

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN PROPIL ASETAT
KAPASITAS 190.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

Kesya Julika	03031182126012
Cicillia Fransiska	03031282126056

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PROPIL ASETAT KAPASITAS
190.000 TON / TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana

Oleh:

Kesya Julika

NIM. 03031182126012

Cicillia Fransiska

NIM. 03031282126056

Indralaya, Mei 2025

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

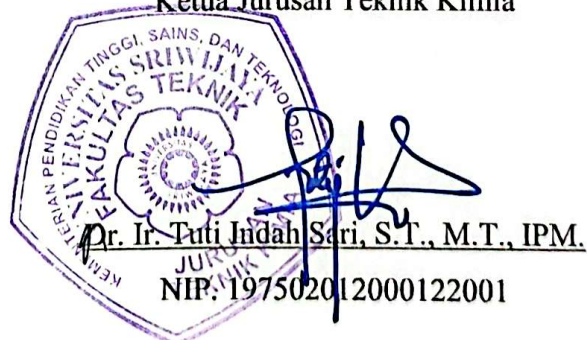


Elda Melwita, ST., MT., Ph.D

NIP. 197505112000122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Pr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propil Asetat Kapasitas 190.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh Kesya Julika dan Cicillia Fransiska dihadapan Tim Penguji Sidang Akhir jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 5 Mei 2025. Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Prof. Novia, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197311052000032003

()

2. Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197706052003121004

()

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

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Indralaya, Mei 2025
Pembimbing Tugas Akhir


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


Elda Melwita, ST., MT., Ph.D
NIP. 197505112000122001

HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

KESYA JULIKA

03031182126012

CICILLIA FRANSISKA

03031282126056

Judul:

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PROPIL ASETAT
KAPASITAS 190.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 Mei 2025 oleh Dosen Penguji:

1. Prof. Novia, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197311052000032003

()

2. Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.

NIP. 197706052003121004

()

3. Ir. Lia Cundari S.T., M.T

NIP. 198412182008122002

()

Indralaya, Mei 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Elda Melwita, ST., MT., Ph.D

NIP. 197505112000122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kesya Julika
NIM : 030311821216012
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propil Asetat
Kapasitas 190.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Cicillia Fransiska 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 sistem yang berlaku.

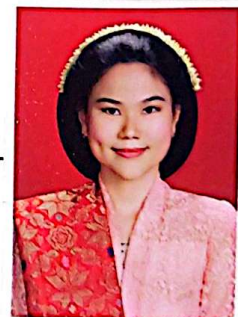
Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Mei 2025



Kesya Julika

03031182126012



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cicillia Fransiska
NIM : 03031282126056
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propil Asetat
Kapasitas 190.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Kesya Julika** 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 sistem yang berlaku.

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

Indralaya, Mei 2025



Cicillia Fransiska

03031282126056



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra rancangan Pabrik Pembuatan Propil asetat Kapasitas 190.000 Ton/Tahun”. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan, serta dorongan dari berbagai pihak, baik yang bersifat moral maupun material. Penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa 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 perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Fitri Hadiah, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Elda Melwita, ST., MT., Ph.D 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 Staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
7. Sahabat dan kakak tingkat yang telah memberi semangat. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, April 2025

Penulis

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PROPIL ASETAT KAPASITAS 190.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, April 2025

Kesya Julika dan Cicillia Fransiska

Dibimbing oleh ibu Elda Melwita, S.T, M.T, Ph.D

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik pembuatan Propil Asetat dengan kapasitas produksi 190.000 ton/tahun direncanakan akan berdiri pada tahun 2030 di Jalan Asia Raya, Citangkil, Kota Cilegon, Provinsi Banten dengan luas 12 ha. Propil Asetat pada pabrik ini disintesis dari bahan baku Asam Asetat dan Propanol menggunakan katalis tanah liat putih yang dimodifikasi dengan asam p-toluenesulfonat dalam *Multitubular Fixed bed reactor* berdasarkan Patent CN116751123A. Reaksi berlangsung pada temperatur 158,9°C dan tekanan 0,394 atm. Pabrik ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff* yang dipimpin oleh seorang direktur dengan karyawan sebanyak 151 orang. Pabrik Propil Asetat layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi:

