

SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ISOPROPIL ASETAT KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

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



Untung Waluyo

NIM: 03031181722011

Tedi Andrianto

NIM: 03031181722068

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ISOPROPIL ASETAT KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

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

Oleh:

Untung Waluyo
NIM 03031181722011

Tedi Andrianto
NIM 03031181722068

Palembang, Maret 2022

Pembimbing,



Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198110312005011003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Isopropil Asetat Kapasitas Produksi 50.000 ton/tahun” telah dipertahankan **Untung Waluyo** dan **Tedi Andrianto** di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 2 Maret 2022.

Palembang, Maret 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D, IPM
NIP. 197208092000032001



()

2. Selpiana, S.T., M.T.
NIP. 197809192003122001



3. Enggal Nurisman, S.T., M.T., IPM.
NIP. 198106022008011010



()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

Untung Waluyo (03031181722011)

Tedi Andrianto (03031181722068)

Judul:

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ISOPROPIL ASETAT
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal Maret 2022 oleh Dosen Penguji:

Palembang, Maret 2022

1. Prof. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D, IPM.

NIP. 197208092000032001



2. Selpiana, S.T., M.T.

NIP. 197809192003122001



3. Enggal Nurisman, S.T., M.T., IPM.

NIP. 198106022008011010



Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198110312005011003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Untung Waluyo
NIM : 03031181722011
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Isopropil Asetat
Kapasitas Produksi 50.000 ton/tahun
Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/ Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan sesungguhnya bahwa Karya ilmiah berbentuk Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Tedi Andrianto** didampingi Dosen Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Selain itu semua dokumen yang disertakan dalam Karya ilmiah ini adalah benar dan sesuai dengan kenyataannya. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini atau pemalsuan dokumen, maka saya bersedia menerima konsekuensi hukum dan sanksi dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Indralaya, 28 Maret 2022

A 10,000 Rupiah postage stamp is shown on the left, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', 'TEL. 23', 'METERAL TEMPEL', and '61AJX144739890'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Untung Waluyo
NIM. 03031181722011

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tedi Andrianto
NIM : 03031181722068
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Isopropil Asetat
Kapasitas Produksi 50.000 ton/tahun
Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/ Jurusan Teknik Kimia

Menyatakan sesungguhnya bahwa Karya ilmiah berbentuk Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Untung Waluyo** didampingi Dosen Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Selain itu semua dokumen yang disertakan dalam Karya ilmiah ini adalah benar dan sesuai dengan kenyataannya. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini atau pemalsuan dokumen, maka saya bersedia menerima konsekuensi hukum dan sanksi dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Indralaya, 28 Maret 2022



Tedi Andrianto
NIM. 03031181722068

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Isopropil Asetat Kapasitas Produksi 50.000 ton/tahun”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat untuk menyelesaikan kurikulum Tingkat Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak. Penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada:

- 1) Bapak Dr. David Bahrin, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas akhir.
- 2) Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- 3) Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- 4) Seluruh *staff* dan karyawan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Orang tua dan keluarga yang telah mendukung, memberikan motivasi, saran, serta semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- 6) Sahabat dan teman-teman di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, khususnya angkatan 2017.
- 7) Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis mohon maaf dan menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat kekurangan karena keterbatasan dan kemampuan. Penulis berharap semoga tugas akhir ini agar dapat memberikan gambaran mengenai perancangan pabrik, serta dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan.

Indralaya, Januari 2022

Penulis

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ISOPROPIL ASETAT KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Maret 2022

Untung Waluyo dan Tedi Andrianto;

Dibimbing oleh Dr. David Bahrin, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxi + 397 halaman, 6 gambar, 14 tabel, 8 lampiran

ABSTRAK

Pabrik pembuatan Isopropil Asetat dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2026 di di Desa Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten, dengan luas area sebesar 4,4010 Ha. Pabrik berjalan secara kontinyu selama 24 jam/hari dalam 300 hari/tahun. Bahan baku pembuatan Isopropil Asetat adalah Asam Asetat dan Propilen. Proses pembuatan Isopropil Asetat dalam pra rancangan ini mengacu pada CN Patent No. CN 108863793 A dengan proses esterifikasi Asam Asetat dengan Propilen. Proses esterifikasi menggunakan katalis *Cation exchange resin* dalam Reaktor *Fixed Bed* yang beroperasi pada suhu 65 °C dan tekanan 1,8 atm.

