

**PRA-RANCANGAN
PABRIK ISOPROPIL ALKOHOL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

Oleh:

THALIA PARADITA

03031381823085

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

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN
PABRIK ISOPROPIL ALKOHOL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**

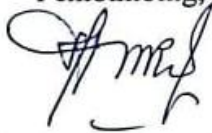
Oleh:

THALIA PARADITA

03031381823085

Palembang, 30 Juli 2025

Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA

NIP. 196010111985032002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

THALIA PARADITA 03031381823085

Judul :

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ISOPROPIL ALKOHOL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2025 oleh Dosen Penguji :

1. Dr. Ir. Fitri Hadiah, S.T., M.T.
NIP. 197808222002122001

()

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

()

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

()

Palembang, 30 Juli 2025

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA

NIP. 196010111985032002

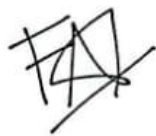
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Isopropil Alkohol 65.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh Thalia Paradita dihadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2025.

Palembang, Juli 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. Fitri Hadiah, S.T., M.T.
NIP. 197808222002122001
2. Dr. Ir. Selpiana, S.T., M.T.
NIP. 197809192003122001
3. Ir. Lia Cundari, S.T., M.T.
NIP. 198412182008122002

()

()

()

Mengetahui,



Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

Palembang, Juli 2025

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA
NIP. 196010111985032002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Thalia Paradita

NIM : 03031381823085

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Isopropil Alkohol
Kapasitas 65.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya didampingi oleh Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Palembang, 30 Juli 2025



Thalia Paradita

NIM. 03031381823085



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Isopropil Alkohol Kapasitas 65.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dikarenakan penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, yang dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

- 1) Ibu Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang sangat berperan dalam memotivasi dan memberikan dukungan pada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- 2) Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang sangat berperan dalam memberikan motivasi dan masukan yang sangat membangun.
- 3) Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah membantu memberikan bimbingan penuh serta arahan kepada penulis dari awal pengerjaan hingga selesainya tugas akhir ini.
- 4) Bapak dan Ibu dosen serta seluruh staff Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Orang tua tercinta, Papa H. Jailani Ismail, S.E., Mama (almh) Hj. Wasnah, S.Pd. binti Yahya, dan Ma-Ook Romalayati yang tiada pernah berhenti selalu mendoakan, menyayangi dan mendukung penulis dari awal hingga akhir masa perkuliahan.
- 6) Kakak-kakak tercinta Anidiah Paramesti, S.Psi., Ismail Yogi Indra Pranata, S.M.B., M.M., Yulita, S.E., Satria Ganda Prawira, S.A.B., dan Apt. Agustiana, S.Farm. yang tiada pernah bosan selalu mendoakan, membantu dan menemani penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

- 7) Sahabat-sahabat tersayang Windi Lestari, S.P., dr. Annisa Safira, Auliyati Humairo, S.A.P, dan Ade Syahrudin, S.A.P. yang selalu ada, setia dan tulus menemani, serta memberikan dukungan pada penulis.
- 8) Teman-teman sejawat Hanim Syaquina, S.T., Simon Fredy Parlindungan Nadeak, S.T., dan Imam Wahyudi, S.T. yang telah memberikan motivasi, saran, serta meluangkan waktu untuk menemani penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis berharap tugas akhir ini agar dapat memberikan gambaran mengenai perancangan pabrik, serta dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan.

Palembang, 30 Juli 2025

Thalia Paradita

RINGKASAN

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ISOPROPIL ALKOHOL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**

Kaya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Juli 2025

Thalia Paradita; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik pembuatan isopropil alkohol dari proses hidrasi air dengan kapasitas 65.000 ton/tahun ini direncanakan berdiri pada tahun 2029 di Kawasan Industri KIEC, Cilegon, Kota Cilegon, Provinsi Banten yang diperkirakan memiliki luar area sebesar 5 Ha. Berdasarkan paten, bahan baku yang digunakan pada pembuatan. Proses pembuatan Asam Asetat ini mengacu pada paten US 20220340510 A1 yang mana menggunakan bahan baku Propilen dan Air. Reaktor-101 yang digunakan adalah reaktor jenis *Fixed Bed* dengan jenis *Multi Tubular* Reaktor beroperasi pada temperatur 220°C dan tekanan 30 atm.

