

**PRARANCANGAN PABRIK *TRIMETHYLOLPROPANE FATTY ACID*
TRIESTER DARI METIL OLEAT DENGAN KAPASITAS 118.000
TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir
dan Seminar Tugas Akhir pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia
Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

TIURMA FRANSISKA SIMANULLANG

NIM.40040122650075

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Tiurma Fransiska Simanullang

NIM : 40040122650075

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Trimethylolpropane Fatty Acid Triester dari Metil Oleat dengan Kapasitas 118.000 ton/tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya Tiurma Fransiska Simanullang dan Partner Rizky Hanifah Putri Herman didampingi 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, 6 Juli 2026



Tiurma Fransiska Simanullang

NIM. 40040122650075



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI**

Jalan Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman: vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK TRIMETHYLOLPROPANE FATTY ACID TRIESTER
DARI METIL OLEAT DENGAN KAPASITAS 118.000 TON/TAHUN
TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar
Tugas Akhir pada Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh :

TIURMA FRANSISKA SIMANULLANG

NIM. 40040122650075

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir

Semarang, 3 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T.

NIP. 197107311999031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI**

Jalan Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman: vokasi@live.undip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul : Prarancangan *Pabrik Trimethylolpropane Fatty Acid Triester* Dari Metil Oleat Dengan Kapasitas 118.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :

- Nama : Tiurma Fransiska Simanullang
- NIM : 40040122650075
- Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 15 Juli 2026

Semarang, 15 Juli 2026

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I

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

Penguji II

Abdullah Malik Islam Filardli S.T., M.T.
NIP. 199608152024061003

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Yesus Kristus, atas berkatnya yang melimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Dalam penyusunan, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. M. Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan sebagai dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, dan arahan.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan bantuan selama masa perkuliahan.
4. Mami Lindris, Bos Besar Pak Olo, Kak Ketrin dan Abang Daniel atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang selalu menyertai penulis.
5. Rekan satu tim penyusunan Rizky Hanifah Putri Herman yang senantiasa berjuang dan memberikan semangat serta dukungan satu sama lain.
6. Pengungsian (Dascha, Jeni, Kinan, Sani, Ilma, Nara, Refa) dan *Sister in Christ* (Suni, Yessy, Jenoy, Fani) yang selalu ada membantu dan memberi banyak dukungan.
7. Kak Aris, Kak Jeki, Kak Fito, Kak Aseng, Kak Budi yang selalu menghibur penulis dan memberi banyak dukungan serta saran kepada penulis.
8. Wanita Pengering Semprot (Nuy, Shofi, Jensbri) membersamai dalam penelitian.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan sehingga penulis sangat menghargai bila terdapat kritik dan saran agar menjadi lebih baik kedepannya. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi rekayasa kimia industri dan pengembangan biolubricant.

Semarang, Juli 2026

Penyusun

INTISARI

Trimethylolpropane Fatty Acid Triester (TFATE) merupakan biolubricant berbasis ester poliol yang memiliki biodegradabilitas tinggi, toksisitas rendah, stabilitas termal yang baik, serta indeks viskositas tinggi sehingga berpotensi menggantikan pelumas berbasis minyak mineral. Meningkatnya kebutuhan pelumas ramah lingkungan dan belum adanya pabrik TFATE di Indonesia menyebabkan kebutuhan dalam negeri masih dipenuhi melalui impor. Oleh karena itu, pendirian pabrik *Trimethylolpropane Fatty Acid Triester* memiliki prospek yang baik untuk mendukung pemenuhan kebutuhan nasional sekaligus meningkatkan nilai tambah industri berbasis kelapa sawit.

