

**PRA-RANCANGAN PABRIK PROPILLEN GLIKOL DARI GLISEROL
MENGUNAKAN METODE HIDROGENOLISIS DENGAN KAPASITAS
PRODUKSI 56.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi
Pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,

Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Disusun oleh :

Muhammad Fahrel Alghifary NIM.40040121650041

**PRODI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA
INDUSTRI DEPASTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL DARI GLISEROL DENGAN
METODE HIDROGENOLISIS DENGAN KAPASITAS 56.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun Oleh:

Muhammad Fahrel Alghifary NIM 40040121650041

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 18 September 2025

Dosen Pembimbing,



Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T.

NIP.97107311999031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama penyusun : Muhammad Fahrel Alghifary
NIM Penyusun : 40040121650041
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Pra Prancangan Pabrik Propilen Glikol dari Gliserol dengan Metode Hidrogenolisis dengan Kapasitas 56.000 Ton/tahun.
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya Muhammad Fahrel Alghifary Bersama partner saya A'am Sahal Mushoffi didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditentukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 18 September 2025



Muhammad Fahrel Alghifary

NIM 40040121650041

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan Tugas Akhir : Pru Prancangan Pabrik Propilen Glikol dari Gliserol dengan Metode Hidrogenolisis dengan Kapasitas 56.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis

Nama Mahasiswa : Muhammad Fahrel Alghifary
NIM : 40040121650041
Fakultas : Sekolah Vokasi/STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Senin
Tanggal : 29 September 2025

Menyetujui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,



Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D

NIP. H.7.198803152018072001



Sri Risdhivanti Nuswantari S.Tr.T., M.T.

NIP. 199711102024062001

BUKTI PELAKSANAAN SEMINAR TUGAS AKHIR

Pra Prancangan Pabrik Propilen Glikol dari Gliserol dengan Metode Hidrogenolisis dengan Kapasitas 56.000 Ton/Tahun

Bahwa Tugas Akhir telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, pada tanggal 29 September 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi

Disusun Oleh:

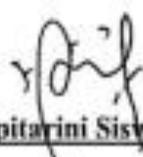
Muhammad Fahrel Alghifary

NIM. 400401216500041

Menyetujui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,



Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D

NIP. 197107311999031001



Sri Risdhiyanti Nuswantari S.Tr.T., M.T.

NIP. 199711102024062001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul **“Pra-Rancangan Pabrik Propilen Glikol dari Gliserol Menggunakan Metode Hidrogenolisis Dengan Kapasitas Produksi 56.000 Ton/Tahun”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung secara material dan moral selama proses pengajuan judul hingga penyusunan laporan tugas akhir sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Teristimewa Kedua orang tua tercinta Ibu dan Bapak, yang selalu ada setiap saat dari kecil hingga dewasa, yang tiada henti mendoakan dan memotivasi saya untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala dukungan dan kasih sayangnya, baik secara material maupun spiritual hingga bisa terselesaikannya laporan ini.
5. A'am Sahal Mushoffi sebagai partner skripsi yang berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga, dan materi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Kontrakan Cirebon dan semua sahabat penulis yang selalu menemani serta memberikan semangat dalam perjalanan pengerjaan skripsi ini.
7. Teman – teman terdekat TRKI 2021 yang telah membantu memberi semangat dan telah berproses bersama dengan penyusun dalam kehidupan selama perkuliahan.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Semarang, 20 September 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	1
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	2
KATA PENGANTAR.....	3
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR TABEL	10
DAFTAR GAMBAR.....	12
INTISARI	13
SUMMARY	14
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 <i>Latar Belakang</i>	1
1.2 <i>Kapasitas Rancangan</i>	1
1.2.1 Kebutuhan Propilen Glikol di Indonesia	2
1.2.2 Aspek Bahan Baku.....	2
1.2.3 Perkiraan Kebutuhan Propilen Glikol.....	3
1.2.4 Perhitungan Kapasitas Produksi.....	5
1.3 <i>Penentuan Lokasi Pabrik</i>	6
1.3.1 Faktor Primer.....	10
1.3.2 Faktor Spesifik	12
1.4 <i>Tinjauan Proses</i>	13
1.4.1 Propilen Glikol dari Sorbitol	13
1.4.2 Propilen Glikol dari Propilen Oksida	14
1.4.3 Propilen Glikol dari Asam Laktat	14
1.4.4 Propilen Glikol dari Gliserol.....	14
1.5 <i>Pemilihan Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol</i>	15
1.6 <i>Kegunaan Produk</i>	16
BAB II.....	17
DESKRIPSI PROSES	17
2.1 <i>Spesifikasi Bahan Baku dan Produk</i>	17
2.1.1 Spesifikasi Bahan Bahan Baku Utama	17
2.1.2 Spesifikasi Katalis Cu/ZNO/Al ₂ O ₃	17
2.2 <i>Spesifikasi Produk</i>	18
2.2.1 Spesifikasi Produk Utama	18
2.2.2 Spesifikasi Produk Intermediate	18
2.3 <i>Konsep Proses</i>	18

