PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN PROPILENA
KAPASITAS 270.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

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

Oleh:

Nyayu Naila Aura Raniah

03031182126011

Grace Hendriette Tampubolon

03031182126013

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PROPILENA
KAPASITAS 270.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana

Oleh:

Nyayu Naila Aura Raniah

NIM. 03031182126011

Grace Hendriette Tampubolon

NIM. 03031182126013

Indralaya, 22 Juli 2025

Pembimbing,

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

NIP. 197311052000032003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propilena Kapasitas 270.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan oleh Nyayu Naila Aura Raniah dan Grace Hendriette Tampubolon di hadapan Tim Penguji Sidang Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 17 Juli 2025. Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T. ( )
   NIP. 198208042012121001

2. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D. ( )
   NIP. 197505112000122001

3. Ir. Rahmatullah, S.T., M.T. ( )
   NIP. 19890517201504002

Mengetahui.
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

Indralaya, 21 Juli 2025
Pembimbing Tugas Akhir

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

HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

NYAYU NAILA AURA RANIAH	**03031182126011**
GRACE HENDRIETTE TAMPUBOLON	**03031182126013**

Judul:

"PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PROPILENA KAPASITAS 270.000 TON/TAHUN"

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Univeristas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2025 oleh Dosen Penguji:

1. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T. ( )
   NIP. 198208042012121001

2. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D. ( )
   NIP. 197505112000122001

3. Ir. Rahmatullah, S.T., M.T. ( )
   NIP. 19890517201504002

Indralaya, 21 Juli 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

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

NIP. 197311052000032003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Nyayu Naila Aura Raniah
NIM	:	03031182126011
Judul Tugas Akhir	:	Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propilena Kapasitas 270.000 Ton/Tahun

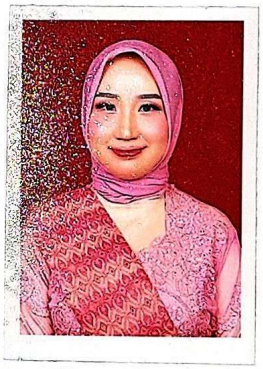
Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Grace Hendriette Tampubolon** didampingi oleh Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan sistem yang berlaku.

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

laya, 21 Juli 2025

Naila Aura Raniah

03031128126011



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Grace Hendriette Tampbulon
NIM	:	03031182126013
Judul Tugas Akhir	:	Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propilena Kapasitas 270.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Nyayu Naila Aura Raniah** 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 dengan sistem yang berlaku.

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

Indralaya, 21 Juli 2025

Grace Hendriette Tampublon

03031128126013

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propilena Kapasitas 270.000 Ton/Tahun" ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan laporan tugas akhir ini bertujuan sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan tugas akhir perancangan pabrik ini terdiri atas 9 bab yang meliputi Pembahasan Umum, Perencanaan Pabrik, Lokasi dan Tata Letak Pabrik, Neraca Massa dan Neraca Panas, Utilitas, Spesifikasi Peralatan, Organisasi Perusahaan, Analisa Ekonomi, dan Kesimpulan. Dimana keseluruhan bab tersebut disusun agar dapat menganalisa dan menggambarkan kelayakan pabrik yang penulis rancang untuk didirikan tersebut dari berbagai aspek, baik aspek teknis maupun ekonomi.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir perancangan pabrik ini jauh dari sempurna dan mempunyai banyak kekurangan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Indralaya, Juli 2025

Tim Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini terdapat keterbatasan dalam kemampuan dan pengetahuan penulis. Keterbatasan ini dapat penulis atasi dengan bantuan, bimbingan, dan dukungan secara moril maupun materil dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan tersebut terutama kepada:

1) Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat, nikmat, dan seluruh karunia-Nya baik dalam bentuk kelapangan hati dan pikiran serta kesehatan sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2) Bapak Kiagus Muhammad Ridwan Said dan Ibu Harmila Sari selaku orang tua dari Nyayu Naila Aura Raniah yang telah memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan baik moril maupun materil. Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat diiringi oleh doa yang terus menerus mereka haturkan tiada henti tanpa terputus.
3) Ibu Ria Pattiasina dan Bapak Leo Hendrik Tampubolon selaku orang tua dari Grace Hendriette Tampubolon yang telah memberikan support baik berupa dukungan doa, semangat, maupun finansial selama perkuliahan ini. Tugas akhir ini tidak dapat selesai tanpa diiringi support serta doa yang terus diberikan oleh mereka.
4) Ibu Prof. Ir. Novia., S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, serta semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5) Keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tiada henti kepada penulis.
6) Aliya, Alifah, Ana, Aisyah, Auliya, Dinda, Kinan, Rahfina, Raisa, dan Tarisha selaku sahabat sekaligus saudara yang telah membersamai penulis selama beberapa tahun terakhir dan selalu memberikan segala bantuan, dukungan, semangat, saran, serta doa yang tulus selama ini.
7) Teman-teman dari Coolyeah dan ST 12 (Aliya, Keyla, Rani, Rahfina, Rozana, Arjun, Cici, Farras, Habri, Kesya, dan Riska), yang telah membersamai hari-hari penulis di Teknik Kimia, atas segala doa, saran,

dukungan, hiburan, dan seluruh bantuan baik moril maupun materil selama perkuliahan.

