

**PRA RANCANGAN PABRIK PROPILLEN GLIKOL DARI GLISEROL DAN
HIDROGEN MENGGUNAKN PROSES HIDROGENOLISIS KAPASITAS
168.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

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:

Laela Nur' Aini

NIM. 40040121650065

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL BERBASIS GLISEROL
MENGUNAKAN PROSES HIDROGENOLISIS KAPASITAS 168.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik**

Disusun Oleh

Laela Nur' Aaini

NIM. 40040121650065

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 14 Agustus 2025

Dosen pembimbing,


Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D.
NIP. H.7.198803152018072001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Laela Nur' Aini
NIM : 40040121650065
Judul Skripsi : Pra Rancangan Pabrik Propilen Glikol Dari Gliserol dan Hidrogen
Menggunakan Proses Hidrogenolisis Kapasitas 168.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya Laela Nur' Aini dan partner saya, Tarissya Putri Emanto didampingi dosen pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 1 September 2025



Laela Nur' Aini

NIM. 40040121650065

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Propilen Glikol Dari Gliserol dan Hidrogen
Menggunakan Proses Hidrogenolisis Kapasitas 168.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :

Nama : Laela Nur' Aini
NIM : 40040121650065
Prodi : Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 25 September 2025

Menyetujui

Tim Penguji

Penguji I

Penguji II



Dr. Ir. Fahmi Arifan S.T., M.Eng., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP. 198002202005011001



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat selama ini sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (skripsi) dengan baik yang dibuat dan diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian perkuliahan di Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus dan 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 untuk melaksanakan kegiatan skripsi.
2. Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung secara material dan moral selama proses pengajuan judul hingga penyusunan laporan Skripsi sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Mamah dan Ayah selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan penulis, memberikan dukungan, serta sponsor untuk penulis sehingga penulis bisa ada ditahap ini.
4. Seluruh dosen, tenaga pendidik, dan segenap staff administrasi Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro yang telah banyak membantu selama menjalani perkuliahan.
5. Tarissya Putri Ernanto sebagai partner yang bisa diajak kerja sama dan selalu memberikan dukungan satu sama lain, sehingga bisa terbentuknya laporan tugas akhir ini.
6. Rangga Prabaswara yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan perkuliahan penulis. Terimakasih telah menjadi rumah untuk melepas keluh kesah, menyaksikan setiap tangisan, segala usaha diberikan mulai dari waktu, dukungan, doa dan support dalam proses penyusunan skripsi ini sampai selesai.
7. Alifiya Zhafira, Egidea Nada Afifa, Sherliana Ika Pratiwi yang selalu memberikan semangat, tawa dan dukungan hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Teman-teman TRKI angkatan 2021 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Terakhir, Terima kasih kepada Laela Nur' Aini selaku penulis. Terima kasih karena sudah bertahan sejauh ini, meskipun ada banyak rasa lelah, tangis, bahkan keinginan untuk menyerah. Terima kasih sudah percaya bahwa proses panjang ini pada akhirnya akan

selesai. Aku bangga pada diriku sendiri, yang tidak hanya berhasil menulis skripsi, tapi juga berhasil melewati segala keraguan dan rasa takut. Semoga setelah ini, aku tetap bisa kuat menghadapi perjalanan hidup berikutnya.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Penyusun berharap semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap pembaca dan semua pihak.

Semarang, 15 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	3
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR TABEL	8
DAFTAR GAMBAR.....	10
INTISARI	11
BAB I PENDAHULUAN.....	12
1.1. Latar Belakang	12
1.2. Kapasitas Rancangan.....	12
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik.....	16
1.4. Tinjauan Proses	23
1.5. Macam-Macam Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol	23
1.6. Pemilihan Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol	25
1.7. Kegunaan Produk	25
BAB II DESKRIPSI PROSES	27
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	27
2.2. Konsep Dasar	29
2.3. Langkah Proses	36
2.5. Neraca Massa dan Panas	40
2.6. Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	51
BAB III PERANCANGAN ALAT PROSES.....	55
3.1. Unit Penyimpanan	55
3.2. Unit Pemindahan.....	57
3.3. Unit Pencampuran	58
3.4. Unit Penukar Panas	59
3.5. Unit Reaktor Kimia	61
3.6. Unit Pemisahan	63
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES.....	66
4.1 Unit Pengolahan dan Penyediaan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	66
4.2 Unit Penyediaan Listrik.....	78
4.3 Unit Pengadaan <i>Steam</i> (Reboiler)	82
4.4. Unit Pengadaan Udara Bertekanan	83
4.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	84
4.6. Unit Pengolahan Limbah.....	86
4.7. Laboratorium.....	88
BAB V MANAGEMENT PERUSAHAAN	91
5.1. Bentuk Perusahaan	91
5.2. Struktur Organisasi.....	92
5.3. Tugas dan Wewenang	93
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	97
5.5. Jumlah Karyawan dan Sistem Upah	99
5.6. Jaminan Sosial Tenaga Kerja	104
5.7. Manajemen Produksi.....	105
5.8. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	107

