

LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK MONOETILEN GLIKOL DARI
ETILEN OKSIDA DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN PROSES
KARBOKSILASI DAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS
110.000 TON/TAHUN

*"PRE-DESIGN OF A MONOETHYLENE GLYCOL PLANT BY ETHYLENE
OXIDE AND CARBON DIOXIDE PROCESS WITH CARBOXYLATION AND
HYDROLYSIS PROCESSES WITH 110.000 TON/YEAR CAPACITY"*



Dosen Pembimbing:
RIANI AYU LESTARI, S.T., M.Eng.

Disusun Oleh:
MUHAMMAD SIRAJUL HUDA 1910814310008

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU

2026

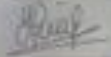
HALAMAN PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
PERANCANGAN PABRIK MENGETHILEN GLIKOL DARI
ETILEN OKSIDA DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN PROSES KARBOKSILASI
DAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS
110.000 TON/TAHUN

Oleh:
MUHAMMAD RIFATUL HUDA (1910014110000)

Telah dipertimbangkan di Departemen Kimia pada 30 Juli 2020 dan disetujui
L. U. L. U. S.

Kontri Penguji :

Penguji 1	Prof. Dr. CHAIRIL IRRAWAN, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 197504042000021002	
Penguji 2	YELLA NURUL MA'RIAH, S.T., M.T. NIP. 199307272024061004	
Pengantar	DIAN LAVU LESTARI, S.T., M.Eng. NIP. 1986062792021212031	

Bandarbaru, Agustus 2020
Disetujui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik UTM,	Kaprodi Kimia Teknik Kimia,
 Dr. Wahid, S.T., M.T. NIP. 197501071990021001	 Dr. Phd. Nurrahmi, S.T., M.Eng., Ph.D. NIP. 1960051920050412023

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK MONOETILEN GLIKOL DARI
ETILEN OKSIDA DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN PROSES
KARBOKSILASI DAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS
110.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD SIRAJUL HUDA

1910814310008

Telah disetujui untuk diseminarkan di Program Studi S-1 Teknik Kimia
Universitas Lambung Mangkurat

Banjarbaru, 14 Juli 2026

Dosen Pembimbing,



RIANI AYU LESTARI, S.T., M.Eng.

NIP. 19860429 202321 2 031

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	ix
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tinjauan Pustaka	I-2
1.2.1. Etilen Oksida	I-2
1.2.2. Karbon Dioksida	I-3
1.2.3. Etilen Karbonat.....	I-4
1.2.4. Monoetilen Glikol.....	I-5
1.3. Pemilihan Kapasitas Pabrik	I-7
1.3.1. Penentuan Kebutuhan di Indonesia	I-7
1.3.2. Ketersediaan Bahan Baku	I-12
1.3.3. Kapasitas Minimum Pabrik	I-13
1.4. Spesifikasi Bahan.....	I-14
1.4.1. Spesifikasi Bahan Baku	I-14
1.4.2. Spesifikasi Bahan Pendukung.....	I-17
1.4.3. Spesifikasi Bahan Antara	I-19
1.4.4. Spesifikasi Produk.....	I-20
BAB II URAIAN PROSES	II-1
2.1. Jenis-jenis Proses	II-1
2.1.1. Proses Hidrolisis Etilen Oksida	II-1
2.1.2. Proses Oksidasi Langsung	II-1
2.1.3. Etilen Proses Sintesis Gas.....	II-2
2.1.4. Proses Melalui Perantara Etilen Karbonat	II-2
2.2. Seleksi Proses	II-3
2.3. Tahapan Proses.....	II-5

