

**SKRIPSI**

**PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN  
METIL ASETAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI  
70.000 TON/TAHUN**



**Dhika Uljanah**

NIM. 03031381419125

**Eko Safitri**

NIM. 03031381419144

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

# **SKRIPSI**

## **PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METIL ASETAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 70.000 TON/TAHUN**

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



Dhika Uljanah

NIM. 03031381419125

Eko Safitri

NIM. 03031381419144

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN  
METIL ASETAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI  
70.000 TON/TAHUN

### SKRIPSI

Dijadikan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Dhika Uljanah	03031381419125
Eko Safitri	03031381419144

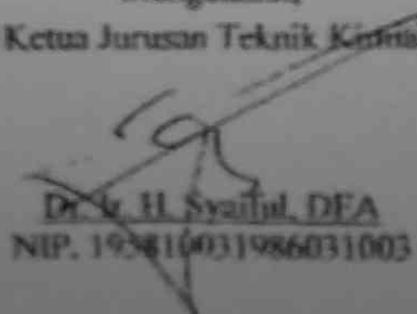
Palembang, Juli 2018

Pembimbing



Lia Cundari, S.T., M.T.  
NIP. 198412182008122002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

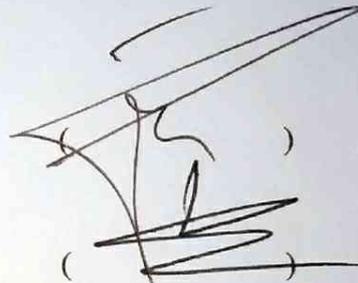
## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Asetat Kapasitas 70.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Dhika Uljanah dan Eko Safitri di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Juli 2018.

Palembang, Juli 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

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



( )

2. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA  
NIP. 195610241981032001

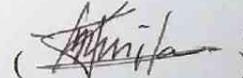
( )

3. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA  
NIP. 196010111985032002



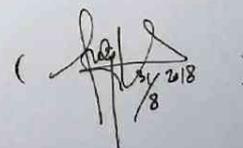
( )

4. Dr. Ir. Hj. Tri Kurnia Dewi, M.Sc  
NIP. 195207031983032001



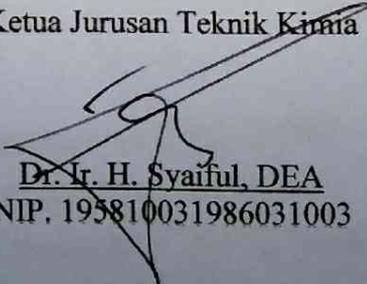
( )

5. Dr. Tuti Indah Sari, ST. MT  
NIP. 197502012000122001



( )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhika Uljanah  
NIM : 03031381419125  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Asetat Kapasitas  
70.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Eko Safitri 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, Juli 2018



  
**Dhika Uljanah**  
NIM. 03031381419125

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eko Safitri  
NIM : 03031381419144  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Asetat Kapasitas  
70.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Dhika Uljanah** 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, Juli 2018



*Eko Safitri*

**Eko Safitri**  
NIM. 03031381419144

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Asetat Kapasitas 70.000 ton/tahun” dapat terselesaikan. Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini terima kasih kepada Ibu Lia Cundari, S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir dan kedua orang tua yang telah memberikan ilmu, saran, motivasi dan dukungan.

Palembang, Juli 2018

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan, serta dorongan dari berbagai pihak yang bersifat moral maupun material. Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala kekuatan yang telah diberikan untuk hamba-Nya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tak henti-hentinya demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA. Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Lia Cundari, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen dan staff akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Serta pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini turut memberi kontribusi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>KATA PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PEMBAHASAN UMUM .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan .....	2
1.3. Proses Pembuatan Metil Asetat .....	5
1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia .....	6
<b>BAB II PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>9</b>
2.1. Alasan Pendirian Pabrik .....	9
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi .....	9
2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	10
2.4. Pemilihan Proses .....	11
2.5. Uraian Proses .....	11
<b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK .....</b>	<b>14</b>
3.1. Lokasi Pabrik.....	14
3.2. Tata Letak Pabrik .....	16

