

**SKRIPSI**  
**PRARENCANA**  
**PABRIK PEMBUATAN METIL METAKRILAT**  
**KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**



**Arina**  
**NIM 03031181419043**

**Siwitri**  
**NIM 03031181419145**

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

# **SKRIPSI**

## **PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METIL METAKRILAT KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

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



Arina  
NIM 03031181419043

Siwitri  
NIM 03031181419145

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

## HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METIL METAKRILAT  
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

### SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Arina	03031181419043
Siwitri	03031181419145

Indralaya, Oktober 2018

Pembimbing



Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D  
NIP. 196009091987031004

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195814031986031003

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Metakrilat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Arina dan Siwitri di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 September 2018.

Inderalaya, November 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

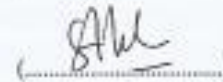
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.

NIP. 196009091987031004

()

3. Ir. Siti Miskah, M.T.

NIP. 195602241984032002

()

4. Selpiana, S.T., M.T.

NIP. 197809192003122001

( 19/10/2018)

5. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.

NIP. 198110312005011003

( 13/9/2018)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

()

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

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arina

NIM : 03031181419043

Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Metakrilat  
Kapasitas 60.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Siwitri 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 siapa pun.

Inderalaya, September 2018



**Arina**  
NIM. 03031181419043



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siwitri  
NIM : 03031181419145  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Metakrilat  
Kapasitas 60.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Arina 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.

Inderalaya, September 2018  
  
6000  
SIWITRI  
NIM. 03031181419143



## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur diucapkan kepada Allah Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Metakrilat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam laporan ini mencakup perencanaan pabrik dan perancangan alat-alat proses pra rencana pabrik pembuatan Metil Metakrilat dengan pertimbangan kelayakan berdasarkan analisa ekonomi. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membacanya.

Indralaya, September 2018

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

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

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
2. Kedua orang tua kami tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk kasih sayang, perhatian, semangat, sertadoa 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 Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T ., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof .Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen dan Staf akademik Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
7. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

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

Inderalaya, September 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>COVER.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</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>xx</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PEMBAHASAN UMUM.....</b>	<b>1</b>
1.1. Pendahuluan.....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangannya.....	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan.....	3
1.4. Sifat-sifat Fisik dan Kimia.....	6
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK.....</b>	<b>7</b>
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	7
2.2. Pemilihan Kapasitas.....	8
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	10
2.4. Pemilihan Proses.....	10
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. Luas Area.....	18

<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....</b>	<b>21</b>
4.1. Neraca Massa.....	21
4.2. Neraca Panas .....	27
<b>BAB V UTILITAS .....</b>	<b>33</b>
5.1. Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	33
5.2. Unit Pengadaan Air .....	34
5.3. Unit Pengadaan Listrik .....	39
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	41
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>43</b>
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>84</b>
7.1. Bentuk Perusahaan .....	84
7.2. Struktur Organisasi .....	85
7.3. Tugas dan Wewenang .....	85
7.4. Sistem Kerja.....	89
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan .....	90
<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>95</b>
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	96
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal.....	97
8.3. Total Modal Akhir .....	99
8.4. Laju Pengembalian Modal.....	101
8.5. Break Even Point (BEP).....	102
<b>BAB IX KESIMPULAN.....</b>	<b>105</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>106</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b>	Sifat Fisika dan Kimia.....	6
<b>Tabel 2.1.</b>	Data Impor Metil Metakrilat .....	8
<b>Tabel 2.2.</b>	Kapasitas Beberapa Industri Metil Metakrilat .....	9
<b>Tabel 2.3.</b>	Perbedaan Proses Pembuatan Metil Metakrilat.....	10
<b>Tabel 7.1.</b>	Pembagian Jam kerja Karyawan Shift .....	90
<b>Tabel 7.2.</b>	Perincian Jumlah Karyawan.....	92
<b>Tabel 8.1.</b>	Angsuran Pengembalian Modal .....	98
<b>Tabel 8.2.</b>	Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	104

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b>	Reaksi Acetone Cyanohydrin.....	3
<b>Gambar 1.2.</b>	Reaksi Isobutylene Oxidation.....	4
<b>Gambar 1.3.</b>	Reaksi Oxidative Esterification.....	4
<b>Gambar 1.4.</b>	Reaksi Propionaldehyde Formylation .....	5
<b>Gambar 2.1.</b>	Konsumsi Metil Metakrilat Dunia Tahun 2015.....	7
<b>Gambar 2.2.</b>	Tren Impor Metil Metakrilat dan Prediksi Tahun 2023 .....	9
<b>Gambar 2.3.</b>	<i>Flowsheet</i> Pembuatan Metil Metakrilat.....	13
<b>Gambar 3.1.</b>	Peta Lokasi Pabrik.....	14
<b>Gambar 3.2.</b>	Lokasi Pabrik Berdasarkan Google Maps .....	15
<b>Gambar 3.3.</b>	Tata Letak Peralatan Pabrik.....	19
<b>Gambar 3.4.</b>	Tata Letak Pabrik.....	20
<b>Gambar 7.1.</b>	Struktur Organisasi Perusahaan.....	94
<b>Gambar 8.1.</b>	Grafik <i>Break Even Point</i> .....	104