2.3.1	Dasar Proses.....	18
2.3.2	Kondisi Operasi.....	18
2.3.3	Tinjauan Termodinamika	19
2.3.4	Kinetika Reaksi	22
2.4	<i>Langkah Proses</i>	22
2.4.1	Deskripsi Proses	22
2.5	<i>Process Flow Diagram</i>	25
2.6	<i>Neraca Massa dan Neraca Panas</i>	26
2.6.1	Neraca Massa.....	26
2.6.2	Neraca Massa Total	29
2.6.3	Neraca Panas	31
2.6.4	Neraca Panas Total.....	34
2.7	<i>Tata Letak Pabrik dan Pemetaan</i>	36
2.7.1	Layout Pabrik.....	36
2.7.2	Layout Peralatan Proses.....	37
BAB III		39
SPEKIFIKASI PERALATAN PROSES		39
3.1	<i>Unit Penyimpanan</i>	39
3.2	<i>Unit Pemindahan</i>	40
3.2.1	Pompa.....	40
3.2.2	Kompresor	41
3.3	<i>Unit Penukar Panas</i>	41
3.4	<i>Unit Reaksi Kimia</i>	43
3.5	<i>Unit Pemisah</i>	45
BAB IV		47
UNIT PENDUKUNG PROSES		47
4.1	<i>Unit Pengolahan dan Penyediaan Air (Water Treatment System)</i>	47
4.1.1	Unit Penyediaan Air.....	47
4.1.2	Unit Pengolahan Air	56
4.2	<i>Unit Penyediaan Listrik</i>	58
4.2.1	Kebutuhan Listrik Proses dan Utilitas.....	59
4.2.2	Kebutuhan Listrik Penerangan	60
4.2.3	Kebutuhan Listrik Air Conditioner	62
4.2.4	Kebutuhan Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi.....	64
4.2.5	Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	64
4.3	<i>Generator</i>	64

4.4	<i>Unit Pengadaan Steam</i>	66
4.4.1	Menentukan Kapasitas <i>Boiler</i>	67
4.4.2	Menentukan Luas Perpindahan Panas	68
4.5	<i>Unit Pengadaan Bahan Bakar</i>	69
4.6	<i>Unit Pengadaan Udara Tekan</i>	69
4.7	<i>Unit Pengolahan Limbah</i>	70
4.7.1	Limbah Cair	70
4.7.2	Limbah Padat	71
4.8	<i>Laboratorium</i>	72
BAB V		75
MANAGEMENT PERUSAHAAN		75
5.1	<i>Bentuk Perusahaan</i>	75
5.2	<i>Struktur Organisasi</i>	76
5.3	<i>Tugas dan Wewenang</i>	79
5.3.1	Pemegang Saham	79
5.3.2	Dewan Komisaris	79
5.3.3	Direktur Utama	80
5.3.4	Sekretaris	80
5.3.5	Direktur Teknik dan Produksi	81
5.3.6	Direktur Keuangan dan Administrasi	81
5.3.7	Kepala Bagian	81
5.3.8	Kepala Seksi	82
5.4	<i>Kebutuhan Karyawan dan Sistem Penggajian</i>	85
5.5	<i>Pembagian Jam Kerja Karyawan</i>	86
5.6	<i>Jumlah Karyawan dan Gaji</i>	87
5.7	<i>Jaminan Sosial Tenaga Kerja</i>	89
5.8	<i>Keselamatan dan Kesehatan Kerja</i>	91
5.8.1	Keselamatan Kerja	91
5.8.2	Kesehatan Kerja.....	93
BAB VI		94
TROUBLESHOOTING		94
6.1	<i>P&ID Alat Utama dan HAZOP</i>	95
6.2	<i>Unit Pemindahan</i>	98
6.3	<i>Unit Penukar Panas</i>	101
6.4	<i>Unit Reaksi</i>	102
6.5	<i>Unit Pemisahan</i>	104