3.3. Perkiraan Luas Tanah Yang Dipergunakan .....	17
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....</b>	<b>20</b>
4.1. Neraca Massa .....	20
4.2. Neraca Panas .....	30
<b>BAB V UTILITAS .....</b>	<b>37</b>
5.1. Unit Pengadaan Air .....	39
5.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	40
5.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik .....	41
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	43
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>66</b>
7.1. Struktur Organisasi.....	66
7.2. Manajemen Perusahaan.....	67
7.3. Tugas dan Wewenang .....	67
7.4. Kepegawaian .....	67
7.5. Penentuan Jumlah Pekerja.....	68
<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>72</b>
8.1. Keuntungan (Profibilitas) .....	72
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal .....	73
8.3. Total Modal Akhir .....	75
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	78
8.5. <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	79
8.6. Kesimpulan Analisa Ekonomi .....	81
<b>BAB IX KESIMPULAN .....</b>	<b>82</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku .....	6
Tabel 1.2.	Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Zeolit .....	7
Tabel 1.3.	Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Katalis <i>Amberlyst</i> .....	7
Tabel 1.4.	Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Produk .....	8
Tabel 2.1.	Data Impor Metil Asetat .....	9
Tabel 3.1.	Rincian Luas Area Pabrik .....	16
Tabel 7.1.	Pembagian Jam Kerja Pekerja <i>Shift</i> .....	67
Tabel 7.2.	Perincian Jumlah Karyawan .....	69
Tabel 8.1.	Angsuran Pengembalian Modal .....	74
Tabel 8.2.	Kesimpulan Analisa Ekonomi .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Grafik Kebutuhan Indonesia akan Metil Asetat.....	10
Gambar 2.2.	<i>Flowsheet</i> Pembuatan Metil Asetat 7000 ton/tahun .....	13
Gambar 3.1.	Provinsi Kalimantan Tengah.....	14
Gambar 3.2.	Lokasi Pabrik di Kec. Mentaya Hilir Selatan .....	15
Gambar 3.3.	Tata Letak Peralatan.....	17
Gambar 3.4.	Tata Letak Pabrik .....	18
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan .....	71
Gambar 8.1.	Grafik <i>Break Even Point</i> .....	80

## DAFTAR NOTASI

### 1. Tanki

$C_c$	: 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, $m^3$
$W$	: Laju alir massa, kg/jam
$\rho$	: Densitas

### 2. Heat Exchanger (Vaporizer, Cooler, Heater, Condenser, Parsial Condenser, Reboiler)

$W, w$	: 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, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
$\Delta T_{lm}$	: 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
$Db$	: 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, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
$l_b$	: Jarak baffle, m
$D_e$	: Diameter ekivalen, m
$k_f$	: Konduktivitas termal, $W/m \cdot ^\circ C$
$\rho$	: Densitas, $kg/m^3$
$\mu$	: Viskositas, cP
$C_p$	: Panas spesifik, $kJ/kg \cdot ^\circ C$
$h_{id}, h_{od}$	: Koefisien dirt factor shell, tube, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
$k_w$	: Konduktivitas bahan, $W/m \cdot ^\circ C$
$\Delta P$	: Pressure drop, psi

### 3. Reaktor

$Q_f$	: Volumetric flowrate umpan, $m^3/s$
$C_{AO}$	: Konsentrasi awal umpan, $kmol/m^3$
$D_p$	: Diameter katalis, m
$F_{AO}$	: Laju alir umpan, $kmol/jam$
$k$	: Konstanta kecepatan reaksi, $m^3/kmol \cdot s$
$\tau$	: Waktu tinggal, jam
$V_k$	: Volume katalis, $m^3$
$V_f$	: Volume reaktor, $m^3$
$\rho, \rho_k$	: Densitas fluida, katalis, $kg/m^3$
$R$	: Konstanta gas ideal, $8,314 kJ/kmol \cdot K$
$\sigma_A$	: Diameter molekul, cm
$M$	: Berat molekul, $kg/kmol$
$E_A$	: Energi aktivasi, $kJ/kmol$
$SV$	: Space Velocity, $h^{-1}$

N	: Bilangan Avogadro, A
$W_k$	: Berat katalis, kg
$V_{TR}$	: Volume total reaktor, $m^3$
$V_S$	: Volume silider, $m^3$
$D_R$	: Diameter tangki, m
$H_E$	: Tinggi ellipsoidal, m
$H_S$	: Tinggi silinder, m
$H_R$	: Tinggi reaktor, m
OD	: Outside diameter, m
S	: Working stress allowable, atm
ID	: Inside diameter, m