Bentuk perusahaan yang akan digunakan pada pabrik ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line* dan *Staff*, dipimpin oleh seorang Direktur dengan total karyawan 250 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pabrik Asam Asetat ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi berbagai macam persyaratan parameter ekonomi, yaitu sebagai berikut:

- *Total Production Cost* = US\$ 106.821.726,603
- *Selling Price per Year* = US\$ 156.649.908,430
- *Annual Cash Flow* = US\$ 39.711.018,358
- *Pay Out Time* = 1,662 tahun
- *Rate of Return on Investment (ROR)* = 52,506 %
- *Break Event Point (BEP)* = 38,712%
- *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci : Isopropil Alkohol, Hidrasi Air, *Multi Tubular Fixed Bed*, Perseroan Terbatas

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. Tutuhdah Sari, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502012000122001


Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA
NIP. 196010111985032002

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERBAIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik	3
1.4. Proses Pembuatan Asam Asetat	4
1.5. Sifat Fisika dan Kimia	7
BAB II PERENCANAAN PABRIK	11
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	11
2.2. Penentuan Kapasitas	11
2.3. Pemilihan Proses	15
2.4. Pemilihan Bahan Baku	16
2.5. Uraian Proses	16

BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	19
3.1 Lokasi Pabrik.....	19
3.2 Tata Letak Peralatan	24
3.3 Tata Letak Pabrik	26
3.4 Luas Tanah	28
BAB IV NERACA MASSA DAN PANAS	29
4.1. Neraca Massa	29
4.2 Neraca Panas.....	34
BAB V UTILITAS	38
5.1 Unit Penyediaan Steam	38
5.2 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	39
5.3 Unit Penyediaan Tenaga Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	48
5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	50
5.5 Unit Penyediaan Pendingin	51
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	52
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	63
7.1. Bentuk Perusahaan	63
7.2. Struktur Organisasi	64
7.3. Tugas dan Wewenang	64
7.4. Sistem Kerja.....	68
7.5. Penentuan Jumlah Buruh.....	69
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....	75
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	76
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal.....	77
8.3. Total Modal Akhir.....	79
8.4. Laju Pengembalian Modal	81

8.5. <i>Break Even Point</i> (BEP)	82
BAB IX KESIMPULAN	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Data Impor Isopropil Alkohol di Indonesia.....	12
Gambar 2.2. Uraian Proses Produksi Isopropil Alkohol	18
Gambar 3.1. Peta Digital Lokasi Pendirian Pabrik.....	19
Gambar 3.3. <i>Lay-Out</i> Peralatan Pabrik.....	25
Gambar 3.4. <i>Lay-Out</i> Area Pabrik.....	27
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	74
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Isopropil alkohol	6
Tabel 2.1. Data Impor Isopropil Alkohol di Indonesia	12
Tabel 2.2. Pertumbuhan Impor Isopropil Alkohol	13
Tabel 2.3. Pertumbuhan Ekspor Isopropil Alkohol.....	13
Tabel 2.4. Perbandingan Proses Pembuatan Isopropil Alkohol	15
Tabel 5.1. Kebutuhan <i>Steam</i> Pemanas	38
Tabel 5.2. Parameter Standar Mutu Air Domestik	42
Tabel 5.3. Parameter Standar Baku Mutu Air Umpan Boiler	43
Tabel 5.4. Kebutuhan Air Domestik.....	44
Tabel 5.5. Standar Air Boiler Menurut ASME	45
Tabel 5.6. Kebutuhan Air Pendingin.....	46
Tabel 5.7. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik	48
Tabel 5.8. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	48
Tabel 5.9. Pemakaian Listrik Penerangan Pabrik.....	48
Tabel 5.10. Kebutuhan Daya Listrik isopropyl alkohol	50
Tabel 5.11. Kebutuhan Air Pendingin Pabrik isopropyl alkohol	51
Tabel 5.12. Kebutuhan Refrigerant Pendingin Pabrik isopropyl alkohol	51
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja <i>Shift</i>	68
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan	71
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal	78
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	84

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

C	: Allowable corrosion, m
E	: Efisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	: Diameter dalam, Diameter luar, m
L	: Panjang accumulator, m
P	: Tekanan operasi, atm
S	: Working stress yang diizinkan, atm
T	: Temperatur operasi, K
t	: Tebal dinding accumulator, m
V	: Volume total, m ³
V _s	: Volume silinder, m ³
ρ	: Densitas, kg/m ³

2. EKSPANDER

n	= Jumlah stage
P ₁	= Tekanan masuk, atm
P ₂	= Tekanan keluar, atm
T ₁	= Temperatur masuk, °C
T ₂	= Temperatur keluar, °C
η	= Efisiensi
P _w	= Power kompresor, Hp
Q	= Kapasitas kompresor, ft ³ /menit
Re	= Rasio ekspansi
E _p	= Polytropic efisiensi
W	= Laju alir massa, lb/jam
ρ	= Densitas, kg/m ³