BAB VII.....	107
PERHITUNGAN EKONOMI.....	107
7.1 <i>Penaksiran Harga Peralatan</i>	<i>107</i>
7.2 <i>Dasar Perhitungan.....</i>	<i>109</i>
7.3 <i>Perhitungan Biaya</i>	<i>110</i>
7.4 <i>Analisis Kelayakan.....</i>	<i>114</i>
7.5 <i>Hasil Perhitungan.....</i>	<i>117</i>
DAFTAR PUSTAKA.....	124
LAMPIRAN A.....	125
NERACA MASSA	125
LAMPIRAN B.....	131
NERACA PANAS	131
LAMPIRAN C.....	141
SPEFISIKASI ALAT.....	141
LAMPIRAN D.....	180
ANALISA EKONOMI	180

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Pabrik Produksi Gliserol di Indonesia	2
Tabel 1. 2 Data Impor-Ekspor Propilen Glikol Tahun 2018-2024 (BPS, 2024).....	3
Tabel 1. 3 Perbandingan Pemilihan Lokasi Pabrik Propilen Glikol	7
Tabel 1. 4 Perbandingan Pemilihan Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol	15
Tabel 2. 1 Nilai Entalpi dan Energi Gibbs Komponen (Yaws, 1999).....	19
Tabel 2. 2 Neraca Massa Mixer Gliserol	26
Tabel 2. 3 Neraca Massa Mixer Hidrogen	27
Tabel 2. 4 Neraca Massa Reaktor	27
Tabel 2. 5 Neraca Massa Condensor Parsial.....	27
Tabel 2. 6 Neraca Massa Separator.....	28
Tabel 2. 7 Neraca Massa Distilasi I	28
Tabel 2. 8 Neraca Massa Distilasi II.....	29
Tabel 2. 9 Neraca Massa Total.....	29
Tabel 2. 10 Neraca Panas Mixer Gliserol	32
Tabel 2. 11 Neraca Panas Mixer Hidrogen	32
Tabel 2. 12 Neraca Panas Heater Gliserol	32
Tabel 2. 13 Neraca Panas Heater Hidrogen	33
Tabel 2. 14 Neraca Panas Reaktor	33
Tabel 2. 15 Neraca Panas Condensor Parsial.....	33
Tabel 2. 16 Neraca Panas Distilasi I	34
Tabel 2. 17 Neraca Panas Distilasi II.....	34
Tabel 2. 18 Neraca Panas Total	34
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan	39
Tabel 3. 2 Spesifikasi Pompa	40
Tabel 3. 3 Spesifikasi Kompresor	41
Tabel 3. 4 Spesifikasi Heat Exchanger.....	41
Tabel 3. 5 Reaktor Fixedbed multitube.....	43
Tabel 3. 6 Unit kolom distilasi.....	45
Tabel 4. 1 Syarat Air Pendingin.....	48
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin Pada Proses	50
Tabel 4. 3 Syarat Air Umpan Boiler (ASME, 2011).....	52
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air sebagai <i>Steam</i> pada Proses.....	52
Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Proses	55
Tabel 4. 6 Kebutuhan Air Total	55
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik proses	59
Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	60
Tabel 4. 9 Kebutuhan Untuk Penerangan.....	61
Tabel 4. 10 Kebutuhan Ruang untuk AC	63
Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Total.....	64
Tabel 4. 12. Paramater Uji Laboratorium	73
.....
Tabel 5. 1 Jadwal Kerja Per-regu.....	87
Tabel 5. 2 Jumlah Karyawan dan Gaji	87
.....
Tabel 6. 1 Analisa <i>Hazard and Operability</i> Pada Unit Penyimpanan Bahan Baku.....	96
Tabel 6. 2 Analisa <i>Hazard and Operability</i> Pada Unit Pemindahan	98
Tabel 6. 3 Analisa <i>Hazard and Operability</i> Pada Unit Penukar Panas.....	101
Tabel 6. 4 Analisa <i>Hazard and Operability</i> Pada Unit Reaksi	102
Tabel 6. 5 Analisa <i>Hazard and Operability</i> Pada Unit Pemisahan.....	104
Tabel 7. 1 Indeks CEP Tahun 2000 sampai dengan 2025	108
Tabel 7. 2 Total Biaya <i>Physical Plant Cost</i> (PPC)	117
Tabel 7. 3 Total Direct Plant Cost.....	118
Tabel 7. 4 Total <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	118

