

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN PROPILEN GLIKOL
KAPASITAS 59.000 TON/ TAHUN**



SKRIPSI

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

Oleh:

Felix Bastanta Bangun

03031282126035

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN
PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN PROPILEN GLIKOL
KAPASITAS 59.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh :

Felix Bastanta Bangun (03031282126035)

Palembang, 14 Juli 2025

Pembimbing,



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

NIP. 198010312005011003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi dengan Judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propilen Glikol Kapasitas 59.000 Ton Per Tahun" telah dipertahankan Felix Bastanta Bangun dan Muhammad Rhido Gilang Saputra. Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juni 2025.

Palembang, 01 Juli 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

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

()

1. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T, M.T.
NIP. 197503261999032002

()

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

()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



A. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502012000122001

Palembang, 01 Juli 2025

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. David Bahrin, S.T, M.T.
NIP. 198010312005011003

HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Felix Bastanta Bangun 03031282126035

Judul:

"PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PROPILLEN GLIKOL KAPASITAS 59.000 TON/TAHUN"

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juni 2025 oleh Dosen Penguji:

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

()

3. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T, M.T.
NIP. 197503261999032002

()

3. Dr. Selpiana, S.T, M.T.
NIP. 197809192003122001

()

Palembang, 14 Juli 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. David Bahrin, S.T, M.T.
NIP. 198010312005011003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Felix Bastanta Bangun

NIM : 03031282126035

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Propilen Glikol
Kapasitas 59.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner saya atas nama **Felix Bastanta Bangun** 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, Juli 2025



Felix Bastanta Bangun

NIM. 03031282126035



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Propilen Glikol Kapasitas 59.000 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. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 2) Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Bapak Dr. Ir. David Bahrin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir.
- 4) Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Seluruh staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 6) Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan motivasi, saran, serta dukungan yang terbaik.

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

Palembang, Juni 2025

Penulis

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL KAPASITAS 59.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Juni 2025

Felix Bastanta Bangun dan Muhammad Rhido Gilang Saputra; Dibimbing oleh Dr. Ir. David Bahrin, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik pembuatan bahan propilen glikol dengan kapasitas 59.000 ton/tahun direncanakan untuk berdiri pada tahun 2030 di Manyarejo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, yang diperkirakan memiliki luas area seluas 8,7 ha. Proses pembuatan senyawa ini mengacu kepada paten dengan nomor WO2023196469A1. Bahan baku yang digunakan yaitu gliserol dan hidrogen. Reaksi terjadi pada dua reaktor dengan jenis *multitubular fixed bed reactor* (220°C, 2 atm) dan *trickle bed reactor* (200°C, 4 atm). Pabrik produksi propilen glikol ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh direktur. Sistem organisasi perusahaan ini adalah *line and staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 173 orang. Pabrik ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi:

a. Hasil penjualan per tahun	= US\$ 109.434.207,17
b. Biaya produksi per tahun	= US\$ 59.529.628,65
c. <i>Annual Cash Flow</i>	= US\$ 44.646.726,39
d. <i>Pay Out Time</i>	= 2,59 tahun
e. <i>Rate of Return on Investment</i>	= 32,55%
f. <i>Discounted Cash Flow-ROR</i>	= 38,76 %
g. <i>Break Even Point</i>	= 28,78%
h. <i>Service Life</i>	= 11 tahun

Kata kunci : Propilen Glikol, *Fixed Bed Reactor*, Perseroan Terbatas

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan Proses Propilen Glikol	2
1.3. Proses Pembuatan Propilen Glikol	3
1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk	5
BAB II PERENCANAAN PABRIK	8
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	8
2.2. Penentuan Kapasitas Produksi.....	8
2.3. Pemilihan Proses	11
2.4. Pemilihan Bahan Baku	14
2.5. Uraian Proses.....	16
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	18
3.1. Lokasi Pabrik.....	18
3.2. Tata Letak Pabrik	22
3.3. Perkiraan Luas Pabrik	23
3.4. Pertimbangan Tata Letak Peralatan.....	24

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	26
4.1. Neraca Massa	26
4.1.1. Mixing Point (MP-01).....	26
4.1.2. Evaporator 01 (EV-01).....	26
4.1.3. Reaktor 01 (R-01).....	27
4.1.4. Mixing Point 02 (MP-02).....	27
4.1.5. Parsial Condensor 01 (PC-01).....	27
4.1.6. Knock Out Drum (KOD-01).....	27
4.1.7. Evaporator 02 (EV-02).....	28
4.1.8. Reaktor 2 (R-02)	28
4.1.9. Mixing Point 4 (MP-04).....	28
4.1.10. Kolom Distilasi-01 (KD-01)	29
4.1.11. Condensor 01 (CD-01).....	29
4.1.12. Accumulator-01 (ACC-01).....	29
4.1.13. Reboiler-01 (RB-01)	30
4.1.14. Mixing Point (MP-05).....	30
4.2. Neraca Panas	30
4.2.1. Cooler 1-A (C-01 A)	30
4.2.2. Cooler 1-B (C-01 B).....	31
4.2.3. Cooler 2-A (C-02 A)	31
4.2.4. Cooler 2-B (C-02 B).....	31
4.2.5. Cooler 2-C (C-02 C).....	32
4.2.6. Cooler 3-A (C-03 A)	32
4.2.7. Cooler 3-B (C-03 B).....	32
4.2.8. Cooler 4 (C-04)	32
4.2.9. Cooler 5-A (C-05 A)	32

