

SKRIPSI
PRA-RANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT (GMO)
DENGAN KAPASITAS 25000 TON/TAHUN



Oleh :

MUHAMMAD ARIF LUBIS

2410017411040

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada Jurusan Teknik
Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
07 JANUARI 2026**



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PRA-RANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT (GMO)
DENGAN KAPASITAS 25000 TON/TAHUN**

OLEH :

Muhammad Arif Lubis

2410017411040

Disetujui oleh:

Pembimbing

Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T.

Diketahui oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Dekan



Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T

Jurusan Teknik Kimia

Ketua

Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T.



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI

PRA-RANCANGAN PABRIK GLISEROL MONOOLEAT (GMO)
DENGAN KAPASITAS 25000 TON/TAHUN

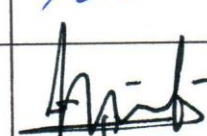
Oleh :

Muhammad Arif Lubis

2410017411040

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr.Maria Ulfah, S.T.,M.T.	
Anggota	1. Dr. Firdaus, ST. MT.	
	2. Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, ST. M.Eng, Ph.D	

Pembimbing,



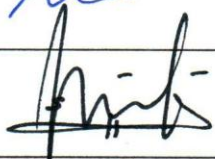
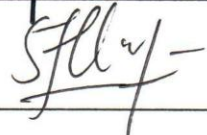
Dr.Maria Ulfah, S.T.,M.T.



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/
PRA RANCANGAN PABRIK**

Nama : Muhammad Arif Lubis
NPM : 2410017411040
Tanggal Sidang : 29 Januari 2026

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr.Maria Ulfah, S.T.,M.T.	
Anggota	1. Dr. Firdaus, ST. MT.	
	2. Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, ST. M.Eng, Ph.D	

Pembimbing,



Dr.Maria Ulfah, S.T.,M.T.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena telah memberikan kesempatan kepada kita untuk dapat menuntut ilmu, sehingga pada kesempatan ini berkat kuasa dan bantuannya penulis dapat melaksanakan Pra Rancangan Pabrik ini yang berjudul “ Pra-Rancangan Pabrik Glycerol Monooleate (GMO) dengan Kapasitas 25000 Ton/Tahun”. Adapun tujuan penulisan laporan awal proyek akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Pembuatan laporan awal proyek ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.
2. Ibu Dr. Maria Ulfah ST., MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang juga selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir proyek ini.
3. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian laporan awal penelitian ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan moral dan material, serta selalu membimbing penulis baik secara lisan maupun tindakan, hingga saat ini.
5. Rekan-rekan di Teknik Kimia sekalian yang telah mendukung dan menyemangati penulis sehingga saat ini, serta telah memberikan pelajaran-pelajaran hidup besar lainnya.
6. Rekan-rekan di Teknik Kimia sekalian yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan bertukar pendapat

Penulis menyadari laporan awal penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan karya tulis ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

