

# **PRARENCANA PABRIK**

## **METIL METAKRILAT DARI GLISEROL MELALUI PROSES FERMENTASI – KATALITIK DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



Diajukan oleh:

Hana Fransisca Tulus

NRP: 5203019007

Patrick Armando

NRP: 5203019010

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA  
SURABAYA**

**2023**

# LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Hana Fransisca Tulus  
NRP : 5203019007

telah diselenggarakan pada tanggal 15 Juni 2023, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia**.

Surabaya, 5 Juli 2023

Pembimbing I

Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D.,  
IPM.  
NIK. 521.18.1010

Pembimbing II

Dr. Ir. Christian Julius Wijaya,  
S.T., M.T., IPP.  
NIK. 521.17.0948

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Jindrayani Nyoo Putro, S.T.,  
Ph.D. IPM.  
NIK. 521.17.0948

Anggota

Ir. Jenni Lie, S.T., Ph.D., IPP.

NIK. 521.17.0949

Sekretaris

Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM.  
NIK. 521.18.1010  
Anggota

Ir. Chintya Gunarto, S.T., Ph.D.,  
IPP.

NIK. 521.17.0952

Mengetahui

Fakultas Teknik  
Dekan  
  
Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo,  
M.Phil., Ph.D., ASEAN Eng.  
NIK. 521.99.0391

Prodi Teknik Kimia  
Ketua  
  
Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,  
M.Phil., Ph.D., IPM  
NIK. 521.99.0401

# LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Patrick Armando

NRP : 5203019010

telah diselenggarakan pada tanggal 15 Juni 2023, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia**.

Surabaya, 5 Juli 2023

Pembimbing I

Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D.,  
IPM.  
NIK. 521.18.1010

Pembimbing II

Dr. Ir. Christian Julius Wijaya,  
S.T., M.T., IPP.  
NIK. 521.17.0948

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Jindrayani Nyoo Putro, S.T.,  
Ph.D. IPM.  
NIK. 521.17.0948

Sekretaris

Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM.  
NIK. 521.18.1010  
Anggota



Anggota

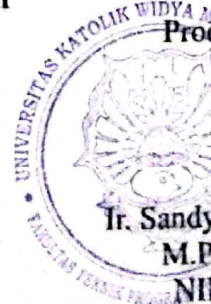

Ir. Jenni Lie, S.T., Ph.D., IPP.  
NIK. 521.17.0949

Anggota

Ir. Chintya Gunarto, S.T., Ph.D.,  
IPP.  
NIK. 521.17.0952

Mengetahui

  
Fakultas Teknik  
Dekan  
  
Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo,  
S.T., M.Phil., Ph.D., ASEAN Eng.  
NIK. 521.99.0391

  
Prodi Teknik Kimia  
Ketua  
  
Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,  
M.Phil., Ph.D., IPM  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**

Surabaya, 15 Juni 2023

Mahasiswa,



Hana Fransisca Tulus

NRP 5203019007

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**

Surabaya, 15 Juni 2023

Mahasiswa,



1000  
METERAI  
TEMPEL  
8CCD8AKX52114330

Patrick Armando

NRP 5203019010

# LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan, kami sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama/NRP : Hana Fransisca Tulus / 5203019007  
Patrick Armando / 5203019010

Menyetujui tugas akhir kami yang berjudul:

Pra-Rencana Pabrik Metil Metakrilat dari Gliserol melalui Proses Fermentasi Katalitik dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 15 Juni 2023

Yang menyatakan,



Hana Fransisca Tulus

NRP. 5203019007



Patrick Armando

NRP. 5203019010

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa kami haturkan karena atas rahmat, berkat, dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra-Rencana Pabrik dengan judul “Pra-Rencana Pabrik Metil Metakrilat dari Gliserol melalui Proses Fermentasi Katalitik dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”. Tugas Akhir ini kami selesaikan dalam rangka mendapatkan syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Selama pembuatan laporan Tugas Akhir ini, kami senantiasa mengucapkan Syukur atas keterlibatan berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan kontribusi untuk menyukseskan Tugas Akhir ini. Adapun pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi, antara lain;