#### 4. Desikator

C	: Korosi maksimum, m
D	: Diameter, m
E	: <i>Joint efficiency</i> , m
He	: Tinggi ellipsoidal, m
Hs	: Tinggi silinder, m
Ja	: Jumlah adsorben, kg
OD	: Outside diameter, m
P	: Tekanan, atm
S	: <i>Working stress allowable</i> , m
T	: Tempertaur, °C
t	: Tebal dinding, m
$T_p$	: Tinggi <i>packing</i> , m
V	: Volume total, $m^3$
$V_k$	: Kapasitas kolom, $m^3$
$V_p$	: Volume <i>packing</i> , $m^3$
W	: Laju alir massa, $\frac{kg}{jam}$
$\rho$	: Densitas campuran, $\frac{kg}{m^3}$

## 5. Kolom Destilasi

$A_a$	: 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
$\Delta P$	: Pressure drop, psi
$\psi$	: Fractional entrainment

## 6. Knock Out Drum

$A$	: Vessel Area Minimum, $m^2$
-----	------------------------------

C	: Corrosion maksimum, in
D	: Diameter vessel minimum,m
E	: Joint efisiensi
H <sub>L</sub>	: Tinggi liquid, m
H <sub>t</sub>	: Tinggi vessel,m
P	: Tekanan desain, psi
Q <sub>v</sub>	: Laju alir volumetric massa, m <sup>3</sup> /jam
Q <sub>L</sub>	: Liquid volumetric flowrate, m <sup>3</sup> /jam
S	: Working stress allowable, psi
t	: tebal dinding tangki, m
U <sub>v</sub>	: Kecepatan uap maksimum, m/s
V <sub>t</sub>	: Volume Vessel, m <sup>3</sup>
V <sub>h</sub>	: Volume head, m <sup>3</sup>
V <sub>t</sub>	: Volume vessel, m <sup>3</sup>
ρ	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
μ	: Viskositas, cP
ρ <sub>g</sub>	: Densitas gas, kg/m <sup>3</sup>
ρ <sub>l</sub>	: Densitas liquid, kg/m <sup>3</sup>

## 7. Pompa

A	: Area alir pipa, in <sup>2</sup>
BHP	: Brake Horse Power, HP
D <sub>opt</sub>	: Diameter optimum pipa, in
f	: Faktor friksi
g	: Percepatan gravitasi ft/s <sup>2</sup>
g <sub>c</sub>	: Konstanta percepatan gravitas, ft/s <sup>2</sup>
H <sub>d</sub> , H <sub>s</sub>	: Head discharge, suction, ft
H <sub>f</sub>	: Total friksi, ft
H <sub>fc</sub>	: Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
H <sub>fe</sub>	: 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 <sup>3</sup> /s
$V_d$	: Discharge velocity, ft/s
$V_s$	: Suction velocity, ft/s
$\epsilon$	: Equivalent roughness, ft
$\eta$	: Efisiensi pompa
$\mu$	: Viskositas, kg/ms
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>

## 8. Kompresor

k	: Konstanta Kompresi
BHP	Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP
n	: Jumlah stage
$\eta$	: 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
Rc	: Rasio kompresi

W : Laju alir massa, lb/jam

$\rho$  : Densitas, kg/m<sup>3</sup>

## 9. Ekspander

C<sub>p</sub> : Kapasitas panas campuran,  $\frac{\text{kJ}}{\text{kmol K}}$

k : Tetapan kompresi

P<sub>in</sub> : Tekanan yang masuk, atm

P<sub>out</sub> : Tekanan yang keluar, atm

P<sub>w</sub> : Daya ekspander, hp

Q : Laju alir volumetrik,  $\frac{\text{ft}^3}{\text{menit}}$

Q<sub>1</sub> : Kapasitas ekspander,  $\frac{\text{ft}^3}{\text{menit}}$

R : Tetapan gas,  $\frac{\text{kJ}}{\text{kmol K}}$

T : Temperatur, °C

W : Laju alir massa,  $\frac{\text{kg}}{\text{jam}}$

$\eta$  : Efisiensi ekspander

$\rho$  : Densitas campuran,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Paten Utama dan Paten Pendukung .....	83
Lampiran II	Tugas Khusus .....	204
Lampiran III	Biodata Peserta.....	234

# BAB I

## PEMBAHASAN UMUM

### 1.1. Latar Belakang

Memasuki era globalisasi saat ini, Indonesia perlu melakukan pembangunan di berbagai bidang, salah satunya di bidang industri kimia. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan impor pada negara lain dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta dapat memperluas kesempatan tenaga kerja. Industri kimia Indonesia dari tahun ke tahun telah mengalami peningkatan baik kualitas maupun kuantitas, sehingga kebutuhan akan bahan baku maupun bahan pembantu semakin meningkat, salah satunya metil asetat. Apabila bahan tersebut bisa didapatkan dari dalam negeri, maka biaya produksi dapat berkurang dan akan berdampak pada penurunan harga jual produk. Harga produk yang relatif murah akan seimbang dengan pendapatan perkapita negara Indonesia.

