam (m)
OD	= Diameter luar (m)

5. KOLOM DISTILASI

A	= Vessel area (m ²)
A_a	= Active area (m ²)
A_d	= Area downcomer (m ²)
A_h	= Area hole (m ²)
A_n	= Area tower (m ²)
C	= Faktor korosi yang diizinkan (m)
C_{VO}	= Dry orifice coefficient (dimensionless)
C_{sb}	= Kapasitas uap (m/s)

D	= Diameter tower (m)
D_s	= Designment space (m)
E	= Joint efisiensi (dimensionless)
E_o	= Overall tray pengelasan (dimensionless)
e	= Total entrainment (kg/s)
F	= Faktor flooding (dimensionless)
F_{LV}	= Parameter aliran (dimensionless)
f	= Faktor friksi
H	= Tinggi tower (m)
HK	= Heavy component
h_a	= Treated liquid drop (cm)
h_f	= Height of froth (cm)
h_{ow}	= Height liquid crast over weir (cm)
h_w	= Tinggi weir (cm)
L	= Tinggi likuid (m)
LK	= Light component
P	= Tekanan desain (atm)
Q	= Likuid bolumeterik flowrate (m/s)
Q_v	= Vapor bolumeterik flowrate (m/s)
R	= Rasio refluks (dimensionless)
R_m	= Rasio refluks minimum
S	= Working stress (atm)
S	= Plate teoritis pada aktual refluks
S_m	= Stage teoritis termasuk reboiler
U_v	= Vapor velocity (m/s)
ρ_g	= Densitas gas (kg/m^3)
ρ_l	= Densitas likuid (kg/m^3)

6. KOMPRESOR

P_i	= Tekanan input (atm)
P_o	= Tekanan output (atm)

P	= Power kompresor (HP)
Q	= Kapasitas kompresor (ft ³ /jam)
T _i	= Temperatur input (K)
T _o	= Temperatur output (K)
η	= Efisiensi (%)
V	= Volumetrik gas masuk (ft ³ /jam)
ρ	= Densitas (kg/m ³)
W	= Laju alir massa (lb/jam)

7. POMPA

A	= Area alir pipa (in ²)
ID	= Diameter optimum dalam pipa baja (in)
D _{i opt}	= Diameter optimum pipa (in)
G _c	= Percepatan gravitasi
H _{f suc}	= Total friksi pada suction (ft)
H _{f dis}	= Total friksi pada discharge (ft)
H _d	= Discharge head (ft)
H _s	= Suction head (ft)
H _{fs}	= Friksi pada permukaan pipa (ft)
H _{fc}	= Friksi karena kontraksi tiba-tiba (ft)
K _c	= Contraction loss (ft)
K _e	= Expansion loss (ft)
L	= Panjang pipa (m)
L _e	= Panjang ekivalen pipa (m)
ΔP	= Total static head (ft)
V _L	= Volume fluida (lb/jam)
V	= Kecepatan alir (ft/s)
W _s	= Work shaft (ft.lbf/lbm)
f	= Faktor friksi
ρ	= Densitas (lb/ft ³)
μ	= Viskositas (cp)

ε = Ekivalen roughness (dimensionless)

η = Efisiensi (dimensionless)

8. REAKTOR

Q = Laju volumetrik (m^3/jam)

T = Temperatur reaksi (K)

E = Energi aktivasi (kJ/kmol)

R = Konstanta gas ideal (kJ/kmol.K)

k_{ref} = Konstanta reaksi pada suhu referensi

k_i = Konstanta reaksi

C = Konsentrasi reaktan (kmol/m^3)

C_p = Kapasitas panas (kJ/kmol)

X = Konversi (%)

F = Mol input (kmol)

ΔH_{rx} = Entalpi reaksi (kJ/kmol)

r = Laju reaksi (kmol/m^3)

H_s = Tinggi silinder (m)

H_h = Tinggi head reaktor (m)

H_t = Tinggi total reaktor (m)

V_h = Volume head reaktor (m^3)

V_{TR} = Volume total reaktor (m^3)

V_K = Volume katalis (m^3)