## DAFTAR NOTASI

### 1. ACCUMULATOR

- $D$  : Diameter  
 $L, L_T$  : Panjang Ellipsoidal, total  
 $t_h, t_s$  : Ketebalan Dinding Bagian *Head*, silinder, m  
 $V_e, V_s$  : Volume elipsoidal, silinder  
 $V_t$  : Kapasitas

### 2. CONDENSER, COOLER, HEATER, KONDENSER, REBOILER

- $A$  : Area perpindahan panas,  $\text{ft}^2$   
 $a_a, a_p$  : Area alir pada annulus, *inner pipe*,  $\text{ft}^2$   
 $a_s, a_t$  : Area alir pada *shellandtube*,  $\text{ft}^2$   
 $a''$  : *Externalsurface* per 1 in,  $\text{ft}^2/\text{in ft}$   
 $B$  : *Bafflespacing*, in  
 $C$  : *Clearence* antar *tube*, in  
 $C_p$  : *SpecificHeat*,  $\text{kJ/kg}$   
 $D$  : Diameter dalam *tube*, in  
 $D_e$  : Diameter ekuivalen, in  
 $D_B$  : Diameter *bundle*, in  
 $D_S$  : Diameter *shell*, in  
 $f$  : Faktor friksi,  $\text{ft}^2/\text{in}^2$   
 $g$  : Percepatan gravitasi  
 $h$  : Koefisien perpindahan panas,  $\text{Btu/hr.ft}^2.\text{°F}$   
 $h_1, h_o$  : Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar  
*tube*  
 $j_H$  : Faktor perpindahan panas  
 $k$  : Konduktivitas termal,  $\text{Btu/hr.ft}^2.\text{°F}$   
 $L$  : Panjang *tube* pipa, ft  
 $\text{LMTD}$  : *Logaritmik Mean Temperature Difference*,  $\text{°F}$   
 $N$  : Jumlah *Baffle*

$N_t$	: Jumlah <i>tube</i>
$P_T$	: <i>Tubepitch</i> , in
$\Delta P_T$	: Return <i>dropshell</i> , psi
$\Delta P_S$	: Penurunan tekanan pada <i>shell</i> , psi
$\Delta P_t$	: Penurunan tekanan pada <i>tube</i> , psi
ID	: <i>Inside</i> diameter, ft
OD	: <i>Outside</i> diameter, ft
Q	: Beban panas <i>heat exchanger</i> , Btu/hr
Rd	: <i>Dirtfactor</i> , hr.ft <sup>2</sup> .°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
$T_a$	: Temperatur rata-rata fluida panas, °F
$t_a$	: Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
$\Delta t$	: Beda temperatur yang sebenarnya, °F
U	: Koefisien perpindahan panas
$U_c, U_o$	: <i>Clean overall coefficient, Design overall coefficient</i> , Btu.hr.ft <sup>2</sup> .°F
V	: Kecepatan alir, ft/s
W	: Kecepatan alir massa fluida panas, lb/hr
w	: Kecepatan alir massa fluida dingin, lb/hr
$\mu$	: Viskositas, Cp

### 3. KOLOM DESTILASI

$P$	: Tekanan, atm
$T$	: Temperatur, °C
$\alpha$	: Relatif volatilitas
$N_m$	: <i>Stage</i> minimum
$L/D$	: Refluks
$N$	: <i>Stage</i> /tray
$m$	: <i>Rectifying section</i>