Metil asetat adalah senyawa kimia dengan rumus  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  yang memiliki nama lain *methyl ethanoate* atau *acetic acid methyl ester*. Metil Asetat merupakan senyawa organik (ester) yang pada keadaan normal berupa cairan tak berwarna, berbau khas, larut dalam alkohol, khloroform, eter dan larut terbatas dalam air. Cairan ini digunakan dalam pembuatan industri cat cepat kering, lak, resin, oli dan *coatings* pada pemeliharaan di industri dan perkapalan, industri kayu, transportasi, percetakan (*printing inks*) dan industri yang bergerak di bidang otomotif. Selain itu, pada beberapa industri kimia metil asetat kerap digunakan sebagai pelarut sebab senyawa ini mempunyai titik didih yang relatif rendah.

Metil asetat juga merupakan bahan baku pembuatan anhidrida asetat, dimana anhidrida asetat adalah senyawa yang digunakan dalam pembuatan *cellulose asetate*, serat asetat, obat-obatan, aspirin, plastik dan berperan sebagai pelarut. Sehingga metil asetat sangat dibutuhkan sebagai bahan utama pembuatan senyawa anhidrida asetat. Peningkatan kebutuhan metil asetat di Indonesia dari tahun 2013 sampai tahun 2017 sekitar 22 % dan akan terus naik tiap tahunnya. Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa penggunaan metil asetat di Indonesia

sangatlah penting dan permintaan akan kebutuhan metil asetat sangat tinggi. Sehingga pendirian pabrik metil asetat di Indonesia sangat berpotensi dan perlu dikembangkan karena belum adanya pabrik metil asetat di dalam negeri.

Pembuatan metil asetat pada proses esterifikasi yaitu dengan cara mereaksikan asam asetat dan metanol. Pada prarancangan pabrik ini yang mengacu pada patent US 9353042 B2 juga menggunakan asam asetat dan metanol sebagai bahan baku pembuatan metil asetat. Oleh karena itu, bahan baku asam asetat akan didapat dari PT. Indo Acidatama di daerah Jawa Tengah dengan kapasitas 33.000 ton/tahun dan PT. Samchem Prasandha dengan kapasitas 30.000 ton/tahun yang berada di daerah Kembangan, Jakarta Barat. Bahan baku metanol didapat dari PT. Kaltim Methanol Industri di daerah Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi sejumlah 660.000 juta ton/tahun. Dengan tersedianya bahan baku pembuatan metil asetat yang melimpah di dalam negeri, maka akan memenuhi kebutuhan bahan baku pada pabrik pembuatan metil asetat.

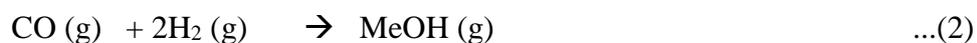
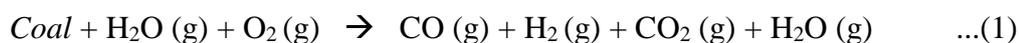
Metil asetat dihasilkan dari proses esterifikasi asam asetat dan metanol yang direaksikan pada kolom distilasi reaktif dengan menggunakan katalis homogen yakni larutan asam sulfat, namun produk metil asetat sukar dipisahkan dari campuran reaksi. Sedangkan pada proses pembuatan metil asetat yang mengacu pada patent US 9353042 B2, produk metil asetat mudah dipisahkan dari campuran reaksi karena menggunakan katalis homogen pada reaktor tipe *packed bed*. Reaksi terjadi pada kondisi operasi yang rendah dan menggunakan peralatan yang lebih sederhana yakni menggunakan desikator untuk memudahkan pemisahan produk metil asetat dari senyawa yang tidak diinginkan. Dengan didirikannya pabrik metil asetat maka dapat digunakan sebagai pemasok bahan baku bagi industri dalam negeri yang menggunakan metil asetat sebagai bahan utama maupun bahan pembantu. Berdasarkan dari kebutuhan metil asetat pada sektor industri dalam negeri dan ketersediaan bahan baku yang mendukung, maka timbul pemikiran untuk mendirikan pabrik metil asetat di Indonesia.

