

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT DARI
GLISEROL DAN ASAM OLEAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLIT KAPASITAS 8.000 TON/TAHUN**

**PRE-DESIGN OF A GLYCEROL MONOOLEATE PLANT FROM
GLYCEROL AND OLEIC ACID BY ESTERIFICATION PROCESS
USING ZEOLITE CATALYST WITH 8.000 TONS/YEAR CAPACITY**



DISUSUN OLEH:

BAHJATUNNISA 2110814220042

TAMI RAHMIATI 2110814220011

DOSEN PEMBIMBING:

Dr. Ir. LAILAN NI'MAH, S.T., M.Eng.

NIP. 198401192012122003

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG

MANGKURAT BANJARBARU

2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

**PRARANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT DARI GLISEROL DAN ASAM
OLEAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLIT
KAPASITAS 8.000 TON/TAHUN**

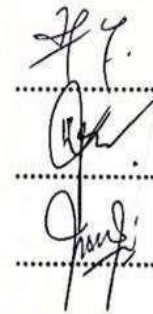
OLEH:

BAHJATUNNISA	2110814220042
TAMI RAHMIATI	2110814220011

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 18 Desember 2025 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji:

Penguji 1	: Jefriadi, S.T., M. Eng NIP. 198808272023211017
Penguji 2	: Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 197501132000032003
Pembimbing	: Dr. Ir. Lailan Ni'mah, S.T., M. Eng. NIP. 198401192012122003



Banjarbaru, **11.2 JAN 2026**

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM

Dr. Mahmud, S.T., M.T
NIP. 197401071998021001

Koordinator Program Studi S-1
Teknik Kimia

Hesti Wijayanti, S.T., M. Eng., Ph.D.
NIP. 198005292005012003

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Prarancangan Pabrik Gliserol Monooleat dari Gliserol dan Asam Oleat dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 8.000 ton/tahun. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas akhir dan sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat,
2. Koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Ibu Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
3. Ibu Dr. Lailan Ni'mah S.T., M.Eng. IPM sebagai pembimbing yang telah membimbing dan sangat banyak memberikan bantuan berupa saran atau masukan yang berguna dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Jefriadi, S.T., M.Eng sebagai penguji I dan Ibu Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D. sebagai penguji II yang banyak memberikan bantuan berupa saran dan masukan yang berguna dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen dan Staff Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berkesan bagi saya selama berkuliah
6. Kedua orang tua yang telah memberi motivasi, nasihat dan do'a serta dukungan kepada kami.
7. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2021 yang membantu dan berbagi informasi dan bertukar pendapat mengenai tugas akhir ini.
8. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada disekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan

pengalaman yang berharga, mengenai masalah perkuliahan ataupun yang tidak berkaitan dengan ini.

9. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih untuk semua masukan, bantuan dan kerjasamanya.

Penulisan tugas akhir ini tentu tidak lepas dari kata kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi diperolehnya hasil yang maksimal dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir prarancangan pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	2
1.2.1 Gliserol Monooleat.....	2
1.2.2 Gliserol	3
1.2.3 Asam Oleat	3
1.2.4 Zeolit Y.....	4
1.3 Pemilihan Kapasitas Pabrik.....	4
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	5
1.3.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	5
1.4 Spesifikasi bahan.....	8
1.4.1 Sifat Bahan Baku	8
1.4.2 Sifat Katalis	9
1.4.3 Sifat Produk.....	10

BAB II URAIAN PROSES	12
2.1 Seleksi Proses.....	12
2.1.1 Esterifikasi dengan Katalis Zeolit	12
2.1.2 Esterifikasi dengan Katalis Stirena-Divinilbenzana	12
2.1.3 Esterifikasi Tanpa Penambahan Katalis	12
2.2 Deskripsi Proses	14
2.2.1 Persiapan Bahan Baku	14
2.2.2 Tahap Reaksi	14
2.2.2 Tahap Pemurnian Produk	15
2.3 Tinjauan Termodinamika	15
2.3.1 Entalpi Pembentukan Standar ($\Delta H^{\circ}f$)	15
2.3.2 Energi Bebas Gibbs	17
2.3.3 Konstanta Kesetimbangan	18
2.3.4 Tinjauan Kinetika	19
2.4 Diagram Alir Kualitatif	21
2.5 Diagram Alir Kuantitatif	22
2.6 Engineering Flow Diagram	23
BAB III NERACA MASSA	24
3.1 Mixer.....	24
3.2 Reaktor Tangki Berpengaduk (R-210).....	25
3.3 Filter Press (H-310).....	25
3.4 Menara Distilasi 1 (D-330)	27
BAB IV NERACA PANAS	28
4.1 <i>Heater</i> -01 (E-112).....	28
4.2 <i>Heater</i> -02 (E-122).....	29