3. KOLOM DESTILASI

A	: Relative velocity
A _a	: Active area, m ²

A_d	: Downcomer area, m^2
A_{da}	: Aerated mass area, m^2
A_h	: Hole area, m^2
A_n	: Net area, m^2
A_t	: Tower area, m^2
C	: Allowable corrosion, m
D	: Diameter tanki, m
D_c	: Diameter kolom, m
d_h	: Diameter hole, mm
E	: Total entrainment, kg/s
Fl_v	: Parameter aliran
H	: Tinggi kolom, m
h_a	: Aerated liquid drop, m
h_f	: Froth height, mm
h_q	: Wep point, cm
h_w	: Weir height, mm
L_w	: Weir lenght, m
N_m	: Jumlah tray minimum
Q_p	: Aeration factor
R	: Reflux ratio
R_H	: Radius Hydraulic, m
R_M	: Reflux minimum
SS	: Stage umpan
V_d	: Downcomer velocity
Ψ	: Fractional entrainment
ΔP	: Pressure drop, Psi

4. KOMPRESOR

BHP	: Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP
k	: Konstanta kompresi
n	: Jumlah stage
η	: Efisiensi kompresor

P_{in}	: Tekanan masuk, atm
P_{out}	: Tekanan keluar, atm
T_1	: Temperatur masuk kompresor, °C
T_2	: Temperatur keluar kompresor, °C
P_w	: Power kompresor, Hp
Q	: Kapasitas kompresor
R_c	: Ratio kompresi, tidak berdimensi
W	: Laju alir massa, lb/jam
P	: Densitas, kg/m ³

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 fitting dan valve, ft
H_d, H_s	: Head discharge, suction, ft
ID	: Inside diameter, in
OD	: Outside diameter, in
K_c, K_e	: Contaction, ekspansion contraction, 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, ft ³ /s
Re	: Reynold Number, dimensionless
V_s	: Suction velocity, ft/s

V_d	: Discharge velocity, ft/s
BHP	: Brake Horse Power, 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/m ³

6. REAKTOR

C_{p_i}	= Kapasitas panas
bahan i . F_{A0}	= Laju alir massa mula-
mula. F_i	= Laju alir bahan i
H_i	= Enthalpi bahan i
ID_t	= Diameter dalam <i>tube</i>
N_t	= Jumlah <i>tube</i>
T_s	= Suhu pendingin dalam <i>shell</i>
U_D	= Koefisien perpindahan panas menyeluruh
X_A	= Konversi
Z	= Panjang reaktor
$-\Delta H_r$	= Panas reaksi
W_s	= Jumlah massa pendingin
C_{ps}	= Kapasitas panas pendingin
U	= Koefisien perpindahan panas overall
V_0	= Volumetric flowrate, m ³ /jam
T	= Residence Time
t_h	= Tebal dinding torispherical
head, in t_s	= Tebal silinder, in
k	= Konstanta laju reaksi, m ³ /kmol.s
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
D_{opt}	= Diameter optimum

A	= Luas area, m^2
V_T	= Laju alir tube side, m^3/s
U_t	= Kecepatan bagian tube, m/s
D_b	= Diameter bundle, m
C_b	= Diameter shell clearance, m
D_s	= Inside diameter shell, m
h_{oc}	= Koefisien perpindahan panas, $W/m^2\ ^\circ C$
$P't$	= Sudu tube vertikal, m
E	= Energi Aktivasi
ρ	= Densitas

7. TANGKI

C	: Allowable corrosion, m
D	: Diameter tanki, m
E	: Joint efisiensi
h	: Tinggi head, m
H	: Tinggi silinder tanki, m
H _t	: Tinggi total tanki, m
P	: Tekanan, atm
S	: Allowable stress, psi
t	: Tebal dinding tanki, m
V _h	: Volume head, m^3
V _s	: Volume silinder, m^3
V _t	: Volume tanki, m^3
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas, kg/m^3

8. TOTAL CONDENSER, COOLER, HEATER, REBOILER

A	: Area perpindahan panas, ft^2
a_a, a_p	: Area alir pada annulus, inner pipe, ft^2
a_s, a_t	: Area alir pada shell and tube, ft^2
a''	: External surface per 1 in, $ft^2/in\ ft$
B	: Baffle spacing, in

C	: Clearance antar tube, in
C _p	: Spesifik head, 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, ft ² /in ²
g	: Percepatan gravitasi
h	: Koefisien perpindahan panas, Btu/hr.ft ² .°F
h ₁ , h _o	: Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar tube
j _H	: Faktor perpindahan panas
k	: Konduktivitas termal, Btu/hr.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 _T	: Return drop shell, psi
ΔP _S	: Penurunan tekanan pada shell, psi
ΔP _t	: Penurunan tekanan pada tube, psi
ID	: Inside diameter, ft
OD	: Outside diameter, ft
Q	: Beban panas heat exchanger, Btu/hr
R _d	: Dirt factor, 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
T _a	: Temperatur rata-rata fluida panas, °F
t _a	: Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
Δt	: Beda temperatur yang sebenarnya, °F
U	: Koefisien perpindahan panas

U_c, U_o : Clean overall coefficient, Design overall coefficient, Btu.hr.ft².°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

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan populasi terbesar keempat di dunia, sehingga memiliki potensi pasar yang menjanjikan untuk berbagai komoditas. Namun, prospek yang tampak menjanjikan ini dapat menjadi beban apabila tidak diimbangi dengan pertumbuhan sektor industri dalam negeri, yang dapat menjadikan Indonesia hanya sebagai negara konsumtif. Oleh karena itu, pembangunan diberbagai bidang termasuk salah satunya industri kimia sangat diperlukan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri tetapi juga untuk memperkuat posisi Indonesia di pasar global.