❖ <i>Investasi</i>	= US \$ 67.153.409,41
❖ <i>Hasil penjualan per tahun</i>	= US \$ 408.806.885,92
❖ <i>Biaya produksi per tahun</i>	= US \$ 301.264.886,09
❖ <i>Laba bersih per tahun</i>	= US \$ 81.383.644,79
❖ <i>Pay out time</i>	= 1,114 tahun
❖ <i>Rate of return on investment</i>	= 89,68%
❖ <i>Discounted cash flow</i>	= 94,17%
❖ <i>Break even point</i>	= 30,06%
❖ <i>Service life</i>	= 11 tahun

Kata Kunci: Propil Asetat, *Multitubular Fixed bed reactor*, Perseroan Terbatas

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan.....	2
1.3. Macam-macam Proses pembuatan Propil Asetat	2
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia.....	3
BAB II PERENCANAAN PABRIK	6
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	7
2.3. Pemilihan Bahan Baku	10
2.4. Pemilihan Proses.....	12
2.5. Uraian Proses.....	13
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	15
3.1. Lokasi Pabrik.....	15
3.2. Tata Letak Pabrik	20

3.3.	Luas Area Pabrik	21
3.4.	Pertimbangan Tata Letak peralatan	22
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....		24
4.1.	Neraca Massa	24
4.2.	Neraca Panas	28
BAB V UTILITAS		33
5.1.	Unit Pengadaan Air	33
5.2.	Unit Pengadaan Refigeran.....	37
5.3.	Unit Pengadaan Steam.....	37
5.4.	Unit Pengadaan Listrik.....	38
5.5.	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	40
5.6.	Unit Pengadaan Air Pemadam Kebakaran.....	41
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN		44
6.1.	<i>Accumulator-01 (ACC-01)</i>	44
6.2.	<i>Accumulator-02 (ACC-02)</i>	44
6.3.	<i>Cooler-01 (C-01)</i>	45
6.4.	<i>Chiller 01 (CH-01)</i>	45
6.5.	<i>Condenser-01 (CD-01)</i>	46
6.6.	<i>Condenser-02 (CD-02)</i>	46
6.7.	<i>Decanter 01 (D-01)</i>	47
6.8.	<i>Heater-01 (H-01)</i>	48
6.9.	<i>Heater-02 (H-02)</i>	49
6.10.	<i>Heater-03 (H-03)</i>	49
6.11.	Kolom Distilasi-01 (KD-01).....	50
6.12.	Kolom Distilasi-02 (KD-02).....	51

6.13. Pompa-01 (P-01).....	52
6.14. Pompa-02 (P-02).....	53
6.15. Pompa-03 (P-03).....	53
6.16. Pompa-04 (P-04).....	53
6.17. Pompa-05 (P-05).....	54
6.18. Pompa-06 (P-06).....	56
6.19. Pompa-07 (P-07).....	56
6.20. Pompa-08 (P-08).....	57
6.21. Reaktor-01 (R-01).....	58
6.22. Reboiler-01 (RB-01).....	59
6.23. Reboiler-02 (RB-02).....	59
6.24. Tangki-01 (T-01)	60
6.25. Tangki-02 (T-02)	60
6.26. Tangki-03 (T-03)	61
6.27. Tangki-04 (T-04)	62
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	63
7.1. Bentuk Perusahaan	63
7.2. Struktur organisasi	67
7.3. Tugas dan Wewenang	70
7.4. Sistem Kerja.....	73
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	74
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....	79
8.1. Profitabilitas (Keuntungan)	80
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	81
8.3. Total Modal Akhir.....	83