4.3	Reaktor (R-210)	30
4.4	Barometrik Kondensor	31
4.5	Cooler-01	32
4.6	Heater-03	33
4.8	Cooler-02	35
4.9	Cooler-03 (E-3310)	36
BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES		37
5.1	Tangki Penyimpanan Asam Oleat (F-110)	37
5.2	Pompa Asam Oleat (L-111)	37
5.3	Heater-01 (E-112)	38
5.4	Tangki Penyimpanan Gliserol (F-120)	39
5.5	Pompa Gliserol (L-121)	40
5.6	Heater-02 (E-122)	40
5.7	Gudang Penyimpanan Katalis Zeolit Y (F-130)	41
5.8	Screw Conveyor Zeolit Y	41
5.9	Bucket Elevator Zeolit Y	42
5.10	Bin Zeolit Y	42
5.11	Mixer (M-210)	43
5.12	Reaktor (R-210)	43
5.13	Jet Ejector	45
5.14	Barometrik Kondensor	45
5.15	Pompa Reaktor (L-211)	45
5.16	Cooler-01 (E-212)	46
5.17	Filter Press (H-310)	47
5.18	Pompa Filter Press (H-311)	47

5.19 Heater-03	48
5.20 Menara Distilasi-(D-320)	48
5.21 Kondensor (E-321).....	49
5.22 Accumulator (F-322).....	50
5.23 Pompa <i>Reflux</i> (L-323)	50
5.24 Pompa <i>Accumulator</i> (L-324).....	51
5.25 Cooler-05.....	51
5.26 Pompa <i>Bottom</i> (L-326).....	52
5.27 Reboiler (E-328).....	52
5.28 Pompa <i>Reboiler</i> (L-328).....	53
5.29 <i>Cooler</i> -06 (E-249).....	54
5.30 Tangki Penyimpanan Gliserol Monooleat (F-340)	54
BAB VI INSTRUMENTASI	61
6.1 Instrumentasi	61
Tabel 6.3.....	66
BAB VII KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN PABRIK KIMIA (ANALISIS HAZID DAN HAZOP)	69
7.1 HAZID (Hazard Identification).....	70
7.1.1 Deskripsi.....	70
7.1.2 Identifikasi HAZID dalam Sistem.....	70
7.2 HAZOP (Hazard and Operability Study).....	111
7.2.1 Deskripsi.....	111
7.2.2 Potensi Bahaya Dalam Sistem	112
7.2.2.1 Potensi Bahaya dalam <i>Node</i> Sistem Reaktor	113
7.2.2.2 Potensi Bahaya dalam Node Jaket Pendingin	113
7.2.2.3 Potensi Bahaya dalam <i>Node</i> Agitator	114

7.2.2.4 Potensi Bahaya dalam <i>Node</i> LIC dan TIC	115
7.2.2.5 Potensi Bahaya dalam <i>Node Input</i> dan <i>Output</i> Reaktor	116
7.2.3 Analisis Risiko	126
7.2.4. Fault Tree Analysis (FTA).....	128
7.2.5 Rekomendasi Mitigasi	131
7.2.6 Kesimpulan.....	146
BAB VIII TATA LETAK PABRIK	147
8.1 Lokasi Pabrik	147
8.2 Tata Letak Pabrik	150
8.3 Estimasi Area Pabrik.....	153
8.2.2 Tata Letak Alat Proses (<i>Machines Layout</i>)	155
BAB IX ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN	159
9.1 Bentuk Badan Usaha Perusahaan	159
9.2 Manajemen Perusahaan.....	164
9.3 Struktur Organisasi Perusahaan	166
9.4 Tugas dan wewenang	170
9.5 Status Karyawan dan Sistem Gaji	177
9.6 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	184
9.7 Kesejahteraan Karyawan.....	187
BAB X UTILITAS.....	190
10.1 Unit Pengolahan Air.....	190
10.1.1 Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>)	190
10.1.2 Kebutuhan Air	193
10.1.3 Air Pendingin	193
10.1.4 Air Sanitasi.....	194