Saat ini untuk memenuhi kebutuhan bahan kimia di Indonesia masih tergantung pada produk luar negeri. Untuk mengurangi ketergantungan ini, pendirian industri kimia perlu diupayakan. Salah satu industri kimia yang berpotensi adalah industri isopropil alkohol, dikarenakan beberapa kegunaan yang dimilikinya. Isopropil alkohol dengan rumus C_3H_8O merupakan cairan tidak berwarna, mudah menguap dan mudah terbakar. Isopropil alkohol memiliki berbagai macam kegunaan yaitu sebagai solvent, bahan tambahan dalam obat-obatan dan antiseptik. Sebagai produk antara, isopropil alkohol digunakan untuk produksi aseton, isopropil asetat dan isopropilamin (Logsdon dan Loke, 2000).

Hingga saat ini, Indonesia masih belum memiliki pabrik isopropil alkohol sehingga untuk memenuhi kebutuhan isopropil alkohol, Indonesia masih bergantung pada impor dari negara lain. Data mengatakan jumlah kebutuhan isopropil alkohol Indonesia cukup tinggi. Pada tahun 2024, jumlah impor isopropil alkohol sebanyak 42.975,436 Ton (BPS, 2024). Sehingga diperlukan pendirian pabrik isopropil alkohol di Indonesia dengan tujuan dapat memenuhi kebutuhan domestik, mengurangi ketergantungan pada impor, serta mendorong peningkatan ekspor non-migas. Selain itu, pembangunan pabrik ini dapat mendukung pertumbuhan industri lain dan membuka peluang lapangan kerja baru, sehingga membantu mengurangi tingkat pengangguran.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Isopropil alkohol, yang juga dikenal dengan nama lain 2-propanol, merupakan salah satu jenis alkohol sekunder yang memiliki signifikansi tinggi dalam sektor industri kimia dan farmasi. Senyawa ini memiliki rumus molekul C_3H_8O dengan struktur molekul $CH_3CHOHCH_3$, serta karakteristik berupa cairan tidak berwarna, mudah menguap, dan memiliki bau khas yang tajam (Weissermel & Arpe, 2008). Isopropil alkohol menjadi salah satu bahan kimia dengan permintaan tinggi secara global karena kegunaannya yang luas sebagai pelarut, bahan pembersih, desinfektan, dan bahan antara dalam sintesis kimia (Turley, 1999).

Sejarah penemuan isopropil alkohol dapat ditelusuri kembali pada tahun 1855, ketika ilmuwan Prancis, Marcellin Berthelot, berhasil pertama kali mensintesis senyawa ini melalui reaksi antara propilena dengan asam sulfat pekat, yang kemudian senyawa intermediet tersebut dihidrolisis menggunakan air sehingga terbentuk alkohol (Kent, 2010). Namun, pada saat itu, identifikasi pasti dari struktur isopropil alkohol belum dapat dilakukan secara akurat. Selanjutnya, pada tahun 1862, Charles Friedel berhasil mensintesis isopropil alkohol melalui reduksi aseton dengan menggunakan sodium amalgam, tetapi sekali lagi, pengidentifikasian struktur kimia secara tepat belum berhasil dicapai. Pada tahun yang sama, Hermann Kolbe berhasil mengidentifikasi struktur dan nama isopropil alkohol secara tepat, sehingga membuka jalan bagi pengembangan senyawa ini secara lebih luas pada skala laboratorium (Kirk-Othmer, 2013).

Secara historis, isopropil alkohol dianggap sebagai salah satu produk petrokimia pertama yang berhasil diproduksi secara industri. Pada tahun 1919, Melco Chemical Company membangun fasilitas produksi dalam skala pilot plant, menggunakan propilena sebagai bahan baku utama. Tidak lama setelah itu, pada tahun 1920, Standard Oil Company di New Jersey mempatenkan proses produksi isopropil alkohol dengan bahan baku propilena melalui proses hidrasi tidak langsung menggunakan asam sulfat dan proses pemurnian yang dikenal sebagai metode “Bay Way” (Turley, 1999). Walaupun metode produksi isopropil alkohol telah mengalami berbagai pengembangan teknologi dari segi efisiensi energi dan pemurnian, bahan baku utama yang digunakan dalam produksi skala industri tetap sama, yaitu propilena dan air (Weissermel & Arpe, 2008).

Keberhasilan produksi isopropil alkohol ini menjadi tonggak penting dalam sejarah industri petrokimia karena menjadi contoh awal bagaimana produkkilang minyak bumi dapat dikonversi menjadi bahan kimia bernilai tambah.