Produksi TFATE menggunakan bahan baku utama trimethylolpropane (TMP) dan metil oleat dengan katalis kalium karbonat (K_2CO_3). Proses yang dipilih adalah transesterifikasi menggunakan *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) pada suhu $120^\circ C$ dan tekanan 1 atm dengan perbandingan mol TMP : Metil oleat sebesar 1:4. Metanol sebagai produk samping dipisahkan menggunakan gas nitrogen (*gas stripping*), kemudian campuran dimurnikan melalui filtrasi dan distilasi vakum untuk memperoleh produk sesuai spesifikasi. Pabrik direncanakan berlokasi di Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC), Kota Cilegon, Provinsi Banten, dengan kapasitas produksi 118.000 ton/tahun. Bentuk badan usaha yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff. Pabrik dirancang beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jumlah tenaga kerja 176 orang.

Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa pabrik layak didirikan dengan nilai ROI 54,26%, POT 2,09 tahun, IRR 12,44%, BEP 45,19%, SDP 40,00%, dan ROR 8,46%. Berdasarkan hasil tersebut, pabrik *Trimethylolpropane Fatty Acid Triester* dinilai layak secara teknis maupun ekonomis.

Kata kunci: **Biolubricant, *Trimethylolpropane Fatty Acid Triester*, Transesterifikasi, Metil Oleat, Trimethylolpropane**

DAFTAR ISI

BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	1
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	8
1.4 Tinjauan Proses	15
BAB II.....	24
DESKRIPSI PROSES.....	24
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	24
2.2 Konsep Proses.....	26
2.3 Langkah Proses.....	32
2.4 Diagram Alir	34
2.5 Neraca Massa.....	36
2.6 Neraca Panas	39
2.7 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	44
BAB III.....	50
SPESIFIKASI ALAT PROSES.....	50
3.1 Unit Penyimpanan.....	50
3.2 Unit Pemindah	52
3.3 Unit Penukar Panas.....	53
3.4 Unit Reaksi.....	54
3.5 Unit Pemisah	56
BAB IV	57
UNIT PENDUKUNG PROSES.....	57
4.1 Unit Pengadaan dan Pengelolaan Air.....	57
4.2 Unit Pengadaan Listrik.....	69
4.3 Unit Pengadaan <i>Steam</i>	73
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	74
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan	77
4.6 Unit Pengadaan Nitrogen	78

4.7	Unit Pengadaan Downterm	80
4.8	Unit Laboratorium.....	81
4.9	Unit Pengolahan Limbah.....	83
4.10	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	85
4.11	Instrumentasi	91
BAB V.....		93
MANAJEMEN PERUSAHAAN.....		93
5.1	Bentuk Perusahaan	93
5.2	Struktur Organisasi	95
5.3	Tugas dan Wewenang.....	98
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	102
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	105
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan	110
5.7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	113
BAB VI		116
TROUBLESHOOTING		116
6.1	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan	116
6.2	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan	117
6.3	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas.....	119
6.4	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaktor.....	120
6.5	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisahan	122
BAB VII.....		124
ANALISA EKONOMI.....		124
7.1	Perkiraan Harga Peralatan	124
7.2	Dasar Perhitungan	127
7.3	Perhitungan Biaya.....	128
7.4	Analisa Kelayakan.....	133
7.5	Hasil Perhitungan.....	135