2.3.1.	Tahap Persiapan Bahan Baku	II-5
2.3.2.	Tahap Reaksi Karboksilasi	II-6
2.3.3.	Tahap Reaksi Hidrolisis	II-6
2.3.4.	Tahap Pemurnian	II-7
2.4.	Tinjauan Termodinamika	II-8
2.4.1.	Entalpi Pembentukan	II-8
2.4.2.	Energi Bebas Gibbs.....	II-10
2.4.3.	Konstanta Keseimbangan	II-11
2.5.	Tinjauan Kinetika Reaksi.....	II-14
2.5.1.	Mekanisme Reaksi	II-14
2.5.2.	Pendekatan Kinetika.....	II-14
2.5.3.	Prarancangan Reaktor	II-15
BAB III NERACA MASSA		III-1
3.1.	Reaktor Karboksilasi (R-210)	III-1
3.2.	Reaktor Hidrolisis (R-220)	III-2
3.3.	Flash Tank (V-301).....	III-3
3.4.	Kolom Dehydrator Vakum (T-301)	III-4
3.5.	Neraca Massa Overall	III-5
BAB IV NERACA PANAS.....		IV-1
4.1.	Heater Air (E-111).....	IV-1
4.2.	Heater Etilen Oksida (E-121)	IV-2
4.3.	Vaporizer CO ₂ (E-331).....	IV-2
4.4.	Heater CO ₂ (E-332)	IV-3
4.5.	Reaktor Karboksilasi (R-210)	IV-4
4.6.	Heater Produk Karboksilasi (E-313).....	IV-5
4.7.	Reaktor Hidrolisis	IV-6
4.8.	Flash Tank.....	IV-7
4.9.	Kondensor Flash Tank.....	IV-8
4.10.	Kolom Dehidrator Vakum	IV-8
4.11.	Kondensor <i>Vacuum Dehydration Column</i>	IV-9
BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES		V-1
4.1.	Tangki Penyimpanan Air Proses (F-110)	V-1

4.2.	Tangki Penyimpanan Etilen Oksida (F-120)	V-1
4.3.	Tangki Penyimpanan Karbon Dioksida (F-130)	V-2
4.4.	Heater- 01 (E-111).....	V-2
4.5.	Heater- 02 (E-121).....	V-3
4.6.	Vaporizer (E-131)	V-3
4.7.	Heater - 03 (E-132).....	V-4
4.8.	Pompa 1 (L-111)	V-4
4.9.	Pompa 2 (L-121)	V-5
4.10.	Pompa 3 (L-131).....	V-5
4.11.	Reaktor CSTR (R-210).....	V-6
4.12.	Pompa 4 (L-211).....	V-7
4.13.	Heater - 04 (E-211).....	V-7
4.14.	Reaktor CSTR (R-220).....	V-8
4.15.	Kompresor (G-221)	V-9
4.16.	Tangki Penyimpanan Karbon Dioksida (F-140).....	V-9
4.17.	Pompa 5 (L-221).....	V-10
4.18.	Flash Tank (V-310)	V-10
4.19.	Condensor 1 (E-311).....	V-11
4.20.	Accumulator 1 (F-312)	V-12
4.21.	Pompa 6 (L-313).....	V-12
4.22.	Pompa 7 (L-314).....	V-13
4.23.	Tangki Katalis (F-150).....	V-13
4.24.	Pompa 8 (L-151).....	V-14
4.25.	Pompa 9 (L-141).....	V-14
4.26.	Menara Dehidrator (Distilasi) (D-320)	V-15
4.27.	Reboiler (E-331)	V-15
4.28.	Condensor 2 (E-322).....	V-16
4.29.	Accumulator 2 (F-323)	V-16
4.30.	Pompa 10 (L-324).....	V-17
4.31.	Cooler 2 (E-324).....	V-17
4.32.	Pompa 11 (L-325).....	V-18
4.33.	Tangki Penyimpanan Monoetilen Glikol (F-160)	V-18

4.34. Cooler 1 (E-221).....	V-19
BAB VI INSTRUMENTASI	VI-1
BAB VII KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA DAN LINGKUNGAN PABRIK KIMIA (ANALISIS HAZID DAN HAZOP).....	VII-1
7.1. Latar Belakang	VII-1
7.2. Identifikasi Hazard Bahan	VII-4
7.3. Identifikasi Potensi Paparan Bahan	VII-8
7.3.1. Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia	VII-8
7.3.2. Identifikasi Potensi Paparan Fisis	VII-11
7.4. Identifikasi Hazard Limbah	VII-14
7.4.1. Limbah Gas	VII-14
7.4.2. Limbah Cair	VII-15
7.4.3. Limbah Padat dan B3	VII-16
7.5. Identifikasi Hazard Kondisi Peralatan Proses	VII-17
7.6. Prinsip Pengendalian Kondisi Operasi.....	VII-20
7.7. HAZOP (Hazard and Operability Study)	VII-20
7.7.1. Deskripsi	VII-20
7.7.2. Potensi Bahaya dalam Sistem	VII-22
7.7.3. Analisis HAZOP pada Reaktor CSTR R-210	VII-26
7.7.4. Prioritas Rekomendasi Keselamatan.....	VII-35
7.8. Sistem Pengendalian dan Proteksi K3L	VII-36
7.8.1. Pengendalian Rekayasa.....	VII-36
7.8.2. Pengendalian Administratif.....	VII-37
7.8.3. Alat Pelindung Diri	VII-37
7.9. Kesiapsiagaan dan Tanggap Darurat.....	VII-38
7.10. Kesimpulan.....	VII-39
BAB VIII TATA LETAK PABRIK.....	VIII-1
8.1. Lokasi Pabrik.....	VIII-1
8.2. Tata Letak Bangunan dan Peralatan Proses	VIII-7
BAB IX ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	IX-1
9.1. Organisasi Perusahaan	IX-1
9.1.1. Bentuk Perusahaan	IX-1