4.2.10.	Cooler 5-B (C-05 B).....	33
4.2.11.	Cooler 5-C (C-05 C).....	33
4.2.12.	Kolom Distilasi-01 (KD-01)	33
4.2.13.	Condenser-01 (CD-01).....	33
4.2.14.	Accumulator-01 (ACC-01)	34
4.2.15.	Reboiler-01 (RB-01)	34
4.2.16.	Evaporator-01 (EV-01).....	34
4.2.17.	Evaporator-02 (EV-02).....	35
4.2.18.	Heater-01 A (H-01 A)	35
4.2.19.	Heater 01-B (H-01 B).....	35
4.2.20.	Heater 02 (H-02)	35
4.2.21.	Knock Out Drum-01 (KOD-01)	36
4.2.22.	Mixing Point (MP-01)	36
4.2.23.	Mixing Point-02 (MP-02)	36
4.2.24.	Mixing Point-03 (MP-03).....	36
4.2.25.	Mixing Point-04 (MP-04).....	36
4.2.26.	Partial Condensor-01 (PC-01).....	36
4.2.27.	Reaktor-01 (R-01)	37
4.2.28.	Reaktor-02 (R-02)	37
BAB V UTILITAS.....		38
5.1.	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	38
5.2.	Unit Pengadaan Air	39
5.3.	Unit Pengadaan Listrik	42
5.4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar	44
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN		46
6.1.	Cooler-01A	46

6.2.	Cooler-01B	46
6.3.	Cooler-02A	47
6.4.	Cooler-02B	47
6.5.	Cooler-02C	48
6.6.	Cooler-03A	49
6.7.	Cooler-03B	49
6.8.	Cooler-04	50
6.9.	Cooler-05 A	51
6.10.	Cooler-05 B	51
6.11.	Cooler-05 C	52
6.12.	Kolom Distilasi-01	52
6.13.	Condensor-01	54
6.14.	Accumulator-01	54
6.15.	Reboiler-01	55
6.16.	Evaporator-01	56
6.17.	Evaporator-02	56
6.18.	Heater-01A	57
6.19.	Heater-01B	57
6.20.	Heater-02	58
6.21.	Kompresor-01	59
6.22.	Knock Out Drum-01	59
6.23.	Partial Condensor-01	60
6.24.	Pump-01	61
6.25.	Pump-02	62
6.26.	Pump-03	63
6.27.	Reaktor-01	63

6.28.	Reaktor-02	64
6.29.	Tangki-01	65
6.30.	Tangki-02	66
6.31.	Tangki -03	66
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN		68
7.1.	Bentuk Organisasi Perusahaan	68
7.2.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	69
7.3.	Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab	70
7.4.	Sistem Kerja.....	72
7.5.	Penentuan Jumlah Karyawan	73
BAB VIII ANALISIS EKONOMI.....		77
8.1.	Profitabilitas (Keuntungan)	77
8.2.	Lama Waktu Pengembalian Modal	79
8.3.	Total Modal Akhir	80
8.4.	Laju Pengembalian Modal.....	82
8.5.	Break Even Point (BEP).....	83
BAB IX KESIMPULAN		86
DAFTAR PUSTAKA		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Pabrik	19
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pabrik di Manyarejo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur,	19
Gambar 3.3 Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Samantor Gas Industri Gresik	20
Gambar 3.4 Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan CV Berlian Jaya	20
Gambar 3.5 Tata Letak Pabrik Pembuatan Propilen Glikol	23
Gambar 3.6 Tata letak alat Pabrik Pembuatan Propilen Glikol	25
Gambar 8.1. Grafik Break Even Point (BEP).....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Impor Propilen Glikol Di Indonesia.....	8
Tabel 2.2 Tingkat Pertumbuhan Rata-Rata Propilen Glikol Di Indonesia	9
Tabel 2.3 Perbandingan Proses Pembuatan Propilen Glikol	11
Tabel 3.1 Luas Area Lahan Pabrik.....	23
Tabel 5.1 Kebutuhan Utilitas	38
Tabel 5.2 Peralatan dengan Kebutuhan Steam 250°C	39
Tabel 5.3 Total Kebutuhan Steam.....	39
Tabel 5.4 Kebutuhan Air Pendingin	40
Tabel 5.5 Kebutuhan Air.....	42
Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik Peralatan	42
Tabel 5.7 Kebutuhan Listrik Pabrik Propilen Glikol.....	44
Tabel 5.8 Kebutuhan Bakar Bakar.....	45
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal Kerja Karyawan Shift	73
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan Pabrik Pembuatan Propilen Glikol	75
Tabel 8.1 Tabel Penjualan Produk	78
Tabel 8.2 Rincian Angsuran Pengembalian Modal	80
Tabel 8.3 <i>Kesimpulan Analisis Ekonomi</i>	84