Pabrik akan didirikan dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dan sistem organisasi *Line and Staff* yang dipimpin oleh *General Manager* dengan total karyawan 132 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik Isopropil Asetat ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi berbagai macam syarat dari parameter ekonomi sebagai berikut:

- *Total Capital Investment (TCI)* = US \$ 28.400.854,6071
- Total Penjualan = US \$ 125.000.000
- *Total Production Cost (TPC)* = US \$ 102.058.742,9493
- *Annual Cash Flow (ACF)* = US \$ 19.083.685,2414
- *Pay Out Time (POT)* = 1,3527 tahun
- *Rate of Return on Investment (ROR)* = 67,19 %
- *Discounted Cash Flow (DCS)* = 81 %
- *Break Event Point (BEP)* = 33 %
- *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci: Isopropil Asetat, Esterifikasi, *Fixed Bed Reactor*, Perseroan Terbatas

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERBAIKAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME	v
KATA PENGANTAR	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan Pembuatan Isopropil Asetat.....	1
1.3. Tujuan Pendirian Pabrik Isopropil Asetat	2
1.4. Macam-macam Proses Pembuatan Isopropil Asetat.....	3
1.5. Sifat Fisik dan Kimia	4
BAB II PERENCANAAN PABRIK	8
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	8
2.2. Penentuan Kapasitas	8
2.3. Pemilihan Proses.....	10
2.4. Pemilihan Bahan Baku.....	11
2.5. Uraian Proses.....	12
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	14
3.1. Lokasi Pabrik.....	14
3.2. Luas Area	17
3.3. Tata Letak Pabrik.....	17

	3.4. Tata Letak Peralatan	19
BAB IV	NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	20
	4.1. Neraca Massa.....	20
	4.2. Neraca Panas	27
BAB V	UTILITAS	35
	5.1. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	35
	5.2. Unit Pengadaan Air.....	36
	5.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik	42
	5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar	46
BAB VI	SPESIFIKASI PERALATAN	49
BAB VII	ORGANISASI PERUSAHAAN	75
	7.1. Bentuk Perusahaan.....	75
	7.2. Struktur Organisasi	75
	7.3. Tugas dan Wewenang	76
	7.4. Sistem Kerja	79
	7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	80
BAB VIII	ANALISA EKONOMI	86
	8.1. Keuntungan (Profitabilitas)	87
	8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal.....	88
	8.3. Total Modal Akhir	90
	8.4. Laju Pengembalian Modal	93
	8.5. <i>Break Even Point</i> (BEP).....	94
BAB IX	KESIMPULAN	97
	DAFTAR PUSTAKA	98
	LAMPIRAN	102

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kebutuhan Isopropil Asetat di Indonesia 2014-2019.....	9
Gambar 3.1. Lokasi Pabrik	15
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik	18
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan.....	19
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	85
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i>	95

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Impor Isopropil Asetat Indonesia Tahun 2014-2019.....	9
Tabel 2.2. Perbandingan Proses Pembuatan Isopropil Asetat	10
Tabel 3.1. Luas Area Pembangunan Pabrik	17
Tabel 5.1. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> 150 °C	35
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	37
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Domestik	41
Tabel 5.4. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik.....	41
Tabel 5.5. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	42
Tabel 5.6. Total Kebutuhan Listrik Pabrik Isopropil Asetat	46
Tabel 7.1. Pembagian Waktu Kerja Pekerja <i>Shift</i>	80
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	83
Tabel 8.1. <i>Selling Price</i>	87
Tabel 8.2. Angsuran Pengembalian Modal	89
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	96

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

C	=	Tebal korosi yang diizinkan, m
E	=	Effisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	=	Inside diameter, Outside diameter, m
L	=	Panjang accumulator, m
P	=	Tekanan operasi, atm
S	=	Working stress yang diizinkan
t	=	Temperatur Operasi, °C
V	=	Volume total, m ³
V _s	=	Volume silinder, m ³
W	=	Laju alir massa, kg/jam
ρ	=	Densitas, lb/ft ³

2. COOLER, HEATER, CONDENSER, DAN REBOILER

A	=	Area perpindahan panas, ft ²
a _a , a _p	=	Area pada annulus, inner pipe, ft ²
a _s , a _t	=	Area pada shell, tube, ft ²
a''	=	external surface per 1 in, ft ² /in ft
B	=	Baffle spacing, in
C	=	Clearance antar tube, in
D	=	Diameter dalam tube, in
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 _s	=	Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft ²
G _t	=	Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft ²
g	=	Percepatan gravitasi
h	=	Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft ² .°F

h_i, h_{io}	= Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, Btu/jam.ft ² .°F
L	= Panjang tube, pipa, ft
LMTD	= Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
N	= Jumlah baffle
N_t	= Jumlah tube
P_T	= Tube pitch, in
ΔP_r	= Return drop sheel, Psi
ΔP_s	= Penurunan tekanan pada shell, Psi
ΔP_t	= Penurunan tekanan tube, Psi
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
ΔP_T	= Penurunan tekanan total pada tube, Psi
Q	= Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
R_d	= Dirt factor, Btu/jam.ft ² .°F
R_e	= Bilangan Reynold, dimensionless
s	= Specific gravity
T_1, T_2	= Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
t_1, t_2	= Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
T_c	= Temperatur rata-rata fluida panas, °F
t_c	= Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
U_c, U_d	= Clean overall coefficient, design overall coefficient, Btu/jam.ft ² .°F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= Viscositas, cp