Padang , 07 Januari 2026

Penulis

INTISARI

Pabrik Gliserol Monooleat (GMO) dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Dumai, Provinsi Riau, dan beroperasi selama 330 hari per tahun. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada analisis Strength, Weakness, Opportunities, and Threats (SWOT) dari berbagai aspek, yaitu ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, tenaga kerja, utilitas, dan iklim. Produk yang dihasilkan adalah Gliserol Monooleat (GMO) dengan kemurnian 91%, yang banyak digunakan sebagai emulsifier dan surfaktan nonionik. Proses produksi Gliserol Monooleat dilakukan melalui reaksi esterifikasi antara gliserol ($C_3H_8O_3$) dan asam oleat ($C_{18}H_{34}O_2$) dengan menggunakan katalis asam fosfat (H_3PO_4). Reaksi berlangsung di dalam *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan konversi reaksi sebesar 90%. Tahap pemurnian dilakukan menggunakan vaporizer untuk menguapkan komponen yang tidak bereaksi, seperti gliserol yang selanjutnya dikondensasikan dan dikembalikan ke tahap pencampuran (*mixer*) untuk diproses kembali sehingga meningkatkan efisiensi bahan baku. Pendirian pabrik Gliserol Monooleat ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan impor GMO yang setiap tahun mengalami peningkatan, sekaligus memenuhi kebutuhan bahan baku GMO bagi industri pangan, farmasi, kosmetik, dan kimia dalam negeri. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, pabrik ini dinyatakan layak untuk didirikan dengan total investasi sebesar US\$ 35.546.732,12 atau Rp 575.003.938.788, yang terdiri dari 50% modal sendiri dan 50% pinjaman bank. Nilai *Rate of Return* (ROR) sebesar 61,94%, *Pay Out Time* (POT) selama 1 tahun 8 bulan, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 40%, menunjukkan bahwa pabrik Gliserol Monooleat ini memiliki prospek ekonomi yang sangat baik dan menguntungkan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i.
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Pabrik.....	2
1.3 Ketersediaan Bahan Baku	7
1.4 Lokasi Pabrik	9
1.4.1 Lokasi Alternatif I	9
1.4.2 Lokasi Alternatif II.....	12
1.4.3 Lokasi Alternatif III.....	14
BAB II TINJAUAN TEORI.....	16
2.1 Tinjauan Umum.....	16
2.2 Tinjauan Proses.....	17
2.2.1 Proses Esterifikasi Langsung Antara Gliserol Dan Asam-asam Lemak.....	17
2.2.2 Proses Transesterifikasi	19
2.2.3 Seleksi Proses	21
2.3 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku.....	22
2.3.1 Bahan Baku	22
2.4 Bahan Baku Pendukung.....	23
2.4.1 Asam Oleat.....	23
2.4.1 NaOH	25
2.4.2 Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	26
2.5 Produk.....	28
2.5.1 Gliserol Monooleat (GMO).....	28
2.6 Spesifikasi Bahan baku dan Produk	29
2.6.1 Spesifikasi Bahan Baku	29
2.6.2 Spesifikasi Produk.....	31
BAB III TAHAPAN DAN DISKRIPSI PROSES	33
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram	33
3.1.1 Tahapan Proses	33
3.1.2 Blok Diagram	33

BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	44
4.1 Neraca Massa	44
A. Perhitungan tanpa recycle.....	44
B. Perhitungan dengan recycle.....	49
4.2 Neraca Energi	49
A. Tanki Gliserol (T01).....	50
B. Tanki Asam Oleat (T03)	50
C. Mixer Tank (M01)	51
D. Economizer.....	52
E. Heater	53
F. Reaktor Esterifikasi	54
G. Vaporizer.....	55
H. Condensor.....	56
I. Flash Drum	57
J. Netralizer	58
K. Cooler	59
L. Dryer.....	60
BAB V UTILITAS.....	62
5.1 Unit Penyediaan Air, Steam, dan Listrik.....	62
5.1.1 Unit Penyediaan Air	62
5.1.2 Unit Penyediaan Steam	73
5.1.3 Unit Penyedia Listrik	76
5.2 Deskripsi Proses Unit Penyediaan Air dan Steam	80
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....	82
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama	82
6.1.1 Spesifikasi Tangki Gliserol (T01)	82
6.1.2 Spesifikasi Tangki Asam Oleat (T02).....	83
6.1.3 Spesifikasi Tangki Asam Fosfat (T03)	84
6.1.4 Spesifikasi Tangki NaOH (T04).....	85
6.1.5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Sementara (T05).....	86
6.1.6 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Akhir (T06)	87
6.1.7 Spesifikasi Pompa Gliserol (P01)	88
6.1.8 Spesifikasi Pompa Asam Oleat (P02).....	89
6.1.9 Spesifikasi Pompa Asam Fosfat (P03)	90
6.1.10 Spesifikasi Pompa NaOH (P04).....	91