1. Ibu Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan, saran, serta arahan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Christian Julius Wijaya, S.T., IPP. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan, saran, serta arahan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini;
3. Ibu Jindrayani Nyoo Putro, S.T., Ph.D., IPM, Ibu Jenni Lie, S.T., Ph.D., IPP., dan Ibu Chintya Gunarto, S.T., Ph.D., IPP. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir;
4. Bapak Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D., IPM dan Ibu Prof. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN ENG. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia dan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan kesempatan untuk kami dapat menimba ilmu disini;
5. Seluruh dosen, staf, dan laboran Program Studi Teknik Kimia yang telah membantu dan menjadi fasilitator bagi kami ketika menimba ilmu di Prodi Teknik Kimia;
6. Orang tua penulis, teman-teman penulis, dan pihak-pihak lain yang juga turut berkontribusi namun tidak dapat disebutkan dalam kata pengantar ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Pra-Rencana Pabrik ini dapat berkontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya bagi para pembaca

# DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan.....	ii
Lembar Pernyataan .....	iv
Lembar Pernyataan Publikasi Laporan Tugas Akhir .....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi .....	viii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar.....	xiv
Intisari .....	xv
BAB I. Pendahuluan .....	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk .....	I-5
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar .....	I-6
BAB II. Uraian dan Pemilihan Proses .....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk .....	II-1
II.2. Pemilihan Proses .....	II-3
II.3. Uraian Proses.....	II-3
BAB III. Neraca Massa .....	III-1
BAB IV. Neraca Panas .....	IV-1
BAB V. Spesifikasi Peralatan .....	V-1
BAB VI. Lokasi, Tata Letak Pabrik & Alat, Instrumentasi, dan <i>Safety</i> .....	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik.....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat .....	VI-3
VI.3. Instrumentasi.....	VI-15
VI.4. <i>Safety</i> .....	VI-16
BAB VII. Utilitas dan Pengolahan Limbah .....	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	VII-1
VII.2. Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....	VII-45
VII.3. Unit Penyediaan Refrijeran .....	VII-46
VII.4. Unit Penyediaan <i>Dowtherm</i> .....	VII-47
VII.5. Unit Penyediaan Listrik.....	VII-48
VII.6. Unit Penyediaan Udara Panas .....	VII-53
VII.7. Unit Penyediaan Katalis .....	VII-55
VII.8. Unit Pengolahan Limbah.....	VII-92
BAB VIII. Desain Produk dan Kemasan .....	VIII-1
VIII.1. Desain Logo Perusahaan .....	VIII-1
VIII.2. Spesifikasi Produk.....	VIII-2
VIII.3. Desain Label Kemasan.....	VIII-2
VIII.4. Desain Kemasan.....	VIII-3
IX. Strategi Pemasaran.....	IX-1
X. Struktur Organisasi Perusahaan .....	X-1
X.1. Struktur Umum .....	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan .....	X-1
X.3. Struktur Organisasi .....	X-2
X.4. Jadwal Kerja.....	X-3
X.5. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab .....	X-4
X.6. Kesejahteraan Karyawan.....	X-9



XI. Analisa Ekonomi .....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total (TCI).....	XI-2
XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total (TPC).....	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan metode <i>Discounted Cash Flow</i> .....	XI-5
XI.4. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR).....	XI-10
XI.5. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) .....	XI-11
XI.6. <i>Pay Out Time</i> (POT).....	XI-12
XI.7. <i>Break Even Point</i> (BEP0) .....	XI-13
XI.8. Analisa Sensitivitas.....	XI-14
XII. Diskusi dan Kesimpulan.....	XII-1
Daftar Pustaka.....	DP-1
Lampiran A .....	A-1
Lampiran B .....	B-1
Lampiran C .....	C-1
Lampiran D .....	D-1