W = Berat katalis (kg)

Φ = Porositas katalis

ρ = Densitas (kg/m^3)

t_s = Ketebalan shell tangki (in)

P = Tekanan dalam (psig)

ΔP = Pressure drop (bar)

r_i = Jari-jari dalam (in)

S = Tekanan maksimum material carbon steel (psi)

E_j = Joint efisiensi (dimensionless)

C_c	= Corrosion allowance (in)
OD	= Outside diameter (m)
ID	= Inside diameter (m)

9. TANKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan (m)
D_T	= Diameter tanki (m)
E	= Joint efisiensi (dimensionless)
H_s	= Tinggi silinder (m)
H_T	= Tinggi tanki (m)
h	= Tinggi head (m)
P	= Tekanan operasi (atm)
S	= Working stress yang diizinkan (atm)
t	= Tebal dinding tanki (m)
V_s	= Volume silinder (m^3)
V_e	= Volume elipsoidal (m^3)
V_t	= Volume tanki (m^3)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Neraca Massa.....	100
Lampiran 2	Perhitungan Neraca Panas.....	143
Lampiran 3	Perhitungan Spesifikasi Peralatan.....	211
Lampiran 4	Perhitungan Ekonomi.....	475
Lampiran 5	Tugas Khusus.....	488

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan Nasional Indonesia bertujuan untuk mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur berdasarkan Pancasila. Untuk itu Pemerintah telah melaksanakan pembangunan di segala bidang, baik fisik, mental, maupun spiritual. Salah satu wujud pembangunan itu adalah pembangunan industri kimia di Indonesia. Dengan pembangunan industri kimia diharapkan Indonesia dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain. Pembangunan di bidang industri dilakukan secara bertahap dan terpadu melalui peningkatan keterkaitan antara industri dengan sektor ekonomi lainnya, terutama sektor ekonomi yang memasok bahan baku industri kimia. Salah satu bahan industri kimia yang banyak dikonsumsi oleh industri kimia dalam negeri adalah *Methyl Propionate*.

Salah satu cara pembuatan Metil propanoat dapat dibuat dengan proses karbonilasi etilen dengan metanol. Secara industri, proses pembuatannya yaitu mereaksikan etilen dengan karbon monoksida dan metanol dengan adanya katalis akan menghasilkan produk metil propionat. Tahap selanjutnya apabila Methyl propionat dengan *formaldehyde* direaksikan akan menghasilkan metil metakrilat. Pemanfaatan Metil propionate banyak digunakan sebagai pelarut untuk selulosa nitrat dan lak, dan sebagai bahan baku untuk produksi cat, pernis dan bahan kimia

lainnya seperti metil metakrilat. Dengan memperhatikan kebutuhan dalam negeri yang cukup besar maka peluang untuk mendirikan pabrik *Methyl Propionate* dalam negeri dan ASEAN, meningkatkan pemasukan negara dari sektor pajak, menciptakan lapangan pekerjaan, serta mendorong pertumbuhan industri dalam negeri.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Asam alkanoat merupakan senyawa karbon turunan senyawa alkana dari golongan ester yang terdiri dari gugus fungsi karboksil -COO- yang terikat pada dua gugus alkil R dan R'. Ester merupakan senyawa yang istimewa karena dapat ditemukan baik di buah-buahan, lilin, dan lemak. Ester memiliki beberapa sifat kimia yaitu, lebih polar dari eter tapi kurang polar dibandingkan alkohol. Semakin panjang gugus rantainya, ester tidak larut dalam air. Dalam ikatan hidrogen, ester berperan sebagai akseptor hidrogen, tetapi tidak dapat berperan sebagai donor hidrogen. Beberapa senyawa alkil alkanoat berikut:

Tabel 1.1. Senyawa Turunan Alkana

Nama	Rumus Struktur	Rumus Molekul
Metil Metanoat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H-C-OCH}_3 \end{array}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
Metil Propionat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C-OCH}_3 \end{array}$	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

Berdasarkan tabel di atas, jika n adalah jumlah atom C, maka rumus umum alkil alkanoat dinyatakan sebagai $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$. Struktur senyawa alkil alkanoat juga dapat ditulis sebagai gugus -COO- yang terikat pada dua gugus alkil R dan R'. R-COOR' R dan R' adalah suatu gugus alkil. *Methyl propionate* juga dikenal sebagai *methyl propanoate* adalah senyawa kimia dengan rumus molekul $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. Senyawa ini adalah cairan bening dengan aroma buah seperti rum.

