

**PRA-RANCANGAN PABRIK *PROPYLENE GLYCOL* DENGAN PROSES
HIDROLISIS MENGGUNAKAN KATALIS H_2SO_4 DENGAN
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan
Seminar Skripsi pada Jurusan STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun oleh:

AMELIA RAHMAWATI

NIM 40040119650009

**PRODI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPOENGORO
SEMARANG**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANGAN PABRIK *PROPYLENE GLYCOL* DENGAN PROSES
HIDROLISIS MENGGUNAKAN KATALIS H_2SO_4 DENGAN KAPASITAS
20.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh:

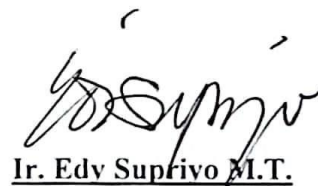
AMELIA RAHMAWATI

NIM 40040119650009

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 01 April 2024

Dosen Pembimbing,



Ir. Edy Suprivo M.T.

NIP. 195904281987031003



HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan Skripsi : Pra-Rancangan Pabrik *Propylene Glycol* dengan Proses Hidrolisis menggunakan Katalis H_2SO_4 dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis:

Nama : Amelia Rahmawati
NIM : 40040119650009
Fakultas : Sekolah Vokasi / STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 29 Mei 2024

Semarang, 29 Mei 2024

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,

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

Penguji II,

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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Amelia Rahmawati
NIM : 40040119650009
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Pra-Rancangan Pabrik *Propylene Glycol* dengan
Proses Hidrolisis menggunakan Katalis H_2SO_4
dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia
Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan 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, 01 April 2024

Amelia Rahmawati

NIM. 40040119650009

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi Pra-Rancangan Pabrik *Propylene Glycol* dengan Proses Hidrolisis menggunakan Katalis H_2SO_4 dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun ini, yang disusun untuk memenuhi syarat kelulusan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Mohamad Endy Yulianto S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Ir. Edy Supriyo, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir/Skripsi serta dosen wali yang telah selalu senantiasa memberikan bimbingan selama proses persiapan hingga penyusunan laporan Tugas Akhir/Skripsi, terima kasih atas bimbingan serta motivasinya.
3. Seluruh Bapak/Ibu Dosen serta Tenaga Pendidik Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Ibu Hadi Nurbakti dan Bapak Hariyono selaku orang tua penulis yang tak henti-hentinya selalu mendoakan dan memotivasi untuk senantiasa bersemangat dan tak kenal putus asa. Terima kasih atas segala dukungan yang telah diberikan, baik secara material maupun spiritual hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir/Skripsi ini.
5. Da'is Setyawan tercinta yang selalu memberikan dukungan, waktu, ide, motivasi, dan senantiasa dengan sabar membantu dan menemani penulis dalam proses penyelesaian laporan Tugas Akhir/Skripsi.
6. Keluarga besar angkatan 2019 yang telah memberikan informasi, semangat, dan dukungan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir/Skripsi ini.

Semoga perbuatan baik yang diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Tuhan Yang Maha Esa, penulis menyadari Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini jauh dari kata sempurna oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini. Semoga Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan sekalian serta bagi Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Semarang, 01 April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI.....	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	2
1.2 Kapasitas Rancangan.....	4
1.2.1 Kebutuhan <i>Propylene Glycol</i> di Indonesia	4
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	6
1.3.1 Letak Sumber Bahan Baku.....	6
1.3.2 Pemasaran Produk.....	7
1.3.3 Transportasi.....	7
1.3.4 Ketersediaan Lahan.....	7
1.3.5 Utilitas	8
1.3.6 Keadaan Lingkungan, Kondisi dan Cuaca.....	8
1.3.7 Biaya Pajak.....	8
1.3.8 Tenaga Kerja	9
1.4 Tinjauan Proses	10
1.4.1 Macam Proses berdasarkan Bahan Baku yang digunakan.....	10
1.4.2 Macam Proses berdasarkan Katalis yang digunakan	12
1.4.3 Pemilihan Proses	13
1.4.4 Kegunaan Produk.....	13
BAB II DESKRIPSI PROSES	14
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	14
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	14
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	15