8) Teman-teman dari Cakwe Arumanis (Delphin, Faiz, Farras, Firman, Naylla, Syifa, Thezar, dan Ziyad) yang telah membersamai penulis sejak dimulainya penyusunan laporan tugas akhir ini atas segala doa, dukungan secara moril, dan bantuan yang telah diberikan.
9) Sri Rohmayana dan Salsabilla Ananda Putri yang selalu setia menemani, memberikan dukungan besar dan selalu menghibur salama penulis (Grace Hendriette) mengalami kesusahan selama proses pengerjaan skripsi ini.
10) Teman-teman terdekat, yaitu Nazwa, Amanda, Kadek, Anslika, dan April, yang setia menemani penulis (Grace Hendriette) selama masa perkuliahan dan telah memberikan banyak dukungan.
11) Pemilik NIM 03031282126081 yang sudah setia membantu, mendukung, serta menemani penulis (Grace Hendriette) selama masa perkuliahan baik dalam keadaan senang maupun sulit, dan telah sabar menghadapi penulis.
12) Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Kimia Angkatan 2021 Kampus Indralaya yang telah menjadi keluarga selama 8 semester ini. Semoga tali silaturahmi yang kita miliki dapat terjalin sampai kapanpun serta semoga selalu dapat mencapai setiap impian setelah kehidupan di Teknik Kimia ini.
13) Partner, yang telah dengan sabar dan saling bekerja keras bersama-sama dalam melaksanakan dan menyelesaikan kegiatan dan laporan satu persatu mulai dari KP, Riset, hingga Tugas Akhir. Perjalanan panjang di Teknik Kimia yang tidak mudah ini akhirnya satu per satu dapat terlewati hingga telah sampai di Sidang Tugas Akhir ini. Tanpa kehadiran partner, tentu perjalanan tersebut akan terasa lebih berat untuk terselesaikan. Oleh karena itu, semoga apa yang telah dikerjakan bersama selama beberapa semester ini dapat menjadi berkah dan penghubung yang baik serta dapat dilancarkan menuju ke dunia kerja nanti.

Indralaya, Juli 2025

Tim Penulis

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PROPILENA KAPASITAS 270.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2025

Nyayu Naila Aura Raniah dan Grace Hendriette Tampubolon;

Dibimbing oleh Prof. Ir. Novia., S.T., M.T., Ph.D.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik Propilena dengan kapasitas 270.000 ton per tahun direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2030 dan akan berlokasi di Jalan Mayjend Soetoyo, Kelurahan Gerem, Kecamatan Grogol, Kota Cilegon, Provinsi Banten. Proses produksi Propilena di pabrik ini menggunakan reaksi dehidrasi Isopropanol sebagai bahan baku dengan bantuan katalis *Silica-Alumina* dalam *Fixed Bed Reactor* yang beroperasi pada suhu 280 °C dan tekanan 2,961 atm, mengacu pada paten US 2023/0357102 A1. Pabrik ini berbentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) dan menerapkan struktur organisasi *line and staff*, dipimpin oleh seorang direktur serta didukung oleh 472 karyawan. Berdasarkan analisis kelayakan ekonomi, pendirian pabrik ini dinilai layak untuk direalisasikan:

- *Total Capital Investment* : US$ 117.400.260,51
- *Net Profit Over Total Life Time* : US$ 588.262.908,69
- *Total Capital Sink* : US$ 566.913.508,96
- *Pay Out Time* : 2 Tahun
- *Rate of Return on Investment* : 44,82%
- *Discounted Cash Flow* : 52,03%
- *Break Even Point* : 38,34%

Kata Kunci : Propilena, *Fixed Bed Reactor*, Perseroan Terbatas

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PERBAIKAN iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS v
KATA PENGANTAR vii
UCAPAN TERIMA KASIH viii
RINGKASAN x
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR NOTASI xv
DAFTAR LAMPIRAN xxi
BAB I PEMBAHASAN UMUM 1
1.1. Pendahuluan 1
1.2. Sejarah dan Perkembangan Proses Produksi Propilena 2
1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik 4
1.4. Sifat Fisika dan Kimia 5
1.5. Proses Pembuatan Propilena 7
BAB II PERENCANAAN PABRIK 12
2.1. Alasan Pendirian Pabrik 12
2.2. Pemilihan Kapasitas 13
2.3. Pemilihan Bahan Baku 15
2.4. Pemilihan Proses 16
2.5. Uraian Proses 16
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK 19
3.1. Lokasi Pabrik 19
3.2. Tata Letak Pabrik 22
BAB IV NERACA MASA DAN NERACA PANAS 26
4.1. Neraca Massa 26

4.2. Neraca Panas 27
BAB V UTILITAS 31
5.1. Unit Pengadaan Steam 31
5.2. Unit Pengadaan Air 32
5.3. Unit Pengadaan Refrigerant 36
5.4. Unit Pengadaan Listrik 37
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar 38
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN 41
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN 53
7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan 53
7.2. Struktur Organisasi 55
7.3. Tugas dan Wewenang 56
7.4. Sistem Kerja 59
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan 60
BAB VIII 65
8.1. Keuntungan 66
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal 67
8.3. Total Modal Akhir 68
8.4. Laju Pengembalian Modal 69
8.5. Break Even Point (BEP) 70
BAB IX KESIMPULAN 73
DAFTAR PUSTAKA 74
LAMPIRAN **77**

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku Utama 5
Tabel 1.2. Sifat Fisika dan Kimia Katalis 6
Tabel 1.3. Sifat Fisika dan Kimia Pelarut 6
Tabel 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Produk 7
Tabel 1.5. Perbandingan Proses Pembuatan Propilena 11
Tabel 2.1. Data Impor dan Ekspor Propilena di Indonesia 13
Tabel 2.2. Data Produksi Pabrik Propilena di Indonesia 13
Tabel 2.3. Data Impor, Ekspor, dan Konsumsi Propilena di Indonesia Tahun 2019-2023 14
Tabel 3.1. Rincian Area Pabrik 24
Tabel 5.1. Kebutuhan Utilitas 31
Tabel 5.2. Peralatan dengan Kebutuhan Steam 308°C dan 180°C 31
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Proses 32
Tabel 5.4. Kebutuhan Air Pendingin 33
Tabel 5.5. Kebutuhan Air Domestik 35
Tabel 5.6. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik 36
Tabel 5.7. Kebutuhan Listrik Peralatan 37
Tabel 5.8. Kebutuhan Bakar Bakar 40
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal Kerja Karyawan Shift 60
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Total Karyawan Perusahaan 62
Tabel 8.1. Tabel Penjualan Produk 66
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Modal 67
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi 72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perkembangan Konsumsi Propilena di Indonesia pada 2019-2023 14
Gambar 3.1. Area Pendirian Pabrik Propilena di daerah Grogol, Cilegon, Banten 19
Gambar 3.2. Peta Guna Lahan Lokasi Pabrik Propilena, Grogol, Cilegon 20
Gambar 3.3. Tata Letak Pabrik..... 23
Gambar 3.4. Tata Letak Alat 25
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan..... 64
Gambar 8.1. Grafik Break Even Point (BEP)..... 71