8.4. Laju Pengembalian Modal.....	85
8.5. <i>Break Even Point</i> (BEP).....	86
BAB IX KESIMPULAN.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Impor Propil Asetat di Indonesia	7
Tabel 2. 2 Data Impor Propil Asetat di Negara ASEAN.....	8
Tabel 2. 3 Perbandingan Proses Esterifikasi dan Proses Hidrogenasi	12
Tabel 2. 3 Prediksi Tingkat Pertumbuhan Tahunan Rata-rata Tahun 2023-2030..	12
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin	33
Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Air dalam Pabrik	36
Tabel 5. 3 Peralatan dengan Kebutuhan Steam	37
Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Peralatan.....	38
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Pabrik Propil Asetat	40
Tabel 5. 6 Total Kebutuhan Bahan Bakar	41
Tabel 7. 1 Kelebihan dan kekurangan organisasi garis	64
Tabel 7. 2 Kelebihan dan kekurangan organisasi garis dan staf	65
Tabel 7. 3 Kelebihan dan kekurangan organisasi fungsional	65
Tabel 7. 4 Kelebihan dan kekurangan organisasi komite.....	67
Tabel 7. 5 Pembagian Jadwal Kerja Pekerja <i>Shift</i> ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 7. 6 Perincian Jumlah Karyawan.....	75
Tabel 8. 1 Tabel Penjualan Produk	80
Tabel 8. 2 Rincian Angsuran Pengembalian Modal.....	82
Tabel 8. 3 Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kebutuhan propil asetat negara ASEAN pada tahun 2018-2023	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Lokasi Pabrik Propil Asetat	16
Gambar 3. 2 Tata Letak Pabrik.....	23
Gambar 3. 3 Tata Letak Peralatan Pabrik.....	23
Gambar 8. 1 Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP)	86

DAFTAR NOTASI

1. Accumulator

C_c	: Tebal korosi maksimum, in
E_j	: Efisiensi pengelasan
ID, OD	: Diameter dalam, diameter luar, m
L, L_T	: Panjang Ellipsoidal, total
P	: Tekanan desain, psi
S	: Tegangan kerja yang diizinkan, psi
T	: Temperatur operasi, °C
t	: Tebal dinding accumulator, cm
t_h, t_s	: Ketebalan Dinding Bagian <i>Head</i> , silinder, m
V_e, V_s	: Volume elipsoidal, silinder
V_t	: Kapasitas
ρ	: Densitas, kg/m ³

2. Decanter

A_i	: <i>Interphase of area</i> , m ²
A_p	: <i>Pipe area</i> , m ²
C	: Corrosion maksimum, in
D_{dec}	: Diameter decanter, m
D_p	: Diameter pipe, m
E	: Joint efisiensi
H_L	: Tinggi liquid, m
H_t	: Tinggi vessel, m
I	: Dispersi band, m
L_c	: <i>Volumetric flowrate continues phase</i> , m ³ /s
P	: Tekanan desain, psi
Q_r	: Laju alir volumetric massa, m ³ /jam
Q_L	: Liquid volumetric flowrate, m ³ /jam
S	: Working stress allowable, psi
t_t	: Residence time of droplet, s
t	: Tebal dinding decanter, m
U_d	: <i>Settling velocity</i> , m/s

V_t	: Volume Vessel, m^3
V_h	: Volume head, m^3
Z_i	: Tinggi interface, m
Z_t	: Heavy liquid take off, m
Z_a	: Light liquid take off, m
P	: Densitas, kg/m^3
μ	: Viskositas, cP
ρ_g	: Densitas gas, kg/m^3
ρ_L	: Densitas liquid, kg/m^3