## **1.2. Sejarah dan Perkembangan**

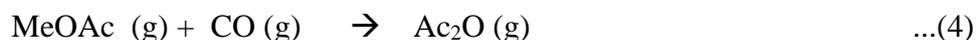
Metil asetat merupakan salah satu senyawa ester yang di peroleh dengan mereaksikan gugus alkohol dengan gugus asam karboksilat. Suatu ester asam karboksilat ialah suatu senyawa yang mengandung gugus  $-CO_2R$  dengan R

berupa alkil atau aril. Ester dapat di bentuk dengan reaksi langsung antara asam karboksilat dan alkohol, yang disebut reaksi esterifikasi. Reaksi esterifikasi berkataliskan asam dan reversibel (Fessenden Ralph J., 1984). Pembuatan metil asetat dengan kemurnian tinggi menggunakan proses destilasi reaktif dimana konversi tinggi dengan satu reaktan dapat dicapai hanya dengan memperbesar excess dari salah satu reaktannya. Karena reaksi reversibel, laju reaksi dalam fasa cair dapat mengalami peningkatan karena adanya penghilangan metil asetat ke komponen lain dalam campuran reaksi.

Pada tahun 1983 dimulainya pertama kali produksi senyawa kimia yang dihasilkan dari batubara seperti metanol, metil asetat, asam asetat dan anhidrida asetat dari proses gasifikasi, esterifikasi dan karbonilasi oleh Eastman Chemical Company (Zoeller, 2004). Metil asetat dihasilkan dari proses esterifikasi AcOH dengan MeOH yang menghasilkan MeOAc dan H<sub>2</sub>O dimana MeOH dihasilkan dari proses gasifikasi batubara dengan reaksi sebagai berikut:



Senyawa kimia yang berasal dari batubara pertama kali dikembangkan secara komersial dengan menggunakan teknologi gasifikasi dimana batubara yang digunakan berasal dari Texaco menghasilkan gas sintesa untuk memproduksi senyawa asetil. Selain gasifier batubara Texaco yang pertama kali, teknologi ini merupakan penggunaan teknologi baru pertama yang dikembangkan oleh Eastman untuk menghasilkan metil asetat (MeOAc) dan produk anhidrida asetat (Ac<sub>2</sub>O).



Eastman Chemical Company telah mengklaim produksi metil asetat secara komersial pertama kali dengan destilasi reaktif (Zoeller, 2004). Pada distilasi reaktif terdapat tiga bagian kolom, zona pengupasan air/metanol di bagian bawah, zona reaksi di bagian tengah, dan kandungan metil asetat yang tinggi di bagian atas. Secara deskriptif, metanol (titik didih 65°C) ditambahkan di bagian bawah zona reaksi dan asam asetat (titik didih 118°C) dan katalis asam akan

ditambahkan di bagian atas zona reaksi. Dengan menggunakan proses distilasi reaktif yang dikembangkan oleh Eastman, metanol yang dibuat dari gas sintesis akan bereaksi dengan asam asetat, untuk membentuk metil asetat.

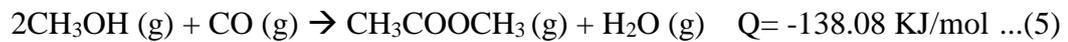
Pada tahap akhir, dengan menggunakan katalis dan proses Eastman karbon monoksida yang dimurnikan dari pabrik pemisahan gas akan bereaksi dengan metil asetat untuk membentuk anhidrida asetat. Proses gasifikasi batubara untuk menghasilkan gas sintesa dimulai pada bulan Maret 1983, sedangkan pabrik metil asetat dimulai pada bulan Mei 1983. Produksi metanol dimulai sekitar bulan Juli 1983 sedangkan produksi anhidrida asetat dimulai pada tanggal 6 Oktober 1983. Selama sembilan bulan pertama beroperasi, gasifiers beroperasi lebih dari 85% tiap waktu, dan pabrik anhidrida asetat dan metil asetat beroperasi lebih dari 75% tiap waktu. Selain itu pada tahun 1970 metil asetat diproduksi secara industri dengan karbonilasi metanol dalam proses produksi asam asetat.