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	90
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	119
LAMPIRAN III SPESIFIKASI ALAT.....	180
LAMPIRAN IV ANALISA EKONOMI.....	305
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....	328

DAFTAR NOTASI

1. COOLER, HEATER, EVAPORATOR.

A	: Area perpindahan panas, ft^2
C	: <i>Clearance</i> antar <i>tube</i> , in
De	: Diameter ekivalen, in
f	: friksi, ft^2/in^2
Ga	: Laju alir massa fluida pada <i>shell</i> , $\text{lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$
Gp	: Laju alir massa fluida pada <i>tube</i> , $\text{lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$
g	: Percepatan gravitasi, m/s^2
h	: Koefisien perpindahan panas, $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}$
hi,hio	: Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar <i>tube</i> , $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}$
Jh	: Faktor perpindahan panas
k	: Konduktivitas termal, $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}$
L	: Panjang <i>tube</i> , pipa, ft
LMTD	: <i>Logaritmic Mean Temperature Difference</i> , $^\circ\text{F}$
N _t	: Jumlah <i>tube</i>
ΔP_a	: Penurunan tekanan pada <i>shell</i> , Psi
ΔP_p	: Penurunan tekanan <i>tube</i> , Psi
ID	: <i>Inside Diameter</i> , ft
OD	: <i>Outside Diameter</i> , ft
Q	: Beban panas pada <i>heat exchanger</i> , Btu/jam
R _d	: <i>Dirt factor</i> , $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}$
Re	: Bilangan <i>Reynold</i> , <i>dimensionless</i>
s	: <i>Specific gravity</i>
T ₁ ,T ₂	: Temperatur fluida panas <i>inlet</i> , <i>outlet</i> , $^\circ\text{F}$
t ₁ ,t ₂	: Temperatur fluida dingin <i>inlet</i> , <i>outlet</i> , $^\circ\text{F}$
T _c	: Temperatur rata-rata fluida panas, $^\circ\text{F}$
t _c	: Temperatur rata-rata fluida dingin, $^\circ\text{F}$
U _c , U _d	: <i>Clean overall coefficient</i> , <i>design overall coefficient</i> , $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}$
W ₁	: Laju alir massa fluida, lb/jam

W_2 : Laju alir massa fluida, lb/jam
 μ : Viskositas, cP

2. POMPA

A : Area alir pipa, in²
 BHP : *Brake Horse Power*, hp
 $D_{i\ opt}$: Diameter optimum pipa, in
 E : *Equivalent roughness*
 f : Faktor friksi
 FK : Faktor keamanan
 g_c : Percepatan gravitasi, ft/s²
 $H_{f\ suc}$: 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 lbm/lbf)
 H_{fe} : *Sudden expansion friction loss* (ft lbm/lbf)
 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_{uap} : Tekanan uap, Psi
 Q_f : Laju alir volumetrik, gallon/min
 V_f : Kapasitas pompa, lb/jam
 V : Kecepatan alir, ft/s
 ΔP : Beda tekanan, Psi

3. REAKTOR

Q_f : Laju volumetrik, m³/jam
 T : Temperatur reaksi, K
 E : Energi aktivasi, kJ/kmol

R	: Konstanta gas ideal, kJ/kmol.K
k _{ref}	: Konstanta reaksi pada suhu referensi
k _i	: Konstanta reaksi
C	: Konsentrasi reaktan, kmol/m ³
C _p	: Kapasitas panas, kJ/kmol
X	: Konversi, %
F	: Mol input, kmol
ΔH _{rx}	: Entalpi reaksi, kJ/kmol
r	: Laju reaksi, kmol/m ³
H _s	: Tinggi silinder, m
h	: Tinggi <i>ellipsoidal head</i> , m
H _R	: Tinggi total reaktor, m
H _{liq}	: Tinggi cairan, m
H _K	: Tinggi volume kosong, m
V _h	: Volume <i>head</i> reaktor, m ³
V _{TR}	: Volume total reaktor, m ³
V _K	: Volume katalis, m ³
W	: Berat katalis, kg
Φ _B	: Parameter asosiasi cairan
ρ	: Densitas, kg/m ³
σ	: Diameter molekul, cm
D	: Difusivitas, cm ² /s
th	: Ketebalan <i>ellipsoidal head</i> , in
t	: Ketebalan dinding silinder, in
P	: Tekanan dalam, psig
ΔP	: <i>Pressure drop</i> , bar
r _i	: Jari-jari dalam, in
S	: Tekanan maksimum material <i>carbon steel</i> , psi
E _j	: Joint efisiensi, <i>dimensionless</i>
C _c	: <i>Corrosion allowance</i> , in
OD	: <i>Outside diameter</i> , m
ID	: <i>Inside diameter</i> , m