$p$	: Stripping section
$F_{LV}$	: Liquid-vapor flow factor
$U_f$	: Kecepatan flooding, m/s
$U_v$	: Volumetric flow rate, m <sup>3</sup> /s
$A_n$	: Net area, m <sup>2</sup>
$A_c$	: Cross section atau luas area kolom, m <sup>2</sup>
$D_c$	: Diameter kolom, m
$A_d$	: Downcomer area, m <sup>2</sup>
$A_a$	: Active area, m <sup>2</sup>
$l_w$	: Weir length, m
$A_h$	: Hole area, m <sup>2</sup>
$h_w$	: Weir height, mm
$dh$	: Hole diameter, mm
$L_m$	: Liquid rate, kg/det
$h_{ow}$	: Weir liquid crest, mm liquid
$U_h$	: Minimum design vapor velocity, m/s
$C_o$	: Orifice coefficient
$h_d$	: Dry plate drop, mm liquid
$h_r$	: Residual head, mm liquid
$h_t$	: Total pressure drop, mm liquid
$h_{ap}$	: Downcomer pressure loss, mm
$A_{ap}$	: Area under apron, m <sup>2</sup>
$H_{dc}$	: Head loss in the downcomer, mm
$h_b$	: Backup di downcomer, m
$t_r$	: Check resident time, s
$\theta$	: Sudut subtended antara pinggir plate dengan unperforated strip
$L_m$	: Mean length, unperforated edge strips, m
$A_{up}$	: Area of unperforated edge strip, m <sup>2</sup>
$L_{cz}$	: Mean length of calming zone, m
$A_{cz}$	: Area of calming zone, m <sup>2</sup>
$A_p$	: Total area perforated, $A_p$

$A_{oh}$	: Area untuk 1 <i>hole</i> , m <sup>2</sup>
$t$	: Tebal dinding, cm
$D$	: Diameter tanki, m
$r$	: Jari-jari tanki, m
$S$	: Tekanan kerja yang diijinkan, atm
$C_c$	: Korosi yang diijinkan, m
$E_j$	: Efisiensi pengelasan
$OD$	: Diameter luar, m
$ID$	: Diameter dalam, m
$E_{mv}$	: Efisiensi tray, %
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$\mu$	: Viskositas, N.s/m <sup>2</sup>
$FA$	: <i>Fractional Area</i>
$He$	: Tinggi tutup elipsoidal, m
$Ht$	: Tinggi tanki, m

#### 4. KOMPRESOR

BHP	: <i>Power</i> , HP
n	: Jumlah stage
k	: <i>Specific heat ratio</i>
CR	: <i>Compression ratio</i>
CR <sub>stage</sub>	: <i>Compression ratio per stage</i>
Q <sub>f</sub>	: <i>Volumetric flowrate</i> , ft <sup>3</sup> /s
V	: Kecepatan udara, ft/s
W	: Kapasitas, lb/hr

#### 5. POMPA

A	: Area alir pipa, in <sup>2</sup>
D <sub>opt</sub>	: Diameter optimum pipa, in
f	: Faktor friksi
g	: Percepatan gravitasi, ft/s <sup>2</sup>



$g_c$	: Konstanta percepatan gravitasi, $\text{ft/s}^2$
$H_f$	: Total friksi, ft
$H_{fs}$	: Friksi pada permukaan pipa, ft
$H_{fc}$	: Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
$H_{fe}$	: Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
$H_{ff}$	: Friksi karena <i>fitting</i> dan <i>valve</i> , ft
$H_d, H_s$	: <i>Head Discharge, suction</i> , ft
ID	: <i>Inside</i> diameter, in
OD	: <i>Outside</i> diameter, in
$K_c, K_e$	: <i>Contaction, ekspansion contraction</i> , ft
L	: Panjang pipa, m
$L_e$	: Panjang ekuivalen pipa, m
NPSH	: <i>Net Positive Suction Head</i> , ft . lbf/ lb
$P_{uap}$	: Tekanan uap, psi
$Q_f$	: Laju alir volumetrik, $\text{ft}^3/\text{s}$
Re	: Reynold Number, dimensionless
$V_s$	: <i>Suction</i> velocity, ft/s
$V_d$	: <i>Discharge</i> velocity, ft/s
BHP	: <i>Brake HorsePower</i> , HP
MHP	: <i>Motor Horse Power</i> , HP
$\Delta P$	: Differential <i>pressure</i> , psi
$\varepsilon$	: <i>Equivalent roughness</i> , ft
$\eta$	: Efisiensi pompa
$\mu$	: Viskositas, kg/m.hr
$\rho$	: Densitas, $\text{kg/m}^3$

## 6. REAKTOR

$A_t$	: Luas area total <i>Orifice</i> , $\text{m}^2$
C	: <i>Corrosion</i> maksimum, in
$C_{ao}$	: Konsentrasi reaktan mula-mula, $\text{kmol/m}^3$
$D_i$	: Diameter impeller, m