6.1.11	Spesifikasi Pompa <i>Mixer</i> (P05).....	91
6.1.12	Spesifikasi Pompa Reaktor (P06)	92
6.1.13	Spesifikasi Pompa <i>Flush Drum</i> (P07).....	93
6.1.14	Spesifikasi Pompa <i>Bottom Vaporizer</i> (P08).....	94
6.1.15	Spesifikasi Pompa <i>Neutralizer</i> (P09).....	94
6.1.16	Spesifikasi Pompa <i>Decanter Centrifuge</i> (P10)	95
6.1.17	Spesifikasi Pompa to WWTP (P11)	96
6.1.18	Spesifikasi Pompa Vakum (PV01).....	97
6.1.19	Spesifikasi Pompa <i>Dryer</i> (P12)	97
6.1.20	Spesifikasi Pompa <i>to Filling Station</i> (P13).....	98
6.1.21	Spesifikasi <i>Mixer</i> (M01)	99
6.1.22	Spesifikasi Heat Exchanger Economizer(E01)	100
6.1.23	Spesifikasi Heater (E-102).....	101
6.1.24	Spesifikasi Cooler (Co01).....	102
6.1.25	Spesifikasi Reaktor CSTR(R01)	103
6.1.26	Spesifikasi <i>Vapourizer</i> (V01).....	104
6.1.27	Spesifikasi Condensor (C01)	105
6.1.28	Spesifikasi Condensor (C02)	106
6.1.29	Spesifikasi <i>Condensor</i> (C03)	107
6.1.30	Spesifikasi <i>Flash Drum</i> (V02).....	109
6.1.31	Spesifikasi <i>Neutralizer</i> (N02)	110
6.1.32	Spesifikasi <i>Decanter Centifuge</i> (De01)	111
6.1.33	Spesifikasi <i>Plate Dryer</i> (D01)	111
6.1.34	Spesifikasi <i>Steam Ejector</i> (SE01)	112
6.2	Spesifikasi Peralatan Utilitas	113
6.2.1	Spesifikasi Pompa Air Sungai (UT-P01).....	113
6.2.2	Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (UT-PS01)	114
6.2.3	Spesifikasi Pompa Air Sungai (UT-P02).....	114
6.2.4	Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (UT-M01).....	115
6.2.5	Spesifikasi Pompa Aluminium(UT-P03).....	116
6.2.6	Spesifikasi Mixing Tank (UT-M02)	117
6.2.7	Spesifikasi Pompa Kalsium (UT-P04).....	118
6.2.8	Spesifikasi Mixing Tank (UT-M03)	119
6.2.9	Spesifikasi Pompa Kaporit (UT-P05).....	120

6.2.10	Spesifikasi Bak After Treatment (UT-PS102).....	120
6.2.11	Spesifikasi Bak Pencampuran Koagulan (UT-KG01)	121
6.2.12	Spesifikasi Bak Pencampuran Flokulasi (UT-FL01)	122
6.2.13	Spesifikasi Bak Sedimentasi (UT-SD101)	123
6.2.14	Spesifikasi Bak Sludge Holding (UT-RT01).....	123
6.2.15	Spesifikasi Pompa Air (UT-P06).....	124
6.2.16	Spesifikasi Sand Filter (UT-SF01)	125
6.2.17	Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih (UT-TS01).....	125
6.2.18	Spesifikasi Pompa Air dari Sand Filter (UT-P07).....	126
6.2.19	Spesifikasi <i>Reservoir Osmosis</i> (UT-FO01).....	127
6.2.20	Spesifikasi Demin Tank (UT-DWT01)	127
6.2.21	Spesifikasi Cooling Tower (UT-CT01).....	128
6.2.22	Spesifikasi Pompa Air Cooling Tower (UT-P08).....	129
6.2.23	Spesifikasi Daerator (UT-DR01)	130
6.2.24	Spesifikasi Pompa Air Daerator (UT-P09).....	130
6.2.25	Spesifikasi Bolier (UT-BU01)	131
BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)		132
7.1	Tata Letak Pabrik.....	132
7.2	Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup	135
7.2.1	Terjadinya Kecelakaan	138
7.2.2	Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja.....	139
7.2.3	Alat Pelindung Diri (APD).....	139
7.2.4	Identifikasi Bahaya pada Pabrik.....	144
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN		158
8.1	Bentuk Perusahaan.....	158
8.2	Struktur Organisasi	159
8.3	Tugas dan Wewenang.....	160
8.4	Sistem Kepegawaian.....	164
8.5	Sistem Kerja.....	165
8.5.1	Waktu Kerja Karyawan <i>Non-Shift</i>	165
8.5.2	Waktu Kerja Karyawan Shift	165
8.6	Jumlah Karyawan.....	166
8.7	Sistem Gaji dan Kesejahteraan Karyawan	168
BAB IX ANALISA EKONOMI		171