2.1.3 Spesifikasi Produk.....	16
2.2 Konsep Proses	17
2.2.1 Dasar Reaksi.....	17
2.2.2 Mekanisme Reaksi	17
2.2.3 Fase Reaksi	18
2.2.4 Kondisi Operasi.....	18
2.3 Langkah Proses.....	21
2.3.1 Penyimpanan Bahan Baku	21
2.3.2 Tahap Pembentukan Produk	21
2.3.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian	22
2.3.4 Tahap penyimpanan produk.....	23
2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas	23
2.4.1 Neraca Massa	23
2.4.2 Neraca Panas	27
2.5 <i>Layout</i> Pabrik dan Peralatan Proses.....	31
2.5.1 <i>Layout</i> Pabrik.....	31
2.5.2 <i>Layout</i> Peralatan.....	36
BAB III SPESIFIKASI ALAT PRODUKSI	39
3.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku <i>Propylene Oxide</i>	39
3.2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku H ₂ O	39
3.3 Tangki Penyimpanan Produk <i>Propylene Glycol</i>	40
3.4 Pompa	41
3.5 Reaktor	42
3.6 Distilasi.....	43
3.7 <i>Cooler</i>	44
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	46
4.1 Unit Pengadaan Air	46
4.1.1 Penggunaan Air.....	46
4.1.2 Pengolahan Air.....	48
4.1.3 Kebutuhan Air.....	49
4.2 Unit Pengadaan Listrik	50
4.2.1 Kebutuhan Listrik Peralatan Proses, Utilitas, dan Pengolah.....	51

4.2.2	Kebutuhan Listrik Penerangan, AC, dan Alat Elektronik.....	52
4.3	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	54
4.4	Unit Pengadaan Udara Bertekanan.....	54
4.5	Laboratorium	55
4.5.1	Laboratorium Fisik dan Analitik.....	56
4.5.2	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	57
4.5.3	Laboratorium Analisa Air	57
4.6	Unit Pengolahan Limbah	58
4.6.1	Air Berminyak dari Mesin Proses	58
4.6.2	Air Buangan Sanitasi.....	58
4.6.3	Limbah Proses.....	59
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	60
5.1	Bentuk Perusahaan	60
5.2	Struktur Organisasi dan Deskripsi Tugas	61
5.2.1	Struktur Organisasi	61
5.2.2	Tugas dan Wewenang	62
5.2.3	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	64
5.3	Pembagian Jam Kerja	65
5.4	Jabatan dan Pendidikan	66
5.5	Jumlah Karyawan	67
5.6	Sistem dan Pengolahan Gaji.....	68
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	68
5.7.1	Tunjangan.....	68
5.7.2	Cuti.....	69
5.7.3	Pakaian Kerja	69
5.7.4	Pengobatan	69
5.7.5	Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)	69
5.8	Manajemen Produksi	69
5.8.1	Perencanaan Produksi	70
5.8.2	Pengendalian Produksi	71
BAB VI	TROUBLESHOOTING	76
6.1	Unit Penyimpanan	76

6.2 Unit Proses.....	77
BAB VII ANALISIS EKONOMI.....	79
7.1 Penaksiran Harga.....	79
7.2 Cash Flow	99
BAB VIII PENUTUP.....	101
8.1 Kesimpulan.....	101
8.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA	104
LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA PANAS	113
LAMPIRAN C PERHITUNGAN ALAT	129

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor dan Ekspor <i>Propylene Glycol</i>	3
Tabel 1. 2 Data Proyeksi Kebutuhan <i>Propylene Glycol</i> di Indonesia.....	4
Tabel 1. 3 Produsen <i>Propylene Oxide</i> di Dunia.....	5
Tabel 1. 4 Produsen Polimer di Indonesia	7
Tabel 1. 5 Hasil Analisis Pemilihan Lokasi.....	9
Tabel 1. 6 Jenis-Jenis Proses Pembuatan <i>Propylene Glycol</i>	13
Tabel 2. 1 Data ΔH_f° dan ΔG_f° dari masing-masing komponen	19
Tabel 2. 2 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	24
Tabel 2. 3 Neraca Massa Decanter (DC-01)	24
Tabel 2. 4 Neraca Massa Distilasi (D-01).....	25
Tabel 2. 5 Neraca Massa Distilasi (D-02).....	25
Tabel 2. 6 Neraca Massa <i>Overall</i>	26
Tabel 2. 7 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	28
Tabel 2. 8 Neraca Panas Decanter (DC-01).....	28
Tabel 2. 9 Neraca Panas Distilasi (D-01).....	29
Tabel 2. 10 Neraca Panas Distilasi (D-02).....	29
Tabel 2. 11 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01).....	30
Tabel 2. 12 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-02).....	30
Tabel 2. 13 Neraca Panas <i>Overall</i>	31
Tabel 2. 14 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	36
Tabel 4. 1 Kebutuhan Air Pendingin.....	49
Tabel 4. 2 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses	51
Tabel 4. 3 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas.....	51
Tabel 4. 4 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik.....	52
Tabel 4. 5 Jumlah Luas Ruangan yang menggunakan AC	53
Tabel 5. 1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu.....	66
Tabel 5. 2 Perincian Tingkat Pendidikan	66
Tabel 5. 3 Perincian Jumlah Alat	67
Tabel 5. 4 Perincian Jumlah Karyawan.....	67
Tabel 5. 5 Perincian Golongan dan Gaji	68