9.1.2.	Struktur Organisasi	IX-2
9.2.	Tugas dan Wewenang	IX-7
9.3.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	IX-15
9.3.1.	Status Karyawan dan Sistem Upah	IX-17
9.4.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	IX-17
9.4.1.	Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan.....	IX-17
9.4.2.	Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan.....	IX-19
9.5.	Tata Tertib	IX-22
9.5.	BPJS dan Fasilitas Tenaga Kerja	IX-23
BAB X	UTILITAS	X-1
10.1.	Unit Pengolahan Air	X-1
10.1.1.	Unit Penyedia Uap (<i>steam</i>)	X-1
10.1.2.	Kebutuhan Air.....	X-3
10.1.3.	Pengolahan Air	X-6
	Teknik Pengujian.....	X-6
	Kimia Organik	X-7
10.2.	Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air.....	X-10
10.2.1.	Screen Air laut.....	X-10
10.2.2.	Sand Filter.....	X-10
10.2.3.	Unit Reverse Osmosis	X-11
10.2.4.	Deaerator	X-11
10.2.5.	Cooler Steam Condensate.....	X-12
10.2.6.	Cooler Cooling Water	X-12
10.2.7.	Boiler.....	X-13
10.2.8.	Chiller	X-13
10.2.9.	Bak Air Laut.....	X-13
10.2.10.	Bak Pre-Treatment	X-14
10.2.11.	Tangki Air Demineralisasi	X-14
10.2.12.	Tangki Brine	X-15
10.2.13.	Tangki NaOCl	X-15
10.2.14.	Tangki Hydrazine	X-16
10.2.15.	Tangki Cooling Water	X-16

10.2.16.	Pompa Air laut.....	X-17
10.2.17.	Pompa Sand Filter	X-17
10.2.18.	Pompa NaOCl.....	X-17
10.2.19.	Pompa Reverse Osmosis	X-18
10.2.20.	Pompa Reject Reverse Osmosis	X-18
10.2.21.	Pompa Demineralisasi	X-19
10.2.22.	Pompa Hydrant	X-19
10.2.23.	Pompa Cooling Water Return	X-20
10.2.24.	Pompa Air Sanitasi	X-20
10.2.25.	Pompa Deaerator	X-21
10.2.26.	Pompa Hydrazine	X-21
10.2.27.	Pompa Boiler	X-21
10.2.28.	Pompa Chiller	X-22
10.2.29.	Pompa Cooling Water 1	X-22
10.2.30.	Pompa Cooling Water 2	X-23
BAB XI ANALISA EKONOMI		XI-1
11.1 Penaksiran Harga Peralatan		XI-2
11.2 Penentuan Investasi Modal Total (TCI).....		XI-3
11.2.1 Fixed Capital Investment.....		XI-3
11.2.2 Modal Kerja (WCI)		XI-5
11.2.3 Plant Start-Up.....		XI-6
11.3 Biaya Total Produksi (TPC)		XI-6
11.3.1 Manufacturing Cost (MC)		XI-6
11.3.2 General Expense		XI-8
11.4 Total Penjualan.....		XI-9
11.5 Perkiraan Laba Usaha		XI-9
11.6 Analisa Kelayakan.....		XI-9
11.6.1 Percent Profit on Sales (POS)		XI-9
11.6.2 Return on Investment (ROI).....		XI-10
11.6.3 Pay Out Time (POT)		XI-11
11.6.4 Net Present Value (NPV).....		XI-11
11.6.5 Interest Rate of Return (IRR).....		XI-12

11.6.6 Break Even Point (BEP)	XI-13
11.6.7 Shut Down Point (SDP)	XI-13
BAB XII KESIMPULAN	1
DAFTAR PUSTAKA	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Struktur Kimia Eilen Oksida	I-3
Gambar 1.2. Struktur Kimia Karbon dioksida	I-4
Gambar 1.3. Struktur Kimia Etilen Karbonat	I-5
Gambar 1.4. Struktur Kimia Monoetilen Glikol	I-6
Gambar 1.5. Grafik Perhitungan dengan Metode Regresi Linear.....	I-9
 Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif	 II-16
 Gambar 7.1. Penentuan node HAZOP pada reaktor CSTR R-210	 VII-21
 Gambar 8.1. Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik.....	 VIII-6
Gambar 8.2. Tata Letak Bangunan dan Pabrik	VIII-1
 Gambar 9.1. Bagan Stuktur Organisasi Perusahaan.....	 IX-6