9.1	Biaya Modal.....	171
Est	171	
9.1.1	Modal Investasi Tetap (Fixed Capital Investment)	171
9.1.2	<i>Total Capital Investment</i> (TCI)	172
9.1.3	Modal Kerja (Working Capital Investment).....	173
9.1.4	Return of Investment (ROI)	176
9.1.5	Break Event Point (BEP).....	177
BAB X	TUGAS KHUSUS	179
10.1	Pendahuluan.....	179
10.2	Ruang Lingkup Rancangan.....	179
10.3	Rancangan Alat Proses	179
a.	Tangki penyimpanan umpan gliserol (T01).....	179
b.	Pompa (P01)	185
c.	Heater (E02)	193
d.	Reaktor (R01)	204
e.	Vaporizer (V01)	212
BAB XI	KESIMPULAN DAN SARAN	227
11.1	Kesimpulan	227
11.2	Saran	227
DAFTAR PUSTAKA		228
LAMPIRAN A	NERACA MASSA	232
LAMPIRAN B	NERACA ENERGI	239
LAMPIRAN C	SPESIFIKASI PERALATAN PROSES DAN UTILITAS.....	252
LAMPIRAN D	PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	424

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Ekspor dan Impor GMO di Indonesia.....	3
Tabel 1. 2	Kapasitas Ekonomis Pabrik Gliserol Monooleat di Dunia.....	3
Tabel 1. 3	Kapasitas Produksi Biodiesel di Indonesia.....	7
Tabel 1. 4	Analisa SWOT Lokasi Alternatif I	10
Tabel 1. 5	Analisa SWOT Lokasi Alternatif II	12
Tabel 1. 6	Analisa SWOT Lokasi Alternatif III.....	14
Table 2. 1	Perbandingan Proses Produksi Gliserol Monooleat	21
Table 2. 2	Sifat fisika dan kimia Glycerol	22
Table 2. 3	Sifat Fisika dan Kimia Asam Oleat	24
Table 2. 4	Sifat Fisika dan Kimia Natrium Hidroksida (NaOH).....	25
Table 2. 5	Sifat Fisika Dan Kimia Asam Fosfat (H_3PO_4)	26
Table 2. 6	Sifat Fisika dan Kimia Glycerol Monooleate	28
Table 2. 7	Spesifikasi Bahan Baku Glycerol USP Grade	29
Table 2. 8	Spesifikasi Asam Oleat	30
Table 2. 9	Spesifikasi Natrium Hidroksida (NaOH)	30
Table 2. 10	Spesifikasi Asam Fosfat (H_3PO_4)	31
Table 2. 11	Spesifikasi Gliserol Monooleat (GMO).....	31
Tabel 4. 1	Neraca Massa Mixer.....	44
Tabel 4. 2	Neraca Massa Reaktor.....	45
Tabel 4. 3	Neraca Massa Buffer Tank	45
Tabel 4. 4	Neraca Massa Vaporizer.....	46
Tabel 4. 5	Neraca Massa Flash Drum	46
Tabel 4. 6	Neraca Massa Netralizer	47
Tabel 4. 7	Neraca Massa Decanter	48
Tabel 4. 8	Neraca Massa Dryer	48
Tabel 4. 9	Neraca Massa Mixer dengan Rycycle	49
Tabel 4. 10	Neraca Energi Tanki Gliserol (T01)	50
Tabel 4. 11	Neraca Energi Tanki Asam Oleat (T03)	51
Tabel 4. 12	Neraca Energi Tanki Mixer (M01)	52
Tabel 4. 13	Neraca Energi Tanki Asam Oleat (T03)	53
Tabel 4. 14	Neraca Energi Heater	54
Tabel 4. 15	Neraca Energi Reaktor Esterifikasi	55
Tabel 4. 16	Neraca Energi Vaporizer	56
Tabel 4. 17	Neraca Energi Condensor.....	57
Tabel 4. 18	Neraca Energi Flash Drum	58
Tabel 4. 19	Neraca Energi Netralizer	59
Tabel 4. 20	Neraca Energi Cooler	60
Tabel 4. 21	Neraca Energi Dryer.....	61
Tabel 4. 1	Neraca Massa Mixer.....	232
Tabel 4. 2	Neraca Massa Reaktor.....	233