3. KNOCK OUT DRUM

A	= <i>Vessel</i> Area Minimum, m ²
C	= <i>Corrosion</i> maksimum, in
D	= Diameter <i>Vessel</i> minimum, m

E	= <i>Joint</i> efisiensi
H _L	= Tinggi <i>Liquid</i> , m
H _T	= Tinggi <i>Vessel</i> , m
P	= Tekanan desain, psi
Q _V	= Laju alir <i>Volumetric</i> massa, m ³ /jam
Q _L	= <i>Liquid Volumetric flowrate</i> , m ³ /jam
S	= <i>Working stress Allowable</i> , psi
t	= tebal dinding tangki, m
U _v	= Kecepatan uap maksimum, m/s
V _t	= Volume <i>Vessel</i> , m ³
V _h	= Volume <i>Head</i> , m ³
V _t	= Volume <i>Vessel</i> , m ³
ρ	= Densitas, kg/m ³
μ	= Viskositas, cP
ρ _g	= Densitas gas, kg/m ³
ρ _l	= Densitas <i>Liquid</i> , kg/m ³

4. KOLOM DISTILASI

A _d	= Downcomer area, m ²
A _t	= Tower area, m ²
A _n	= Net area, m ²
A _a	= Active area, m ²
A _b	= Hole area, m ²
A _{da}	= Aerated area, m ²
C	= Faktor korosi yang dizinkan, m
C _{sb}	= Kapasitas vapor, m/det
DI	= Clearance, mm
d _h	= Diameter hole, mm
d _c	= Diameter kolom, mm
e	= Total entrainment, kg/det
E	= Joint efficiency, dimensionless

F	=	Friction factor, dimensionless
F_{iv}	=	Parameter aliran, dimensionless
h_a	=	Aerated liquid drop, m
h_f	=	Froth height, mm
h_w	=	Weir height, mm
h_{σ}	=	Weep point, cm
H	=	Tinggi kolom, m
L_w	=	Weir length
L	=	Laju alir massa liquid solvent, kg/det
N_m	=	Jumlah tray minimum
ΔP	=	Pressure drop
P	=	Tekanan desain, atm
q	=	Laju alir volume umpan solvent, m ³ /det
Q	=	Laju alir volume umpan gas, m ³ /det
R	=	[L/D] refluks ratio, dimensionless
R_h	=	Radius Hydrolic, m
R_m	=	Refluks minimum
Re_h	=	Reynold modulus, dimensionless
S	=	Working stress, N/m ²
S_s	=	Stage umpan
St	=	Jumlah stages
t	=	Tebal dinding vessel, m
T	=	Temperatur operasi, °C
T_{av}	=	Temperatur rata-rata, °C
U_f	=	Kecepatan aerated mass, U_f
V	=	Laju alir massa umpan gas, kg/det
V_d	=	Downcomer velocity, m/det
α	=	Relatif volatil, dimensionless
Δ	=	Liquid gradien, cm
ρ_g	=	Densitas gas, kg/m ³
ρ_l	=	Densitas liquid, kg/m ³

ψ = Fractional entrainment, dimensionless

5. KOMPRESSOR, EXPANDER DAN KOMPRESOR

k = C_v / C_p
 n = Jumlah Stage
 P_i = Tekanan input, atm
 P_o = Tekanan output, atm
 P = Power kompresor (HP)
 Q = Kapasitas kompresor
 T_i = Temperatur input, K
 T_o = Temperatur output, K
 η = Efisiensi
 V = Volumetrik gas masuk
 ρ = Densitas, kg/m^3
 R_c = Rasio Kompresi
 W = Laju alir massa, lb/jam

6. POMPA

A = Area alir pipa, in^2
 BHP = Brake Horse Power, HP
 $D_{i \text{ opt}}$ = Diameter optimum pipa, in
 E = Equivalent roughness
 f = Faktor friksi
 FK = Faktor keamanan
 g_c = Percepatan gravitasi, ft/s^2
 Gpm = Gallon per menit
 $H_{f \text{ suc}}$ = Total friksi pada suction, ft
 $H_{f \text{ dis}}$ = Total friksi pada discharge, ft
 H_{fs} = Skin friction loss
 H_{fsuc} = Total suction friction loss
 H_{fc} = Sudden Contraction Friction Loss ($\text{ft lb}_m/\text{lb}_f$)