10.1.5 Screening.....	198
10.1.6 Klarifikasi.....	198
10.1.7 Filtrasi.....	199
10.1.8 Demineralisasi	200
10.1.9 Deaerasi	202
10.1.10 Kebutuhan Bahan Kimia untuk Pengolahan Air	203
10.1.11 Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air.....	203
10.2 Unit Penyedia <i>Steam</i>	228
10.3 Unit Pembangkit Listrik.....	228
10.4 Unit Penyedia Bahan Bakar	229
BAB XI ANALISA EKONOMI	235
11.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	236
11.2 Penentuan Investasi Modal Total (TCI)	237
11.3 Investasi Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	237
11.4 Modal Kerja (WCI)	239
11.5 <i>Plant Start Up</i>	240
11.6 Penentuan Biaya Total Produksi (TPC)	240
11.7 Manufacturing Cost (MC).....	240
11.8 <i>General Expense</i>	242
11.9 Total Penjualan	243
11.10 Perkiraan Laba Usaha	243
11.11 Analisa Kelayakan	243
11.12 <i>Percent Profit on Sales</i> (POS)	244
11.13 <i>Percent Return on Investement</i> (ROI).....	244
11.14 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	244
11.15 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	245

11.16 <i>Interest Rate of Return (IRR)</i>	245
11.17 <i>Break Even Point (BEP)</i>	246
11.18 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	246
BAB XII KESIMPULAN	250
DAFTAR PUSTAKA.....	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Kimia Gliserol Monooleat	2
Gambar 1. 2 Struktur Kimia Gliserol	3
Gambar 1. 3 Struktur Kimia Asam Oleat	4
Gambar 5. 1 Major Design Reaktor (R-210).....	56
Gambar 5. 2 Major Design Menara Distilasi-01 (D-330)	57
Gambar 7. 1 <i>Fault Tree Analyssis</i> Reaktor	130
Gambar 8. 1 Peta Rencana Lokasi Pabrik Gliserol Monooleat	147
Gambar 8. 2 Tata Letak Bangunan Pabrik	155
Gambar 9. 1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan.....	169
Gambar 10. 1 Flow Diagram Proses Unit Utilitas.....	234
Gambar 11. 1 Grafik Break Even Point (BEP) dan Shut Down Point (SDP)	248

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Ketersediaan Bahan Baku	5
Tabel 1. 2 Kapasitas Pabrik Gliserol Monooleat di Dunia.....	5
Tabel 1. 3 Data Impor Gliserol Monooleat di Indonesia.....	6
Tabel 2. 1 Tabel Seleksi Proses.....	13
Tabel 2. 2 Harga (ΔH°) Masing-masing Komponen.....	16
Tabel 2. 3 Data Harga Cp Komponen.....	16
Tabel 2. 4 Nilai ΔG_f° Masing-masing Komponen.....	17
Tabel 3. 1 Neraca Massa Mixer.....	24
Tabel 3. 2 Neraca Massa Reaktor.....	25
Tabel 3. 3 Neraca Massa <i>Filter Press</i>	26
Tabel 3. 4 Neraca Massa Menara Distilasi	27
Tabel 4. 1 Neraca Panas Total <i>Heater-01</i>	28
Tabel 4. 2 Neraca Panas Total <i>Heater-02</i>	29
Tabel 4. 3 Neraca Panas Total Reaktor	30
Tabel 4. 4 Neraca Panas Total Barometrik Kondensor	31
Tabel 4. 5 Neraca Panas Total <i>Cooler-01</i>	32
Tabel 4. 6 Neraca Panas Total Heater	33
Tabel 4. 7 Neraca Panas Total Menara Distilasi	34
Tabel 4. 8 Neraca Panas Total <i>Cooler-02</i>	35
Tabel 4. 9 Neraca Panas Total <i>Cooler-03</i>	36
Tabel 6. 1 Instrumentasi Pada Prarancangan Pabrik Gliserol Monooleat.....	65
Tabel 6.3 Instrumentasi Pada Prarancangan Pabrik Propil Asetat (Lanjutan).....	66
Tabel 7. 1 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Node Reaktor Esterifikasi (R-210)	113