Tabel 4. 3 Neraca Massa Buffer Tank	233
Tabel 4. 4 Neraca Massa Vaporizer	234
Tabel 4. 5 Neraca Massa Flash Drum	235
Tabel 4. 6 Neraca Massa Netralizer	235
Tabel 4. 7 Neraca Massa Decanter	236
Tabel 4. 8 Neraca Massa Dryer	237
Tabel 4. 9 Neraca Massa Mixer dengan Rycycle	237
Tabel 4. 10 Neraca Energi Tanki Gliserol (T01)	240
Tabel 4. 11 Neraca Energi Tanki Asam Oleat (T03)	241
Tabel 4. 12 Neraca Energi Tanki Mixer (M01)	242
Tabel 4. 13 Neraca Energi Tanki Asam Oleat (T03)	243
Tabel 4. 14 Neraca Energi Heater	244
Tabel 4. 15 Neraca Energi Reaktor Esterifikasi	245
Tabel 4. 16 Neraca Energi Vaporizer	246
Tabel 4. 17 Neraca Energi Condensor	247
Tabel 4. 18 Neraca Energi Flash Drum	248
Tabel 4. 19 Neraca Energi Netralizer	249
Tabel 4. 20 Neraca Energi Cooler	250
Tabel 4. 21 Neraca Energi Dryer	251
Tabel 5. 1 Standar Kualitas Air Bersih	62
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Sanitasi	65
Tabel 5. 3 Standar Baku Mutu Air Pendingin	66
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Umpan Boiler	69
Tabel 6. 1 Spesifikasi Tangki Gliserol (T01)	82
Tabel 6. 2 Spesifikasi Tangki Asam Oleat (T02)	83
Tabel 6. 3 Spesifikasi Tangki Asam Fosfat (T03)	84
Tabel 6. 4 Spesifikasi Tangki NaOH (T04)	85
Tabel 6. 5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Sementara (T05)	86
Tabel 6. 6 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Akhir (T06)	87
Tabel 6. 7 Spesifikasi Pompa Gliserol (P01)	88
Tabel 6. 8 Spesifikasi Pompa Asam Oleat (P02)	89
Tabel 6. 9 Spesifikasi Pompa Asam Fosfat (P03)	90
Tabel 6. 10 Spesifikasi Pompa NaOH (P04)	91
Tabel 6. 11 Spesifikasi Pompa Mixer (P05)	91
Tabel 6. 12 Spesifikasi Pompa Reaktor (P06)	92
Tabel 6. 13 Spesifikasi Pompa Flush Drum (P07)	93
Tabel 6. 14 Spesifikasi Pompa Bottom Vaporizer (P08)	94
Tabel 6. 15 Spesifikasi Pompa Neutralizer (P09)	94
Tabel 6. 16 Spesifikasi Pompa Decanter Centrifuge (P10)	95
Tabel 6. 17 Spesifikasi Pompa to WWTP (P11)	96
Tabel 6. 18 Spesifikasi Pompa Vakum (PV01)	97
Tabel 6. 19 Spesifikasi Pompa Dryer (P12)	97