H_{fc}	= Sudden expansion friction loss (ft lb_m/lb_f)
ID	= Inside diameter pipa, in
K_C, K_S	= Contraction, expansion loss contraction, ft
L	= Panjang pipa, ft
L_e	= Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	= Net positive suction head (ft)
N_{Re}	= Reynold number, dimension less
P_{Vp}	= Tekanan uap, Psi
Q_f	= Laju alir volumetrik
V_f	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
ΔP	= Beda tekanan, Psi

7. ADSORBER

A	= <i>Cross sectional area tower</i> , m^2
BM_{avg}	= BM rata-rata, kg/kmol
C	= <i>Corrosion maksimum</i> , in
D	= Diameter kolom, m
ρ_g, ρ_L	= Densitas gas dan liquid, kg/m^3
P	= Tekanan desain, psi
S	= <i>Working stress allowable</i> , psi
Z	= Tinggi <i>packing</i> , m
ΔP	= Perbedaan tekanan, N/m^2

8. REAKTOR

C_{Ao}	= konsentrasi awal umpan masuk, $kmol/m^3$
C	= Tebal korosi yang dizinkan, atm
D_K	= Diameter katalis, cm
F_{Ao}	= Laju alir umpan, kmol/jam
g	= Gravitasi
Hr	= Tinggi Reaktor, m

ID	= Inside Diameter, m
k	= Konstanta laju reaksi, m ³ /kmol.s
N	= Bilangan Avogadro
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
Q _f	= Volumetric Flowrate Umpan
Re	= Bilangan Reynold
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. °C
t	= Tebal dinding vessel
V _K	= Volume katalis, m ³
V _t	= Volume reaktor, m ³
W _k	= Berat katalis
X	= Konversi
ρ	= Densitas
ε _A	= Voidage
φ	= Porositas Katalis
σ	= Diameter Partikel, cm

9. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan
D	= Diameter tangki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless
h	= Tinggi head, m
H	= Tinggi silinder, m
H _T	= Tinggi total tangki, m
P	= Tekanan Operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, Psia
T	= Temperatur Operasi, K
t	= Lama persediaan/penyimpanan, hari
V _h	= Volume ellipsoidal head, m ³

V_s = Volume silinder, m^3
 V_t = Volume tangki, m^3
 W = Laju alir massa, kg/jam
 ρ = Densitas, kg/m^3

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I Perhitungan Neraca Massa	102
Lampiran II Perhitungan Neraca Panas	137
Lampiran III Perhitungan Spesifikasi Peralatan	196
Lampiran IV Perhitungan Ekonomi	327
Lampiran V Keselamatan Kerja dan Keseheatan Lingkungan.....	339
Lampiran VI Instrumen dan Perpipaian	351
Lampiran VII Tugas Khusus	359
Lampiran VII Tugas Perbaikan	383

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai negara berkembang Indonesia perlu meningkatkan pembangunan diberbagai sektor, seperti ekonomi, infrastruktur, sumber daya manusia, ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu pembangunan dibidang ekonomi yang perlu dikembangkan dalam jangka panjang adalah sektor industri. Pemerintah saat ini terus berupaya untuk mengembangkan pembangunan di sektor industri khususnya industri kimia guna untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menjaga ketahanan perekonomian bangsa karena dapat mengurangi impor dan menghemat devisa negara. Selain itu, pembangunan industri yang pesat dapat menjadikan Indonesia negara maju di masa yang akan datang.

Pengembangan industri diharapkan dapat menambah lapangan pekerjaan baru, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, dan produktivitas sumber daya alam yang ada di Indonesia. Industri kimia di indonesia dalam beberapa kurun waktu terakhir terus mengalami perkembangan. Namun demikian, beberapa bahan kimia dasar dan penunjang yang banyak dibutuhkan industri dalam negeri sebagian besar masih di impor salah satunya adalah Isopropil Asetat. Pada tahun 2019 jumlah impor Isopropil Asetat mencapai 35.771,525 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2021). Isopropil Asetat digunakan sebagai bahan baku penunjang beberapa industri kimia, seperti sebagai pelarut aktif beberapa resin sintesis selulosa asetat, industri pelapisan, dan pemakaian yang tidak kalah penting dari senyawa ini adalah sebagai pelarut untuk *coating, paints*, pelarut tinta, campuran pada pembuatan parfum maupun kosmetik, serta sebagai *extracting agent* pada produksi obat-obatan. Tingginya kebutuhan isopropil asetat menjadi peluang untuk pendirian pabrik kimia pembuatan isopropil asetat di Indonesia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan Pembuatan Isopropil Asetat

Produksi isopropil asetat di Amerika Serikat pada tahun 1988 mencapai 40,85 juta ton. Kemudian pada tahun 1989 terdapat 3 perusahaan yang terdaftar sebagai produsen isopropil asetat di Amerika Serikat (Howard, 1993). Isopropil

asetat dapat ditemukan di dalam minuman yang mengandung alkohol yang diisolasi dari fermentasi, seperti melon, apel, pisang, *blackcurrant*, minyak anggur dan buah lainnya. Isopropil asetat adalah pelarut dengan berbagai macam kegunaan dalam manufaktur yang dapat larut dengan sebagian besar pelarut organik lainnya dan cukup larut dalam air.