Metil propionat dapat diperoleh dengan 3 cara proses pembuatan, pertama *reacting an alkanol in the liquid phase with ethane and carbon monoxide*. Kedua, Karbonilasi alkene dengan alkanol dan ketiga, *Oxidized butanone using Baeyer Viliger Monoxygenase* (BVMO). Metil propionat digunakan sebagai pelarut selulosa-nitrat dan pernis serta bahan baku untuk produksi cat dan bahan kimia lainnya seperti metil metakrilat. Karena aroma dan rasanya yang seperti buah, ia juga digunakan sebagai zat tambahan untuk aroma. Metil propionat jika dipanaskan dapat menghasilkan asap yang mengiritasi kulit.

1.3. Proses Pembuatan

Proses pembuatan *Methyl propionate* bisa dibuat dengan 3 proses yaitu, *Carbonylation of an alkene with an alkanol*, *reacting an alkanol in the liquid phase with ethane and carbon monoxide*, dan *Oxidized butanone using Baeyer Viliger Monoxygenase* (BVMO):

1) *Carbonylation of an alkene with an alkanol*

Carbonylation of an alkene with an alkanol merupakan metode umum yang digunakan untuk membuat *Methyl Propionate*, bahan baku yang digunakan yaitu, *carbon monoxide*, *ethylene* dan *methanol* dengan menggunakan katalis *cobalt sulfide*, reaksi yang terjadi pada pembuatan *Methyl Propionate* sebagai berikut :

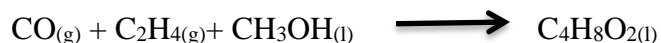


Reaksi *Carbonylation of an alkene with an alkanol* berlangsung pada suhu 290°C dan tekanan 49,3 atm secara eksotermis. Reaksi ini menggunakan reaktor *fixed bed multitubular* dengan katalis *Cobalt Sulfide*, dengan nilai konversi masing-masing reaktan sebesar CO (*Carbon Monoxide*) 17,5%, C₂H₄ (*Ethylene*) 38,4% dan CH₃OH (*Methanol*) 54,1%, dari reaksi tersebut akan menghasilkan produk utama dengan nilai selektivitas, C₄H₈O₂ (*Methyl Propionate*) 97,6% dan produk samping dengan selektivitas masing-masing, C₃H₆O (*Propionaldehyde*) 0,5%, C₃H₆O₂ (*Methyl Acetate*) 1%, C₂H₆ (*Ethane*) 0,6% dan H₂O (*Water*) 0,3%.

Selanjutnya dilakukan proses purifikasi menggunakan kolom destilasi untuk memisahkan produk utama dan produk samping (Barton dkk, 2016)

2) *Reacting An Alkanol In The Liquid Phase With Ethane And Carbon Monoxide*

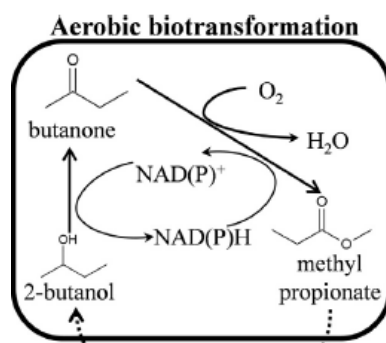
Reacting An Alkanol In The Liquid Phase With Ethane And Carbon Monoxide merupakan metode lain yang digunakan untuk membuat *Methyl Propionate*, bahan baku yang digunakan yaitu, *carbon monoxide*, *ethylene* dan *methanol* dengan menggunakan katalis asam yaitu, *Palladium asetat*, *Triphenylphospine*, *methane sulfonic acid*, reaksi yang terjadi pada pembuatan *Methyl Propionate* sebagai berikut :