D <sub>t</sub>	: Diameter tangki, m
D <sub>s</sub>	: Diameter <i>sparger</i> , m
E	: <i>Joint</i> efisiensi
E	: Energi aktivasi
F <sub>ao</sub>	: Jumlah feed mula-mula, Kmol
g	: Lebar <i>Baffle</i> pengaduk, m
h	: Tinggi <i>Head</i> , m
H <sub>L</sub>	: Tinggi <i>Liquid</i> , m
H <sub>s</sub>	: Tinggi silinder, m
H <sub>s</sub>	: Tinggi <i>sparger</i> , m
H <sub>T</sub>	: Tinggi tangki, m
k	: Konstanta kecepatan reaksi, m <sup>3</sup> /kmol jam
K	: Konstanta Boltzmann = 1,30 . 10 <sup>-16</sup> erg/K
M <sub>A</sub>	: Berat molekul A
M <sub>B</sub>	: Berat molekul B
N	: Bilangan avogadro = 6,203 . 10 <sup>23</sup> molekul/mol
N	: Kecepatan putaran pengaduk, rpm
N <sub>t</sub>	: Jumlah <i>Orifice</i>
P	: Tekanan desain, psi
P	: <i>Power</i> , HP
q	: Debit per <i>Orifice</i> , m <sup>3</sup> /jam
Q	: Volumetrik <i>flowrate</i> , m <sup>3</sup> /jam
r	: Panjang <i>blade</i> pengaduk, m
rb	: Posisi <i>Baffle</i> dari dinding tangki, m
r <sub>i</sub>	: Jari-jari <i>Vessel</i> , in
R	: Konstanta umum gas = 1,987 . 10 <sup>-3</sup> kkal/mol. K
R <sub>d</sub>	: <i>Foulingfactor</i>
S	: <i>Working stress Allowable</i> , psi
t	: Tebal dinding tangki, m
T	: Temperatur operasi, K
U <sub>c</sub>	: <i>Overall heat transfercoefficient</i>

V	: kecepatan gelembung gas lepas <i>Orifice</i> , m/s
V <sub>s</sub>	: Volume silinder, m <sup>3</sup>
V <sub>E</sub>	: Volume elipsoid, m <sup>3</sup>
V <sub>t</sub>	: Volume tangki total, m <sup>3</sup>
W <sub>b</sub>	: Lebar <i>Baffle</i> , m
V <sub>h</sub>	: Volume <i>Head</i> , m <sup>3</sup>
V <sub>b</sub>	: Volume <i>bottom</i> , m <sup>3</sup>
V <sub>s</sub>	: Volume silinder, m <sup>3</sup>
V <sub>t</sub>	: Volume tanki, m <sup>3</sup>
W	: Laju alir massa, kg/jam
X	: Konversi
μ	: Viskositas, kg/m.hr
ρ	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
τ	: Waktu tinggal, jam
σ <sub>A</sub>	: Diameter molekul A
σ <sub>B</sub>	: Diameter molekul B

## 7. TANGKI, MIXING TANK, SILO TANK

C	: <i>Allowable Corrosion</i> , m
D	: Diameter tanki, m
E	: <i>Joint</i> efisiensi
h	: Tinggi <i>Head</i> , m
H	: Tinggi silinder tanki, m
H <sub>t</sub>	: Tinggi total tanki, m
P	: Tekanan, atm
S	: <i>Allowable</i> stress, psi
t	: Tebal dinding tanki, m
V <sub>h</sub>	: Volume <i>Head</i> , m <sup>3</sup>
V <sub>s</sub>	: Volume silinder, m <sup>3</sup>
V <sub>t</sub>	: Volume tanki, m <sup>3</sup>
W	: Laju alir massa, kg/jam

$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$\sigma$	: Tegangan Permukaan, N/m
$n$	: Kecepatan putaran pengaduk, rpm
$r_B$	: Jarak <i>Baffle</i> , m
$H_L$	: Tinggi <i>liquid</i> , m
$H_i$	: Tinggi Impeller, m
$D_i$	: Diameter Impeller, m
$Q$	: Lebar daun impeller, m
$L$	: Panjang Daun Impeller, m
$W$	: Lebar <i>Baffle</i> , m
$N$	: Jumlah pengaduk

## 8. DIMENSIONLESS NUMBER

$N_{Re}$	: Reynold Number
$Sc$	: Schmidt Number
$jH$	: Faktor perpindahan panas
$f$	: Friction <i>factor</i>

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran I</b> Tugas Khusus.....	109
<b>Lampiran II</b> Perhitungan Neraca Massa.....	169
<b>Lampiran III</b> Perhitungan Neraca Panas.....	204
<b>Lampiran IV</b> Perhitungan Spesifikasi Peralatan.....	256
<b>Lampiran V</b> Perhitungan Analisa Ekonomi.....	446

## RINGKASAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN METIL METAKRILAT KAPSITAS  
60.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, September 2018