BAB VI TROUBLESHOOTING	109
6.1 Unit Penyimpanan	109
6.2 Unit Pemindahan	111
6.3 Unit Pencampuran	115
6.4 Unit Penukar Panas	116
6.5 Unit Reaksi	119
6.6 Unit Pemisahan	122
6.7 Unit Penyerapan	124
BAB VII ANALISA EKONOMI	125
7.1 Perkiraan Harga Peralatan	125
7.2 Dasar Perhitungan	129
7.3 Perhitungan Biaya	130
7.4. Analisa Kelayakan.....	133
7.5. Perhitungan Ekonomi.....	136
DAFTAR PUSTAKA.....	143
LAMPIRAN A NERACA MASSA	145
LAMPIRAN B NERACA PANAS	152
LAMPIRAN C PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	175
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI	217

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Pabrik Produksi Gliserol	13
Tabel 1. 2 Data Impor Ekspor Propilen Glikol di Indonesia dan Pertumbuhannya	13
Tabel 1. 3 Kapasitas Komersial Pabrik yang Sudah Berdiri	16
Tabel 1. 4 Perbandingan Lokasi Pabrik	18
Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembentukan Propilen Glikol	25
Tabel 2. 1 Tahapan Reaksi Hidrogenolisis Gliserol	31
Tabel 2. 2 Parameter Model Kinetika Reaksi Hidrogenolisis Gliserol.....	32
Tabel 2. 3 Nilai Entalpi dan Energi Gibbs Komponen	32
Tabel 2. 4 Neraca Massa Mixer	40
Tabel 2. 5 Neraca Massa Ion Exchanger	40
Tabel 2. 6 Neraca Massa Reaktor Dehidrasi.....	41
Tabel 2. 7 Neraca Massa Distilasi 1	41
Tabel 2. 8 Neraca Massa Reaktor Hidrogenasi.....	42
Tabel 2. 9 Neraca Massa Cyclone.....	42
Tabel 2. 10 Neraca Massa Separator.....	43
Tabel 2. 11 Neraca Massa Distilasi 2.....	43
Tabel 2. 12 Neraca Massa Total	44
Tabel 2. 13 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01).....	45
Tabel 2. 14 Neraca Panas Reaktor Dehidrasi (R-01).....	45
Tabel 2. 15 Neraca Panas Furnace 1 (F-01).....	46
Tabel 2. 16 Neraca Panas Cooler (C-01)	46
Tabel 2. 17 Neraca Panas Kolom Distilasi 1 (D-01)	46
Tabel 2. 18 Neraca Panas Heat Exchanger 2 (HE-02).....	47
Tabel 2. 19 Neraca Panas Reaktor Hidrogenasi (R-02).....	47
Tabel 2. 20 Neraca Panas Furnace 2 (F-02).....	47
Tabel 2. 21 Neraca Panas Condensor 2 (CD-02).....	47
Tabel 2. 22 Neraca Panas Heat Exchanger 3 (HE-03).....	48
Tabel 2. 23 Neraca Panas Kolom Distilasi 2 (D-02)	48
Tabel 2. 24 Neraca Panas Cooler 2 (C-02)	48
Tabel 2. 25 Neraca Panas Total	49
Tabel 2. 26 Keterangan Lay Out Pabrik	52
Tabel 2. 27 Keterangan Lay Out Peralatan Proses pada Pabrik	54
Tabel 3. 1 Ringkasan Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	55
Tabel 3. 2 Ringkasan Spesifikasi Pompa	57
Tabel 3. 3 Ringkasan Spesifikasi Mixer	58
Tabel 3. 4 Ringkasan Heat Exchanger	59
Tabel 3. 5 Ringkasan Spesifikasi Reaktor	61
Tabel 3. 6 Ringkasan Kolom Distilasi	63
Tabel 4. 1 Syarat Air Pendingin (ASME, 1994).....	67
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin pada Proses	68
Tabel 4. 3 Syarat Air Umpan Boiler (ASME,1994)	69
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Sebagai Steam pada Proses	69
Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Proses	71
Tabel 4. 6 Kebutuhan Air Total	71