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Sifat Fisika dan Kimia Gliserol.....	I-4
Tabel I.2 Sifat Fisika dan Kimia MMA.....	I-5
Tabel I.3 Daftar Pabrik Biodiesel di Indonesia dan Alokasi Produk Samping <i>Crude</i> Gliserol	I-7
Tabel I.4 Data Impor MMA di Indonesia pada Tahun 2013 – 2021 .....	I-9
Tabel I.5 Data Estimasi Impor MMA di Indonesia pada Tahun 2023 – 2027.....	I-10
Tabel I.6 Data Ekspor Metil Metakrilat di Indonesia pada Tahun 2018 – 2021.....	I-11
Tabel I.7 Data Estimasi Ekspor MMA di Indonesia pada Tahun 2023 – 2027 .....	I-11
Tabel I.8 Produksi Cat dan Varnish di Indonesia Tahun 2009 – 2022 .....	I-12
Tabel I.9 Data Estimasi Konsumsi Cat dan Varnish di Indonesia Tahun 2023 – 2027 .....	I-13
Tabel I.10 Perusahaan di Dunia yang Memproduksi Metil Metakrilat.....	I-15
Tabel VI.1 Keterangan Gambar VI.2 .....	VI-10
Tabel VI.2 Keterangan Gambar VI.3 .....	VI-11
Tabel VI.3 Keterangan Gambar VI.4 .....	VI-11
Tabel VI.4 Keterangan Gambar VI.5 .....	VI-12
Tabel VI.5 Keterangan Gambar VI.6 .....	VI-12
Tabel VI.6 Dimensi dan Luasan Bangunan di Pabrik Metil Metakrilat .....	VI-14
Tabel VI.7 Instrumentasi yang Digunakan pada Alat Proses .....	VI-16
Tabel VII.1 Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> .....	VII-2
Tabel VII.2 Kebutuhan Air Sanitasi.....	VII-4
Tabel VII.3 Kebutuhan Air Proses .....	VII-4
Tabel VII.4 Kebutuhan <i>Power</i> Alat Proses .....	VII-49
Tabel VII.5 Kebutuhan <i>Power</i> Peralatan Utilitas .....	VII-51
Tabel VII.6 Kebutuhan Lumen Penerangan .....	VII-51
Tabel VII.7 Kebutuhan <i>Power</i> Penerangan.....	VII-52
Tabel VII.8 Komponen dan Fraksi Massa Air Limbah .....	VII-94
Tabel VIII.1 Spesifikasi Produk Metil Metakrilat PT. Metilat Indonesia .....	VIII-2
Tabel VIII.2 Jenis dan Spesifikasi Kemasan Produk MMA PT. Metilat Indonesia .....	VIII-4
Tabel X.1 Perincian Jumlah Karyawan PT. Metilat Indonesia.....	X-9
Tabel XI.1 Penentuan <i>Capital Investment</i> .....	XI-2
Tabel XI.2 Depresiasi Alat dan Bangunan .....	XI-4
Tabel XI.3 Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC) .....	XI-5
Tabel XI.4 Keterangan Kolom <i>Cash Flow</i> .....	XI-6
Tabel XI.5 <i>Cash Flow</i> .....	XI-8
Tabel XI.6 <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sebelum Pajak ( $i = 0$ ) .....	XI-10
Tabel XI.7 <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sebelum Pajak ( $i = 1$ ) .....	XI-10
Tabel XI.8 <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sesudah Pajak ( $i = 0$ ).....	XI-11
Tabel XI.9 <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sesudah Pajak ( $i = 1$ ).....	XI-11
Tabel XI.10 <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sebelum Pajak ( $i = 0$ ).....	XI-12
Tabel XI.11 <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sebelum Pajak ( $i = 1$ ).....	XI-12
Tabel XI.12 <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sesudah Pajak ( $i = 0$ ).....	XI-12
Tabel XI.13 <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sesudah Pajak ( $i = 1$ ).....	XI-13
Tabel XI.14 POT Sebelum Pajak.....	XI-13
Tabel XI.15 POT Sesudah Pajak .....	XI-14
Tabel XI.16 Penentuan BEP .....	XI-15
Tabel A.1 Komposisi <i>Crude Glycerol</i> berdasarkan Penyedia PT. BEST <i>Industry</i> .....	A-1
Tabel A.2 Neraca Massa <i>Decanter</i> [H-110] .....	A-2
Tabel A.3 Neraca Massa <i>Crystallizer</i> [H-115] .....	A-3