Selanjutnya, produksi isopropil alkohol mulai dikembangkan secara komersial di beberapa negara industri lain seperti Jerman, Inggris, dan Jepang untuk memenuhi kebutuhan pasar yang terus meningkat (Kent, 2010). Seiring dengan kemajuan teknologi proses dan meningkatnya kebutuhan industri terhadap pelarut organik dan bahan baku sintesis kimia, isopropil alkohol tetap menjadi salah satu bahan kimia strategis dalam mendukung aktivitas produksi lintas sektor industri, serta memiliki prospek pengembangan yang baik pada masa mendatang.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

1.3.1. Tujuan Pendirian Pabrik

1. Memenuhi penggunaan Isopropil Alkohol di Indonesia untuk berbagai sektor industri seperti farmasi, medis dan kosmetik.
2. Menekan frekuensi impor Isopropil Alkohol dari luar negeri, sehingga dapat mendukung perekonomian nasional.
3. Menciptakan peluang lapangan pekerjaan baru bagi pekerja produktif di Indonesia.

1.3.2. Manfaat Pendirian Pabrik

1. Dapat menstabilkan ketersediaan Isopropil Alkohol di Indonesia yang menjadi bahan baku penting di berbagai sektor, terutama di bidang medis.
2. Memperkuat ekonomi nasional dan mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan baku kimia.
3. Memberdayakan tenaga kerja lokal di lingkungan sekitar lokasi pendirian pabrik maupun tenaga ahli di Indonesia
4. Menyokong perkembangan sektor hilir seperti farmasi, kosmeti, rumah tangga dan medis yang sangat membutuhkan bahan baku isopropil alkohol berkualitas tinggi.

1.4. Proses Pembuatan Bahan Kimia

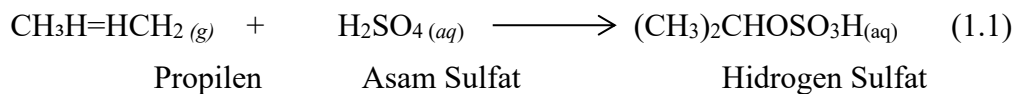
Isopropil alkohol adalah senyawa kimia dengan rumus molekul C_3H_8O . Isopropil Alkohol berwarna jernih, berbau tajam dan berbau asam, larut dalam air,

alkohol dan ether serta dapat menimbulkan korosi pada beberapa jenis logam. Isopropil Alkohol dalam industri dapat dibuat dengan berbagai macam, yaitu:

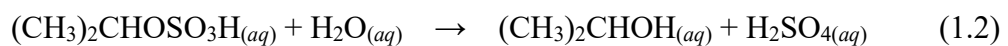
1.4.1. Proses Hidrasi Tidak Langsung (*Indirect Hydration*)

Proses produksi cara ini biasanya disebut dengan proses esterifikasi – hidrolisa atau metode asam sulfat, dimana didalam proses ini melibatkan reaksi antara propilen dengan asam sulfat. Proses ini terdiri dari 2 tahap reaksi, yaitu reaksi tahap 1 dan tahap 2.

Tahap 1: Esterifikasi propilen dan asam sulfat membentuk isopropil hidrogen sulfat.



Tahap 2: Hidrasi isopropil hidrogen sulfat dan air membentuk isopropil alkohol dan asam sulfat.



Isopropil Hidrogen Sulfat Air Isopropil Alkohol + Asam Sulfat

Proses reaksi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua reaktor yang berbeda. Proses pertama, mereaksikan propilen dan air dalam absorber menggunakan katalis asam kuat (konsentrasi asam >80%) pada suhu 20-30°C dan tekanan 1-1,2 Mpa. Proses kedua menggunakan katalis asam lemah (konsentrasi asam 60%-80%) untuk menghidrolisis ester sulfat pada suhu 60-65°C pada tekanan 2,5 Mpa. Konversi reaksi terhadap propilen sebesar 93% dan selektivitas isopropil alkohol 98% dengan kemurnian produk isopropil alkohol 87% wt dan 97% vol (Kirk dan Othmer, 2000).

1.4.2. Proses Hidrasi Langsung (*Direct Hydration*)

Proses hidrasi langsung ini merupakan perkembangan dari proses hidrasi dalam pembuatan isopropil alkohol yang sebelumnya menggunakan asam sulfat. Pada proses ini propilen direaksikan dengan air dan ditambahkan suatu katalis untuk membentuk isopropil alkohol. Reaksi terjadi pada temperatur 200-300°C dan tekanan 40-200 atm. Dari proses ini secara komersial dibagi menjadi 3 macam yaitu proses hidrasi langsung fase gas, fase cair, dan fase cair-gas. Proses hidrasi langsung mengikuti persamaan sebagai berikut:



1) Proses hidrasi langsung fase gas

Proses ini pertama kali dikenal pada tahun 1951 oleh ICI pada kondisi suhu dan tekanan yang sangat tinggi yaitu 200-300°C dan 6-30 Mpa dengan katalis $\text{WO}_3\cdot\text{ZnO}$. Kemudian pada tahun yang sama dikenalkan metode Veba-Chemie menggunakan propilena dan air yang diuapkan setelah itu dilewatkan dalam bed reactor dengan katalis ZSM-5. Kondisi operasinya adalah sebesar 200-300°C dan 1-30 Mpa.