Tabel 6. 1 Analisa Hazard and <i>Operability</i> pada Unit Penyimpanan Bahan.....	76
Tabel 6. 2 Analisa Hazard and <i>Operability</i> pada Proses Produksi	77
Tabel 7. 1 Indeks Pabrik Teknik Kimia	80
Tabel 7. 2 Harga Alat	81
Tabel 7. 3 <i>Purchased Equipment Cost</i>	82
Tabel 7. 4 Biaya Bangunan	84
Tabel 7. 5 Luas Tanah.....	84
Tabel 7. 6 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	85
Tabel 7. 7 Total <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	86
Tabel 7. 8 <i>Raw Material Inventory</i>	87
Tabel 7. 9 Total <i>Working Capital Investment</i>	88
Tabel 7. 10 Total <i>Capital Investment</i>	88
Tabel 7. 11 <i>Raw Material Inventory</i>	88
Tabel 7. 12 <i>Labor Cost</i>	89
Tabel 7. 13 <i>Supervision Cost</i>	89
Tabel 7. 14 Total <i>Direct Manufacturing Cost</i>	90
Tabel 7. 15 Total <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	91
Tabel 7. 16 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	92
Tabel 7. 17 Total <i>Manufacturing Cost</i>	92
Tabel 7. 18 Total <i>General Expense</i>	94
Tabel 7. 19 Total Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>).....	94
Tabel 7. 20 <i>Internal Rate of Return</i>	95
Tabel 7. 21 Data Fa, Va dan Ra	96
Tabel 7. 22 Analisa Ekonomi.....	97
Tabel 7. 23 Analisa Kelayakan	98
Tabel 7. 24 <i>Cash Flow</i>	99
Tabel 7. 25 <i>Cumulative Cash Flow (CF)</i>	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Impor <i>Propylene Glycol</i> (Badan Pusat Statistik, 2022).....	3
Gambar 1. 2 Data Proyeksi Kebutuhan <i>Propylene Glycol</i> di Indonesia	4
Gambar 1. 3 Peta Lokasi Pabrik <i>Propylene Glycol</i>	8
Gambar 1. 4 Blok Diagram Pembuatan <i>Propylene Glycol</i> melalui Proses Hidrolisis <i>Propylene Oxide</i>	10
Gambar 1. 5 Blok Diagram Pembuatan <i>Propylene Glycol</i> melalui Proses Hidrogenolisis Gliserol	11
Gambar 2. 1 Diagram Neraca Massa	26
Gambar 2. 2 Diagram Neraca Panas	31
Gambar 2. 3 <i>Product Layout</i>	31
Gambar 2. 4 <i>Process Layout</i>	32
Gambar 2. 5 <i>Fixed Position Layout</i>	33
Gambar 2. 6 <i>Group Technology Layout</i>	33
Gambar 2. 7 Layout Pabrik	35
Gambar 2. 8 Layout Peralatan.....	38
Gambar 3. 1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku <i>Propylene Oxide</i>	39
Gambar 3. 2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku H ₂ O	39
Gambar 3. 3 Tangki Penyimpanan Produk <i>Propylene Glycol</i>	40
Gambar 3. 4 Pompa.....	41
Gambar 3. 5 Reaktor	42
Gambar 3. 6 Distilasi.....	43
Gambar 3. 7 <i>Cooler</i>	44
Gambar 4. 1 Diagram alir proses pengolahan udara tekan	55
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	62
Gambar 7. 1 Grafik <i>Chemical Engineering Plant Index</i>	80
Gambar 7. 2 Grafik Analisa Ekonomi	97