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Lubrikan (Trade Map, 2024).....	3
Tabel 1. 2 Jumlah Impor Pelumas Ramah Lingkungan bukan dari Minyak Bumi (Badan Pusat Statistik, 2025).	6
Tabel 1. 3 Perusahaan yang Memproduksi Lubricant	8
Tabel 1. 4 Parameter dan Bobot Khusus Weight Gain Industry	13
Tabel 1. 5 Penilaian Weight Gain	13
Tabel 1. 6 Analisis SWOT Pemilihan Lokasi Pabrik	14
Tabel 1. 7 Kelebihan dan Kekurangan Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi (Devale et al., 2024; Khan et al., 2021)	17
Tabel 1. 8 Perbandingan Metode Pembuatan Biolubricant (Cecilia et al., 2020)	20
Tabel 2. 1 Entalpi Proses Transesterifikasi.....	27
Tabel 2. 2 Nilai Energi Gibbs Proses Transesterifikasi	28
Tabel 2. 3 Konstanta Laju Reaksi Transesterifikasi (Xie et al., 2020)	31
Tabel 2. 4 Parameter Kinetik untuk Reaksi Transesterifikasi	32
Tabel 2. 5 Neraca Massa Melter	36
Tabel 2. 6 Neraca Massa Pit Trimetilolpropana	36
Tabel 2. 7 Neraca Massa <i>Mixer</i>	36
Tabel 2. 8 Neraca Massa Reaktor 1	37
Tabel 2. 9 Neraca Massa Kondensor Parsial dan Separator	37
Tabel 2. 10 Neraca Massa Reaktor 2	37
Tabel 2. 11 Neraca Massa Kondensor Parsial dan Separator 2	38
Tabel 2. 12 Neraca Massa Filter.....	38
Tabel 2. 13 Neraca Massa Menara Destilasi	38
Tabel 2. 14 Neraca Massa Akumulator	39
Tabel 2. 15 Neraca Panas Melter.....	39
Tabel 2. 16 Neraca Panas Mixer.....	39
Tabel 2. 17 Neraca Panas Heat Exchanger 101	40
Tabel 2. 18 Neraca Panas Heat Exchanger 201	40
Tabel 2. 19 Neraca Panas Reaktor 201	40
Tabel 2. 20 Neraca Panas Neraca Panas Pada Kondensor Parsial dan Separator 1	41
Tabel 2. 21 Neraca Panas Reaktor 2.....	41
Tabel 2. 22 Neraca Panas Pada Kondensor Parsial dan Separator 2	41

Tabel 2. 23 Neraca Panas Heat Exchanger 301	42
Tabel 2. 24 Neraca Panas Menara Destilasi	42
Tabel 2. 25 Neraca Panas Pada Kondensor	42
Tabel 2. 26 Neraca Panas Cooler - 401	43
Tabel 2. 27 Neraca Panas Cooler - 402	43
Tabel 2. 28 Neraca Panas Cooler - 403	43
Tabel 2. 29 Neraca Panas Cooler - 301	43
Tabel 2. 30 Keterangan Tata Letak.....	47
Tabel 3. 1 Spesifikasi S-101	50
Tabel 3. 2 Spesifikasi T-102	50
Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa	52
Tabel 3. 4 Spesifikasi Heat Exchanger	53
Tabel 3. 5 Spesifikasi Reaktor	54
Tabel 3. 6 Spesifikasi Menara Destilasi	56
Tabel 4. 1 Parameter Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (Non-Konsumsi) Permenkes RI No. 32 Tahun 2017	58
Tabel 4. 2 Syarat Air Pendingin	60
Tabel 4. 3 Kebutuhan Air untuk Pendingin	60
Tabel 4. 4 Standar Kualitas Air Umpan Boiler SNI 7268:2009	61
Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Umpan.....	62
Tabel 4. 6 Spesifikasi air desalinasi.....	66
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik unit proses	69
Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas	70
Tabel 4. 9 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	71
Tabel 4. 10 Luas ruangan yang memerlukan AC	72
Tabel 4. 11 Kebutuhan Steam.....	73
Tabel 4. 12 Data Lower Heating Value (Fundamental of Natural Gas Processing, J. Kidnay, W.R. Parrish, Appendix B).....	75
Tabel 4. 13 Perhitungan Lower Heating Value Natural Gas	75
Tabel 4. 14 Kualitas Udara Instrumen.....	77
Tabel 4. 15 Kondisi Operasi Unit Nitrogen.....	79
Tabel 4. 16 Kebutuhan Downtherm A.....	81
Tabel 5. 1 Jadwal Kerja Untuk Setiap Regu.....	104
Tabel 5. 2 Penggolongan Jabatan	105