DAFTAR NOTASI

1. Absorber

A	=	Cross section area tower, m^2
BM	=	BM, kg/kmol
Cc	=	Tebal korosi maksimum, in
D	=	Diameter kolom, m
D_G, D_L	=	Difusivitas gas dan liquid, m^2/s
Ej	=	Efisiensi pengelasan
F_L, F_G	=	Koefisien transfer massa gas dan liquid, $kmol/m^2.s$
G	=	Kelajuan superfisial molar gas, $kmol/m^2.s$
G’	=	Kelajuan superfisial gas, $kmol/m^2.s$
Ht_G	=	Tinggi unit transfer fase gas, m
Ht_L	=	Tinggi unit transfer fase liquid, m
H_{tog}	=	Tinggi unit transfer overall, m
L	=	Kelajuan liquid total, $kg/m^2.s$
L’	=	Kelajuan superfisial massa liquid, $kg/m^2.s$
m	=	Rasio distribusi kesetimbangan
P	=	Tekanan desain, psi
Sc_g, Sc_l	=	Bilangan Schmidt gas dan liquid
Z	=	Tinggi packing, m
ΔP	=	Perbedaan tekanan, N/m^2
ε	=	Energi tarik menarik molecular
ε_{Lo}	=	Fraksi volume liquid, m^2/m^3
μ_G, μ_L	=	Viskositas gas dan liquid, kg/ms
ρ_L, ρ_G	=	Densitas gas dan liquid, kg/m^3
σ_L	=	Tegangan permukaan liquid, N/m
φlt	=	Total hold-up liquid

2. Furnace

qn	=	Net heat release, Btu/jam
qr	=	Radiant duty, Btu/jam
tf,tt	=	Temperatur fluida, temperatur dinding, °F

Art,a	=	Luas area radiant section, luas tube, ft^2
OD	=	Diameter luar tube, in
L	=	Panjang tube, ft
Nt	=	Jumlah tube
Acp	=	Cold plane surface, ft^2
V	=	Volume furnace, ft^3
Lbeam	=	Mean beam Length, ft
Eg	=	Gas emisivitas
qs	=	Heat loss fuel gas, Btu/jam
hcc	=	Koefisien konveksi, Btu/jam.ft^2 of
hcl	=	Koefisien gas radiant, Btu/jam.ft^2 of
hcw	=	Koefisien wall radiant, Btu/jam.ft^2 of
Acw	=	Wall area per row, ft^2
f	=	Factor seksi konveksi
Uc	=	Overall transfer coefisient dalam seksi konveksi, Btu/jam.ft2 of
ρ	=	Densitas fuel gas, lb/ft^3
G	=	Mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft

3. Kondensor, Cooler, Heater, Chiler

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.^{o}F

hi,h_{io} = Koefisien perpindahan panas fluida dalam dan luar tube

jH = Faktor perpindahan panas

k = Konduktivitas termal, Btu/jam.ft^2.^{o}F

L = Panjang tube, pipa, ft

LMTD = Logaritmic Mean Temperature Difference, ^{o}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.^{o}F

R_e = Bilangan Reynold, dimensionless

s = Specific gravity

T_1,T_2 = Temperatur fluida panas inlet, outlet, ^{o}F

t_1,t_2 = Temperatur fluida dingin inlet, outlet, ^{o}F

T_c = Temperatur rata-rata fluida panas, ^{o}F

t_c = Temperatur rata-rata fluida dingin, ^{o}F

U_c = Clean overall coefficient, Btu/jam.ft^2.^{o}F

U_d = Design overall coefficient, Btu/jam.ft^2.^{o}F

W = Laju alir massa fluida panas, lb/jam

w = Laju alir massa fluida dingin, lb/jam

μ = Viscositas, cp

4. 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

Rc = Rasio Kompresi

W = Laju alir massa, lb/jam

5. Pervaporation Membrane

P_w = Permeabilitas pir, $L/m^2.jam$

J = Flux permeasi, kg/m^2

Q_p = Laju plir permeat, kg/jam

V_p = Lajur alir volumetric permeat, m^3/jam

A = Luas membran, m^2

do = Diameter luar, m

di = Diameter dalam, m

Ls = Panjang serat, m

As = Luas permukaan perserat membran, m^2

N = Jumlah serat membran

Vs = Volume modul membran, m^3

Vt = Volume total, m^3

Lm = Panjang modul, m

Dm = Diameter modul, m

ΔP = Penurunan tekanan pada membran, atm

6. Pompa

A = Area alir pipa, in^2

BHP = Brake Horse Power, HP

D_i opt = Diameter optimum pipa, in

E = Equivalent roughtness

f = Faktor friksi

FK = Faktor keamanan

g_c = Percepatan gravitasi, ft/s^2

Gpm = Gallon per menit

H_f suc = Total friksi pada suction, ft

H_f dis = Total friksi pada discharge, ft

H_{fs} = Skin friction loss

H_{fsuc} = Total suction friction loss

H_{fc} = Sudden Contraction Friction Loss (ft lb_m/lb_f)

H_{fc} = Sudden expansiom 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 volumeterik

V_f = Kapasitas pompa, lb/jam

V = Kecepatan alir

ΔP = Beda tekanan, Psi

7. 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

H_S = Tinggi silinder, 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. ^oC

t = Tebal dinding vessel

V_K = Volume katalis, m^3

Vt = Volume reaktor, m^3

W_k = Berat katalis

X = Konversi

ρ = Densitas

ε_A = Voidage

Φ = Porositas Katalis

σA = Diameter molekul, cm

τ = Waktu tinggal, jam

8. 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, k

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA 77
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS 86
LAMPIRAN III PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN 110
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI 189
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS..... 204