Reaksi karbonilasi metanol adalah reaksi yang terkenal sejak Monsanto pada tahun 1970, yang dilakukan dalam fase cair dengan menggunakan sistem berkatalis *rhodium-base* yang kemudian dioptimalkan oleh Celanese. Sistem seperti itu telah didahului oleh sistem berbasis kobalt yang dikembangkan oleh BASF, namun memiliki selektivitas yang lebih rendah dan kebutuhan akan kondisi suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Meskipun sistem katalisis rodium memiliki aktivitas dan selektivitas yang jauh lebih baik, penelitian telah berlanjut dan menemukan katalis baru yang dapat meningkatkan efisiensi lebih tinggi lagi.

Dilakukannya modifikasi pada sistem berbasis *rhodium* atau penyisipan logam lain, yaitu Iridium. Dalam sistem homogen, asam asetat digunakan sebagai pelarut, sehingga terjadi proses esterifikasi yang menyebabkan terbentuknya metil asetat. Metil asetat terbentuk karena adanya metil iodida yang digunakan dalam proses karbonilasi pembuatan asam asetat sebagai mediator.

Sistem heterogen untuk karbonilasi metanol telah disarankan selama beberapa tahun. Penelitian terfokus pada dua katalis yang dapat digunakan dalam reaksi yaitu rhodium (polimer) atau zeolit dan berbagai logam yang didukung

karbon aktif. Reaksi pembentukan metil asetat dengan proses karbonilasi adalah sebagai berikut :



Kegunaan senyawa metil asetat di Amerika Serikat dari tahun 1990 adalah sebagai pelarut untuk selulosa nitrat, selulosa asetat, dan resin dan minyak. Metil asetat juga digunakan dalam proses pembuatan kulit buatan atau sintetis, serta bahan baku untuk produksi anhidrida asetat melalui proses karboksilasi (Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology, 1993).

### 1.3. Proses Pembuatan Metil Asetat

Proses pembuatan metil asetat secara esterifikasi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu esterifikasi dengan menggunakan katalis homogen dan esterifikasi dengan menggunakan katalis heterogen, yang akan dijelaskan sebagai berikut :

<b>Pembanding</b>	Katalis Homogen	Katalis Heterogen
<b>Tipe Reaktor</b>	Kolom Destilasi Reaktif	Reaktor <i>Packed Bed</i>
<b>Kondisi Operasi</b>	Reaksi berlangsung pada suhu 299°K – 330°K dengan tekanan 1 atm dalam fase cair.	Reaksi berlangsung pada suhu 318°K – 338°K dan tekanan 1 atm dalam fase cair dan 391°K – 523°K dan tekanan 1 atm dalam fase vapor. (Kirbaslar, 2001)
<b>Rasio Bahan Baku</b>	Asam Asetat dan Metanol (1:6,1:8,1:9)	Asam Asetat dan Metanol (1:1, 1:2)
<b>% Konversi</b>	88-95%	80-99%
<b>Katalis</b>	<i>Sulfuric acid, phosphoric acid</i>	<i>Alumina, silica-alumina, protonated zeolite, protonated ion exchange resins ( ex. amberlyst)</i>
<b>Reaksi Fasa Uap/Cair</b>	Cair	Vapor (uap), Cair, Vapor-Cair

<b>Produk Samping</b>	Air, <i>methyl propionate and isopropyl acetate</i>	Air
<b>Kemurnian Produk</b>	99,5 wt %	83 wt %
<b>Purifikasi</b>	Campuran metil asetat dan asam asetat di pisahkan dengan menggunakan proses destilasi, kemudian metanol di lucuti dari kandungan airnya dengan menggunakan proses <i>stripping</i> , sedangkan untuk impuritis dihilangkan dengan menggunakan 2 kolom destilasi yang kemudian katalis dan asam asetat di <i>recycle</i> kembali (Kirk, Encyclopedia of Chemical Technology, 1993)	Katalis dapat segera dihilangkan dari produk menggunakan proses dekantasi atau filtrasi (Kirbaslar, 2001). Penghilangan produk samping berupa air dapat dihilangkan dengan proses <i>dehydration</i> menggunakan <i>desiccant</i> yang berisi adsorben.