Permintaan isopropil asetat mengalami peningkatan yang cukup besar terutama untuk tinta rotogravure, tinta cetak *flexographic*, dan permintaan coating di industri otomotif terutama di wilayah Asia Pasifik, sehingga menjadi daya tarik di pasar global. Hal utama yang menghambat pertumbuhan global isopropil asetat adalah penggunaan cat dan pelapis berbasis air. Dengan kemajuan teknologi, industri cat dan pelapis mengembangkan cat berbasis air berkualitas tinggi yang memiliki daya tahan yang sangat baik dan waktu pengeringan yang cepat, serta aroma yang dikeluarkan tidak menyengat.

Tren pasar secara konvensional, isopropil asetat penggunaannya masih terbatas hanya pada industri tinta cetak dan pelapis. Namun, setelah perkembangan beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan penggunaan sebagai senyawa yang membawa aroma wangi. Selain itu, produsen pembuatan isopropil asetat sedang fokus pada pengembangan *green process* guna menopang persaingan pasar secara global. Pasar isopropil asetat secara global diperkirakan akan didominasi oleh kawasan Asia Pasifik dengan basis pelanggan yang cukup besar untuk industri cat dan pelapis, serta untuk pelapis di sektor otomotif di wilayah tersebut.

Amerika Utara dan Eropa juga diproyeksikan sebagai bangsa yang signifikan di pasar global isopropil asetat karena permintaan dari segmen kosmetik dan perawatan. Wilayah-wilayah seperti, Amerika Latin, Timur Tengah, dan Afrika, serta Jepang diproyeksikan menjadi bangsa yang relatif rendah dalam konsumsi isopropil asetat secara global dan tercatat juga pertumbuhan konsumsi isopropil asetat yang cenderung lambat (www.factmr.com).

1.3. Tujuan Pendirian Pabrik Isopropil Asetat

Tujuan dari pendirian pabrik pembuatan isopropil asetat di Indonesia adalah sebagai berikut.

1.3.1 Untuk mendukung langkah Pemerintah Indonesia untuk mengembangkan

pembangunan industri, khususnya industri kimia yang memproduksi dengan bahan baku isopropil asetat.

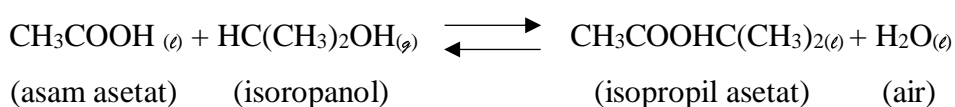
- 1.3.2 Untuk memacu pertumbuhan pembangunan industri kimia isopropil asetat, karena mengingat kebutuhan isopropil asetat mengalami peningkatan sebagai bahan baku produksi pada industri.
- 1.3.3 Untuk menciptakan lapangan pekerjaan baru dan meningkatkan produktivitas sumber daya alam, sehingga mampu mempertahankan perkembangan ekonomi bangsa Indonesia.
- 1.3.4 Untuk memenuhi kebutuhan produksi industri dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor isopropil asetat dari negara lain, sehingga mampu menghemat devisa negara Indonesia.

1.4. Macam-macam Proses Pembuatan Isopropil Asetat

Proses pembuatan isopropil asetat dilakukan dengan proses reaksi esterifikasi yaitu dengan mereaksikan propilen dengan asam asetat maupun dengan mereaksikan isopropanol dengan asam asetat, tentunya dengan bantuan katalis.

1.4.1. Esterifikasi Isopropanol dengan Asam Asetat

Metode produksi isopropil asetat yang umumnya menggunakan asam asetat dan isopropanol sebagai bahan baku dan diesterifikasi dengan katalisis asam sulfat ataupun resin penukar kation sebagai katalis, berikut reaksi pembuatannya.