BAB I
PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Industri memegang peranan penting dalam mendorong kemajuan perekonomian suatu negara. Pengembangan industri yang strategis dan berwawasan lingkungan dibutuhkan untuk menjaga stabilitas ekonomi nasional. Sebagai negara dengan wilayah yang luas dan populasi terbesar keempat di dunia, Indonesia memiliki potensi besar dalam hal sumber daya alam maupun sumber daya manusia. Dengan kondisi tersebut, Indonesia seharusnya mampu membangun lebih banyak industri yang produktif. Industri ini akan mendukung dan meningkatkan stabilitas nasional yang dinamis dalam rangka meningkatkan ketahanan nasional. Hal ini sejalan dengan prinsip dan tujuan pengembangan industri sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 dan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian (Siburian dkk., 2023).

Ketersediaan bahan baku industri yang stabil dan berkelanjutan merupakan fondasi utama bagi pembangunan sektor manufaktur yang mandiri dan kompetitif. Dalam konteks industri petrokimia, bahan dasar yang berkualitas sangat penting untuk menjamin keberlangsungan industri hilir yang berdaya saing. Namun, saat ini perkembangan industri hilir di Indonesia belum diimbangi oleh pertumbuhan industri hulu, sehingga Indonesia masih harus mengimpor berbagai produk hulu sebagai bahan baku. Salah satu contohnya adalah senyawa propilena (propena), yang merupakan bahan utama dalam produksi berbagai produk petrokimia, namun sebagian besar kebutuhannya masih dipenuhi melalui impor.

Propilena merupakan senyawa petrokimia dasar serbaguna yang banyak digunakan dalam pembuatan bahan antara. Turunan dari propilena yang banyak diketahui adalah polipropilena, *acrylonitrile*, *propylene oxide*, *cumene*/fenol, *oxo alcohols*, asam akrilat, isopropil alkohol, dan *oligomers* (Ghashghaee dan Shirvani, 2019). Pembangunan pabrik propilena di Indonesia dapat mengurangi ketergantungan impor, mendorong pertumbuhan ekonomi, serta dapat membuka lapangan kerja baru di di sektor industri kimia, serta meningkatkan daya saing Indonesia di pasar global dalam pemenuhan kebutuhan propilena dunia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan Proses Produksi Propilena

Alkena ringan seperti etilena dan propilena tetap menjadi komponen dasar dalam sintesis kimia petrokimia dan organik di industri modern. Dalam beberapa tahun terakhir, ledakan produksi polypropylene menyebabkan konsumsi propilena meningkat sekitar 6,5% per tahun, sedikit lebih tinggi dibandingkan etilena yang tumbuh sekitar 5,2% per tahun. Selain untuk polimerisasi, sekitar 30% dari propilena dunia digunakan untuk produksi propilena oksida (9%), okso alkohol (8%), akrilonitril (7%), kumol (4%), dan berbagai zat kimia berharga lainnya. Proses tradisional seperti pirolisis termal dan perengkahan katalitik hidrokarbon masih menyumbang sekitar 70-75% dari total produksi propilena global, yang mencapai sekitar 95 juta ton pada tahun 2024. Namun, proses ini tidak sepenuhnya mampu memenuhi permintaan propilena yang terus meningkat di pasar petrokimia. Oleh karena itu, pengembangan metode produksi alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan menjadi sangat penting. Contoh teknologi produksi propilen yaitu seperti pirolisis dengan adanya katalis, *catalytic cracking* dalam, dehidrogenasi propana, metatesis, dan lain-lain (Guerra dkk., 2023).

Beberapa dari proses ini menghasilkan produksi propilena dari jenis bahan baku tertentu dengan selektivitas 80% atau lebih tinggi. Selain sangat meningkatkan profitabilitas produksi propilena, penggunaan bahan baku gas memungkinkan solusi masalah lingkungan yang terkait dengan kebutuhan pemanfaatan gas minyak terkait. Berdasarkan informasi ilmiah, teknis, dan paten yang diperoleh selama 20 tahun terakhir. Tidak ada catatan sejarah tentang siapa yang menemukan senyawa propena. Namun, beberapa orang dikatakan telah menemukan reaksi pemisahan dan pembentukan propena, yang digunakan dalam produksi massal di industri. Beberapa orang juga berperan dalam penamaan hidrokarbon, yang memainkan peran tidak langsung dalam sejarah propena sendiri. Agustus Wilheim von Hofmann mengusulkan penamaan hidrokarbon (IUPAC) pada tahun 1880-an.

Dua sumber utama produksi propilena saat ini adalah produk samping dari proses steam cracking bahan baku cair seperti nafta, LPG, serta gas hasil samping dari unit *Fluid Catalytic Cracking* (FCC). Selain itu, propilena juga semakin banyak diproduksi melalui teknologi dehidrogenasi propana (PDH) dan metatesis. Proses dehidrasi isopropanol kini menjadi alternatif penting yang berkembang pesat,

menawarkan cara efisien dan ramah lingkungan untuk menghasilkan propilena. Meskipun produk samping dari perengkahan nafta dan LPG masih mendominasi produksi global, diversifikasi teknologi ini penting untuk memenuhi permintaan propilena yang terus meningkat dan meningkatkan efisiensi produksi.

Banyak teknologi baru, seperti perengkahan katalitik nafta, sedang dikembangkan sebagai alternatif untuk perengkahan uap hidrokarbon. Tujuannya untuk mencapai hasil tinggi olefin ringan dan mengurangi modal dan biaya operasi. Bagian dari teknologi produksi propilena didasarkan pada interkonversi katalitik dari olefin C_4-C_8 dalam *fixed bed reactor* atau *fluidized bed reactor*. Pengembangan proses juga terjadi pada bahan baku dikarenakan permintaan olefin yang meningkat. Saat ini terdapat dua proses dalam produksi propilena, yaitu *Methanol to Olefin* (MTO) dan *Methanol to Propylene* (MTP). Kedua proses diatas dimulai dengan mengkonversikan gas alam menjadi metanol (Putra, 2023).