#### 1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia

**Tabel 1.1.** Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

No	Sifat-Sifat	Senyawa	
		Metanol	Asam Asetat
1	Rumus Kimia	CH <sub>3</sub> OH	CH <sub>3</sub> COOH
2	Berat Molekul (g/mol)	32,04	60,05
3	Wujud (pada 30°C)	Cairan	Cairan
4	Titik Didih (°C)	64,7	118,1
5	Titik Leleh (°C)	-97,9	16,7
6	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	0,7918	1,049
7	<i>Spesific Gravity</i>	0,792	1,049

8	Warna	Bening	Bening (Bau Menyengat)
9	Kelarutan	Larut dalam air	Larut dalam alkohol, air dan ester

(Sumber : Perry Chemical Engineers Handbook, 1999)

**Tabel 1.2.** Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Zeolit

No	Sifat	Zeolit 4A
1	<i>Chemical Formula</i>	0.4K <sub>2</sub> O 0.6Na <sub>2</sub> O Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2.0SiO <sub>2</sub> 4.5H <sub>2</sub> O SiO <sub>2</sub> : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≈2
2	<i>Shape</i>	<i>Sphere</i> (Bulat)
3	<i>Diameter (mm)</i>	1,7-2,5
4	<i>Size ratio (%)</i>	≥98
5	<i>Bulk density (g/ml)</i>	≥0,70
6	<i>Wear ratio (%)</i>	≤0,10
7	<i>Crushing strength (N)</i>	≥30/p
8	<i>Static water adsorption (%)</i>	≥20
9	<i>Water content, as shipped (%)</i>	≤1,5

(Sumber : Pingxiang Yingchao Chemical Packing Co., Ltd.,  
<http://pxychg.com/english/ProductShow.asp?ID=289>)

**Tabel 1.3.** Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Katalis Amberlyst

No	Sifat	Katalis Amberlyst-15
1	<i>Matrix</i>	<i>Styrene-divinylbenzene</i>
2	<i>Type</i>	<i>Strong acid</i>
3	<i>Surface Area (m<sup>2</sup>/g)</i>	53
4	<i>Mean Size (mm)</i>	0,600-0,850 mm
5	<i>Average Pore Diameter (A)</i>	300
6	<i>Total Pore Volume (ml/g)</i>	0,40
7	<i>Concentration Of Active Sites</i>	≥ 1,7eq/L ≤ 4,7eq/kg
8	<i>Moisture Content (%)</i>	52-57
9	<i>Maximum Operating Temperature (°C)</i>	120

10	<i>Pressure Drop Limitation</i> (bar)	1
11	<i>pH range</i>	0-14
12	<i>Regenerants</i>	HCl/H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

(Sumber: The Dow Chemical Company, <https://www.dow.com/>)

**Tabel 1.4.** Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Produk

No	Sifat	Senyawa	
		Metil Asetat	Air
1	Rumus Kimia	CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
2	Berat Molekul (g/mol)	74,08	18,016
3	Wujud (pada 30°C)	Cairan	Cairan
4	Titik Didih (°C)	57,1	100
5	Titik Leleh (°C)	- 98,7	0
6	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	0,932	0.998
7	<i>Spesific Gravity</i>	0,924	1,00
8	Warna	Bening	Bening
9	Kelarutan	Larut dalam alkohol dan eter	-

(Sumber : Perry Chemical Engineers Handbook, 1999)