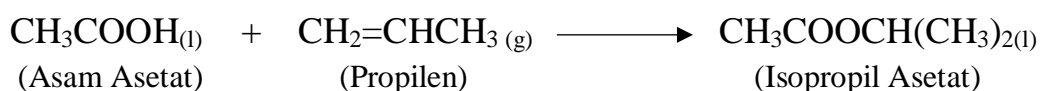


Isopropanol dan asam asetat dicampur kemudian dipanaskan, setelah itu diumpangkan dari atas bagian reaktor. Kemudian dikeluarkan dari dasar reaktor setelah reaksi katalitik berlangsung. Reaksi asam asetat dengan isopropanol menghasilkan isopropil asetat dan air yang merupakan reaksi reversibel. Semakin tinggi konsentrasi asam dan alkohol dalam reaktan awal, maka semakin disukai untuk melanjutkan pembentukan ester. Semakin tinggi konsentrasi air, semakin kurang menguntungkan dalam pembentukan ester. Apabila konsentrasi isopropanol rendah, maka perlu menggunakan asam asetat berlebih banyak dengan jumlah 4 sampai 5 kali dari jumlah teoritis minimum. Konversi isopropanol maksimal hanya

85%, dibatasi oleh kesetimbangan reaksi. Asam asetat yang tidak bereaksi perlu dilakukan *recycle*. Namun, dalam proses *recycle* asam asetat membutuhkan konsumsi energi yang lebih besar dari proses awal esterifikasi (Coa Zhi dkk, 2020).

1.4.2. Esterifikasi Propilen dengan Asam Asetat

Metode persiapan pada proses pembuatan isopropil asetat dengan cara mereaksikan propilena dan asam asetat. Berikut ini rumus reaksi pembentukannya.



Propilen dan asam asetat dikirim ke reaktor unggun tetap setelah komponen inert dicampur untuk bereaksi. Kemudian campuran yang telah direaksikan dikirim ke kolom destilasi pertama untuk menghilangkan air dan propilen yang tidak bereaksi. Kemudian dikirim ke menara kolom destilasi kedua, untuk memisahkan asam asetat dan produk utama isopropil asetat. Produk atas berupa isopropil asetat dan produk bawah berupa asam asetat. Asam asetat dikembalikan ke sistem reaksi untuk di *recycle*, sedangkan isopropil asetat yang diperoleh dialirkan ke Tangki penyimpanan dengan pompa (Liu Hua dkk, 2016).

1.5. Sifat-sifat Fisika dan Kimia

Senyawa kimia pada dasarnya mempunyai sifat fisika dan kimia yang berbeda-beda disetiap senyawa. Berikut ini sifat fisika dan kimia setiap senyawa yang digunakan dalam proses pembuatan isopropil asetat:

1.5.1. Asam Asetat

1) Sifat Fisika

Rumus molekul	: CH ₃ COOH
Berat Molekul	: 60,052 gr/mol
Densitas	: 1049 kg/m ³
Fase pada suhu kamar	: <i>Liquid</i>
Titik Didih	: 118 °C
Titik Leleh	: 17 °C
Temperatur Kritis	: 322 °C
Tekanan Kritis	: 57,9 bar

2) Sifat Kimia

Tidak reaktif pada kondisi normal

Jika direaksikan dengan Zn dapat membentuk garam keasaman

Bersifat *flammable* saat berbentuk liquid maupun gas

Dengan alkohol terjadi reaksi esterifikasi

Termasuk dalam senyawa asam kuat

Bersifat *toxic*

Bersifat korosif

Bersifat iritasi

Bersifat polar

(*Material Safety Data Sheet of Acetic Acid by LabChem, 2020*)

1.5.2. Air

1) Sifat Fisika

Rumus molekul : H₂O

Berat Molekul : 18 gr/mol

Densitas : 0.99823 g/ml

Fase pada suhu kamar : *Liquid*

Titik Didih : 100 °C

Titik Leleh : 0 °C

Temperatur kritis : 374,1 °C

Tekanan kritis : 218,3 atm

2) Sifat Kimia

Air adalah pelarut universal karena dapat melarutkan banyak zat

Air apabila bereaksi dengan asam lemah maka akan bersifat basa

Air apabila bereaksi dengan basa lemah maka akan bersifat asam

Sifat pelarut air ini bergantung pada zat terlarutnya

Tidak berbahaya

Tidak mudah terbakar

(*Material Safety Data Sheet of Water by LabChem, 2020*)

1.5.3. Propilen

1) Sifat Fisika

Rumus Molekul	: C ₃ H ₆
Berat Molekul	: 42,09 gr/mol
Densitas (25°C)	: 0,11 lb/ft ³
Fase pada suhu kamar	: Gas
Titik Didih	: -48 °C
Titik leleh	: -185 °C
Temperatur Kritis	: 91,85 °C

2) Sifat Kimia

Bahan bersifat mudah terbakar

Termasuk gas bertekanan sehingga dapat meledak jika terkena panas

Dapat menyebabkan ledakan apabila bereaksi dengan udara

Apabila terhirup dapat menyebabkan kematian

(Material Safety Data Sheet of Propylene by Airgas, 2020)