Saat ini, seperti 50 tahun yang lalu, pirolisis bahan baku hidrokarbon menjadi dasar produksi propilena dunia. Seiring meningkatnya kebutuhan proses yang lebih selektif dan efisien, teknologi alternatif seperti dehidrasi isopropanol (IPA) mulai dikembangkan. Proses ini menawarkan selektivitas yang lebih tinggi terhadap propilena, berlangsung pada suhu lebih rendah dibanding pirolisis, dan menghasilkan produk yang lebih murni, sehingga cocok untuk skala menengah dan kebutuhan fleksibel. Dibandingkan proses dehidrogenasi propana (PDH) atau metatesis olefin, dehidrasi IPA memiliki keunggulan dari sisi kemurnian produk dan potensi integrasi dengan sumber IPA domestik. Selain itu, kebutuhan energi yang lebih rendah membuatnya lebih menarik dari sisi efisensi proses. Proses ini juga lebih mudah dioperasikan dan cocok untuk wilayah dengan keterbatasan infrastruktur berat seperti reaktor pirolisis yang ukurannya cukup besar.

Melihat potensi bahan baku yang tersedia di dalam negeri, ketersediaan IPA baik dari proses kimia maupun hasil konversi bioetanol memberikan peluang besar untuk pengembangan teknologi ini. Dengan tren global menuju proses kimia yang lebih bersih dan efisien, dehidrasi IPA ini dinilai mampu menjawab tantangan kemandirian industri petrokimia nasional. Oleh karena itu, dalam perancangan pabrik ini, dipilih proses dehidrasi isopropanol sebagai rute produksi propilena yang dinilai lebih sesuai dengan kondisi dan kebutuhan saat ini.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

Propilena merupakan salah satu senyawa petrokimia strategis yang berfungsi sebagai bahan baku penting dalam berbagai sektor industri. Di Indonesia, konsumsi propilena menunjukkan tren yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri hilir, namun kapasitas produksi dalam negeri masih terbatas sehingga sebagian besar kebutuhan propilena masih dipenuhi melalui impor. Fakta ini menunjukkan bahwa saat ini masih terdapat kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan propilena dalam negeri, yang sekaligus menjadi peluang besar untuk mendirikan pabrik propilena di Indonesia.

Tujuan utama pendirian pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan propilena domestik secara mandiri dan mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor, yang tidak hanya berpengaruh terhadap neraca perdagangan negara, tetapi juga berdampak pada stabilitas pasokan bahan baku industri strategis. Propilena digunakan secara luas sebagai bahan baku dalam produksi polipropilena (PP), yang merupakan jenis plastik termoplastik penting di industri kemasan makanan dan minuman, otomotif, elektronik, alat rumah tangga, tekstil *nonwoven*, dan perlengkapan medis. Selain itu, propilena juga digunakan dalam sintesis bahan kimia turunan lainnya seperti akrilonitril (untuk serat akrilik), *cumene* (untuk fenol dan aseton), isopropil alkohol (untuk pelarut), dan propilen oksida (untuk poliuretan dan surfaktan). Karena banyak industri sangat bergantung pada senyawa ini, maka pendirian pabrik propilena dapat menjaga kelancaran pasokan bahan baku di dalam negeri. Dengan adanya pasokan yang stabil, proses produksi di berbagai sektor industri dapat berjalan tanpa terganggu oleh ketidakpastian impor.

Secara ekonomi, keberadaan pabrik propilena di dalam negeri akan memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Pabrik ini tidak hanya berfungsi sebagai pusat produksi, tetapi juga dapat menjadi lokomotif penggerak kegiatan ekonomi di sektor terkait, seperti transportasi bahan baku, distribusi produk, penyediaan utilitas industri, hingga sektor jasa penunjang lainnya. Dampak ekonomi langsungnya antara lain berupa peningkatan nilai tambah dalam negeri (local value creation), penghematan devisa dari impor, serta potensi peningkatan ekspor bila kapasitas produksi melebihi kebutuhan domestik.

Dari sisi sosial, pendirian pabrik ini juga akan memberikan peluang bertambahnya lapangan pekerjaan. Secara langsung, pabrik membutuhkan tenaga kerja untuk pengoperasian unit proses, pengawasan, teknisi pemeliharaan, laboran, serta staf administrasi dan manajemen. Secara tidak langsung, pertumbuhan kawasan industri akibat pendirian pabrik juga mendorong tumbuhnya sektor penunjang lain seperti logistik, katering industri, pelatihan vokasi, hingga usaha mikro dan menengah (UMKM) di sekitar kawasan. Hal ini akan berdampak pada peningkatan pendapatan masyarakat lokal dan berkontribusi terhadap pemerataan pembangunan ekonomi regional. Dengan demikian, pendirian pabrik propilena di Indonesia merupakan langkah strategis yang tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri, tetapi juga memberikan manfaat luas dari sisi ekonomi makro, ketahanan industri nasional, dan pemberdayaan masyarakat.

1.4. Sifat Fisika dan Kimia

Berikut sifat fisika dan kimia dari masing-masing bahan baku utama, katalis, serta pelarut yang digunakan serta sifat fisika dan kimia dari produk utama yang dihasilkan dalam proses produksi produk propilena.

1.4.1. Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi propilena adalah isopropanol. Adapun sifat-sifat fisika dan kimia dari senyawa isopropanol yang digunakan dalam proses pembuatan propilena terdapat dalam **Tabel 1.1** berikut ini.