Tabel 5. 3 Perincian Jumlah Karyawan Proses (Peters, 2003; Ulrich, 1984).....	106
Tabel 5. 4 Perincian Jumlah Karyawan Utilitas (Ulrich, 1984)	107
Tabel 5. 5 Rincian Jumlah Karyawan HSE Lingkungan, Laboratorium Analisa dan Maintenance	108
Tabel 5. 6 Perincian Jumlah Karyawan	108
Tabel 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> Tahun 2001-2025	125
Tabel 7. 2 <i>Physical Plant Cost</i>	135
Tabel 7. 3 Fixed Capital Investment (FCI).	135
Tabel 7. 4 <i>Working Capital Investment</i> (WCI).	136
Tabel 7. 5 Direct Manufacturing Cost.	136
Tabel 7. 6 Indirect Manufacturing Cost.....	137
Tabel 7. 7 Fixed Manufacturing Cost.	137
Tabel 7. 8 Total Manufacturing Cost.	137
Tabel 7. 9 General Expense	137
Tabel 7. 10 Production Cost.	138
Tabel 7. 11 Hasil Analisa.....	138
Tabel 7. 12 <i>Resume</i> Kelayakan Pabrik Biolubricant Kapasitas 180.000 Ton/Tahun	139
Tabel A. 1 Komposisi Trimetilolpropana	144
Tabel A. 2 Neraca Massa Trimetilolpropana	145
Tabel A. 3 Neraca Massa Pit Trimetilolpropana.....	145
Tabel A. 4 Neraca Massa Mixer	146
Tabel A. 5 Neraca Massa Reaktor	148
Tabel A. 6 Input pada Kondensor Parsial	149
Tabel A. 7 Konstanta Antoine CH ₃ OH dan N ₂	149
Tabel A. 8 Hasil Perhitungan Persamaan Antoine dan Persamaan Rachford.....	150
Tabel A. 9 Komposisi Vapor dan Liquid	150
Tabel A. 10 Neraca Massa Kondensor Parsial dan Separator	150
Tabel A. 11 Neraca Massa Reaktor	152
Tabel A. 12 Input pada Kondensor Parsial	153
Tabel A. 13 Konstanta Antoine CH ₃ OH dan N ₂	153
Tabel A. 14 Hasil Perhitungan Persamaan Antoine dan Persamaan Rachford.....	154
Tabel A. 15 Komposisi Vapor dan Liquid	154
Tabel A. 16 Neraca Massa Kondensor Parsial dan Separator	154
Tabel A. 17 Neraca Massa Filter	155

Tabel A. 18 Input Menara Destilasi.....	155
Tabel A. 19 Konstanta Antoine	155
Tabel A. 20 Hasil Perhitungan Persamaan Antoine dan Persamaan Rachford.....	156
Tabel A. 21 Komposisi Vapor dan Liquid pada Menara Destilasi	156
Tabel A. 22 Hasil Perhitungan Persamaan Antoine dan Persamaan Fenske	157
Tabel A. 23 Komposisi Komponen pada Menara Destilasi	157
Tabel A. 24 Neraca Massa Menara Destilasi.....	158
Tabel A. 25 Neraca Massa Akumulator.....	158
Tabel B. 1 Heat Capacity Komponen pada Melter.....	160
Tabel B. 2 Entalpi Input pada Melter	160
Tabel B. 3 <i>Heat Capacity</i> pada <i>Melter</i>	161
Tabel B. 4 Entalpi Output pada Melter.....	161
Tabel B. 5 Neraca Panas Melter	162
Tabel B. 6 Heat Capacity Komponen pada Mixer	163
Tabel B. 7 Entalpi Input pada Mixer	164
Tabel B. 8 Entalpi Output pada Mixer	166
Tabel B. 9 Neraca Panas Mixer	167
Tabel B. 10 Heat Capacity Komponen pada Heat Exchanger.....	167
Tabel B. 11 Entalpi Input pada Heat Exchanger	168
Tabel B. 12 Entalpi Output pada Heat Exchanger.....	168
Tabel B. 13 Neraca Panas Heat Exchanger 101	169
Tabel B. 14 Heat Capacity Komponen pada Heat Exchanger.....	169
Tabel B. 15 Entalpi Input pada Heat Exchanger	170
Tabel B. 16 Entalpi Output pada Heat Exchanger.....	170
Tabel B. 17 Heat Capacity Komponen pada Reaktor 1	172
Tabel B. 18 Entalpi Input pada Reaktor 1	174
Tabel B. 19 Entalpi Pembentukan pada Reaktor 1	174
Tabel B. 20 Entalpi Output pada Reaktor 1.....	176
Tabel B. 21 Neraca Panas Reaktor 201	177
Tabel B. 22 Heat Capacity Komponen pada Kondensor Parsial & Separator 201	178
Tabel B. 23 Entalpi Input pada Kondensor Parsial & Separator 201	179
Tabel B. 24 Entalpi Output pada Separator 301	179
Tabel B. 25 Neraca Panas Pada Kondensor Parsial dan Separator 201	180
Tabel B. 26 Heat Capacity Komponen pada Reaktor 202.....	181