Reaksi ini berlangsung pada suhu 100°C dan tekanan 11 atm secara eksotermis. Reaksi ini menggunakan reaktor *Continuous Stirrer Tank Reactor* (CSTR) dengan katalis *Palladium asetat*, *Triphenylphospine*, *methane sulfonic acid*, dengan nilai konversi masing-masing reaktan sebesar CO dan C₂H₄ (10-15%), CH₃OH (25-30%). Selanjutnya dilakukan proses purifikasi menggunakan kolom destilasi Vakum untuk memisahkan produk utama dan produk samping (Reman dkk, 1991).

3) *Oxidized Butanone using Bayer Viliger Monooxygenase (BVMO)*

Oxidized Butanone using Bayer Viliger Monooxygenase (BMVO) merupakan metode lain secara bioteknologi yang digunakan untuk membuat *Methyl Propionate* dengan menggunakan enzyme jenis BMVO, reaksi yang terjadi pada pembuatan *Methyl Propionate* sebagai berikut :



Gambar 1. Reaksi Oksidasi Butanone dengan BVMO

(Sumber: Pereira dkk, 2018)

Mekanismenya yaitu, 2-butanol akan dioksidasi menggunakan NADP^+ (*Nikotinamida Adenin dinukleotida Fosfat*) untuk membentuk *butanone*, selanjutnya *butanone* dioksidasi dengan O_2 menggunakan *enzyme Cyclohexanone Monooxygenase* (CHMO) sehingga menghasilkan metil propionat sebagai produk utama dan etil asetat sebagai produk samping, reaksi ini terjadi pada reactor CSTR pada suhu 24°C dan 500 rpm, dengan aliran udara sebesar 1vvm dan pH 7, yang dimana akan menghasilkan konversi maksimum setiap 1.14g *butanone* (L h) akan menghasilkan 0,11g etil asetat/(L h) dan 0,09g Metil Propionat/(L h) (Pereira, 2018).

1.4. Sifat Fisik dan Kimia

1) *Ethylene*

Rumus Molekul	: C_2H_4
Berat Molekul	: 25,0542 Kg/Kmol
Densitas	: $1,178 \text{ Kg/m}^3$
Wujud	: Gas
Titik Beku:	$-169,2^\circ\text{C}$
Titik Didih	: -104°C
Kelarutan	: <i>Miscible in Water</i> (3,5 mg/100 mL), <i>Ethanol</i> (4,22 mg/L), <i>Diethyl Ether</i> .
C_p	: $32,083 - 1,48 \times 10^{-2}T + 2,48 \times 10^{-4}T^2 - 2,38 \times 10^{-7}T^3 + 6,83 \times 10^{-11}T^4 \text{ kJ/mol.K}$
ΔH_f :	+52,47 kJ/mol
Kondisi Penyimpanan	: Gas (21°C dan 81,6580 atm)

2) *Carbon Monoxide*

Rumus Molekul	: CO
Berat Molekul	: 25,0106 Kg/Kmol
Densitas	: $1,145 \text{ Kg/m}^3$

Wujud	: Gas
Titik Beku	: -205,02°C
Titik Didih	: -192°C
Kelarutan	: <i>Miscible in Water, chloroform, acetic acid, ethyl acetate, ethanol, ammonium hydroxide, benzene.</i>
Cp	: $29,556 - 6,58 \times 10^{-3}T + 2,01 \times 10^{-5}T^2 - 1,22 \times 10^{-8}T^3 + 2,26 \times 10^{-12}T^4$ kJ/mol.K
ΔH_f	: -110,5 kJ/mol
Kondisi Penyimpanan	: Gas : 21°C dan 22 atm

3) Nitrogen

Rumus Molekul	: N ₂
Berat Molekul	: 28,0134 Kg/Kmol
Densitas	: 1,2506 Kg/m ³
Wujud	: Gas
Titik Beku	: -210°C
Titik Didih	: -195,7950°C
Kelarutan	: <i>Miscible Water (1,81x10⁴ mg/L at 21°C), insoluble in ethanol.</i>
Cp	: $29,342 - 3,54 \times 10^{-3}T + 1,01 \times 10^{-5}T^2 - 4,31 \times 10^{-9}T^3 + 2,59 \times 10^{-13}T^4$ kJ/mol.K
ΔH_f	: 0 kJ/mol
Kondisi Penyimpanan	: Gas : 21°C dan 148,038 atm