Tabel 1.1. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku Utama

Parameter	Isopropanol
Rumus molekul	C_3H_8O
Bentuk fisik (25 ºC)	Liquid
Warna	Tidak berwarna
Berat molekul (g/mol)	60,096
Densitas (g/cm^3)	0,786
Titik didih (K)	355,41
Titik lebur (K)	185,28
Temperatur kritis (K)	508,31
Tekanan kritis (bar)	47,64

(Sumber: Yaws, 1999)

1.4.2. Katalis

Katalis yang digunakan dalam proses produksi propilena tersebut antara lain *amorphous silica-alumina*. Adapun sifat-sifat fisik dan kimia dari katalis tersebut terdapat dalam **Tabel 1.2**.

Tabel 1.2. Sifat Fisika dan Kimia Katalis

Parameter	Silika	Alumina
Rumus molekul	SiO_2	Al_2O_3
Bentuk fisik (25 ºC)	Solid	Solid
Warna	Putih	Putih
Berat molekul (g/mol)	60,084	101,961
Densitas (g/cm^3)	2,65	3,99
Titik didih (K)	2503,20	3253,15
Titik lebur (K)	1883,00	2325,00
Temperatur kritis (K)	4076,87	5355,00
Tekanan kritis (bar)	336,18	1953,20

(Sumber: Yaws, 1999)

1.4.3. Pelarut

Pelarut yang digunakan dalam proses produksi propilena tersebut ialah air. Adapun sifat-sifat fisik dan kimia dari pelarut yang digunakan tersebut terdapat dalam **Tabel 1.3.**

Tabel 1.3. Sifat Fisika dan Kimia Pelarut

Parameter	Air
Rumus molekul	H_2O
Bentuk fisik (25 ºC)	Liquid
Warna	Tidak berwarna
Berat molekul (g/mol)	18,015
Densitas (g/cm^3)	0,995
Titik didih (K)	373,15
Titik lebur (K)	273,15
Temperatur kritis (K)	647,13
Tekanan kritis (bar)	220,55

(Sumber: Yaws, 1999)

1.4.4. Produk

Adapun sifat-sifat fisik dan kimia dari produk utama yang dihasilkan tersebut terdapat dalam **Tabel 1.4.**

Tabel 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Produk

Parameter	Propilena
Rumus molekul	C_3H_6
Bentuk fisik (25 ºC)	Gas
Warna	Tidak berwarna
Berat molekul (g/mol)	42,081
Densitas (g/cm^3)	0,52
Titik didih (K)	225,43
Titik lebur (K)	87,90
Temperatur kritis (K)	365,00
Tekanan kritis (bar)	46,20

(Sumber: Yaws, 1999)

1.5. Proses Pembuatan Propilena

Senyawa Propilena dapat diproduksi melalui beberapa proses. Proses-proses pembuatan Propilena tersebut, seperti *Metatesis*, *Steam Cracking*, *Residue Catalytic Cracking* (RCC), *Dehydrogenation of Propane*, dan juga *Dehydration of Isopropanol*. Pemilihan proses produksi propilena sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku, kebutuhan produksi, dan efisiensi ekonomi.

1.5.1. *Metathesis*

Olefin *metatesis* merupakan reaksi yang berguna untuk memproduksi propilena dari etilena dan butena menggunakan beberapa senyawa transisi logam sebagai katalis. Dalam perkembangannya, reaksi dapat dilakukan tanpa menggunakan etilena sebagai umpan. Metatesis berlangsung pada kondisi temperatur 500-600°C, tekanan atmosfer serta menggunakan katalis *mesoporous silica* yang diisi *metal oxide* dengan konversi 79,9% dan selektivitas propilena mencapai 74,2%. Proses ini menggunakan *fluidized bed reactor*. Produk utamanya adalah propilena dan etilen (Shaikh dkk., 2018). Proses metatesis memerlukan investasi yang tidak terlalu mahal namun hasil yang didapatkan cukup tinggi. Keunggulan lain adalah produk samping etilen yang sangat dibutuhkan industri.

Bersamaan dengan dehidrogenasi propana, metatesis etilen dengan butena digunakan untuk mencapai selektivitas produksi propana yang tinggi; seperti dehidrogenasi, itu menyumbang sekitar 4% dari produksi propilena dunia. Ada dua proses metatesis industri: OCT (Lummus Technology Inc.) dan Meta4 (Axens)

1.5.2. *Dehydrogenation of Propane*

Dehidrogenasi propana merupakan salah satu metode utama yang banyak digunakan dalam industri petrokimia untuk memproduksi propilena secara langsung dari propana. Proses ini tergolong sangat endotermik, sehingga membutuhkan suhu operasi tinggi dan tekanan rendah agar konversi reaksi berlangsung secara optimal. Umumnya, proses ini berlangsung pada suhu antara 570–700°C dan tekanan sekitar 1–5 bar. Dalam reaktor, propana mengalami reaksi dehidrogenasi dengan bantuan katalis, biasanya berupa logam platina (Pt) yang disangga pada alumina (Al_2O_3), membentuk propilena dan gas hidrogen sebagai produk samping. Penggunaan katalis Pt/Al_2O_3 terbukti mampu menghasilkan konversi propana sekitar 39% dan selektivitas propilena mencapai 88% (Pipitone dkk, 2022). Reaktor yang umum digunakan adalah tipe tubular fixed-bed atau fluidized bed, tergantung pada desain sistem operasi dan strategi pengendalian regenerasi katalis.

Secara umum, tahapan proses dehidrogenasi propana dimulai dari pemanasan campuran umpan hingga mencapai suhu reaksi, kemudian dialirkan ke dalam reaktor tempat berlangsungnya reaksi dehidrogenasi. Setelah keluar dari reaktor, gas panas yang mengandung campuran produk didinginkan dan dialirkan ke unit pemisahan untuk memisahkan propilena dari hidrogen, propana yang tidak bereaksi, serta produk samping lainnya. Propana yang tidak bereaksi dapat didaur ulang kembali ke reaktor untuk meningkatkan efisiensi proses. Katalis juga memerlukan regenerasi secara berkala karena terjadi penurunan aktivitas akibat pembentukan kokas pada permukaannya.