Arina dan Siwitri;

Dibimbing oleh Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

### ABSTRAK

Pabrik MetilMetakrilat direncanakan berlokasi di daerah Surabaya. Pabrik ini meliputi area seluas 4 Ha dengan kapasitas 60.000 ton pertahun. Proses pembuatan Metil Metakrilat dilakukan melalui proses Formilasi Propionaldehida menjadi Metakrolein yang berlangsung di Reaktor (R-01) pada temperatur 122,7°C dan tekanan 36 atm. Proses selanjutnya yaitu esterifikasi oksidatif Metakrolein menjadi Metil Metakrilat yang berlangsung di Reaktor (R-02) pada temperatur 80°C dan tekanan 6 atm. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utam dengan jumlah karyawan 172 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, Pabrik Metil Metakrilat (MMA) dinyatakan layak untuk didirikan dengan analisa ekonomi sebagai berikut:

Investasi	= US \$ 29,030,058.53
Hasil penjualan per tahun	= US \$ 180,000,000.00
Biaya produksi per tahun	= US \$ 155,951,543.71
Lababersih per tahun	= US \$ 15,631,496.59
<i>Pay Out time</i>	= 1,76 tahun
<i>Rate of return on investment</i>	= 53,85%
<i>Discounted Cash Flow –ROR</i>	= 67,26%
<i>Break Even Point</i>	= 34,23%
<i>Service Life</i>	= 11 tahun

**Kata kunci** : Pabrik, metil metakrilat, analisa ekonomi

# **BAB I**

## **PEMBAHASAN UMUM**

### **1.1. Pendahuluan**

Sejak awal tahun 2016, di wilayah Asia Tenggara telah diberlakukan perdagangan bebas berdasarkan perjanjian Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) sehingga persaingan pada berbagai bidang kehidupan terutama pada bidang ekonomi dan perindustrian akan terus meningkat. Sejalan dengan berkembangnya Industri di wilayah Asia Tenggara, Indonesia telah banyak melakukan usaha diversifikasi. Bahan mentah atau setengah jadi diolah menjadi produk, sehingga mengurangi ketergantungan pada produk impor. Dalam usaha ini pemerintah memprioritaskan pada pembangunan berbagai industri termasuk industri kimia yang diharapkan mampu menjadi penggerak pertumbuhan industri yang lain.

Salah satu industri kimia yang menarik untuk didirikan di Indonesia adalah industri atau pabrik Metil Metakrilat (MMA). Penggunaan metil metakrilat di Indonesia masih terbatas pada industri plastik, industri jenis resin, perekat dan industri cat, dengan pemanfaatan terbesar adalah untuk pembuatan polimetil metakrilat (PMMA). Bahan-bahan polimetil metakrilat (PMMA) memiliki transparansi tinggi, kestabilan dan ketahanan dari goresan, mudah dibentuk, dan ringan. Dalam aplikasinya, polimetil metakrilat (PMMA) dapat digunakan untuk sistem transportasi, optik, komunikasi, teknologi medis, konstruksi, dan penerangan (Nagai, 2001).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) diketahui bahwa kebutuhan metil metakrilat di Indonesia cenderung terus meningkat setiap tahunnya. Permintaan Metil Metakrilat di Indonesia pada tahun 2016 saja sebesar 10.368,776 ton (comtrade.un.org) dan sampai saat ini belum ada pabrik yang memproduksi metil metakrilat, dimana seluruh kebutuhan metil metakrilat di dalam negeri masih diimpor dari beberapa negara. Sehingga, semakin besar prospek pendirian pabrik Metil Metakrilat. Pendirian pabrik Metil Metakrilat ini diharapkan dapat meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi, perluasan lapangan pekerjaan dan memenuhi kebutuhan dalam negeri.

## 1.2. Sejarah dan Perkembangannya

Metil metakrilat dapat berpolimerasi pertama kali pada tahun 1880 ketika diperoleh serbuk putih hasil distilasi metil metakrilat. Hal ini pertama kali diketahui secara komersil melalui tesis doctoral Otto Rohm dari University of Tubingen pada tahun 1901, yang menggambarkan pembuatan lembaran seperti karet yang jernih dan tidak berwarna. Walaupun Rohm memperoleh paten untuk aplikasi akrilat pada tahun 1914, proses komersil untuk pembuatan monomer metakrilat tidak dikembangkan sampai tahun 1930-an. Pada awalnya ester metil metakrilat dihasilkan dari reaksi antara asam dan metakrilat metanol.