3. Heat Exchanger (Condenser, Cooler, Heater, Chiller, Reboiler)

A	: Area perpindahan panas, ft^2
a_o, a_p	: Area alir pada annulus, <i>inner pipe</i> , ft^2
a_s, a_t	: Area alir pada <i>shell and tube</i> , ft^2
a''	: <i>External surface</i> per 1 in, ft^2/in
B	: <i>Baffle spacing</i> , in
C	: <i>Clearence</i> antar <i>tube</i> , in
C_p	: <i>Specific Heat</i> , kJ/kg
D	: Diameter dalam <i>tube</i> , in
D_e	: Diameter ekuivalen, in
D_B	: Diameter <i>bundle</i> , in
D_s	: Diameter <i>shell</i> , in
f	: Faktor friksi, ft^2/in^2
g	: Percepatan gravitasi
h	: Koefisien perpindahan panas, $Btu/hr.ft^2.^{\circ}F$
h_1, h_o	: Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar <i>tube</i>
j_H	: Faktor perpindahan panas
k	: Konduktivitas termal, $Btu/hr.ft^2.^{\circ}F$
L	: Panjang <i>tube</i> pipa, ft
LMTD	: <i>Logaritmic Mean Temperature Difference</i> , $^{\circ}F$
N	: Jumlah <i>Baffle</i>
N_t	: Jumlah <i>tube</i>

N_{RE}	: Bilangan Reynold
N_{PR}	: Bilangan Prandtl
N_{NU}	: Bilangan Nusselt
P_T	: <i>Tube pitch</i> , in
ΔP_T	: Return <i>drop shell</i> , psi
ΔP_S	: Penurunan tekanan pada <i>shell</i> , psi
ΔP_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>Dirt factor</i> , hr.ft ² .°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
Ta	: Temperatur rata-rata fluida panas, °F
ta	: Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
Δt	: Beda temperatur yang sebenarnya, °F
U	: Koefisien perpindahan panas
U_c, U_o	: <i>Clean overall coefficient, Design overall coefficient</i> , Btu.hr.ft ² .°F
V	: Kecepatan alir, ft/s
W	: Kecepatan alir massa fluida panas, lb/hr
w	: Kecepatan alir massa fluida dingin, lb/hr
μ	: Viskositas, Cp

4. Kolom Destilasi

P	: Tekanan, atm
T	: Temperatur, °C
α	: Relatif volatilitas
N_m	: <i>Stage</i> minimum
L/D	: Refluks
N	: <i>Stage</i> /tray

m	: Rectifying section
p	: Stripping section
F_{LV}	: Liquid-vapor flow factor
U_f	: Kecepatan flooding, m/s
U_v	: Volumetric flowrate, m ³ /s
A_n	: Net area, m ²
A_c	: Cross section atau luas area kolom, m ²
D_c	: Diameter kolom, m
A_d	: Downcomer area, m ²
A_a	: Active area, m ²
l_w	: Weir length, m
A_h	: Hole area, m ²
h_w	: Weir height, mm
d_h	: 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}	: Down comer pressure loss, mm
A_{ap}	: Area under apron, m ²
H_{dc}	: Head loss in the Downcomer, mm
h_b	: Backup di Downcomer, m
t_r	: Check resident time, s
θ	: Sudut subintended antara pinggir plate dengan unperforated strip
L_m	: Mean length, unperforated edge strips, m
A_{up}	: Area of unperforated edge strip, m ²
L_{cz}	: Mean length of calming zone, m
A_{cz}	: Area of calming zone, m ²
A_p	: Total area perforated, A_p

A_{oh}	: Area untuk 1 <i>hole</i> , m^2
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, %
ρ	: Densitas, kg/m^3
μ	: Viskositas, $N.s/m^2$
FA	: <i>Fractional Area</i>
He	: Tinggi tutup elipsoidal, m
Ht	: Tinggi tanki, m

5. Pompa

A	: Area alir pipa, in^2
D_{opt}	: Diameter optimum pipa, in
f	: Faktor friksi
g	: Percepatan gravitasi, ft/s^2
g_c	: Konstanta percepatan gravitasi, 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
 $NPSH$: *Net Positive Suction Head*, ft . lbf/ lb
 P_{uap} : Tekanan uap, psi
 Q_f : Laju alir volumetrik, ft³/s
 Re : Reynold Number, dimensionless
 V_s : *Suction* velocity, ft/s
 V_d : *Discharge* velocity, ft/s
 BHP : *Brake HorsePower*, HP
 MHP : *Motor Horse Power*, HP
 ΔP : Differential *pressure*, psi
 ε : *Equivalent roughness*, ft
 η : Efisiensi pompa
 μ : Viskositas, kg/m.hr
 ρ : Densitas, kg/m³

