

**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 :

A'am Sahal Mushoffi NIM.40040121650085

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

2025

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK PROPILLEN 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:

A'am Sahal Mushoffi

NIM 40040121650085

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 6 Januari 2026

Dosen Pembimbing,



Dr. Mohamad Endy Julianto, ST., MT.

NIP.197107311999031001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

Jalan Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Skripsi : Pra-Rancangan Pabrik Propilen Glikol Dari Gliserol Menggunakan Metode Hidrogenolisis Dengan Kapasitas Produksi 56.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis

N a m a : A'am Sahal Mushoffi
N I M : 40040121650085
Fakultas : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Senin
Tanggal : 9 Maret 2026

Semarang, 9 Maret 2026

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,


Dr. Eng. Vita Paramita S.T., M.M., M.Eng.
NIP. 198102152005012002


Sri Risdhlyanti Nuswantari S.Tr.T., M.T.
NIP. 199711102024062001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama penyusun : A'am Sahal Mushoffi

NIM Penyusun : 40040121650085

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 A'am Sahal Mushoffi Bersama partner saya Muhammad Fahrel Alghifary 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, 6 Januari 2026



A'am Sahal Mushoffi

NIM 40040121650085

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran 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 kepada kedua orang tua dan kakak saya tercinta yang senantiasa mendoakan, memberikan motivasi, serta dukungan penuh dengan penuh kasih sayang, baik secara material maupun spiritual, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.
5. Muhammad Fahrel Alghifary sebagai partner skripsi yang berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga, dan materi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Naplive, Windah Basudara, DeanKT dan Luthfi Halimawan yang telah menjadi tontonan sekaligus hiburan bagi penulis selama proses pengerjaan skripsi ini sehingga membantu menjaga semangat dan konsistensi.
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 | 3 |
| KATA PENGANTAR | 4 |
| DAFTAR ISI | 5 |
| DAFTAR TABEL | 9 |
| DAFTAR GAMBAR | 11 |
| INTISARI | 12 |
| SUMMARY | 13 |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Kapasitas Rancangan | 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 Penentuan Lokasi Pabrik | 6 |
| 1.3.1 Faktor Primer | 10 |
| 1.3.2 Faktor Spesifik | 12 |
| 1.4 Tinjauan Proses | 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 Pemilihan Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol | 15 |
| 1.6 Kegunaan Produk | 16 |
| BAB II | 17 |
| DESKRIPSI PROSES | 17 |
| 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk | 17 |
| 2.1.1 Spesifikasi Bahan Bahan Baku Utama | 17 |
| 2.1.2 Spesifikasi Katalis Cu/ZNO/Al₂O₃ | 17 |
| 2.2 Spesifikasi Produk | 18 |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| 2.2.1 | Spesifikasi Produk Utama | 18 |
| 2.2.2 | Spesifikasi Produk Intermediate | 18 |
| 2.3 | Konsep Proses | 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 | Langkah Proses..... | 22 |
| 2.4.1 | Deskripsi Proses | 22 |
| 2.5 | Process Flow Diagram | 25 |
| 2.6 | Neraca Massa dan Neraca Panas | 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 | Tata Letak Pabrik dan Pemetaan..... | 36 |
| 2.7.1 | Layout Pabrik..... | 36 |
| 2.7.2 | Layout Peralatan Proses..... | 37 |
| BAB III | ..... | 39 |
| SPESIFIKASI PERALATAN PROSES | ..... | 39 |
| 3.1 | Unit Penyimpanan..... | 39 |
| 3.2 | Unit Pemindahan..... | 40 |
| 3.2.1 | Pompa | 40 |
| 3.2.2 | Kompresor | 41 |
| 3.3 | Unit Penukar Panas..... | 41 |
| 3.4 | Unit Reaksi Kimia | 43 |
| 3.5 | Unit Pemisah | 45 |
| BAB IV | ..... | 47 |
| UNIT PENDUKUNG PROSES | ..... | 47 |
| 4.1 | Unit Pengolahan dan Penyediaan Air (Water Treatment System) | 47 |
| 4.1.1 | Unit Penyediaan Air | 47 |
| 4.1.2 | Unit Pengolahan Air..... | 56 |
| 4.2 | Unit Penyediaan Listrik | 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 | Generator | 64 |
| 4.4 | Unit Pengadaan Steam | 66 |
| 4.4.1 | Menentukan Kapasitas Boiler | 67 |
| 4.4.2 | Menentukan Luas Perpindahan Panas | 68 |
| 4.5 | Unit Pengadaan Bahan Bakar | 69 |
| 4.6 | Unit Pengadaan Udara Tekan | 69 |
| 4.7 | Unit Pengolahan Limbah | 70 |
| 4.7.1 | Limbah Cair | 70 |
| 4.7.2 | Limbah Padat | 71 |
| 4.8 | Laboratorium | 72 |
| BAB V | | 75 |
| MANAGEMENT PERUSAHAAN | | 75 |
| 5.1 | Bentuk Perusahaan | 75 |
| 5.2 | Struktur Organisasi | 76 |
| 5.3 | Tugas dan Wewenang | 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 | Kebutuhan Karyawan dan Sistem Penggajian | 85 |
| 5.5 | Pembagian Jam Kerja Karyawan | 86 |
| 5.6 | Jumlah Karyawan dan Gaji | 87 |
| 5.7 | Jaminan Sosial Tenaga Kerja | 89 |
| 5.8 | Keselamatan dan Kesehatan Kerja | 91 |