Asam akrilik pertama diciptakan pada 1843. Kemudian dari asam akrilik, asam metakrilat dirumuskan pada tahun 1865. Pada tahun 1877 ahli kimia Jerman Wilhelm Rudolph Fittig menemukan proses polimerisasi yang mengubah metil metakrilat ke polimetil metakrilat. Bahan ini dikembangkan pada tahun 1928 di berbagai laboratorium dan dibawa ke pasaran oleh Rohm and Haas Company pada tahun 1933. Pada tahun ini nama merek "kaca" telah dipatenkan dan didaftarkan. Pada tahun 1936 ICI akrilik (sekarang Lucite International) memulai produksi komersial pertama dari kaca pengaman akrilik. Selama Perang Dunia II baik Sekutu dan pasukan Axis menggunakan kaca akrilik untuk periskop kapal selam dan kaca depan pesawat, kanopi, dan pistol menara. (Nagai, 2001)

Pada tahun 1992, produksi metil metakrilat diperkirakan 547,824 ton. Hingga saat ini perkembangan metil metakrilat sangat signifikan karena fungsinya yang dapat diaplikasikan di banyak bidang. Metil metakrilat merupakan bahan baku untuk pembuatan metakrilat lainnya. Turunannya ini meliputi etil metakrilat (EMA), butil metakrilat (BMA) dan 2-etil heksil metakrilat (2-EHMA). Namun, aplikasi utama dari metil metakrilat adalah pembuatan polimetilmetakrilat (PMMA). Poli metil metakrilat (PMMA) merupakan senyawa homopolimer yang dibentuk dari reaksi polimerisasi adisi senyawa metil metakrilat. Senyawa ini juga dikenal dengan nama dagang flexiglass (gelas yang fleksibel). (Nagai & Ui, 2004).

PMMA berupa plastik bening, keras dan kuat, namun ringan dan fleksibel. Pemanfaatannya sebagai bahan pencampur gelas dan pencampur logam, dan yang



paling mudah kita amati adalah digunakan untuk lampu belakang mobil ataupun kaca jendela pesawat terbang. Metil metakrilat juga digunakan untuk produksi copolymer metil metakrilat-butadiena-stirena (MBS), digunakan sebagai pengubah untuk PVC. Digunakan sebagai "nat" oleh ahli bedah ortopedi untuk membuat sisipan tulang untuk memperbaiki tulang.

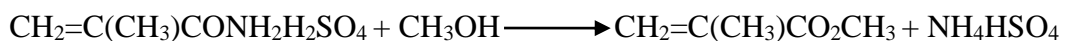
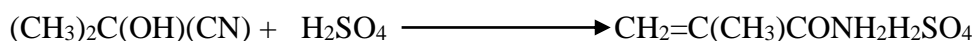
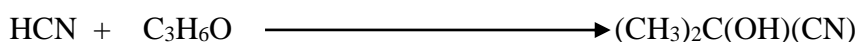
### 1.3. Macam-macam Proses Pembuatan

Metil Metakrilat dapat dibuat dengan empat proses, yaitu Proses *Acetone Cyanohydrin* (ACH), Proses *Direct Isobutylene Oxidation*, Proses *Direct Oxidative Esterification* (DOE), dan Proses *Propionaldehid Formylation*.

#### 1.3.1. Proses *Acetone Cyanohydrin* (ACH)

Proses *Acetone Cyanohydrin* pertama kali digunakan untuk produksi metil metakrilat secara komersial tahun 1937 yang dipatenkan oleh ICI (produsen metil metakrilat) tahun 1934. Teknologi ini dilakukan dengan cara menghidrolisa aseton sianohidrin untuk menghasilkan metakrilamid sulfat. Pada proses pembuatan Metil Metakrilat dengan metode *Acetone Cyanohydrin*, Aseton direaksikan dengan Hidrogen Sianida untuk membentuk *Asetone Cyanohydrin*. *Cyanohydrin* dihidrolisis dan didehidrasi dengan berbagai senyawa, biasanya Asam Sulfat sehingga menghasilkan metakrilamid sulfat, dan direaksikan dengan *Methanol* atau turunan methanol untuk membentuk Metil Metakrilat (MMA).