6. Reaktor

A_t : Luas area total *Orifice*, m²
 C : *Corrosion* maksimum, in
 C_{ao} : Konsentrasi reaktan mula-mula, kmol/m³
 D_p : Diameter katalis, m
 D_S : Diameter shell, m
 D_T : Diameter tube, in
 E : *Joint* efisiensi
 E : Energi aktivasi
 F_{ao} : Jumlah feed mula-mula, Kmole
 g : Lebar *Baffle* pengaduk, m
 h : Tinggi *Head*, m
 H_L : Tinggi *Liquid*, m
 H_s : Tinggi silinder, m
 H_R : Tinggi shell reaktor, m
 H_T : Tinggi tube, m
 k : Konstanta kecepatan reaksi, m³/kmol jam

K	: Konstanta Boltzmann	= $1,30 \cdot 10^{-16}$ erg/K
M_A	: Berat molekul A	
M_B	: Berat molekul B	
N	: Bilangan avogadro	= $6,203 \cdot 10^{23}$ molekul/mol
N	: Kecepatan putaran pengaduk, rpm	
Nt	: Jumlah <i>tube</i>	
P	: Tekanan desain, psi	
p_t	: Tube pitch, in	
q	: Debit per <i>Orifice</i> , m ³ /jam	
Q	: Volumetrik <i>flowrate</i> , m ³ /jam	
r	: Panjang <i>blade</i> pengaduk, m	
rb	: Posisi <i>Baffle</i> dari dinding tanki, m	
r_i	: Jari-jari <i>Vessel</i> , in	
R	: Konstanta umum gas	= $1,987 \cdot 10^{-3}$ kkal/mol. K
Rd	: <i>Fouling factor</i>	
S	: <i>Working stress Allowable</i> , psi	
t	: Tebal dinding tanki, m	
T	: Temperatur operasi, K	
Uc	: <i>Overall heat transfer coefficient</i>	
V	: kecepatan gelembung gas lepas <i>Orifice</i> , m/s	
Vs	: Volume silinder, m ³	
V _E	: Volume ellipsoidal, m ³	
Vt	: Volume tangki total, m ³	
Vh	: Volume <i>Head</i> , m ³	
Vb	: Volume <i>bottom</i> , m ³	
Vs	: Volume silinder, m ³	
Vt	: Volume tanki, m ³	
W	: Laju alir massa, kg/jam	
X	: Konversi	
μ	: Viskositas, kg/m.hr	
ρ	: Densitas, kg/m ³	
τ	: Waktu tinggal, jam	

σ_A : Diameter molekul A
 σ_B : Diameter molekul B

7. Tangki

C : *Allowable Corrosion*, m
D : Diameter tanki, m
E : *Joint effisiensi*
h : Tinggi *Head*, m
H : Tinggi silinder tanki, m
Ht : Tinggi total tanki, m
P : Tekanan, atm
S : *Allowable stress*, psi
t : Tebal dinding tanki, m
Vh : Volume *Head*, m³
Vs : Volume silinder, m³
Vt : Volume tanki, m³
W : Laju alir massa, kg/jam
 ρ : Densitas, kg/m³

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	91
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	123
LAMPIRAN III PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	159
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI	400
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS	420

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Propil asetat adalah senyawa organik yang memiliki peran penting sebagai pelarut dalam berbagai industri, termasuk industri cat, tinta cetak, kosmetik, dan farmasi. Keunggulan propil asetat sebagai pelarut adalah daya larutnya yang baik, volatilitasnya yang moderat, dan bau yang lebih lembut dibandingkan dengan pelarut lainnya, seperti aseton (Sulaiman dan Sindhuwati, 2019). Permintaannya terus meningkat seiring pertumbuhan sektor manufaktur global, termasuk di Indonesia. Namun, meskipun kebutuhan domestik semakin besar, Indonesia saat ini masih bergantung pada impor untuk memenuhi kebutuhan propil asetat nasional. Ketergantungan ini menimbulkan risiko terhadap stabilitas pasokan dan harga, terutama dalam kondisi ekonomi global yang tidak menentu.