Tabel B. 27 Entalpi Input pada Reaktor 202	183
Tabel B. 28 Entalpi Pembentukan Komponen pada Reaktor 202	183
Tabel B. 29 Entalpi Input pada Reaktor 202	186
Tabel B. 30 Neraca Panas Reaktor 201	187
Tabel B. 31 Heat Capacity Komponen pada Kondensor Parsial 202	187
Tabel B. 32 Entalpi <i>Input</i> pada Kondensor Parsial & Separator 202	188
Tabel B. 33 Entalpi Keluar pada Separator 202	189
Tabel B. 34 Neraca Panas Pada Kondensor Parsial dan Separator 202	190
Tabel B. 35 Heat Capacity Komponen pada Heat Exchanger 401	190
Tabel B. 36 Entalpi Input pada Heat Exchanger 301	192
Tabel B. 37 Entalpi Output pada Heat Exchanger 401	193
Tabel B. 38 Neraca Panas Heat Exchanger 301	193
Tabel B. 39 Heat Capacity Komponen pada Menara Destilasi	194
Tabel B. 40 Hasil Perhitungan Konstanta Antoine pada Menara Destilasi	195
Tabel B. 41 Perhitungan Konstanta Antoine pada Menara Destilasi	195
Tabel B. 42 Perhitungan Konstanta Antoine pada Menara Destilasi	196
Tabel B. 43 Hasil Perhitungan Tetapan Underwood	197
Tabel B. 44 Hasil Perhitungan Nilai Reflux Minimum	197
Tabel B. 45 Kebutuhan Kapasitas Panas	199
Tabel B. 46 Panas yang dibawa Komponen pada Destilat	200
Tabel B. 47 Panas yang dibawa Komponen pada Bottom	201
Tabel B. 48 Neraca Panas Menara Destilasi	202
Tabel B. 49 Heat Capacity Komponen pada Kondensor	203
Tabel B. 50 Hasil Perhitungan Persamaan Antoine pada Kondensor (Bubble Point)	204
Tabel B. 51 Hasil Perhitungan Persamaan Antoine pada Kondensor (Dew Point)	204
Tabel B. 52 <i>Heat Capacity Gas</i> Komponen pada Kondensor	205
Tabel B. 53 Neraca Panas pada Kondensor	206
Tabel B. 54 <i>Viscosity of Gas</i>	206
Tabel B. 55 Beban Panas pada Pengembunan	207
Tabel B. 56 <i>Heat Capacity</i> Komponen pada Kondensor	207
Tabel B. 57 Panas Pengembunan pada Kondensor	209
Tabel B. 58 Neraca Panas Pada Kondensor	210
Tabel B. 59 <i>Heat Capacity</i> Komponen pada <i>Cooler</i> 401	210
Tabel B. 60 Neraca Panas Cooler 401	212