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. *A National Historic Chemical Landmark-Chemical From Coal Facility*. Kingsport : American Chemical Society.
- Anonim. 2018. *Amberlyst-15*. <https://www.dow.com/>. (Diakses pada tanggal 20 April 2018).
- Anonim. 2017. *Badan Pusat Statistik*. <https://www.bps.go.id/>. (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017).
- Anonim. 2018. *Energy Efficiency Guide For Industry In Asia*. <https://www.energyefficiencyasia.org/>. (Diakses pada tanggal 20 April 2018).
- Anonim. 2018. *Equipment Cost Index*. <http://www.matche.com/equipcost.html>. (Diakses pada tanggal 01 Juni 2018)
- Anonim. 2018. *Methyl Acetate*. [https://www.alibaba.com/product-detail/industrial-grade-methyl-acetate-with-best\\_60685548821.html](https://www.alibaba.com/product-detail/industrial-grade-methyl-acetate-with-best_60685548821.html). (Diakses pada tanggal 20 April 2018).
- Abbassato, Tony I., dan Aris, B. 2007. “Efisiensi Kolom Sieve Tray Pada Destilasi yang Mengandung Tiga Komponen (Aceton-Alkohol-Air)”, *Seminar Nasional TEKNOIN 2007*. ISBN: 978-979-96964-5-8.
- Afriani, M., Gusnedi, dan Ratnawulan. 2015. “Pengaruh Tinggi Kolom Pada Distilasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Tebu (*Saccharum Officinarum*)”, *Pillar of Physics*, 5(1), hal. 25-32.
- Anshary, M Isa. 2012. “Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Padat Berpromotor Ganda Dalam Reaktor Fixed Bed”, *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), hal. 1-4.
- Chandra, A. 2015. “Preliminary Study Of Methyl Acetate Hydrolysis Using Reactive Dividing Wall Column”, *Universitas Katolik Parahyangan*. ISSN 1693-4393.
- Coulson, J., M, dan Richardson, J. 2005. *Chemical Engineering Volume 6 4<sup>th</sup> Edition*. Elsevier: Buitenworth - Heinemann.
- Felder, R., M. 2005. *Elementary Principles of Chemical Process 3<sup>rd</sup> Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Goenadi, D., H. 2004. "Teknologi Pengolahan Zeolit Menjadi Bahan yang Memiliki Nilai Ekonomi Tinggi", *Jurnal Zeolit Indonesia*. 3(1), hal. 42-49.
- Guo, dan Xiaoyan. 2014. "Fixed Bed Reactor Design Program Development Based on Java", *Journal of Software*, 9(5) hal, 1263-1269.
- Ismail, S. 1996. "Alat Industri Kimia Cetakan Ketiga. Palembang: Unsri. ISBN 979-587-168-4.
- Kern, D. Q, 1965. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Kirbaslar, I., H. 2001. "Catalytic Esterification of Methyl Alcohol with Acetic Acid", *Chinese J. of Chem*, 9(1), hal. 90-96.
- Kirk, O. 1993. *Encyclopedia of Chemical Technology. 4th Edition*, hal. 1-37.
- Levenspiel, O. 1973. *Chemical Engineering 2<sup>nd</sup> Edition*. New York: Jhon Wiley and Sonc. Inc.
- Nursetyowatu, P. 2015. "Kinerja Upflow Anaerobic Fixed Bed Reactor dengan Media Penunjang Batu Apung dalam Penyisihan Organik dan Pembentukan Biogas dari Biowaste Fase Cair", *Jurnal Rekayas Kimia dan Lingkungan*, 10(4), hal. 148-156.
- Nuryoto. 2008. "Studi Kinerja Katalisator Lewatit Monoplus s-100 pada Reaksi Esterifikasi antara Etanol dan Asam Asetat," *Jurnal Rekayasa Proses*, 2(1), hal. 24-27.
- Padmono, D. 2007. "Distribusi Substrat di Dalam *Fixed Bed Reactor* (FBR)", *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(1), hal. 29-33
- Permatasari, R., Ali, A., dan Susianto. 2015. "Pemodelan dan Simulasi Distilasi Batch Broth Fermentasi Pada Tray Column Dengan Serabut Wool", *Jurnal Teknik Kimia*, 9(2), hal. 44-49.
- Perry, Robert, H. 1996. *Perry Chemical Engineers Handbook Seventh Edition*. New York : The McGraw-Hill Companies
- Peter, K., D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. New York: McGraw Hill International Book Co.
- Pingxiang, Y. 2018. *Zeolit 3A*. <http://pxychg.com/english/ProductShow.asp?ID=289>. (Diakses pada tanggal 20 April 2018).

- Ralph J. Fessenden, J. S. 1984. *Kimia Organik Jilid 2*. Jakarta Pusat: Penerbit Erlangga.
- Smith, J., M. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 6<sup>th</sup> Edition*. Singapore: McGraw Hill.
- Smith., R., G. 2000. *Chemical From Coal Operations*. California : Gasification Department.
- Treybal, R. 2005. *Mass Transfer Operations 3<sup>rd</sup> Edition*. Rhode Island: McGraw-Hill Book Co.
- Walas, S., M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. USA: Butterworth Publishers.
- Yaws, C., L. 2003. *Handbook of Chemical Compound Data for Process Safety*. Texas: Gulf Publishing Company.
- Zoeller, J., R. 2004. "Eastman Chemical Company's "Chemicals From Coal" Program : The First Quarter Century". *Eastman Chemical Company Research Laboratories*, hal: 623-624.