Tabel 7. 2 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen Jaket Pendingin	114
Tabel 7. 3 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Node Agitator	115
Tabel 7. 4 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>node</i> TIC dan LIC	116
Tabel 7. 5 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>node Input</i> Reaktor.....	117
Tabel 7. 6 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>node Output</i> Reaktor	117
Tabel 7. 7 Estimasi <i>Consequences node</i> Reaktor	118
Tabel 7. 8 Estimasi <i>Consequences node</i> Jaket Pendingin.....	119
Tabel 7. 9 Estimasi <i>Consequences node</i> Agitator.....	121
Tabel 7. 10 Estimasi <i>Consequences node</i> LIC dan TIC	122
Tabel 7. 11 Estimasi <i>Consequences node Input</i> Reaktor.....	124
Tabel 7. 12 Estimasi <i>Consequences node Output</i> Reaktor	125
Tabel 7. 13 Penilaian <i>Risk Matrix</i> menurut ISO 45001	127
Tabel 7. 14 Analisis Risiko <i>node</i> Reaktor	127
Tabel 7. 15 Analisis Risiko <i>node</i> Jaket Pendingin	127
Tabel 7. 16 Analisis Risiko <i>node</i> Agitator	128
Tabel 7. 17 Analisis Risiko <i>node</i> LIC dan TIC	128
Tabel 7. 18 Analisis Risiko <i>node Input</i> dan <i>Output</i> Reaktor.....	128
Tabel 7. 19 Rekomendasi Mitigasi Analisis HAZOP Reaktor Esterifikasi RTB	131
Tabel 8. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	154
Tabel 9. 1 Daftar Gaji Karyawan.....	179
Tabel 9. 2 Jadwal Kerja Masing-masing Tim.....	183
Tabel 9. 3 Perincian Tingkat Pendidikan.....	184
Tabel 9. 4 Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan	185
Tabel 10. 1 Kebutuhan <i>Steam</i>	192
Tabel 10. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	194

Tabel 10. 3 Kebutuhan Air Sanitasi	195
Tabel 10. 4 Kebutuhan Air Sanitasi	196
Tabel 10. 5 Kualitas Air Sungai Dumai (F.Ariani et al, 2020).....	196
Tabel 10. 6 Standar Kualitas Air Bersih	197
Tabel 10. 7 Syarat-Syarat Air Umpan <i>Boiler</i>	202

DAFTAR SINGKATAN

Ao	: Asam Oleat
AS	: Asam Stearat
G	: Gliserol
GMO	: Gliserol Monooleat
A	: Air
RTB	: Reaktor Tangki Berpengaduk
OD	: <i>Outside Diameter</i>
ID	: <i>Indside Diameter</i>
BWG	: <i>Birmingham Wire Gauge</i>
NPS	: <i>Nominal pipa size</i>
MD	: Menara Distilasi
HAZID	: <i>Hazard Identification</i>
HAZOP	: <i>Hazard Operability</i>
SOP	: <i>Standar Operational Process</i>

INTISARI

Gliserol monooleat atau yang biasa disebut GMO merupakan senyawa ester hasil reaksi antara gliserol dan asam oleat yang banyak dimanfaatkan di berbagai industri. Gliserol monooleat sering dimanfaatkan sebagai emulsifier di industri seperti kosmetik, makanan, Obat-obatan, tekstil, plastik, dan oli. Pabrik ini didirikan dengan kapasitas produksi sebesar 8.000 ton/tahun, yang dirancang Untuk mencukupi kebutuhan yang ada di dalam negeri serta menekan tingkat ketergantungan terhadap produk impor.