Tabel 6. 20 Spesifikasi Pompa to Filling station	98
Tabel 6. 21 Spesifikasi Mixer (M01).....	99
Tabel 6. 22 Spesifikasi Heat Exchanger Economizer (E01).....	100
Tabel 6. 23 Spesifikasi Heater(E-102).....	101
Tabel 6. 24 Spesifikasi cooler (Co01)	102
Tabel 6. 25 Spesifikasi Reaktor CSTR (R01).....	103
Tabel 6. 26 Spesifikasi Vapourizer (V01).....	104
Tabel 6. 27 Spesifikasi Condensor (C01)	105
Tabel 6. 28 Spesifikasi Condensor (C02)	106
Tabel 6. 29 Spesifikasi Condensor (C03)	107
Tabel 6. 30 Spesifikasi Flush Drum (V02)	109
Tabel 6. 31 Spesifikasi Neutralizer (N02)	110
Tabel 6. 32 Spesifikasi Decanter Centrifuge (De01).....	111
Tabel 6. 33 Spesifikasi Plate Dryer (D01).....	111
Tabel 6. 34 Spesifikasi Steam Ejector (SE01).....	112
Tabel 6. 35 spesifikasi Pompa Air Sungai (UT-P01).....	113
Tabel 6. 36 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai	114
Tabel 6. 37 spesifikasi Pompa Air Sungai (UT-P02).....	114
Tabel 6. 38 Spesifikasi Mixing Tank (UT-M01).....	115
Tabel 6. 39 spesifikasi Pompa Aluminium (UT-P03).....	116
Tabel 6. 40 Spesifikasi Mixing Tank (UT-M02).....	117
Tabel 6. 41 spesifikasi Pompa Kalsium(UT-P04).....	118
Tabel 6. 42 Spesifikasi Mixing Tank (UT-M03).....	119
Tabel 6. 43 spesifikasi Pompa Kaporit (UT-P05).....	120
Tabel 6. 44 Spesifikasi Bak After Treatment (UT-PS102)	120
Tabel 6. 45 Spesifikasi Bak Pencampuran Koagulan(UT-KG01)	121
Tabel 6. 46 Spesifikasi Bak Pencampuran Flokulasi (UT-F01)	122
Tabel 6. 47 Spesifikasi Bak Sedimentasi (UT-SD01).....	123
Tabel 6. 48 Spesifikasi Bak Sludge Holding (UT-RT01)	123
Tabel 6. 49 spesifikasi Pompa Air (UT-P06).....	124
Tabel 6. 50 Spesifikasi Sand Filter (UT-SF01).....	125
Tabel 6. 51 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih (UT-TS01).....	125
Tabel 6. 52 Spesifikasi Pompa Air dari Sand Filter (UT-P07).....	126
Tabel 6. 53 Spesifikasi Reservoir Osmosis (UT-FO01)	127
Tabel 6. 54 Spesifikasi Demin Tank (UT-DWT01).....	127
Tabel 6. 55 Spesifikasi Cooling Tower (UT-CT01).....	128
Tabel 6. 56 spesifikasi Pompa Air Cooling Tower (UT-P08).....	129
Tabel 6. 57 Spesifikasi Daerator (UT-DR01)	130
Tabel 6. 58 spesifikasi Pompa Air Daerator (UT-P09).....	130
Tabel 6. 59 Spesifikasi Boiler (UT-BU01)	131
Tabel 7. 1 Perencanaan Perincian Luas Lahan Pabrik Gliserol Monooleat	134
Tabel 7. 2 Identifikasi Bahaya Pada Alat Proses	144

Tabel 7. 3 Identifikasi Hazard Bahan Baku dan Produk.....	150
Tabel 7. 4 Identifikasi Hazard Plant Layout dan Loaksi Proses	152
Tabel 7. 5 Identifikasi Potensi Paparan Fisis	156
Tabel 8. 1 Waktu Kerja Karyawan Non-Shift.....	165
Tabel 8. 2 Jadwal Kerja Karyawan Shift yang Terlibat Langsung dalam Kegiatan Produksi	165
Tabel 8. 3 Jumlah dan Tingkat Pendidikan Karyawan Non-Shift	166
Tabel 8. 4 Jumlah dan Tingkat Pendidikan Karyawan Non-Shift	167
Tabel 8. 5 Rentang Gaji Berdasarkan Jabatan	169
Tabel 9. 1 Biaya Komponen Total Capital Invesment.....	173
Tabel 9. 2 Total Production Cost	175

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Konsumsi Gliserol Monooleat	5
Gambar 1. 2 Sungai Sembilan, Kota Dumai, Provinsi Riau.....	10
Gambar 1. 3 di Kawasan industri Maspion,Kabupaten Gresik, Jawa Timur.....	12
Gambar 1. 4 Karingau, Kecamatan Balikpapan Barat, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur.....	14
Gambar 2. 1 Reaksi Esterifikasi Pembentukan Gliserol Monooleat	18
Gambar 2. 2 Blok Diagram Produksi Gliserol Monooleat dengan Proses Esterifikasi.....	18
Gambar 2. 3 Reaksi Transesterifikasi Pembentukan Gliserol Monooleat	19
Gambar 2. 4 Blok Diagram Produksi Gliserol Monooleat dengan Proses Transesterifikasi.....	20
Gambar 3. 1 Blok diagram proses pembuatan Gliserol Monooleat (GMO)	34
Gambar 5. 1 Proses ultrafiltration.....	70
Gambar 5. 2 Proses pengolahan Reverse Osmosis.....	71
Gambar 5. 3 Cooling Tower	72
Gambar 5. 4 Komponen Deaerator	74
Gambar 5. 5 Flowsheet Pra Rancangan Utilitas Pabrik GMO kapasitas 25000 Ton/Tahun.....	79
Gambar 7. 1 Tata Letak Lingkungan Pabrik Gliserol Monooleat	135
Gambar 7. 2 Safety Helmet	141
Gambar 7. 3 Safety Belt	141
Gambar 7. 4 Sepatu Boot.....	142
Gambar 7. 5 Safety Shoes.....	142
Gambar 7. 6 Safety Glove	142
Gambar 7. 7 Ear Plug	143
Gambar 7. 8 Safety Glasses	143
Gambar 7. 9 Respirator.....	143
Gambar 7. 10 Face Shield.....	143
Gambar 7. 11 Rain Coat	144
Gambar 9. 1 Break Event Point	178