| | | |
|----------------------------|---------------------------------|------------|
| 5.8.1 | Keselamatan Kerja | 91 |
| 5.8.2 | Kesehatan Kerja | 93 |
| BAB VI | ..... | 94 |
| TROUBLESHOOTING | ..... | 94 |
| 6.1 | P&ID Alat Utama dan HAZOP | 95 |
| 6.2 | Unit Pemindahan..... | 98 |
| 6.3 | Unit Penukar Panas | 101 |
| 6.4 | Unit Reaksi | 102 |
| 6.5 | Unit Pemisahan..... | 104 |
| BAB VII | ..... | 107 |
| PERHITUNGAN EKONOMI | ..... | 107 |
| 7.1 | Penaksiran Harga Peralatan..... | 107 |
| 7.2 | Dasar Perhitungan | 109 |
| 7.3 | Perhitungan Biaya | 110 |
| 7.4 | Analisis Kelayakan | 114 |
| 7.5 | Hasil Perhitungan..... | 117 |
| DAFTAR PUSTAKA | ..... | 124 |
| LAMPIRAN A | ..... | 125 |
| NERACA MASSA | ..... | 125 |
| LAMPIRAN B | ..... | 131 |
| NERACA PANAS | ..... | 131 |
| LAMPIRAN C | ..... | 141 |
| SPEFISIKASI ALAT | ..... | 141 |
| LAMPIRAN D | ..... | 181 |
| ANALISA EKONOMI | ..... | 181 |

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 | 28 |
| Tabel 2. 9 Neraca Massa Total | 29 |
| Tabel 2. 10 Neraca Panas Mixer Gliserol | 31 |
| 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 Ruangan 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 Pindahkanan..... | 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 (PPC)</i> | 117 |
| Tabel 7. 3 Total Direct Plant Cost | 118 |
| Tabel 7. 4 Total <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> | 118 |
| Tabel 7. 5 Total <i>Working Capital Investment (WCI)</i> | 118 |
| Tabel 7. 6 Total Capital Investment | 119 |
| Tabel 7. 7 Total Biaya <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> | 119 |
| Tabel 7. 8 Total Biaya <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> | 120 |
| Tabel 7. 9 Total Biaya <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> | 120 |
| Tabel 7. 10 Total Biaya <i>Manufacturing Cost (MC)</i> | 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