4. TANGKI

- Cc : Tebal korosi yang diizinkan, in
D : Diameter tangki, m
E : Efisiensi penyambungan, *dimensionless*
He : Tinggi *head*, m
Hs : Tinggi silinder, m
Ht : Tinggi total tangki, m
P : Tekanan Desain, atm
S : *Working stress* yang diizinkan, psi
T : Temperatur Operasi, K
Vh : Volume ellipsoidal *head*, m³
Vs : Volume silinder, m³
Vt : Volume tangki, m³
W : Laju alir massa, kg/jam
5. ρ : Densitas, kg/m³

KOLOM DISTILASI

- P : Tekanan, atm
T : Temperatur, °C
 α : Volatilitas relatif
Nm : *Stage* minimum
L/D : *Refluks*
N : *Stage/tray*
m : *Rectifying section*
p : *Stripping section*
F_{LV} : *Liquid-vapor flow factor*
U_f : Kecepatan *flooding*, m/s
U_v : Laju volumetrik, m³ /s
A_n : *Net area*, m²
A_c : Luas area kolom, m²
D_c : Diameter kolom, m
A_d : *Downcomer area*, m²

Aa	: Active area, m ²
lw	: Weir length, m
Ah	: Hole area, m ²
hw	: Weir height, mm
dh	: Hole diameter, mm
Lm	: Liquid rate, kg/s
how	: Weir liquid crest, mm Liquid
Uh	: Minimum design vapor velocity, m/s
Co	: Orifice coefficient
hd	: Dry plate drop, mm Liquid
hr	: Residual Head, mm Liquid
ht	: Total pressure drop, mm Liquid
hap	: Downcomer pressure loss, mm
Aap	: Area under apron, m ²
Hdc	: Head loss in the downcomer, mm
hb	: Backup Downcomer, m
tr	: Check resident time, s
θ	: Sudut subintended antara pinggir plate dengan unperforated strip
Lm	: Mean length, unperforated edge strips, m
Aup	: Area of unperforated edge strip, m ²
Lcz	: Mean length of calming zone, m
Acz	: Area of calming zone, m ²
Ap	: Total area perforated, m ²
Aoh	: Area untuk 1 hole, m ²
t	: Tebal dinding, cm
D	: Diameter kolom, m
r	: Jari-jari kolom, m
S	: Tekanan kerja yang diizinkan, atm
Cc	: Korosi yang diizinkan, m
Ej	: Efisiensi pengelasan
OD	: Diameter luar, m
ID	: Diameter dalam, m

ρ : Densitas, kg/m^3
 μ : Viskositas, N.s/m^2
He : Tinggi tutup elipsoidal, m
Ht : Tinggi vessel, m

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai negara berkembang, Indonesia perlu meningkatkan daya saingnya dalam era globalisasi. Indonesia menunjukkan kemajuan yang pesat, terutama di sektor industri. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong Indonesia bergerak menuju industrialisasi. Pembangunan sektor industri Indonesia terus mengalami kemajuan, salah satunya di sektor industri kimia yang memproduksi barang setengah jadi (intermediate) dan barang jadi yang selanjutnya akan diolah untuk produksi barang yang nilai jual tinggi. Industri kimia merupakan salah satu dari lima sektor yang diprioritaskan dalam pengembangan industri manufaktur, mengingat produk-produk yang dihasilkannya memiliki peran penting dalam mendukung kelancaran operasional sektor industri manufaktur lainnya (Kemenperin, 2020). Salah satu langkah yaitu membangun industri propilen glikol dengan biaya kompetitif dan memanfaatkan hasil produk samping biodiesel dan optimalisasi lokasi zona industri.

Bahan kimia yang banyak digunakan di berbagai sektor industri dan masih banyak diimpor adalah Propilen glikol atau 1,2-propanediol. Penggunaan bahan propilen glikol dalam sektor industri seperti kosmetik, makanan, farmasi, bahan baku resin poliester tak jenuh, bahan aditif dalam industri pembuatan cat, dan humektan pada sediaan gel. Propilen glikol berperan dalam menjaga kelembapan produk-produk tersebut. Contohnya dalam produk kosmetik, propilen glikol tidak hanya berfungsi sebagai humektan tetapi juga sebagai agen antioksidan yang melindungi kulit dari radikal bebas.