Selain metode konvensional, terdapat pula pendekatan dehidrogenasi oksidatif, yang melibatkan penambahan oksida seperti O_2, CO_2, SO_2, atau N_2O ke dalam umpan reaksi. Metode ini memiliki keunggulan dalam menurunkan suhu operasi dan memperlambat pembentukan kokas, sehingga memperpanjang umur katalis. Namun, tantangan utama dari proses ini adalah rendahnya selektivitas

terhadap propilena akibat terjadinya pembentukan produk samping seperti karbon monoksida dan karbon dioksida. Oleh karena itu, meskipun menarik dari sisi teknis, penerapan dehidrogenasi oksidatif secara komersial masih terbatas dan terus menjadi fokus dalam pengembangan teknologi katalis di masa depan.

Dalam beberapa dekade terakhir, proses *Propane Dehydrogenation* (PDH) semakin diminati oleh industri karena kemampuannya menghasilkan propilena dengan kemurnian tinggi serta potensi integrasi dengan kilang atau fasilitas gas alam. Teknologi PDH ini cocok diterapkan di wilayah yang memiliki pasokan propana berlimpah dan harga bahan baku yang kompetitif. Beberapa teknologi komersial yang telah banyak digunakan antara lain *Oleflex* (UOP) dan Catofin (*Lummus Technology*), yang masing-masing mengadopsi sistem reaktor *fixed-bed* dengan regenerasi katalis yang digunakan secara berkala atau kontinu.

1.5.3. *Steam Cracking*

Proses produksi propilena melalui steam cracking merupakan salah satu metode utama dan paling mapan dalam industri petrokimia untuk menghasilkan olefin ringan, terutama etilena dan propilena. Proses ini melibatkan pemanasan hidrokarbon jenuh seperti nafta, etana, propana, atau LPG bersama uap air (*steam*) pada suhu sangat tinggi, yaitu sekitar 750–850°C, dan pada tekanan relatif rendah, umumnya 1–2 atm, di dalam sebuah *furnace* pirolisis. Dalam kondisi ekstrem ini, molekul hidrokarbon mengalami cracking termal, yaitu pemutusan ikatan karbon-karbon melalui reaksi radikal bebas, menghasilkan campuran gas yang terdiri dari molekul-molekul kecil, termasuk etilena, propilena, butadiena, dan sebagainya.

Uap air (*steam*) dalam proses ini tidak hanya berfungsi sebagai media pengencer (*diluent*), namun *steam* juga membantu menurunkan *partial pressure* hidrokarbon, sehingga mempercepat laju reaksi cracking dan mencegah pembentukan kokas (endapan karbon padat) pada dinding furnace. Setelah proses *cracking* berlangsung, produk gas panas segera didinginkan secara cepat melalui *quenching* untuk menghentikan reaksi lanjutan yang tidak diinginkan. Gas hasil *cracking* selanjutnya dialirkan ke serangkaian unit pemisahan, yang umumnya terdiri dari kompresor, de-*methanizer*, de-*ethanizer*, de-*propanizer*, dan de-*butanizer*, untuk memisahkan fraksi-fraksi gas berdasarkan titik didihnya.

Dalam sistem ini, propilena biasanya dihasilkan sebagai produk samping (*by-product*) dari proses utama yang menargetkan etilena, terutama saat menggunakan nafta atau LPG sebagai bahan baku. Selektivitas terhadap propilena sangat tergantung pada jenis umpan dan kondisi operasi yang digunakan, termasuk suhu, waktu tinggal (*residence time*), dan rasio *steam-to-hydrocarbon*. Sebagai contoh, penggunaan nafta sebagai umpan cenderung menghasilkan distribusi produk yang lebih luas, dengan selektivitas propilena berkisar antara 15–35% dan konversi total hidrokarbon mencapai 70–80% (Rahman dkk., 2020).

Meskipun efisien dan fleksibel dalam menerima berbagai jenis umpan, proses steam cracking bersifat sangat energi-intensif, memerlukan bahan tahan panas tinggi, dan menghasilkan propilena dalam jumlah yang tidak dominan. Oleh karena itu, untuk kebutuhan industri yang secara khusus menargetkan propilena sebagai produk utama, metode lain seperti dehidrasi isopropanol atau *propane dehydrogenation* (PDH) masih sering dipertimbangkan sebagai metode alternatif yang saat ini masih dinilai lebih selektif dan ekonomis.

1.5.4. *Dehydration of Isopropanol*

Propilena dapat diproduksi melalui proses dehidrasi isopropanol, yaitu suatu reaksi kimia di mana gugus hidroksil (–OH) pada molekul isopropanol dihilangkan dalam bentuk air, menghasilkan senyawa hidrokarbon tak jenuh berupa propilena. Proses ini biasanya dibantu oleh katalis padat seperti alumina atau silika-alumina, dan termasuk ke dalam jenis reaksi endotermis. Dehidrasi isopropanol merupakan salah satu metode alternatif yang efisien dan selektif untuk menghasilkan propilena, terutama pada skala produksi menengah.

Kondisi operasi yang umum digunakan dalam proses ini meliputi suhu sekitar 280°C dan tekanan sekitar 0,3 MPa. Dengan pemilihan katalis dan kondisi reaksi yang tepat, proses ini mampu mencapai konversi isopropanol hingga lebih dari 96%, dengan selektivitas terhadap propilena di atas 85%. Keunggulan lain dari proses ini adalah desain reaktornya yang lebih sederhana serta tidak memerlukan pemisahan produk yang kompleks seperti pada proses pirolisis. Proses dehidrasi isopropanol lebih mudah dioperasikan dan lebih hemat energi.