Pada proses ini propilena yang bereaksi lebih dari 75%. Propilena yang sebagian besar tidak bereaksi akan direcycle. Konversi yang dihasilkan terhadap propilen sebesar 60-70% dengan selektivitas isopropil alkohol sebesar 98-99% dan kemurnian bahan baku propilena yang dibutuhkan 95%.

2) Proses hidrasi langsung fase cair

Proses hidrasi dalam fase cair dikembangkan oleh Takuyama – soda dengan menggunakan katalis cair asam lemah dari *silicotungstate*. Propilena, air, dan larutan katalis berair daur ulang yang dipanaskan sebelumnya diberi tekanan dan dimasukkan ke dalam ruang reaksi di mana mereka bereaksi dalam keadaan cair pada suhu 270°C dan 20,3 MPa (200 atm) dan membentuk isopropil alkohol berair. Konversi propilen 60-70% per lintasan diperoleh, dan selektivitas terhadap alkohol isopropil adalah 98-99 mol% dari propilena yang dikonversi.

3) Proses hidrasi langsung fase cair gas

Untuk menghindari kerugian serta untuk menekan adanya biaya operasi yang tinggi maka oleh “Deutsche-Texco” dikembangkan suatu program “Trickle- Bed”. Di dalam proses ini air dan gas propilen dalam perbandingan molar antara 12-15 berbanding 1 dimasukkan dalam suatu reaktor Fixed bed lewat bagian atas yang kemudian akan mengalir sedikit demi sedikit (Trickle) ke bawah melalui Resin Ion Exchange yang terdapat didalam reaktor. Reaksi yang terjadi antara pase cair dan pase gas berlangsung antara temperatur 130 – 160°C dan tekanan 60 –100 atm. Selektivitas isopropil alkohol pada proses semacam ini berkisar antara 98%.

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Isopropil Alkohol

Pertimbangan	Proses Hidrasi Langsung (Direct Hydration).	Proses Hidrasi Tidak Langsung (Indirect Hydration).
Bahan Baku	Propilena dan Air.	Propilena, Asam Sulfat dan Air.
Kondisi Operasi	Fase gas, Tekanan tinggi (20-100 atm), Suhu tinggi (150-270°C), fixed-bed reaktor.	Fase cair, Tekanan sedang (10-30 atm), Suhu sedang (60-80°C).
Katalis	Padat, Asam (ZSM-5, Asam Fosfat pada silika, Zeolit, Resin penukar ion)	Asam Homogen (Asam Sulfat, Asam Perchloric)
Mekanisme Reaksi	Propilen bereaksi langsung dengan air untuk membentuk IPA.	Propilena bereaksi dengan asam sulfat membentuk isopropil sulfat, kemudian dihidrolisis dengan air membentuk IPA.
Kelebihan	- Proses lebih sederhana (satu tahap) - Tidak menghasilkan asam limbah - Energi lebih efisien (potensi) - Ramah lingkungan	- Konversi propilena dapat lebih tinggi - Fleksibilitas bahan baku (propilena dengan kemurnian lebih rendah dapat digunakan) - Teknologi yang lebih mapan
Kekurangan	- Konversi propilena cenderung lebih rendah - Membutuhkan propilena dengan kemurnian tinggi - Risiko pembentukan dietil eter sebagai produk samping.	- Konversi propilena cenderung lebih rendah - Membutuhkan propilena dengan kemurnian tinggi - Risiko pembentukan dietil eter sebagai produk samping.
Aplikasi	Lebih disukai untuk skala besar dan ramah lingkungan	

Berdasarkan perbandingan proses produksi *isopropyl alcohol* pada Tabel 1.1 maka pada perancangan pabrik *isopropyl alcohol* proses produksi dilakukan dengan cara proses hidrasi langsung (*direct hydration*) karena:

- Proses lebih sederhana.
- Lebih ramah lingkungan.
- Mengurangi biaya operasi.
- Potensi efisiensi energi.
- Kemurnian produk yang tinggi.