Di Indonesia kebutuhan propilen glikol sangat besar, pada tahun 2016 Indonesia mengimpor propilen glikol sebesar 36.983.281 kg (Badan Pusat Statistik, 2017). Dan seiring jalannya waktu meningkat pada sebesar 40.151.939 kg pada tahun 2022. Pabrik yang memproduksi Propilen Glikol sendiri sejauh ini belum ada di Indonesia. Setelah melihat situasi tersebut, pembangunan pabrik produksi Propilen Glikol bisa dipertimbangkan. Pembangunan pabrik ini juga diharapkan dapat membantu Indonesia memenuhi kebutuhan Propilen Glikol dan juga dapat meningkatkan pendapatan negara untuk pertumbuhan ekonomi.

1.2. Sejarah dan Perkembangan Proses Propilen Glikol

Propilen glikol, yang juga dikenal dengan nama kimia 1,2-Propanediol, adalah sebuah cairan kental, tidak berwarna, dan memiliki sifat menyerap molekul air (higroskopis). Struktur kimia propilen glikol ($C_3H_8O_2$) terdiri atas atom karbon (C) yang terikat dengan empat atom hidrogen (H) dan dua grup hidroksil (-OH). Propilen glikol pertama kali dibuat pada tahun 1859 melalui proses hidrolisis. Pada tahun 1930, propilen glikol mulai diproduksi secara lebih luas dengan meningkatkan efisiensi proses. Pembuatan propilen glikol pada awalnya didasarkan melalui proses hidrasi langsung dari propilen. Produksi komersial pertama 1,2-propanediol dimulai pada tahun 1931 oleh Carbide and Carbon Chemicals Corp di Amerika Serikat. Proses pembuatan 1,2-propanediol ini menggunakan metode klorohidrin, di mana propilen oksida dihasilkan terlebih dahulu, kemudian dilakukan hidrasi untuk mengubahnya menjadi propilen glikol.

Kemajuan teknologi, industri kimia mulai mengembangkan teknologi untuk memproduksi propylene glikol dalam jumlah besar. Proses hidrasi propilena oksida semakin populer, terutama untuk memenuhi kebutuhan pasar yang lebih besar, baik untuk produk kosmetik, farmasi, maupun pelarut kimia. Penggunaan katalis dalam proses hidrasi propilena oksida terus berkembang. Proses menjadi lebih efisien dan ekonomis. Katalis yang digunakan mulai berfokus pada pengurangan energi dan peningkatan hasil produk (PG). Beberapa katalis yang digunakan antara lain berbasis asam fosfat atau asam sulfat. Produksi propilen glikol meningkat pada tahun 1988 dengan produksi sebesar 404.000 ton/ tahun dan terus meningkat hingga saat ini. Pada 1980-an, penggunaan Propilen glikol semakin meluas ke sektor-sektor baru, terutama dalam industri otomotif dan pembangkit listrik. Propilen glikol digunakan dalam cairan pendingin atau *antifreeze* karena kemampuannya untuk menurunkan titik beku dan meningkatkan konduktivitas termal. Pada abad ke-21, ada dorongan untuk mengembangkan proses yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu inovasi utama adalah produksi propilen glikol dari gliserol, yang merupakan produk samping dari produksi biodiesel. Proses ini menggunakan gliserol sebagai bahan baku dari produk samping biodiesel yang dimurnikan dari pengotor lalu menghasilkan gliserol murni yang akan diolah untuk menghasilkan propilen glikol.

1.3. Proses Pembuatan Propilen Glikol

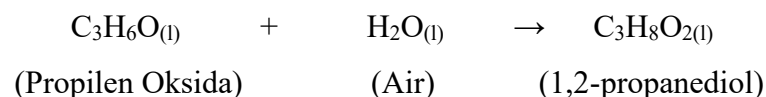
Proses pembuatan propilen glikol dapat dilakukan dengan berbagai metode, tergantung pada bahan baku yang digunakan. Secara umum, propilen glikol diproduksi dengan menggunakan propilen oksida sebagai bahan baku utama. Dikarenakan seiring dengan perkembangan teknologi, semakin banyak bahan baku dan metode lain yang ditemukan untuk memproduksi propilen glikol.

1.3.1 Proses Hidrasi Propilen Oksida

Proses hidrasi propilen oksida adalah metode yang umum digunakan secara komersial untuk memproduksi propilen glikol. Proses ini memanfaatkan propilen oksida yang dihasilkan melalui reaksi oksidasi selektif propilen, yang mengubahnya menjadi propilen oksida. Hidrasi propilen oksida dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu tanpa katalis, menggunakan katalis basa, atau dengan katalis asam.

1.3.1.1 Hidrasi Propilen Oksida tanpa Katalis

Propilen oksida dan air dicampur dan disimpan dalam tangki umpan, lalu dipompa ke reaktor. Reaksi di dalam reaktor berlangsung dalam fase cair, dengan tambahan etanol sebagai pelarut untuk propilen oksida. Hasil reaksi terdiri dari propilen glikol, sejumlah kecil dipropilen glikol, dan air sisa reaksi. Pemisahan awal dilakukan menggunakan separator untuk memisahkan sebagian air sisa reaksi, kemudian dilanjutkan dengan proses distilasi untuk pemurnian lebih lanjut. Reaksi terjadi pada suhu 120°C-190°C dan tekanan hingga 2170 kPa. Meskipun proses komersial biasanya menggunakan panas dan tekanan tanpa katalisator, katalis asam atau basa dapat digunakan untuk meningkatkan laju reaksi atau selektivitas produk (Kirk dan Othmer, 1983).