Propilena dapat diproduksi melalui proses dehidrasi isopropanol, yaitu suatu reaksi kimia di mana gugus hidroksil (–OH) pada molekul isopropanol

dihilangkan dalam bentuk air, menghasilkan senyawa hidrokarbon tak jenuh berupa propilena. Proses ini biasanya dibantu oleh katalis padat seperti alumina atau silika-alumina, dan termasuk ke dalam jenis reaksi endotermis. Dehidrasi isopropanol merupakan salah satu metode alternatif yang efisien dan selektif untuk menghasilkan propilena, terutama pada skala produksi menengah.

Selain efisiensi dan kesederhanaan prosesnya, dehidrasi isopropanol juga menjadi pilihan yang menarik karena bahan baku isopropanol dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk sebagai produk dari proses hidrasi propilena. Hal ini memungkinkan terjadinya siklus produksi dua arah antara propilena dan isopropanol, sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dan juga efisiensi dalam pengelolaan bahan baku. Kebutuhan energi yang lebih rendah dibandingkan proses seperti steam cracking atau dehidrogenasi propana, dehidrasi isopropanol lebih ramah lingkungan dan cocok digunakan dalam pabrik skala kecil hingga menengah, terutama di wilayah yang memiliki ketersediaan isopropanol yang stabil. Hal ini menjadikan metode ini sebagai salah satu opsi yang cukup efisien.

Tabel 1.5. Perbandingan Proses Pembuatan Propilena

Jenis Proses	Kondisi Operasi	Bahan Baku	Konversi
Metatesis	T = 500 – 600 °C P = 30 – 35 atm	Etilena dan Butena	79,9%
Dehidrogenasi Propana	T = 570 – 700 °C P = 1 – 5 atm	Propana	39%
Steam Cracking	T = 750 – 800 °C P = 1 – 2 atm	Hidrokarbon jenuh (Nafta, Etana, Propana, atau LPG)	70-80%
Dehidrasi Isopropanol	T = 280 – 330 °C P = 1,9 – 2,9 atm	Isopropanol	96,8-99,8%

DAFTAR PUSTAKA

Almeida, C. M. R., Ghica, M. E., dan Durães, L. 2020. An overview on alumina-silica-based aerogels. *Advances in Colloid and Interface Science*. Vol. 282(1): 1-25.

Badan Pusat Statistik. 2024. *Ekspor dan Impor*. (Online). https://www.bps.go.id/exim/. (Diakses pada 29 Oktober 2024).

Baker, R. W. 2004. *Membrane Technology and Applications*. England: British Library Cataloguing in Publication Data.

Chen, C., Cheng, Y., Peng, L., Zhang, C., Wu, Z., Gu, X., Wang, X., dan Murad, S. 2019. Fabrication and Stability Exploration of Hollow Fiber Mordenite Zeolite Membranes for Isopropanol/Water Mixture Separation. *Microporous and Mesoporous Materials*. Vol. 1(395): 347-355.

Dubois, J. L., Postole, G., Silvester, L., dan Auroux, A. 2022. Catalytic Dehidration of Isopropanol to Propylene. *Catalyst*. Vol. 12(1097): 1-23.

Felder, R. M., dan Rousseau, R.W. 2005. *Elementary Principles of Chemical Process 3rd Edition*. United State of America: John Wiley & Sons, Inc.

Fogler, H. S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering 5th Edition*. USA: Pearson Education, Inc.

Ghashghaee, M., dan Shirvani, S .2019. Catalytic transformation of ethylene to propylene and butene over an acidic Ca-incorporated composite nanocatalyst. *Applied Catalysis A: General*. Vol. 569: 20-27.

Guerra, F. B., Cavalcante, R. M., dan Young, A. F. 2023. Green Propylene and Polypropylene Production from Glycerol: Process Simulation and Economic Evaluation. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. Vol. 11(7): 2752-2763.

Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer International Student Edition*. Jepang: McGraw-Hill.

Matche. 2014. *Data Harga Peralatan*. (Online). https://www.matche.com. (Diakses pada 20 Juni 2025).

Perangin-angin, S. J. B., Siburian, N. A., Nst, R. A., dan Batubara, M. 2023. Analisis Dampak Covid-19 terhadap Pasar Modal Industri Transportasi

Indonesia: Studi Kasus pada Index Saham Perusahaan Transportasi di BEI Tahun 2020. *Economic Reviews Journal*. Vol. 2(1): 46-54.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional Tahun 2015-2035.

Peters, M. S., dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering 4th Edition*. New York: McGraw-Hill.

Pipitone, G., Zoppi, G., Pirone, R., dan Bensaid, S. 2022. A critical review on catalyst design for aqueous phase reforming. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 47(1): 151–180.

Putra, I. W. A. W., Sukadana, I. G. K., Tenaya, I. G. N. P., dan Widiarta, I. P. 2023. The Effect of Types of Biogas and Methanol Purification and Loading as Fuel for Four-Stroke Generators on Exhaust Emissions. *Natural Sciences Engineering and Technology Journal*. Vol. 3(2): 200-205.

Qiao, K., Zhou, F., Yang, X., Ma, H., Jiang, R., Zhang, S., Jin, P., dan Peng, S. 2023. *Process for Producing High-purity Propylene via Isopropanol Dehydration*. U.S. Patent Application No. US 2023/0357102 A1.

Rahman, S. A. N., Irawan, A., dan Kurniawan, T. 2020. Konversi Hidrokarbon menjadi Olefin melalui Perengkahan Termal dan Katalitik. *Jurnal Integrasi Proses*. Vol. 10(1): 35–44.

Shaikh, S., Aqil, J., dan Zhonglin, Z. 2019. *Systems and Methods For Producing Propylene*. U.S. Patent No. 10,214,466 B2. Dhahran: Saudi Arabian Oil Company.

Smith, J.M., Van Ness, H. C., dan Abbott, M. M. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. New York: McGraw-Hill.

Smith, J.M., Van Ness, H. C., dan Abbott, M. M. 2018. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 8th Edition*. New York: McGraw-Hill.

Treyball, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations*. Singapore: McGraw-Hill.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas.

Vilbrandt, F. C., dan Dryden, C. E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment*. USA: A Division of Reed Publishing

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