Indonesia membutuhkan penguatan sektor industri untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan daya saing nasional. Industri kimia berperan penting dalam memenuhi kebutuhan primer dan sekunder. Namun, Indonesia masih mengimpor sebagian besar bahan kimia, termasuk propil asetat, karena produksi dalam negeri belum mencukupi kebutuhan berbagai sektor industri. Di tengah upaya pemerintah mendorong kemandirian industri melalui substitusi impor, pengembangan industri kimia hilir menjadi salah satu fokus utama. Selain itu, kebijakan untuk meningkatkan daya saing produk lokal dan menambah nilai ekonomi di sektor manufaktur juga semakin relevan dalam mendukung pemulihan ekonomi pasca-pandemi.

Pendirian pabrik propil asetat di Indonesia memiliki prospek yang cerah, terutama dengan adanya potensi pasar domestik yang besar. Selain itu, langkah ini sejalan dengan visi pemerintah untuk memperkuat struktur industri dalam negeri dan mengurangi defisit neraca perdagangan bahan kimia. Dengan menciptakan nilai tambah di sektor manufaktur, pengembangan pabrik ini juga diharapkan dapat memberikan dampak positif berupa penciptaan lapangan kerja dan peningkatan daya saing industri nasional.

Dengan mempertimbangkan semua faktor tersebut, pembangunan pabrik propil asetat di Indonesia sangat dibutuhkan. Hal ini dikarenakan dapat

memberikan solusi terhadap kebutuhan industri nasional, meningkatkan nilai tambah bahan baku dalam negeri, serta menjadi langkah strategis dalam mengembangkan industri kimia Indonesia yang berkelanjutan.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Propil asetat pertama kali disintesis pada awal abad ke-19, dengan penemuan awal ini berakar dari pengembangan ilmu kimia organik yang memunculkan pemahaman tentang reaksi esterifikasi. Penelitian lebih lanjut mengenai senyawa ester dilakukan oleh ilmuwan Prancis, Jean-Baptiste Dumas, pada tahun 1832. Seiring dengan berkembangnya industri kimia pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, propil asetat mulai digunakan secara komersial sebagai pelarut dan bahan tambahan dalam produk makanan dan minuman. Pada tahun 1920-an, senyawa ini dikenal dalam industri cat dan pelapis, berkat kemampuannya untuk meningkatkan daya rekat dan mengurangi viskositas. Sejak itu, proses produksi propil asetat telah mengalami banyak perkembangan, termasuk penggunaan reaktor berkelanjutan dan teknologi distilasi modern yang memungkinkan produksi dalam jumlah besar dengan kemurnian tinggi (Hanifa dan Sindhuwati, 2020).

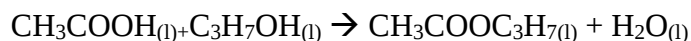
Memasuki abad ke-21, dengan meningkatnya kesadaran akan isu lingkungan, industri kimia mulai mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan, dan propil asetat, yang dihasilkan dari bahan baku terbarukan, menjadi pilihan menarik. Saat ini, propil asetat terus menjadi fokus penelitian, terutama dalam konteks pengembangan bahan kimia hijau dan berkelanjutan. Penelitian lebih lanjut diarahkan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi dampak lingkungan dari proses pembuatan propil asetat. Dengan meningkatnya permintaan untuk produk yang lebih ramah lingkungan, propil asetat diharapkan akan terus berkembang dalam aplikasinya, baik sebagai pelarut maupun bahan baku dalam sintesis senyawa kimia lainnya, serta dalam aplikasi baru seperti teknologi nano dan material komposit.

1.3. Macam-macam Proses pembuatan Propil Asetat

Proses pembuatan propil asetat secara umum terdiri dari dua metode utama, yaitu proses esterifikasi dan proses hidrogenasi.