1.5.4. Propana

1) Sifat Fisika

Rumus molekul	: C ₃ H ₈
Berat Molekul	: 44,10 gr/mol
Densitas	: 1,55 g/ml
Fase pada suhu kamar	: Gas
Titik Didih	: -42 °C
Titik Lebur	: -188 °C
Temperatur kritis	: 96,67 °C
Tekanan kritis	: 218,3 atm

2) Sifat Kimia

Bahan bersifat berbahaya dan mudah terbakar

Termasuk gas bertekanan sehingga dapat meledak jika dipanaskan

Dapat menyebabkan ledakan apabila bereaksi dengan udara

Apabila terhirup dapat menyebabkan sedak di dada bahkan kematian

(Material Safety Data Sheet of Propane by Airgas, 2020)

1.5.5. Isopropil Asetat

1) Sifat Fisika

Rumus molekul	: $C_5H_{10}O_2$
Berat Molekul	: 102,13 gr/mol
Densitas	: 870 kg/m^3
Fase pada suhu kamar	: <i>Liquid</i>
Titik Didih	: $89 \text{ }^\circ\text{C}$
Titik Leleh	: $-73 \text{ }^\circ\text{C}$

2) Sifat Kimia

Sangat mudah terbakar saat berbetuk liquid maupun gas

Dapat menyebabkan iritasi

Apabila terhirup dapat menyebabkan pusing

(Material Safety Data Sheet of Isopropyl Acetate by CDH, 2008)

1.5.6. Katalis

Nama Katalis	: <i>Cation exchange resin</i>
Wujud	: Padat (<i>Beads</i>)
pH	: 8
Porositas katalis, ϕ	: 0,2-1,2
Diameter katalis, d_p	: 0,75 mm
Densitas katalis, ρ_k	: 800 kg/m^3

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2021. *Isopropyl Acetate Market*. (Online): www.factmr.com. (Diakses pada 16 November 2021).
- _____. 2022. *Catalis Cation Exchange Resin*. (Online): https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=catalis+Cation+Exchange+Resin. (Diakses pada 13 Februari 2022).
- _____. 2022. *Harga Tanah dan Properti di Cilegon Banten*. (Online): www.lamudi.co.id. (Diakses pada 5 Februari 2022).
- _____. 2022. *Search for Species Data by Chemical Name*. (Online): <http://webbook.nist.gov/>. (Diakses pada 12 Desember 2022).
- _____. 2022. *Acetic Acid 99,8%*. (Online): https://www.alibaba.com/product-detail/Acetic-Acid-Acetic-Acid-Top-1_60782756484.html?s=p. Acetic Acid Product on Alibaba.com. (Diakses pada tanggal 23 Januari 2022).
- _____. 2022. *Isopropyl Acetate 99,92%*. (Online): <https://www.alibaba.com/product-detail/Isopropyl-Acetate-Solvent-CAS-108>. Isopropyl Acetate Product on Alibaba.com. (Diakses pada tanggal 23 Januari 2022).
- _____. 2022. *Propylene 99,5%*. (Online): <https://www.alibaba.com/product-detail/High-Standard-99-5-min>. Propylene Product on Alibaba.com. (Diakses pada tanggal 23 Januari 2022).
- Airgas. 2020. *Material Safety Data Sheet of Propane*.
- Airgas. 2020. *Material Safety Data Sheet of Propylene*.
- Badan Pusat Statistik Kota Cilegon. 2017. *Rata-rata Curah Hujan, Hari Hujan serta Kecepatan dan Arah Angin setiap Bulan di Cilegon Tahun 2013*. (Online): <https://www.kotacilegon.bps.go.id/>. (Diakses pada 16 November 2021).
- Badan Pusat Statistik Kota Cilegon. 2017. *Suhu Udara Menurut Bulan di Kota Cilegon (°C), 2017*. (Online): <https://www.kotacilegon.bps.go.id/>. (Diakses pada 16 November 2021).
- Badan Pusat Statistik Kota Cilegon. 2021. *Tingkat Partisipasi Kerja, Tingkat Pengangguran Terbuka dan Tingkat Kesempatan Kerja di Kota Cilegon*