Proses pembuatan gliserol monooleat dilakukan melalui reaksi esterifikasi menggunakan bahan gliserol dan asam oleat serta katalis zeolit dalam Reaktor Tangki Berpengaduk pada kondisi suhu 180°C dan tekanan operasi pada 0,2 atm selama 3 jam. Reaksi ini menghasilkan konversi hingga 81% dengan kemurnian produk 99%. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gliserol monooleat yaitu asam oleat dan gliserol sebesar 989,4493 kg/jam dan 322,5886 kg/jam. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun. Lokasi untuk mendirikan pabrik ini berada di Dumai dengan luas 20,871 m². Kebutuhan air utilitas 93180,8028 kg/jam. Pabrik ini direncanakan mempekerjakan sebanyak 108 tenaga kerja dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) serta menerapkan struktur organisasi garis dan staf.

Berdasarkan hasil analisis ekonomi, pendirian pabrik gliserol monooleat memerlukan investasi modal tetap sebesar Rp. 345.186.323.745,43,- sedangkan untuk modal kerja sebesar Rp. 24.910.281.308,25,-. Total manufacturing cost yaitu sebesar Rp. 403.938.909.565,-. Biaya yang dikeluarkan untuk produksi yaitu sebesar Rp.543.627.720.008,96,-. dengan total harga jual produk sebesar Rp. 704.724.969.973,-. Keuntungan yang diperoleh dari pendirian pabrik ini yaitu keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 123.356.662.790,31 dan sesudah pajak sebesar Rp. 80.181.830.813,70,-. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai Return on Investment atau ROI setelah pajak mencapai sebesar 23,2% dengan waktu pengembalian modal Pay Out Time (POT) selama 3 tahun. Selain itu, Break Even Point atau yang disingkat BEP berada pada tingkat 44% dan Shut Down Point tercatat senilai 20,5%. Capaian parameter ekonomi tersebut mengindikasikan bahwa rencana pendirian pabrik memenuhi kriteria kelayakan. Sehingga pabrik gliserol monooleat dinyatakan layak untuk dibangun.

Kata kunci: gliserol monooleat, reaksi esterifikasi, asam oleat, gliserol, zeolit

ABSTRACT

Glycerol monooleate (GMO) is an ester compound produced from the reaction between glycerol and oleic acid and is widely utilized in various industries. Glycerol monooleate is commonly used as an emulsifier in industries such as cosmetics, food, pharmaceuticals, textiles, plastics, and lubricants. This plant is designed with a production capacity of 8,000 tons per year to meet domestic demand and reduce dependence on imported products.

The production process of glycerol monooleate is carried out through an esterification reaction using glycerol and oleic acid as raw materials and zeolite as a catalyst in a stirred tank reactor operated at a temperature of 180°C and a pressure of 0.2 atm for 3 hours. This reaction achieves a conversion of up to 81% with a product purity of 99%. The raw materials required for glycerol monooleate production are oleic acid and glycerol at flow rates of 989.4493 kg/h and 322.5886 kg/h, respectively. The plant is planned to operate for 330 days per year. The proposed location for the plant is Dumai, with a total land area of 20,871 m².

The required utility water demand is 93,180.8028 kg/h. The plant is planned to employ 108 workers and will operate as a limited liability company (Perseroan Terbatas/PT) with a line and staff organizational structure.

Based on the economic analysis, the establishment of the glycerol monooleate plant requires a fixed capital investment of Rp 345,186,323,745.43 and working capital of Rp 24,910,281,308.25. The total manufacturing cost is Rp 403,938,909,565, while the total production cost amounts to Rp 543,627,720,008.96, with total product sales revenue of Rp 704,724,969,973. The profit obtained from this plant is Rp 123,356,662,790.31 before tax and Rp 80,181,830,813.70 after tax. The evaluation results show that the Return on Investment (ROI) after tax reaches 23.2% with a Pay Out Time (POT) of 3 years. In addition, the Break Even Point (BEP) is 44%, and the Shut Down Point is 20.5%.

The achievement of these economic parameters indicates that the proposed plant meets the feasibility criteria. Therefore, the glycerol monooleate plant is considered feasible to be constructed.

Keywords: glycerol monooleate, esterification reaction, oleic acid, glycerol, zeolite