1.3.1. Proses Esterifikasi

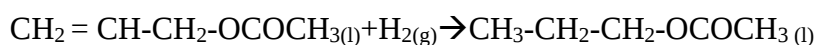
Esterifikasi adalah suatu reaksi antara asam karboksilat dan alkohol membentuk ester. Pada proses ini, propanol direaksikan dengan asam asetat:



Proses ini menggunakan bantuan katalis tanah liat putih yang dimodifikasi dengan asam p-toluenesulfonat yang memberikan sifat katalitik yang lebih baik dengan memperbesar area kontak antara n-propanol, asam asetat, dan katalis. Tahapan utama proses ini dimulai dengan preparasi katalis, di mana tanah liat putih dicuci, dikeringkan, dan diaktifkan menggunakan asam p-toluenesulfonat. Selanjutnya, reaksi esterifikasi dilakukan dalam ketel esterifikasi pada suhu 156–158,9 °C dan tekanan 0,04–0,05 MPa. Produk berupa campuran propil asetat dan air kemudian dipisahkan melalui distilasi untuk mendapatkan kemurnian hingga 99,5%.

1.3.2. Proses Hidrogenasi

Proses ini berlangsung dengan cara mereaksikan *allyl acetate* dan hidrogen dan dengan bantuan katalis *palladium* sehingga membentuk ester tersaturasi termasuk didalamnya n-propil asetat dan proses ini berlangsung dalam fase gas



1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia

Setiap senyawa kimia memiliki sifat fisika dan kimia yang berbeda satu sama lain. Sifat-sifat ini menjadi panduan penting dalam menentukan jenis proses serta desain peralatan yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik. Dalam proses produksi propil asetat, karakteristik fisika dan kimia dari setiap senyawa yang digunakan sangat diperhatikan. Berikut ini sifat fisika dan kimia dari setiap senyawa yang digunakan:

1.4.1. n-propanol

a) Sifat Fisika

Rumus molekul	: C ₃ H ₈ O
Berat Molekul	: 60,10 gr/mol
Densitas	: 0,803 gr /cm ³
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik Didih	: 97,2 °C
Titik Leleh	: -127 °C

Temperatur Kritis : 263 °K
 Tekanan Kritis : 5.15 Mpa

(Coulson and Richardson edisi 4 volume 6)

b) Sifat Kimia

- Larut sempurna dalam air dan banyak pelarut organik lainnya
- Dapat bereaksi dengan oksidator kuat, menghasilkan produk seperti propionaldehida dan propanoat
- Mudah terbakar

1.4.2. Asam Asetat

a) Sifat Fisika

Rumus molekul : CH_3COOH
 Berat Molekul : 60,052 gr/mol
 Densitas : 1049 kg/m^3
 Fase pada suhu kamar : Liquid
 Titik Didih : $117,9^\circ\text{C}$
 Titik Leleh : $16,6^\circ\text{C}$
 Temperatur Kritis : $594,4^\circ\text{K}$
 Tekanan Kritis : 57,9 bar

(Coulson and Richardson edisi 4 volume 6)

b) Sifat Kimia

- Tidak reaktif pada kondisi normal
- Bersifat polar
- Dengan alkohol terjadi reaksi esterifikasi
- Bersifat korosif
- Bersifat toxic
- Jika direaksikan dengan Zn dapat membentuk garam keasaman
- Termasuk dalam senyawa asam kuat

1.4.3. Air

a) Sifat Fisika

Rumus Molekul : H_2O
 Berat Molekul : 18,015 gr/mol
 Densitas : 998 kg/m^3

Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik Didih	: 100 °C
Titik Leleh	: 0 °C
Temperatur Kritis	: 647,3 K
Tekanan Kritis	: 220,5 bar
Kapasitas Panas	: 75,4 J/mol.K (liquid)