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Pabrik yang memproduksi monoetilen glikol di Indonesia	I-7
Tabel 1.2. Data impor dan ekspor monoetilen glikol di Indonesia	I-7
Tabel 1.3. Rata-rata pertumbuhan impor monoetilen glikol	I-8

Tabel 1.4. Rata-rata pertumbuhan ekspor monoetilen glikol	I-8
Tabel 1.5. Kapasitas Pabrik Etilen Oksida di ASEAN	I-13
Tabel 1.6. Perusahaan Penyalur Gas Karbon Dioksida di Indonesia.....	I-13
Tabel 1.7. Kapasitas Pabrik Monoetilen Glikol di ASIA.....	I-14
Tabel 2.1. Perbandingan Proses Pembuatan Monoetilen Glikol.....	II-3
Tabel 2.2. Data Entalpi Pembentukan Bahan Baku dan Produk.....	II-8
Tabel 2.3. Data Energi Bebas Gibbs Bahan Baku dan Produk	II-10
Tabel 3.1. Neraca Massa Reaktor Karboksilasi	III-2
Tabel 3.2. Neraca Massa Reaktor Hidrolisis.....	III-3
Tabel 3.3. Neraca Massa Flash Tank	III-4
Tabel 3.4. Neraca Massa Kolom Dehydrator Vakum	III-4
Tabel 3.5. Neraca Massa Overall	III-5
Tabel 4.1. Neraca Panas Heater Air	IV-1
Tabel 4.2. Neraca Panas Heater Etilen Oksida	IV-2
Tabel 4.3. Neraca Panas Vaporazer	IV-3
Tabel 4.4. Neraca Panas Heater CO ₂	IV-3
Tabel 4.5. Neraca Panas Reaktor Karboksilasi	IV-4
Tabel 4.6. Neraca Panas Heater Proses Karboksilasi.....	IV-5
Tabel 4.7. Neraca Panas Reaktor Hidrolisis.....	IV-6
Tabel 4.8. Neraca Panas Flash Tank	IV-7
Tabel 4.9. Neraca Panas Kondensor Flash Tank.....	IV-8
Tabel 4.10. Neraca Panas Kolom Dehidrator Vakum.....	IV-9
Tabel 4.11. Neraca Panas Kondensor Vacuum Dehydration Column.....	IV-10
Tabel 7.1. Identifikasi Hazard Bahan.....	VII-4

Tabel 7. 2. Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia.....	VII-8
Tabel 7.3. Identifikasi Potensi Paparan Fisis	VII-11
Tabel 7.4. Identifikasi Hazard Limbah Gas	VII-14
Tabel 7.5. Identifikasi Hazard Limbah Cair.....	VII-15
Tabel 7.6. Identifikasi Hazard Limbah Padat dan B3	VII-16
Tabel 7.7. Identifikasi Hazard Kondisi Peralatan Proses	VII-17
Tabel 7.8. Guide Word dan Deviasi Komponen Node Reaktor.....	VII-22
Tabel 7.9. Guide Word dan Deviasi Komponen Cooling Jacket	VII-23
Tabel 7.10. Guide Word dan Deviasi Komponen Agitator.....	VII-23
Tabel 7.11. Guide Word dan Deviasi Node LIC dan TIC	VII-24
Tabel 7.12. Guide Word dan Deviasi Node Outlet Reaktor dan FIC	VII-24
Tabel 7.13. Guide Word dan Deviasi Node Pompa L-211	VII-25
Tabel 7.14. Lembar Analisis HAZOP Reaktor CSTR R-210 dan Sistem Pendukung.....	VII-26
Tabel 7.15. Alat Pelindung Diri	VII-37
Tabel 7. 16. Skenario Darurat Utama.....	VII-38
 Tabel 8.1. Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	 VIII-8
 Tabel 9.1. Jadwal kerja masing-masing per kelompok.....	 IX-16
Tabel 9.2. Jadwal kerja masing-masing per kelompok (lanjutan)	IX-17
Tabel 9.3. Penggolongan Jabatan.....	IX-18
Tabel 9.4. Perincian Gaji Karyawan	IX-20