Tabel 4. 7 Spesifikasi Air Desalinasi	74
Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Proses.....	78
Tabel 4. 9 Kebutuhan Listrik Utilitas	79
Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik Penerangan Outdoor	80
Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Penerangan Indoor.....	80
Tabel 4. 12 Kebutuhan Listrik AC.....	81
Tabel 4. 13 Kebutuhan Listrik Total.....	82
Tabel 4. 14 Parameter Uji Program Laboratorium	89
Tabel 5. 1 Rincian Jadwal Shift Karyawan.....	98
Tabel 5. 2 Perincian Jumlah Karyawan Proses	100
Tabel 5. 3 Perincian Jumlah Karyawan Proses	101
Tabel 5. 4 Pembagian Gaji.....	102
Tabel 6. 1 Analisa Hazard and Operability pada Unit Penyimpanan	109
Tabel 6. 2 Analisa Hazard and Operability pada Unit Pemindahan.	111
Tabel 6. 3 Analisa Hazard and Operability pada Unit Pencampuran.	115
Tabel 6. 4 Analisa Hazard and Operability pada Unit Penukar Panas	116
Tabel 6. 5 Analisa Hazard and Operability pada Unit Reaksi	119
Tabel 6. 6 Analisa Hazard and Operability pada Unit Pemisahan.....	122
Tabel 6. 7 Analisa Hazard and Operability pada Unit Penyerapan.	124
Tabel 7. 1 Indeks CEP Tahun 2002-2024	126
Tabel 7. 2 Harga Peralatan Dalam Negeri	128
Tabel 7. 3 Harga Peralatan Impor	129
Tabel 7. 4 Physical Plant Cost (PPC).....	136
Tabel 7. 5 Indirect Plant Cost (IPC).....	136
Tabel 7. 6 Fixed Capital Investment (FCI)	137
Tabel 7. 7 Working Capital Investment (WCI).....	137
Tabel 7. 8 Raw Material Expenses	138
Tabel 7. 9 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	138
Tabel 7. 10 Indirect Manufacturing Cost	139
Tabel 7. 11 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	139
Tabel 7. 12 Total Manufacturing Cost (MC)	139
Tabel 7. 13 Administration Cost	139
Tabel 7. 14 General Expenses.....	140
Tabel 7. 15 Total Biaya Produksi (Production Cost).....	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Nilai Impor Propilen Glikol di Indonesia	14
Gambar 1. 2 Peta Lokasi Pabrik Propilen Glikol.....	18
Gambar 1. 3 Proses Dehidrasi-Hidrogenisasi Pembentukan Propilen Glikol.....	24
Gambar 1. 4 Proses Esterifikasi-Hidrogenasi Pembentukan Propilen Glikol.....	24
Gambar 1. 5 Proses Dehidrogenasi-Dehidrasi-Hidrogenasi Pembentukan Propilen Glikol ...	25
Gambar 2. 1 Diagram Alir Neraca Massa.....	40
Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Panas.....	45
Gambar 2. 3 Lay Out Pabrik	52
Gambar 2. 4 Lay Out Peralatan Proses pada Pabrik	54
Gambar 3. 1 Tangki Penyimpanan.....	55
Gambar 3. 2 Pompa.....	57
Gambar 3. 3 Mixer.....	58
Gambar 3. 4 Heat Exchanger	59
Gambar 3. 5 Reaktor Fluidized bed	61
Gambar 3. 6 Kolom Distilasi	63
Gambar 4. 1 Blok Diagram Pengolahan Air Laut.....	72
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi	92
Gambar 5. 2 Process Labour Requiremens	100
Gambar 7. 1 Perkiraan Harga Peralatan.....	127
Gambar 7. 2 Grafik Analisa Ekonomi	142

INTISARI

Propilen glikol (1,2-propanediol) merupakan senyawa penting dengan berbagai aplikasi di industri kosmetik, farmasi, pangan, dan kimia. Saat ini kebutuhan propilen glikol di Indonesia sepenuhnya dipenuhi melalui impor, sehingga pendirian pabrik domestik menjadi langkah strategis untuk mengurangi ketergantungan dan meningkatkan nilai tambah produk samping biodiesel, yaitu gliserol. Pra rancangan ini merencanakan pabrik propilen glikol kapasitas 168.000 ton per tahun, beroperasi 24 jam per hari selama 330 hari per tahun, berlokasi di Kawasan Industri Dumai. Proses yang digunakan adalah hidrogenolisis gliserol melalui dua tahap reaksi, yaitu dehidrasi menjadi asetol menggunakan katalis H_2SO_4 , diikuti hidrogenasi menjadi propilen glikol dengan katalis Ru/C dalam reaktor *fluidized bed*. Bahan baku utama adalah gliserol. Utilitas yang dibutuhkan meliputi unit pengolahan dan penyediaan air, unit pembangkit listrik, unit pembangkit uap, unit penyediaan udara instrumen, unit laboratorium, unit pengolahan limbah. Analisis kelayakan ekonomi menunjukkan ROI 40%, POT 2,72 tahun, BEP 47%, dan SDP 46%. Berdasarkan hasil tersebut, pendirian pabrik propilen glikol ini layak direalisasikan secara teknis dan ekonomis.