Tabel B. 61 <i>Heat Capacity</i> Komponen pada <i>Cooler</i> 402.....	212
Tabel B. 62 Neraca Panas Cooler 402.....	214
Tabel B. 63 <i>Heat Capacity</i> Komponen pada <i>Cooler</i> 403.....	214
Tabel B. 64 Neraca Panas Cooler 403.....	216
Tabel B. 65 <i>Heat Capacity</i> Komponen pada <i>Cooler</i> 301.....	217
Tabel B. 66 Entalpi Input pada Cooler 301.....	218
Tabel B. 67 Entalpi Output pada Cooler 301.....	219
Tabel B. 68 Neraca Panas Cooler 301.....	220
Tabel C. 1 Kriteria Penyimpanan di Tangki <i>Fixed (Conical Roof)</i>	221
Tabel C. 2 Panjang <i>Plate</i>	225
Tabel C. 3 Spesifikasi Tangki 101.....	227
Tabel C. 4 Spesifikasi Silo.....	232
Tabel C. 5 Konstanta Densitas Komponen pada Pompa.....	232
Tabel C. 6 Hasil Perhitungan Densitas Komponen pada Pompa.....	232
Tabel C. 7 Konstanta Viskositas Komponen pada Pompa.....	233
Tabel C. 8 Fitting pada Pipa.....	235
Tabel C. 9 Spesifikasi Pompa P-101.....	238
Tabel C. 10 Spesifikasi Reaktor.....	251
Tabel C. 11 Spesifikasi Heater.....	264
Tabel C. 12 Spesifikasi Menara Destilasi.....	274
Tabel D. 1 Nilai CEP Index Tahun 2001 hingga 2025.....	277
Tabel D. 2 Equipment Cost Import in 2026.....	280
Tabel D. 3 Equipment Cost Dalam Negeri Tahun 2026.....	280
Tabel D. 4 Purchased Equipment Cost Impor.....	281
Tabel D. 5 Purchased Equipment Cost Dalam Negeri.....	282
Tabel D. 6 Physical Plant Cost (PPC).....	284
Tabel D. 7 Raw Material Inventory.....	287
Tabel D. 8 Total Working Capital Investment (WCI).....	288
Tabel D. 9 Total Capital Investment (TCI).....	289
Tabel D. 10 Total Indirect Manufacturing Cost (IDMC).....	291
Tabel D. 11 Kebutuhan dan Biaya Bahan Baku per Tahun.....	291
Tabel D. 12 Labor Cost.....	291
Tabel D. 13 Total Direct Manufacturing Cost (DMC).....	295
Tabel D. 14 Total Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	296

Tabel D. 15 Total Manufacturing Cost (TMC).....	296
Tabel D. 16 Management Salaries.....	297
Tabel D. 17 Total General Expense (TGE)	299
Tabel D. 18 Fixed Manufacturing Cost (Fa)	302
Tabel D. 19 Variable Cost (Va).....	303
Tabel D. 20 Regulated Cost (Ra).....	303
Tabel D. 21 Hasil Analisa Kelayakan.....	304

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Impor Pelumas Nabati	6
Gambar 1. 2 Lokasi Pemilihan Pabrik di Banten	10
Gambar 1. 3 Macam- Macam Reaksi pada Pembuatan Biolubricant	15
Gambar 1. 4 Reaksi Esterifikasi (Cecilia et al., 2020)	16
Gambar 1. 5 Reaksi Transesterifikasi (Cecilia <i>et al.</i> , 2020).....	16
Gambar 1. 6 Reaksi Hidrogenisasi (Cecilia et al., 2020)	19
Gambar 1. 7 Reaksi Epoksidasi (Cecilia et al., 2020).....	19
Gambar 4. 1 Diagram Alir Pengolahan Air	64
Gambar 4. 2 Skema Desalinasi menggunakan RO (Reverse Osmosis).	66
Gambar 4. 3 Blok diagram pengolahan udara tekan	78
Gambar 4. 4 Blok diagram Pengolahan Nitrogen	80
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	97
Gambar 7. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index 2001-2025	126
Gambar 7. 2 Grafik Analisa Kelayakan Pabrik.	139