1.3.1.2 Hidrasi Propilen Oksida menggunakan Katalis

Proses ini serupa dengan proses hidrasi propilen oksida tanpa katalis, namun perbedaannya terletak pada penggunaan katalis asam. Rasio mol air (H₂O) dan propilen oksida (C₃H₆O) adalah 20:1, dengan katalis asam seperti asam sulfat atau metil format. Reaksi berlangsung dalam fase cair-cair. Dalam proses pembuatan propilen glikol, suhu operasi harus dijaga agar tidak melebihi 52°C pada tekanan 1

atm, karena propilen oksida memiliki titik didih yang rendah, yakni 34,23°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan propilen oksida menguap.

Proses hidrasi menggunakan katalis basa dimulai dengan mencampurkan katalis basa dan air hingga mencapai konsentrasi tertentu, kemudian campuran tersebut direaksikan dengan propilen oksida di dalam reaktor. Proses produksi propilen glikol dengan katalis basa berlangsung pada temperatur 70°C dengan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan 70% (Chan dkk, 2004).

1.3.2 Hidrogenasi Gliserol

Pembuatan propilen glikol dari gliserol dilakukan melalui proses hidrogenasi. Proses hidrogenasi propilen glikol melibatkan reaksi antara gliserol dan gas hidrogen. Proses hidrogenasi dilakukan pada kondisi operasional dengan suhu sekitar 150°C-240°C dan tekanan antara 20-80 atm. Reaksi hidrogenasi berlangsung di dalam reaktor *fixed bed*. Dimana reaktor *fixed bed* merupakan reaktor yang paling sering digunakan pada reaksi multifase. Reaktor *fixed bed* menghasilkan reaksi dengan konversi yang tinggi (Idzati dkk, 2020). Katalis yang dipakai antara lain adalah Raney Nikel, tembaga kromat, Cu-ZnO/Al₂O₃, Ru/C, dan golongan VIIIA. Proses hidrogenasi gliserol adalah metode pembuatan propilen glikol yang melibatkan reaksi antara gliserol dan hidrogen. Proses ini dapat dibedakan menjadi dua jalur, yaitu *acetol pathway* dan *glyceraldehyde pathway*, yang berbeda dalam produk perantara yang terbentuk.

1.3.3. Hidrogenolisis Gliserol

Metode Hidrogenolisis merupakan reaksi kimia dimana ikatan tunggal karbon-karbon atau ikatan tunggal carbon heteroatom yang membesar dan kemudian dipecah oleh hydrogen (Cahyaningrum dan Adam, 2017). Tahap pertama adalah reaksi dehidrasi terhadap bahan baku, yang kemudian diikuti dengan reaksi hidrogenasi pada produk perantara. Dalam pembuatan propilen glikol dari gliserol, proses hidrogenolisis dilakukan dengan mereaksikan gliserol dan hidrogen dengan bantuan katalis heterogen. Molekul gliserol pada proses ini didehidrasi menjadi asetol dalam reaksi eksotermik, kemudian asetol dihidrogenasi menjadi propilen glikol dalam satu reaktor. Proses pembuatan propilen glikol dari gliserol melalui acetol pathway adalah metode yang paling umum digunakan. Dalam teori acetol pathway, gugus hidroksil kedua pada gliserol didehidrasi menjadi acetol, kemudian

diikuti oleh reaksi hidrogenasi katalitik untuk menghasilkan propilen glikol. Proses dehidrasi ini adalah tahap awal yang mengubah gliserol menjadi produk perantara berupa acetol (hidroxyacetone) dengan memecah molekul air. Penggunaan acetol sebagai bahan baku dalam proses hidrogenasi bertujuan untuk mengurangi reaksi sampingan, seperti pembentukan etilen glikol.

Proses pembuatan propilen glikol dari gliserol melalui jalur *glyceraldehyde pathway* melibatkan dua mekanisme utama, yaitu dehidrogenasi dan dehidroksilasi. Pada mekanisme dehidrogenasi, gliserol diubah menjadi aldehida gliserik, yang berada dalam keseimbangan. Sementara itu, pada reaksi dehidroksilasi, terjadi reaksi nukleofilik yang melibatkan air atau spesies OH yang teradsorpsi, yang kemudian diikuti oleh hidrogenasi dari aldehida tak jenuh menengah membentuk berbagai jenis glycol, seperti 1,3 propandiol, 1,2 propandiol, dan etilen glikol.