4) *Methanol*

Rumus Molekul	: CH ₃ OH
Berat Molekul	: 32,0424 Kg/Kmol
Densitas	: 0,792 Kg/m ³
Wujud	: <i>Liquid</i>
Titik Beku	: -97,6°C

Titik Didih	:	64,7°C
Kelarutan	:	<i>Miscible in Water, ethanol, ether, benzene, most organic solvents and ketones.</i>
Cp	:	$40,152+3,10 \times 10^{-1}T-1,03 \times 10^{-3}T^2+1,46 \times 10^{-6}T^3$ kJ/mol.K
ΔH_f	:	-238,6 kJ/mol
Kondisi Penyimpanan	:	Gas : 20°C dan 1 atm

5) *Methyl Propionate*

Rumus Molekul	:	C ₄ H ₈ O ₂
Berat Molekul	:	88,1072 Kg/Kmol
Densitas	:	0,915Kg/m ³
Wujud	:	<i>Liquid</i>
Titik Beku	:	-88°C
Titik Didih	:	79,8°C
Kelarutan	:	<i>Compeletely Miscible with Propylene Glycol, Soluble in Acetone, Miscible in ethanol, ethyl ether and water.</i>
Cp	:	$72,707+8,20T-2,61 \times 10^{-3}T^2+3,56 \times 10^{-6}T^3$ kJ/mol.K
ΔH_f	:	0 kJ/mol
Kondisi Penyimpanan	:	Gas : 25°C dan 1 atm

6) PropionAldehyde

Rumus Molekul	:	C ₃ H ₆ O
Berat Molekul	:	58,0807 Kg/Kmol
Densitas	:	0,810 Kg/m ³
Wujud	:	<i>Liquid</i>
Titik Beku	:	-81°C
Titik Didih	:	48,8°C
Kelarutan	:	<i>Soluble in water(3,06x10⁵ mg/L at 25°C) and chloroform. Miscible with ethanol and</i>

ethyl ether

$$C_p : 29,204 + 8,16 \times 10^{-1}T - 2,74 \times 10^{-3}T^2 + 3,77 \times 10^{-6}T^3$$

-kJ/mol.K

$$\Delta H_f : -192,17 \text{ kJ/mol}$$

Kondisi Penyimpanan : *Liquid* : 25°C dan 1 atm

7) *Methyl Acetate*

Rumus Molekul : $C_3H_6O_2$

Berat Molekul : 74,0801 Kg/Kmol

Densitas : 0,932 Kg/m³

Wujud : *Liquid*

Titik Beku : -98°C

Titik Didih : 56,9°C

Kelarutan : *Soluble in water* (2,43x10⁵ mg/L at 20°C.
Miscible with alcohol and ether. Very Soluble in ethyl ether and ethanol.

$$C_p : -22,287 + 4,83 \times 10^{-1}T - 4,66 \times 10^{-4}T^2 + 2,23 \times 10^{-7}T^3 \text{ kJ/mol.K}$$

$$\Delta H_f : -409,72 \text{ kJ/mol}$$

Kondisi Penyimpanan : *Liquid* : 25°C dan 1 atm

8) *Ethane*

Rumus Molekul : C_2H_6

Berat Molekul : 30,0701 Kg/Kmol

Densitas : 1,0493 Kg/m³

Wujud : *Gas*

Titik Beku : -182,8°C

Titik Didih : -88,6°C

Kelarutan : *Soluble in water* (60,2 mg/L at 25°C) and
ether. Very Soluble in Benzene.

$$C_p : 28,146 + 4,36 \times 10^{-2}T + 1,89 \times 10^{-4}T^2 - 1,91 \times 10^{-7}T^3$$