Tabel 7. 5 Total <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	118
Tabel 7. 6 Total Capital Investment.....	119
Tabel 7. 7 Total Biaya <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC).....	119
Tabel 7. 8 Total Biaya <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC).....	120
Tabel 7. 9 Total Biaya <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	120
Tabel 7. 10 Total Biaya <i>Manufacturing Cost</i> (MC).....	120
Tabel 7. 11 Total Biaya General Expense (GE).....	121
Tabel 7. 12 Total Biaya Produksi (Production Cost)	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Propilen Glikol di Indonesia	4
Gambar 1. 2 Grafik Ekspor Propilen Glikol di Indonesia.....	5
Gambar 1. 3 Penentuan Lokasi Pabrik Propilen Glikol	6
Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Pembuatan Propilen Glikol.....	25
Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Massa.....	26
Gambar 2. 3 Diagram Alir Neraca Panas.....	31
Gambar 2. 4 Layout Pabrik Propilen Glikol	37
Gambar 2. 5 Layout Peralatan Proses Pabrik Propilen Glikol	38
Gambar 4. 1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air.....	56
Gambar 4. 2 Skema Pengadaan Kebutuhan Udara Instrumen.....	69
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	77
Gambar 6. 1 <i>Overview Step Quantitative Risk Analysis Method</i>	94
Gambar 7. 1 Grafik Analisis BEP dan SDP	122

INTISARI

Propilen glikol atau 1,2-propanediol merupakan senyawa kimia berbentuk cairan jernih, tidak berbau, dan bersifat higroskopis. Senyawa ini banyak dimanfaatkan sebagai pelarut, bahan tambahan pada industri makanan, farmasi, maupun kosmetik. Saat ini, sebagian besar kebutuhan propilen glikol di Indonesia masih dipenuhi melalui impor. Oleh sebab itu, pendirian pabrik propilen glikol di dalam negeri menjadi langkah strategis untuk memenuhi kebutuhan nasional sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap produk luar negeri.

Pembuatan propilen glikol dari gliserol dilakukan melalui proses hidrogenolisis, yaitu reaksi antara gliserol dengan hidrogen menggunakan katalis heterogen. Bahan baku utama yang digunakan adalah gliserol, yang sudah tersedia di Indonesia dari hasil samping industri biodiesel. Dalam metode ini, reaksi berlangsung di dalam reaktor fixed bed multitube, di mana terjadi dua tahapan reaksi secara simultan, yaitu reaksi dehidrasi gliserol menjadi senyawa antara (acetol) dan reaksi hidrogenasi acetol dengan hidrogen membentuk propilen glikol. Dengan penggunaan reaktor ini, kedua reaksi dapat berlangsung dalam satu unit proses sehingga lebih efisien dibandingkan metode konvensional.

Utilitas pendukung proses pada pabrik meliputi unit penyediaan dan pengolahan air, unit penyediaan steam, unit pengadaan listrik, unit penyedia bahan bakar, serta unit pemeliharaan dan pengelolaan limbah. Hasil analisis kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa proyek ini layak secara finansial. Nilai *Return on Investment* (ROI) mencapai 43% sebelum pajak dan 32,08% setelah pajak. Waktu pengembalian modal (*Pay Out Time*) adalah 1,97 tahun sebelum pajak dan 2,5 tahun setelah pajak. Titik impas (*Break Even Point*) tercapai pada 18,28% dan titik penghentian operasi (*Shut Down Point*) sebesar 4,50%. Berdasarkan evaluasi ini, Pabrik Propilen Glikol tersebut dinilai memiliki prospek usaha yang menjanjikan.

Kata kunci: *Propilen Glikol, Hidrogenolisis*

SUMMARY

Propylene glycol, also known as 1,2-propanediol, is a chemical compound that appears as a clear, odorless, and hygroscopic liquid. It is widely utilized as a solvent and as an additive in various industries, including food, pharmaceuticals, and cosmetics. Currently, most of Indonesia's demand for propylene glycol is fulfilled through imports. Therefore, the establishment of a domestic propylene glycol plant is considered an important step to meet national demand and reduce reliance on imported products.

The production of propylene glycol from glycerol is conducted through the hydrogenolysis process, involving the reaction between glycerol and hydrogen in the presence of a heterogeneous catalyst. The primary raw material used is glycerol, which is readily available in Indonesia as a by-product of the biodiesel industry. In this process, the reaction takes place in a fixed-bed multitube reactor, where two reactions occur simultaneously: the dehydration of glycerol into acetol as an intermediate compound, followed by the hydrogenation of acetol with hydrogen to produce propylene glycol. The use of this reactor design enables both reactions to proceed within a single system, thereby improving process efficiency compared to conventional methods.

The supporting utilities required for plant operation include water supply and treatment systems, steam generation units, electricity supply systems, fuel supply facilities, and waste treatment and management units. Based on the results of the economic feasibility analysis, the project is financially viable. The Return on Investment (ROI) is 43% before tax and 32.08% after tax. The Pay Out Time (POT) is 1.97 years before tax and 2.5 years after tax. The Break Even Point (BEP) is achieved at 18.28%, while the Shut Down Point (SDP) is 4.50%. From this evaluation, the proposed propylene glycol plant demonstrates promising potential for development and sustainable operation.

Keywords: Propylene glycol, Hydrogenolysis