- (Persen), 2018-2020. (Online): <https://www.kotacilegon.bps.go.id/>. (Diakses pada 28 Oktober 2021).
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Ekspor dan Impor*. (Online): <https://www.bps.go.id/>. (Diakses pada 25 Mei 2021).
- CDH. 2008. *Material Safety Data Sheet of Isopropyl Acetate*.
- CN Patent No. 104744248 B. Liu Hua, et al. 2016. *Method and device for preparing isopropyl acetate through reaction of propylene and acetic acid*.
- CN Patent No. 108863793 A. Hu Xiannian, et al. 2018. *Preparation Method for Isopropyl Acetate*.
- CN Patent No. 110845332A. Coa Zhi, et al. 2020. *A synthesis system and process of isopropyl acetate*.
- Coker, A.K. 2001. *Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design*. Texas, United States: Gulf Publishing Company.
- Coulson, J.M., dan Richardson, J.F. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition Volume VI*. Swansea: University Wales.
- Couper, J.R., Penney, W.R., James, dan Walas, S.M. 2010. *Chemical Process Equipment Selection and Design Edisi 2*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Export Gebius. *Isopropyl Acetat Import Data of Indonesia*. (Online): www.indonesianimporter.com. (Diakses pada 25 Mei 2021).
- Felder, R.M. 2005. *Elementary Principles of Chemical Processes, 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Felder, R.M. dan Rousseau, R.W. 1978. *Elementary Principles of Chemical Engineering, 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Global Petrol Price. 2022. *Indonesia fuel prices and electricity prices*. (Online): www.globalpetrolprice.com. (Diakses pada 3 Februari 2022).
- Google. 2021. *Google Maps*. (Online): <http://google.maps.com>. (Diakses pada Tanggal 21 November 2021).
- Green, D.W., dan Perry, R.H. 2008. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, Eighth Edition*. United State: McGraw Hill.

- Howard, P. 1993. *Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemical*. London: Lewis Publishers.
- Ilmusipil.com. 2020. *Harga Borong Bangunan per Meter Persegi*. (Online): <http://www.ilmusipil.com/harga-borong-bangunan-per-meter-persegi>. (Diakses pada tanggal 6 Februari 2022).
- Indonesia Dokumen. 2008. *Luas Area Pabrik Sebenarnya*. (Online): <https://dokumen.tips/documents/luas-area-pabrik-sebenarnya.html>. (Diakses pada 3 Februari 2022).
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Kementerian PU. 1996. *Kriteria Perencanaan Pengolahan Air*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw Hill.
- Kim, Jae-Jeong., dkk. 2018. Adsorption Equilibria and Kinetics of Propane and Propylene on Zeolite 13X Pellets. *Microporous and Mesoporous Materials*. Vol. 07(039): 1-58.
- Kristiningrum, E. dan Wahyu, W. 2012. Kajian Kebutuhan Standar Produk Peralatan Elektronika Rumah Tangga dalam Mendukung Efisiensi Energi. *Jurnal Standardisasi*. Vol. 14 (3): 182 – 197.
- LabChem. 2020. *Material Safety Data Sheet of Acetic Acid*.
- LabChem. 2020. *Material Safety Data Sheet of Water*.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. Oregon: John Wiley and Sons.
- Ludwig, E.E. 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition*. Gulf Publishing Co: Houston.
- Matches Engineering. 2017. *Equipment Cost*. (Online): www.matche.com. (Diakses pada 10 Februari 2022).
- McCabe, W.L., Smith, J.C., & Harriott, P. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering, 5th Edition*. New York: McGraw-Hill.

- Otoritas Jasa Keuangan. 2021. *Suku Bunga Dasar Kredit*. (Online): <https://www.ojk.go.id/kanal/perbankan/Page/Suku-Bunga-Dasar.aspx>. (Diakses pada tanggal 8 Februari 2022).
- Peter, M.S., dan Timmerhaus, K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- PT Indo Acidatama Tbk. *Produk Chemical*. 2021. (Online): <https://www.acidatama.co.id/>. (Diakses pada 12 Oktober 2021).
- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M. 1970. *Chemical Engineering Kinetics 2th Edition*. Texas: McGraw Hill.
- Smith, J.M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.
- Treybal, R.E. 1980. *Mass-Transfer Operation, 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas (UUPT). (Online): <https://www.ojk.go.id/sustainable-finance/id-peraturan/undang-undang/Documents/5.%20UU-402007%20PER>.
- Vataruk, W.M., Hall, R.S., dan Matley, J. 2002. Updating the CE Plant Cost Index. *Chemical Engineering www.che.com*. Hal: 62-70.
- Vilbrandt, F.C., dan Dryden, C.E., 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. Newton: Butterworth-Heinemann.
- Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*. USA: Butterworth-Heinemann.
- Welty, J.R., Wicks, C.E., Wilson, R.E., dan Rorrer G.L. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, 5th Edition*. Oregon: John Wiley and Sons.
- Wheaton, R. dan Lefevre, L. (Tanpa Tahun). *Dowex Ion Exchange Resins, Fundamental of Ion*. USA: Dow Chemical.
- Yaws. C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Texas: Mc-Graw-Hill.