+5,33x10⁻¹¹T⁴ kJ/mol.K

ΔH_f : -84,74 kJ/mol
 Kondisi Penyimpanan : Gas : 25°C dan 1 atm

9) *Water*

Rumus Molekul : H₂O
 Berat Molekul : 18,0153 Kg/Kmol
 Densitas : 1 Kg/m³
 Wujud : *Liquid*
 Titik Beku : 0°C
 Titik Didih : 100°C
 Kelarutan : *Soluble in water (60,2 mg/L at 25°C) and ether. Very Soluble in Benzene.*

C_p : $92,053 - 4 \times 10^{-2}T - 2,11 \times 10^{-4}T^2 + 5,35 \times 10^{-7}T^3$
 kJ/mol.K

ΔH_f : -242 kJ/mol
 Kondisi Penyimpanan : Gas : 25°C dan 1 atm

10) *Hydrogen*

Rumus Molekul : H₂
 Berat Molekul : 2,0159 Kg/Kmol
 Densitas : 1 Kg/m³
 Wujud : *Gas*
 Titik Beku : 0°C
 Titik Didih : -252,7°C
 Kelarutan : *Soluble in water (60,2 mg/L at 25°C) and ether. Very Soluble in Benzene.*

C_p : $92,053 - 4 \times 10^{-2}T - 2,11 \times 10^{-4}T^2 + 5,35 \times 10^{-7}T^3$
 kJ/mol.K

ΔH_f : 0 kJ/mol
 Kondisi Penyimpanan : *Liquid* : 25°C dan 1 atm

11) *Oksigen*

Rumus Molekul : O₂

Berat Molekul	:	2,0159 Kg/Kmol
Densitas	:	1,429 Kg/m ³
Wujud	:	<i>Gas</i>
Titik Beku	:	0°C
Titik Didih	:	-182,9620°C
Kelarutan	:	<i>Soluble in water (60,2 mg/L at 25°C) and ether. Very Soluble in Benzene.</i>
C _p	:	92,053-4x10 ⁻² T-2,11x10 ⁻⁴ T ² +5,35x10 ⁻⁷ T ³ kJ/mol.K
ΔH _f	:	0 kJ/mol
Kondisi Penyimpanan	:	<i>Liquid</i> : 25°C dan 1 atm

12) *Glycerol*

Rumus Molekul	:	C ₃ H ₈ O ₃
Berat Molekul	:	92,094K/Kmol
Densitas	:	1,261Kg/m ³
Wujud	:	<i>Liquid</i>
Titik Beku	:	17.8°C
Titik Didih	:	290°C
Kelarutan	:	<i>Soluble in water (5,96x10⁶ mg/L at 25°C). Miscible with Ethanol,Slightly soluble in ethyl ether. Insoluble in Benzene, Carbon Tetrachloride, Carbon Disulfide, petroleum ether, Oils.</i>
C _p	:	92,053-4x10 ⁻² T-2,11x10 ⁻⁴ T ² +5,35x10 ⁻⁷ T ³ kJ/mol.K
ΔH _f	:	-585,31 kJ/mol
Kondisi Penyimpanan	:	<i>Liquid</i> : 20°C dan 1 atm

(Sumber: *Yaws, 1999*)

DAFTAR PUSTAKA

- Aji. 2017. *Struktur Organisasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Anonim. 2002. SNI 19-6728.1-2002 Sumber Daya Air Spasial, Badan Standarisasi Nasional
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Tabel Impor Menurut Komoditi*. (Online). https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php. (Diakses pada tanggal 10 Januari 2019)
- Boundy, dkk. 2011. *Biomass Energy Data Book*: Oak Ridge National Laboratory.
- Chemical Book. 2017. (Online): https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB4853718.htm. Diakses pada tanggal 26 Desember 2018)
- CN Patent No. 102731299 A1. Dongyu, F., Yufeng, C. Chong, G. Hualing, Y. 2012. *Liquid-Liquid Extraction Separation Method Of Methyl Propionate-Methanol-Water Azeotropic System*.
- Coulson, J. M., dan Richardson, J. F. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition Volume VI*. Swansea: University Wales.
- Engineers Guide. 2011. *Types of Reactor Used for Chemical Reactions and Chemical Process*. (Online). <http://enggyd.blogspot.co.id/2011/05/typesof-reactors.html> (Diakses pada 1 Mei 2019)
- Felder, R. M., dan Rousseau, R. W. 1978. *Elementary Principles of Chemical Processes 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Fogler, H. S. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. 1990. New Delhi: Prentice Hall International Series.
- Kern, D. Q. 1957. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Kundari, N. A., Marjanto, D., dan Ardhani, D. W. 2009. *Evaluasi Unjuk Kerja Reaktor Alir Tangki Berpengaduk Menggunakan Perunut Radioisotop*. Jurnal Forum Nuklir. Vol. 3(1): 49-60.