1.5. Sifat Fisika dan Kimia

1) Propilen

Nama	: <i>Propylene</i>
Rumus Molekul	: C_3H_6
Berat Molekul (BM)	: 42,081 g/gmol
Densitas (20°C)	: 0,609 gr/cm ³
Fasa (32°C)	: Gas
Tekanan Kritis	: 46 bar
Boiling Point (Tbp)	: -47,7 °C
Critical Temperature (TC)	: -91,80C (-197,2°F)
Critical Pressure (Pc)	: 45,6 atm (670 psi)
Spesific Gravity, gas	: 1,49
Viscositas, cP (-185°C)	: 0,0078
Panas Penguapan (-47,7°C), cal/gr	: 104,62
Panas Pembentukan (25°C), cal/gr	: 4,879
Panas Pembakaran (25°C), cal/gr	: 460,428
Specific Heat Ratio, cp/cv	: 1.145
Kapasitas Panas (Cp)	:
$2,44 \times 10^1 + (7,13 \times 10^{-2})T + (3,38 \times 10^{-4})T^2 + (-5,15 \times 10^{-7})T^3 + (2,30 \times 10^{-10})T^4$	

(Yaws, 1999)

Propilen merupakan bahan kimia yang bersifat mudah meledak dan terbakar. Senyawa ini tidak mudah terlarut dalam air, tapi dapat larut dalam alkohol dan eter. Reaksi polimerisasi, oksidasi, hidrogenisasi, dan adisi adalah reaksi-reaksi umum yang dapat terjadi pada propilen.

2) Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18,016 kg/kmol
Fase	: <i>gas</i> atau <i>liquid</i>
Berat jenis	: 0,998 g/cm ³ (293°K)
Titik didih	: 373,15°K
Titik beku	: 273,2°K
Titik Lebur	: 0 °C
Viskositas	: 0,8937 cp
Spesifik Gravity	: 1,00
pH	: 8,5 - 9,5
O ₂ Terlarut	: 10 ppm
Silica Maximum	: 0,02 ppm
$\Delta H_{f(298)}$	: -2,42E+5 KJ/kmol
Tekanan Uap	: 0,0212 atm
Temperatur kritis	: 647,3°K
Tekanan kritis	: 221,2 bar
Kalor penguapan	: 40,656 KJ/mol
Panas Pembentukan	: 6,013 kJ/mol
Panas Penguapan	: 22,6105 kJ/mol
Kapasitas Panas	: 4,22 kJ/kg.K
Kapasitas Panas (Cp) :	
	$3,40 \times 10^1 + (-9,65 \times 10^{-3})T + (3,30 \times 10^{-5})T_2 + (-2,04 \times 10^{-8})T_3 + (4,30 \times 10^{-12})T_4$

(Coulson and Richardson edisi 4 volume 6)

Cairan tak berwarna yang stabil dan sangat mudah untuk melarutkan banyak zat (pelarut universal) tidak lain dan tidak bukan adalah air. Air sering kali digunakan untuk reaksi yang umumnya bersifat netral atau endotermis

(membutuhkan panas). Air juga gemar digunakan untuk media pendingin dan media pemanas.

3) Isopropil Alkohol

Nama	: <i>Isopropyl Alcohol</i>
Rumus Molekul	: C_3H_8O
Fasa (320C)	: Gas
Berat Molekul	: 42,081 g/gmol
Boiling Point (Tbp)	: 0,786 g/cm ³ (20°C)
Density (200C)	: 0,786 g/cm ³
Bentuk	: Cairtran
Spesific Gravity (20/200C)	: 0,8169 (minimum) 0,8193 (max)
Viscositas, cP	: 2.86 cP (15°C)
Titik Embun	: 74,2°C
Titik Pembentukan	: 120 K cal/mole
Surface Tention (250C)	: 0,0214 dyne/cm
Spesific Heat Ratio	: 0,2627 cal/gr °C
Titik Didih	: 82,6°C
Titik Lebur	: -89°C
Keasaman (pKa)	: 16,5
Indeks Bias (nD)	: 1,3776
Kapasitas Panas (Cp)	:
$8,51 \times 100 + (2,81 \times 10^{-1})T + (1,93 \times 10^{-5})T_2 + (-2,26 \times 10^{-7})T_3 + (1,14 \times 10^{-10})T_4$	
(Yaws, 1999)	

Isopropil alkohol merupakan senyawa organik yang reaktif, Senyawa ini dapat bereaksi dengan oksigen pada suhu tinggi dengan adanya pemicu untuk membentuk produk oksidasi, namun tidak teroksidasi secara signifikan pada kondisi normal. Sehingga memerlukan penyimpanan yang hati-hati. Isopropil alkohol juga memiliki kelarutan yang tinggi dalam air.