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surfaktan (*surface active agent*) merupakan senyawa kimia yang memiliki aktivitas permukaan tinggi, sehingga sering disebut sebagai bahan aktif permukaan. Senyawa ini memiliki struktur amfifilik, yaitu mengandung gugus polar yang bersifat hidrofilik (larut dalam air) dan gugus non-polar yang bersifat lipofilik (larut dalam minyak atau lemak) dalam satu molekul. Kemampuan surfaktan untuk menurunkan tegangan antarmuka (*interfacial tension*) antara dua fase yang tidak saling larut, memungkinkan pencampuran dua atau lebih zat yang secara alami tidak dapat bercampur menjadi sistem yang homogen. Karakteristik ini menjadikan surfaktan sangat penting dalam berbagai aplikasi industri (Ribeiro et al., 2021).

Saat ini, sebagian besar industri surfaktan di Indonesia masih menggunakan bahan baku berbasis minyak bumi yang bersifat tidak terbarukan, yang dikenal sebagai surfaktan sintetis. Surfaktan sintetis cenderung tidak ramah lingkungan dan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menggantikan bahan baku surfaktan dengan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan *biodegradable*, mengingat luasnya penggunaan surfaktan di berbagai sektor industri (Aslam et al., 2020).

Salah satu bahan baku terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah gliserol, yaitu produk samping dari industri biodiesel. Menurut data Kementerian ESDM, peningkatan produksi biodiesel nasional berbanding lurus dengan bertambahnya limbah gliserol yang belum sepenuhnya dimanfaatkan (Kementerian ESDM, 2020). Dengan konversi biodiesel sekitar 90%, maka sekitar 10% dari volume produksi biodiesel merupakan gliserol mentah. Kondisi ini menyebabkan peningkatan jumlah gliserol yang dihasilkan setiap tahunnya seiring dengan bertambahnya produksi biodiesel di Indonesia. Untuk mengatasi surplus gliserol tersebut, diperlukan upaya pemanfaatan gliserol menjadi produk turunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Salah satu produk turunan yang berpotensi dikembangkan adalah gliserol monooleate (GMO) (Koh & Ghazi, 2021).

Gliserol monooleat (GMO) merupakan salah satu surfaktan nonionik, yaitu bagian hidrofilnya tidak bermuatan namun larut dalam air karena adanya gugus yang sangat polar. Secara kimia, GMO dapat diperoleh melalui reaksi esterifikasi antara gliserol dan asam oleat dengan bantuan katalis asam, atau melalui reaksi transesterifikasi antara gliserol dan triolein. Bahan baku gliserol dan asam oleat dapat diperoleh tidak hanya dari petrokimia, tetapi juga dari sumber alami seperti lemak dan minyak nabati. Salah satu sumber potensial adalah hasil samping dari pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi biodiesel (Rahman et al., 2018). Proses hidrolisis trigliserida dalam CPO menghasilkan gliserol dan berbagai asam lemak, salah satunya adalah asam oleat, yang memiliki rantai karbon sebanyak 18 atom dan menyusun sekitar 40% dari total komposisi asam lemak dalam CPO. Gliserol dan asam oleat yang berasal dari CPO inilah yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan baku dalam sintesis GMO. GMO memiliki aplikasi luas, mulai dari industri makanan, kosmetik, pelumas, hingga aplikasi pengeboran minyak dan plastik sehingga pengembangan produksi GMO di dalam negeri akan memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan (Hu et al., 2023).

Dengan demikian, pendirian industri produksi Gliserol Monooleat di dalam negeri tidak hanya menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor, tetapi dapat juga meningkatkan nilai tambah dari produk samping pengolahan proses produksi biodiesel serta dapat menciptakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat (Zhang et al., 2021).