- Leo. 2015. *Keuntungan Mendirikan PT untuk Bisnis Anda*. (Online). <http://easybiz.id/keuntungan-mendirikan-pt-untuk-bisnis-anda/>. (Diakses pada 17 Maeret 2019).
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering 2nd Edition*. New York: Johw Wiley and Sons.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., dan Harriot, P. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering*. New York: McGraw-Hill International .
- Miligan, D., dan Miligan, J. 2014. *Matches*. (Online). <http://matche.com/default.html>. (Diakses pada tanggal 10 April 2019)
- Perry, R. H., Green, D. W., dan Maloney, J. O. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Company.
- Pereira, P.C, J., Luuk, A. M. Wielen, V. D., Straathof, A. 2018. Perspective for the Microbial Production of Methyl Propionate Integrated with Product Recovery. *Journal Biosource Technology*. Vol.256(1) : 187-194.
- Peter, M. S., dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics For Chemical Engineers 4th Edition Volume IV*. New York: McGraw-Hill Book Company..
- PSE. 2017. *Multitubular Reactors*. (Online).<https://www.psenterprise.com/sectors/chemicals/reaction/cases/multitubular-reactors>. (Diakses pada 6 Mei 2019).
- Ramdani. 2019. *Struktur Organisasi*. Semarang: Universitas Dipenogoro.
- Safety School. 2019. *Tugas dan Tanggung Jawab HSE*. (Online). www.indonesiasafetycenter.org/component/content/article. (Diakses pada tanggal 10 April 2019)
- Shi, M., Lin, C.H, Christoper., Kuznicki, M, Tetyana., Hashiso, Z., Kuznicki, M, Steven. 2010. Separation of a Binary Mixture of Ethylene and Ethane by Adsorption on NA-ETS-10. *Journal chemical engineering science*. Vol.65(1) : 3494-3498.
- Sanusi. 2017. *Tugas Direktur Utama*. (Online). <https://id.scribd.com/document/358626342/Tugas-Direktur-Utama>. (Diakses pada tanggal 12 April 2019)

- Smith, J. M., Van Ness, H. C., dan Abbot, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Setyowati, S., Purnavita, S. 2008. *Kimia Industri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan sekolah Menengah Kejuruan.
- Thomas, S., Balakrishnan, P., dan Sreekala, M.S. 2018 *Fundamental Biomaterials: Ceramics*. India: Mathew Deans.
- Treybal, R. E. 1981. *Mass-Transfer Operation*. New York: McGraw-Hill.
- US Patent No. 0229788 A1. Barton, D. G., Budroni, G., Corthals, S. 2016. *Gas Phase Production of Alkyl Alkanoate*.
- US Patent No. 5,041,623. Reman, W. G., Deboer G. B. J., Van Langen, S. A. J., Nahuijsen, A. 1991. *Preparation of Alkyl Propionates*.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering.
- Yamin. 2013. *Organisasi Perusahaan*. (Online). <http://digilib.unila.ac.id/5397/21/BAB%20VIII.pdf>. (Diakses pada 17 Maret 2019).
- Yasmin. 2013. *Sistem Manajemen dan Organisasi Perusahaan*. (Online). <http://digilib.unila.ac.id/5407/21/8.20BAB%20VIII.pdf>. (Diakses pada 17 Maret 2019).
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- 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 Maret 2019).