4) Propana (C₃H₈)

Nama	: <i>Propane</i>
Rumus Molekul	: C_3H_8
Berat Molekul	: 44,097 g/mol

Densitas	: 0,58 gr/cm ³
Titik Didih	: -42,1 °C
Titik Lebur	: -187,6 °C
Viskositas	: 0,0081 cp
Spesifik Gravity	: 0,50
Tekanan Uap	: 9,5 atm
Panas Pembentukan	: -103,85 kJ/mol
Panas Penguapan	: 19,04 kJ/mol
Kapasitas Panas (Cp)	:
	$4,73 \times 10^1 + (-1,31 \times 10^{-1})T + (1,17 \times 10^{-3})T_2 + (-1,70 \times 10^{-6})T_3 + (8,19 \times 10^{-10})T_4$

(Yaws, 1999)

Cairan tak berwarna yang mudah menguap dan mudah terbakar (gas pada suhu dan tekanan standar) sering digunakan sebagai bahan bakar dan refrigeran. Propana seringkali digunakan untuk reaksi yang umumnya bersifat pembakaran atau pirolisis.

5) Katalis ZSM-5 Zeolite

Nama	: <i>ZSM-5 Zeolite</i>
Bentuk Kristal	: Kubik
Luas Permukaan	: 300 m ² /g
Volume	: 0,13 cm ³ /g
Porositas	: 5 x 10 ⁻¹⁰ mm
Diameter	: 2 mm
Densitas	: 0,74 kg/m ³

(*Advanced Chemical Supplier*)

ZSM-5 Zeolit adalah katalis yang sangat reaktif, katalis ini tidak teroksidasi pada udara, tapi dapat bereaksi dengan hidrokarbon yang ada, setelahnya membentuk produk selektif, sehingga memerlukan regenerasi yang teratur. ZSM-5 Zeolit juga memiliki stabilitas yang tinggi dalam kondisi reaksi yang ekstrim.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2024. *Daftar Harga Bahan Baku*. (Online) www.alibaba.com.
- Aries, R.S., Newton, R.D. 1954. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw- Hill Book Co: New York.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Statistic Indonesia*. Diakses melalui www.bps.go.id.
- Brown, et al. 1996. *Gas Phase Process for the Hydration of Propylene*. United States Patent. US 5,488,186.
- Brown, G.G. 1950. *Unit Operations*. John Wiley & Sons: New York.
- Brownell dan E.E. Young. 1959. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New Delhi.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., Sinnott, R.K. 2005. *Chemical Engineering, Volume 6, 4th Edition: An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press: Singapura.
- Faith, K. A. 1975. *Industrial Chemicals*. Canada: A Willey: International Publication.
- Fogler, S. 1992. *Elements of Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Geankoplis, C.J. 1983. *Transport Process and Unit Operation*. Allyn and Bacon Series in Engineering: USA.
- Himmelblau. D.M. 1989. *Basic Prinsiples and Calculation in Chemical Engineering 5th Edition*. Singapura.
- Hougen, Olaf. 1959. *Chemical Process Principles*. New York: Modern Asia Edition.
- Holland, F.A dan F.S., 1966. *Chapman. Liquid Mixing and Processing in Stirred Tanks*.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Kirk R.E. dan Othmer, D.F. 1981. *Encyclopedia of Chemichal Technology 3rd Edition*. John Wiley and Sons: New York.
- Kusnarjo, 2010. *Desain Pabrik Kimia*. Jakarta: Gramedia.
- Levenspiel, O. 1999. “*Chemical Reaction Engineering*”, 3 rd edition. John Wiley and Sons: New York.

- Levy, et al. 1954. *Hydration of Propylene with Blue Oxide of Tungsten catalyst*. United States Patent. US 2,683,753.
- McCabe, W. L., 1995. *Unit Operations of Chemical Engineering*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- National Center for Biotechnology Information. 2021. *PubChem Compound Summary for CID 94176*. Retrieved April 12, 2022 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound>.
- Park, et al. 2022. *Method for producing isopropyl alcohol*. United States Patent. US 2022//0340510 A1.
- Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021 Tentang Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja dan Waktu Istirahat, dan Pemutusan Hubungan Kerja.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Keperluan Higien Sanitasi, Kolam Renang, *Solus per Aqua*, dan Pemandian Umum.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No. 18 Tahun 2022, dan SK Gubernur Banten Nomor 561/Kep.287-Huk/2023, jumlah Upah Minimum Provinsi (UMP) Banten tahun 2024 sebesar Rp.2.727.812
- Perry, R.H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th Edition*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Perry, R.H. 2008. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 8th Edition*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Peters, M.S. dan K.D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Reklaitis, G.V. 1983. *Introduction to material and Energi Balance*. McGraw Hill Book Company: New York.
- Schweyer. 1955. *Process Engineering Economics*. McGraw-Hill: New York.
- Smith, J.M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Susanto, H. 2016. *Sistem Utilitas Pabrik Kimia*. Penerbit ITB: Bandung.

- Syarifuddin Ismail. 1996. *Alat Industri Kimia*. Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, dan Ronald E. West. 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th edition*. McGraw-Hill: New York.
- Treyball, R. E. 1981. "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed. Mc Graw Hill Book Company Inc: Singapore.
- Wallas, S.M., 1998. *Chemical Process Equipment*. Butterworth Publisher: USA.
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw-Hill Book Co: New York.