Reaksi :



**Gambar 1.1.** Reaksi *Acetone Cyanohydrin*

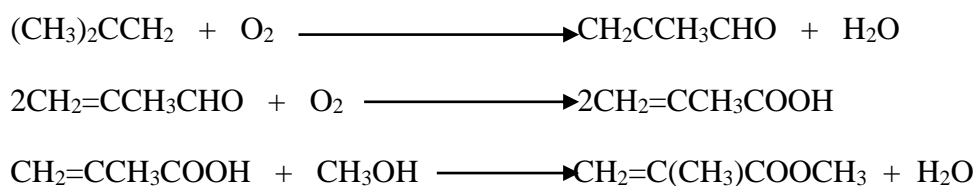
#### 1.3.2. Proses *Direct Isobutylene Oxidation*

Proses Oksidasi langsung ini menggunakan bahan baku isobutilena atau tert-butyl alkohol (TBA). Proses ini terdiri dari reaksi oksidasi dua tahap. Proses Oksidasi langsung ini dikembangkan secara independen oleh tiga kelompok perusahaan di Jepang yakni Mitsubishi Rayon, Japan Methacryl Monomer

(Sumitomo Chemical dan Nippon Shokubai) dan Kyodo Monomer (Kuraray dan Mitsui Chemicals) selama 20 tahun sejak proses oksidasi langsung isobutilena dikomersialkan.

Tahap pertama adalah mengoksidasi isobutanol menjadi Metakrolein. Tahap kedua yaitu mengoksidasi Metakrolein menjadi MMA. Kedua tahap tersebut terjadi di reaktor yang berbeda dan dibantu oleh katalis. Katalis yang umum dipakai pada tahap pertama adalah oksida logam multi komponen yang mengandung bismut, molibdenum dan sejumlah logam lain untuk meningkatkan aktivitas dan selektivitas. Sedang katalis tahap kedua adalah katalis yang dasarnya mengandung fosfolibdat, namun juga mengandung logam alkali untuk mengontrol keasaman.

Reaksi :

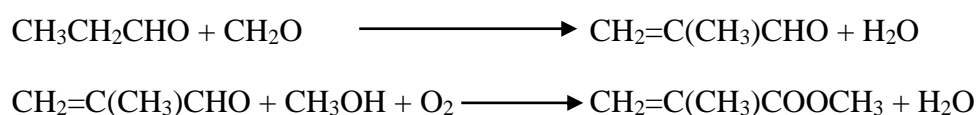


**Gambar 1.2.** Reaksi *Isobutylene Oxidation*

### 1.3.3. Proses *Direct Oxidative Esterification of Methacrolein*

Pada proses *Direct Oxidative Esterification*, Propionaldehida direaksikan dengan Formaldehida membentuk Metakrolein. Metakrolein yang diperoleh selanjutnya akan direaksikan dengan Oksigen dan Metanol menjadi Metil Metakrilat. Reaksi tersebut berlangsung pada fase liquid dengan bantuan katalis asam dan basa organik.

Reaksi:



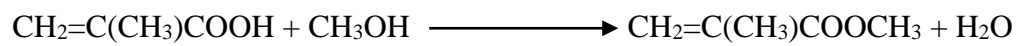
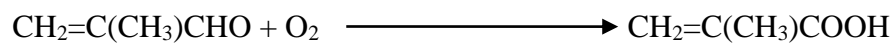
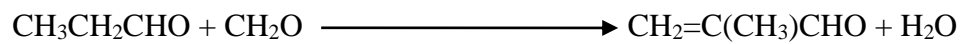
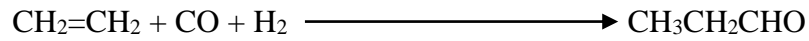
**Gambar 1.3.** Reaksi *Oxidative Esterification*

### 1.3.4. Proses *Propionaldehid Formylation*

Pada proses *propionaldehid formylation*, etilen pertama kali di formilasi dengan CO dan Hidrogen untuk membentuk propionaldehid. Selanjutnya,

propionaldehid direaksikan dengan formaldehid pada kondensasi aldol untuk membentuk metakrolein. Metakrolein dioksidasi menjadi asam metakrilat, pada proses fase liquid. Terakhir, Asam metakrilat diesterifikasi dengan methanol untuk membentuk MMA.

Reaksi :