1.3.4. Hidrogenolisis Sorbitol

Sorbitol (D-glucitol) dihasilkan melalui hidrogenasi dekstrosa (glukosa) menggunakan gas hidrogen dalam reaktor yang dilengkapi dengan katalis. Sorbitol direaksikan dengan hidrogen dalam kondisi tertentu, menggunakan katalis yang serupa atau berbeda, seperti Cu/ZnO atau Ru/C. Katalis ini berperan dalam memecah ikatan C-C dan C-O dalam sorbitol untuk menghasilkan propilen glikol. Reaksi biasanya dilakukan pada suhu antara 150 °C hingga 250 °C dan tekanan yang bervariasi, tergantung pada jenis katalis yang digunakan, umumnya dalam rentang 15-89 atm (Tyas dkk,2024).

1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1) Gliserol

Rumus Molekul	: $C_3H_8O_3$
Berat Molekul	: 92,09 g/mol
Nama lain	: Gliserin; 1,2,3-Propanetriol; 1,2,3-Trihydroxypropane; Protol
Wujud	: Cairan
Warna	: Tidak berwarna
Viskositas (20 °C)	: 1069 mPa.s
Densitas (20 °C)	: 1,2613 g/cu cm
Titik Didih, T_b	: 290 °C

Titik Leleh, T_m	: 18 °C
Temperatur Kritis, T_c	: 577 °C
Tekanan Kritis, P_c	: 0,003 mbar
SPGR	: 1,263
Kelarutan dalam air (20 °C)	: >500 g/L

2) Air

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18,02 g/mol
Nama Lain	:Dihidrogen oksida, tritiotope, <i>distilled water, steam, water vapor</i>
Wujud	: Cairan
Warna	: Bening, tidak berwarna
Densitas (20 °C)	: 0,998 g/cm ³
Titik Didih, T_b	: 100 °C
Titik Leleh, T_m	: 0 °C
Temperatur Kritis, T_c	: 374,1 °C
Tekanan Kritis, P_c	: 220,48 bar
SPGR	: 1,000

3) Hidrogen

Rumus Molekul	: H_2
Berat Molekul	: 2,02 g/mol
Nama Lain	: Protium
Wujud	: Gas, cairan
Warna	: Tidak berwarna
Viskositas (20 °C)	: 1069 mPa.s
Densitas (20 °C)	: 0,07 g/cm ³ (pada kondisi cairan) 0,08988 g/L (pada kondisi STP)
Titik Didih, T_b	: -253 °C
Titik Leleh, T_m	: -259,15 °C
Temperatur Kritis, T_c	: -240,15 °C
Tekanan Kritis, P_c	: 13,0 bar
SPGR	: 0,0696

Kelarutan dalam air (20 °C)	: 0,0182
4) Propilen Glikol	
Rumus Molekul	: $C_3H_8O_2$
Berat Molekul	: 76,10 g/mol
Nama lain	: 1,2-Propanediol, 1,2-Dihydroxypropane, Methyl Glycol
Wujud	: Cairan
Warna	: Tidak berwarna
Viskositas (20 °C)	: 45 mPa.s
Densitas (20 °C)	: 1,04 g/cm ³
Titik Didih, T_b	: 187,6 °C
Titik Leleh, T_m	: -60 °C
Temperatur Kritis, T_c	: 676,4 °C
Tekanan Kritis, P_c	: 0,003 mbar
SPGR	: 1,03-1,04
Kelarutan dalam air (20 °C)	: Larut dalam air
5) Asetol	
Rumus Molekul	: $C_3H_6O_2$
Berat Molekul	: 74,08 g/mol
Nama lain	: <i>1-Hydroxy-2-propanone; Acetylcarbinol</i>
Wujud	: Cairan
pH	: 3,4
Titik leleh	: -17 °C/ 1,4 °F
Titik Didih	: 145-146 °C/ 293-294,8 °F
Titik Nyala	: 56 °C/ 132,8 °F
Tekanan Uap	: 7,4 mbar (20°C)
Viskositas	: 1,592 mPa.s (48°C)

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2025. *Hydrogen Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 28 Mei 2025).
- Alibaba. 2025. *Propylene Glycol Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 28 Mei 2025).
- Alibaba. 2025. *Refined Glycerol Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 28 mei 2025).
- Badan Pusat Statistik. 2024. Data Ekspor & Impor Propilen Glikol di Indonesia. (Online). <https://www.bps.go.id/exim/>. (Diakses pada Tanggal 23 Oktober 2024).
- Bhumi. 2025. <https://bhumi.atrbpn.go.id/peta?bbox=105.98377828571381%2C-5.96262809505842%2C106.04134732076886%2C-5.936458969022169&height=585&width=1280&x=787&y=268&latitude=-> (Diakses pada tanggal 29 Mei 2025).
- Cahyaningrum, A., & Adam, F. F. (2017). Pembuatan 1, 2 Propandiol dari Gliserol Melalui Proses Hidrogenolisis Menggunakan Katalis Cu/ZnO dengan Metode Catalytic Transfer Hydrogenation. *Jurnal Kimia*, 95.
- Chan, A., et al. 2004. "Batch Manufacture of Propylene Glycol". Department of Chemical and Biomolecular Engineering University of Pennsylvania, Pennsylvania.
- Coulson, J. M., dan J. F. Richardson. 2015. *Chemical Engineering*, 6th Volume, 4th Edition. Elsevier: Inggris.
- Coulson, J., dan Jack, R. 2003. *Chemical Engineering 3 Edition Volume 6*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Felder, R. M. 2005. *Elementary Principles of Chemical Process 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Fogler, H. S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. New Delhi: Prentice Hall International Series.
- Hidayat, W. J., dan Chalim, A. (2022). Evaluasi Perhitungan Neraca Massa Preneutralizer Tank-Granulator Pada Unit Phonska 4 Pabrik II B Pt Petrokimia Gresik. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), 791-796.