(Coulson and Richardson edisi 4 volume 6)

b) Sifat Kimia

- Sifat pelarut suatu zat bergantung pada pereaksinya
- Bersifat basa jika bereaksi dengan asam lemah
- Bersifat asam jika bereaksi dengan basa lemah
- Pelarut universal karena air melarutkan banyak zat kimia

1.4.4. n-propil asetat

a) Sifat Fisika

Rumus molekul	: $C_5H_{10}O_2$
Berat Molekul	: 102.133 gr/mol
Densitas	: 0.8820 g/cm ³
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik Didih	: 101,5 °C
Titik Leleh	: -93 °C
Temperatur Kritis	: 549.4 °K
Tekanan Kritis	: 33.3 bar

(Coulson and Richardson edisi 4 volume 6)

b) Sifat Kimia

- Mudah terbakar
- Sedikit larut dalam air tetapi larut dengan baik dalam pelarut organik lain seperti alkohol, eter, dan aseton
- Mudah menguap
- Cair dan tidak berwarna

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2023. Ekspor dan Impor. (Online). <https://www.bps.go.id/exim/>. (Diakses pada 25 November 2023).
- Coulson, J. M., dan J. F. Richardson. 2005. Chemical Engineering Design, Volume 6, 4th Edition. Inggris: Elsevier.
- Felder, R. M. and Rousseau R. W. 2000. Elementary Principles of Chemical Process, 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fogler, H. S. 2001. Elements of Chemical Reaction Engineering 3th edition. New Jersey : Prentice Hall PTR.
- Hanifa, E. I., dan Sindhuwati, C. 2020. Pengaruh Tekanan dan Jumlah DMSO Terhadap Pemurnian Propil Asetat Pada Distilasi Ekstraktif Menggunakan Simulasi Chemcad 7.1.5. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*. Vol 6 (2): 69-75.
- Huang, Y. S., dan Sundmacher, K. 2007. Kinetics Study of Propyl Acetate Synthesis Reaction Catalyzed by Amberlyst 15. *International Journal of Chemical Kinetics*. Vol 39 (5): 245-253.
- Kern, D. Q. 1965. Process Heat Transfer. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Kister, H. Z. 1992. Distillation Design. New York: McGraw-Hill Book.
- Perry, R. H., Green, D. W., dan Southard, M. Z. 1997. Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition. New York: McGraw-Hill Company.
- Peters, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Edition. New York: McGraw Hill International Book Co.
- Process Equipment Cost Estimates. 2014. (Online). <https://www.matche.com/equipmentcost/Default.html>. (Diakses pada tanggal 25 Maret 2025).
- PubChem. 2024. Acetic Acid. (Online). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/176>. (Diakses pada 25 Oktober 2024).

- PubChem. 2024. N-propanol. (Online).
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1031>. (Diakses pada 25 Oktober 2024).
- PubChem. 2024. Propyl Acetate. (Online).
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7997>. (Diakses pada 25 Oktober 2024)
- PubChem. 2024. Water. (Online).
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/962>. (Diakses pada 25 Oktober 2024).
- Sinnot, R. K. 1999. Chemical Engineering Volume 6 4th Edition. New York: Bittenworth - Heinemann.
- Smith, J. M., Ness, H. C. V., dan Abbott, M. M. 2001. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition. New York: Mc Graw-Hill Book Co.
- Sulaiman, M. A., dan Sindhuwati, C. 2019. Studi Kasus Pengaruh Feed Flow Rate dan Suhu Operasi Terhadap Pembentukan Propil Asetat pada Reaktor Equilibrium Chemcad. *Jurnal Teknologi Separasi*. Vol 6 (2): 297-303.
- Treybal, R. E. 1981. Mass-Transfer Operations 3 rd Edition. New York: McGrawHill, Inc.
- Walas, S. M. 1990. Chemical Process Equipment. Newton: Butterworth-Heinem.
- Winkle, V. M. 1967. Distillation. New York: McGraw-Hill.
- Yan, W., dan Nianfei, X. 2023. Synthesis Method Of N-Propyl Acetate. CN116751123A.
- Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. New York: Mc Graw Hill Handbooks.