**Gambar 1.4.** Reaksi *Propionaldehid Formylation*

#### 1.4. Sifat Fisika dan Kimia

**Tabel 1.1.** Sifat Fisika dan Kimia

No	Nama Senyawa (Rumus Molekul)	BM (Kg/Kmol)	Wujud	T <sup>o</sup> f (°C)	T <sup>o</sup> b (°C)	T <sub>c</sub> (°C)	P <sub>c</sub> (bar)	V <sub>c</sub> (cm <sup>3</sup> /mol)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Propionaldehida (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O)	58,080	Cair	-80	48	222,85	46,60	210	791,1983
2	Formaldehida (CH <sub>2</sub> O)	30,026	Cair	-92	-19,1	134,85	65,86	105	906,2793
3	Metakrolein (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O)	70,091	Cair	-81	68	256,85	42,50	250	832,1710
4	Metanol (CH <sub>3</sub> OH)	32,042	Cair	-97,68	64,7	239,43	80,96	117,8	789,5790
5	Oksigen (O <sub>2</sub> )	32	Gas	-218,4	-183,0	-118,38	50,43	73,4	49,7
6	Metil Metakrilat (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> )	100,117	Cair	-48,2	100,3	290,85	36,80	323	937,0287
7	Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	60,053	Cair	16,66	117,9	319,56	57,86	171	937,0287
8	Dimetil Amina (C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N)	45,084	Gas	-92,19	6,88	164,5	53,09	187	649,6
9	Air (H <sub>2</sub> O)	18,015	Cair	0	100	373,98	220,55	56	998
10	Natrium Hidroksida (NaOH)	39,997	Padat	322,85	1390,67	2546,85	253,31	200	2100

(Sumber: Carl L. Yaws, 1999)

## DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2018. *Daftar Harga Bahan Baku*. (Online) [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com) (Diakses tanggal 10 Agustus 2018).
- Allman, J. M., & James, K. 2014. *Method For Making Methyl Methacrylate From Propionaldehyde and Formaldehyde Via Oxidative Esterification*. US0206897 A1.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Data Impor Metil Metakrilat*. (Online) <http://www.bps.go.id>. Indonesia (Diakses tanggal 26 Maret 2018).
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). *SNI 03-6197-2001: Konversi Energi pada Sistem Pencahayaan*.
- Baasel, W.D. 1995. *Preliminary Chemical Engineering Plant Design*. Oxford: Pergamon Press.
- Caesar. 2012. *Macam-Macam Reaktor (Reactor)*. (Online) HYPERLINK "[https://www . caesarvery. com/2012/11/macam-macam-reaktor-reaktor.html?m=1](https://www.caesarvery.com/2012/11/macam-macam-reaktor-reaktor.html?m=1)", (Diakses Tanggal 20 Agustus 2018).
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design* (4th ed., Vol. VI).
- Felder, R. M., & Rousseau, R. W. 1978. *Elementary Principles of Chemical Process 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Hill, C. G. 1937. *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design*. New York: John Wiley & Sons.
- IHS.2016. *Methyl Methacrylate Chemical Economics Handbook*. (Online) <http://ihsmarkit.com/products/methyl-methacrylate-chemical-economics-handbook.html> (Diakses tanggal 2Maret 2018).
- Kern, D. Q. 1957. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Krill, S. M., Matthias, G., Alexander, L., Torsten, B., & Rudolf, B. 2017. *Method For Producing Methacrolein and The Conditioning/Draining Thereof For Direct Oxidative Esterification*. US9580374 B2.
- Krill, S. M., Alexander, L., Matthias, G., Torsten, B., & Rudolf, B. 2016. *Process For Producing Methyl Methacrylate*. US0280628 A1.

- Leily, N.K., Ramdja, A.F., & Nicky, L. 2009. *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik Sekala Industri*. Jurnal Teknik Kimia No. 4 Vol. 16
- Levenspiel, O. 1998. *Chemical Reaction Engineering Third Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Limbach, K. W., Dmitri, A. K., & Christopher D. F. 2017. *Preparation Of Methyl Methacrylate Via an Oxidative Esterification Process*. US9676699 B2.
- Ludwig, E. E. 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* (3rd ed., Vol. II). Houston: Gulf Publishing Company.
- Matches. 2017. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (Online). [www.matche.com](http://www.matche.com). (Diakses 16 Agustus 2018).
- Nagai, K., & Ui, T. 2004. *Trends and Future of Monomer-MMA Technologies*. Tokyo: Sumitomo Chemical Co.,Ltd.
- Perry, R. H., & Green, D. W. 1999. *Perry's Chemical Engineers Handbook*. New York: McGraw-Hill Company.
- Peter, M., & Timmerhaus, K. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th edition*. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- Rudolf, B., Krill, S. M., Torsten, B., Gerhard, K., Martin, K., & Eduard, R. 2017. *Optimized Methode For Producing Methacrolein*. US0275227 A1.
- Sinnott, R. K. 2005. *Chemical Engineering Design* (Vol. VI). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Smith, J.M., H.C. Van Ness, & M.M. Abbott. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Mc-Graw Hill Book Company, New York.
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations*. New York: McGraw-Hill.
- Vilbrandt, F. C., & Dryden, C. E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design* (4<sup>th</sup> ed., Vol.IV). New York: McGraw-Hill International Edition.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Washington: Butterworth-Heinemann.
- Winkle, M. V. 1967. *Distillation (Chemical Engineering)*. New York: McGraw-Hill.

Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.