- Idzati, E. M., Yudhistira, A. B., Kurniawansyah, F., & Ni'mah, H. (2020). Pra Desain Pabrik Propilen Glikol melalui Proses Hidrogenasi Gliserol. *Journal of Fundamentals and Applications of Chemical Engineering (JFACHE)*, 1(2), 22-25.
- Jakobsen Hugo, A. 2014. *Chemical Reactor Modeling: Multiphase Reactive Flows*. New York: Springer International Publishing.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book, Co.
- Komalasari, Y., dan Saragih, Y. (2024). Sistem Kontrol Temperature Transmitter Pada Reaktor AP-545 di PT. Sintas Kurama Perdana. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE)*, 6(1), 27-34.
- Kompas. 2025. Gaji Umr Gresik <https://money.kompas.com/read/2025/01/08/110800826/gaji-umr-gresik-2025-tertinggi-kedua-di-jawa-> (Diakses pada tanggal 29 Mei 2025).
- Kpler. 2025. Lng Cost and Supply <https://www.kpler.com/blog/lower-lng-supply-and-higher-prices-expected-to-weaken-chinas-demand-while-europe-stays-the-premium-market-in-2025> (Diakses pada tanggal 29 Mei 2025).
- Lee, B. I., & Kesler, M. G. (1975). A generalized thermodynamic correlation based on three-parameter corresponding states. *AIChE Journal*, 21(3), 510-527.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*, Third Edition. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Matches Engineering. 2023. Equipment Cost Index. <http://www.matche.com/equipcost.html>. (Diakses pada tanggal 29 Mei 2025).
- Meena, M. L., Malviya, H., Pandhare, N. N., & Biswas, P. (2022). Kinetic modeling of conversion of glycerol to 1, 2-propanediol over bifunctional LDH catalyst. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 5, 100289.
- Nahara, A. R., Mustafa, A. A., dan Zuchrillah, D. R. (2021). Pemilihan Jenis Reaktor pada Proses Mixed Acid Route di Pabrik Pupuk NPK. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), F250-F257.
- Pamjaya. 2025. Tarif Minimum Pelanggan <https://www.pamjaya.co.id/infopelanggan/tarifairminum> (Diakses pada tanggal 29 Mei 2025).

- Perry, R. H., Green, D. W., dan Southard, M. Z. 2019. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 9th Edition*. New York: McGraw-Hill Company.
- Perry, R. H., dan Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. New York: McGraw-Hill Company.
- Peters, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*, 4 th Edition. New York : Mc Graw Hill International Book Co.
- Sinaga, N. A. 2018. Hal-hal Pokok Pendirian Perseroan Terbatas di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Hukum Dirgantara*. Vol. 8(2): 17-58.
- Smith, J. M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Sunenergy. 2025. Tarif Listrik Perusahaan [https://sunenergy.id/golongan-tarif-listrik-untuk-perusahaan-i3-dani4#:~:text=Tarif%20Listrik%20PLN%20Terbaru%20per%20kWh%20Tahun%202025&text=R%2D1%20\(900%2D2.200,.699%2C53%2FkWh](https://sunenergy.id/golongan-tarif-listrik-untuk-perusahaan-i3-dani4#:~:text=Tarif%20Listrik%20PLN%20Terbaru%20per%20kWh%20Tahun%202025&text=R%2D1%20(900%2D2.200,.699%2C53%2FkWh). (Diakses pada tanggal 29 Mei 2025).
- Tyas, A. S. N., Aisyah, N., & Jaya, F. (2024). Prarancangan Pabrik Sorbitol Dari Tepung Tapioka Kapasitas 18.500 Ton/Tahun. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(3), 25-32.
- Treybal, R. E. 1981. *Mass Transfer Operation*. Singapore: McGraw-Hill.
- Wahjono, S. I. 2022. *Struktur Organisasi*. Universitas Muhammadiyah Surabaya: Surabaya.
- Winkle, V. 1967. *Distillation*. Mc Graw Hill: New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw Hill: Singapura