Tabel A.4 Komposisi dan Laju Aliran Masuk <i>Centrifugal Filter</i> .....	A-4
Tabel A.5 Neraca Massa <i>Centrifugal Filter</i> [H-116].....	A-6
Tabel A.6 Parameter untuk Mencari Densitas Larutan.....	A-7
Tabel A.7 Neraca Massa <i>Mixer II</i> [M-222] .....	A-8
Tabel A.8 Komposisi Larutan Kultur untuk Fermentor [D-220].....	A-9
Tabel A.9 Neraca Massa <i>Mixer I</i> [M-216].....	A-10
Tabel A.10 Neraca Massa Tangki Inkubasi [D-210] .....	A-12
Tabel A.11 Keterangan Aliran Masuk menuju Fermentor [D-220] .....	A-13
Tabel A.12 Neraca Massa Fermentor [D-220] .....	A-14
Tabel A.13 Komposisi dan Laju Aliran Masuk <i>Rotary Drum Filter</i> .....	A-15
Tabel A.14 Neraca Massa <i>Rotary Drum Filter</i> [H-225].....	A-17
Tabel A.15 Neraca Massa <i>Mixer III</i> [M-229].....	A-18
Tabel A.16 Komposisi Komponen Aliran Keluar <i>Reactor Extractor</i> .....	A-20
Tabel A.17 Neraca Massa <i>Reactor Extractor</i> [H-230] .....	A-21
Tabel A.18 Komposisi Massa dan Mol Aliran <i>Feed</i> Kolom Distilasi I.....	A-22
Tabel A.19 Data Titik Didih Komponen Masuk Kolom Distilasi I.....	A-23
Tabel A.20 Parameter Antoine Komponen Masuk Kolom Distilasi I.....	A-24
Tabel A.21 Hasil Perhitungan Fraksi Uap dan Tekanan Parsial <i>Feed</i> .....	A-24
Tabel A.22 <i>Trial</i> Komposisi Mol Distilasi dan Hasil Dasar.....	A-25
Tabel A.23 Hasil Perhitungan Tekanan Parsial, $K_i$ , dan Kondisi Distilat dan Hasil Dasar. A-26	A-26
Tabel A.24 Neraca Massa Kolom Distilasi I [D-240] .....	A-26
Tabel A.25 Komposisi Massa dan Mol Aliran <i>Feed</i> .....	A-27
Tabel A.26 Data Titik Didih Komponen Masuk Kolom Distilasi II .....	A-28
Tabel A.27 Parameter Antoine Komponen Masuk Kolom Distilasi II.....	A-28
Tabel A.28 Hasil Perhitungan Fraksi Uap dan Tekanan Parsial <i>Feed</i> .....	A-29
Tabel A.29 <i>Trial</i> Komposisi Mol Distilasi dan Hasil Dasar.....	A-30
Tabel A.30 Hasil Perhitungan Tekanan Parsial, $K_i$ , dan Kondisi Distilat dan Hasil Dasar. A-30	A-30
Tabel A.31 Neraca Massa Kolom Distilasi II [D-250] .....	A-31
Tabel A.32 Neraca Massa <i>Fixed Bed Reactor I</i> [R-310] .....	A-33
Tabel A.33 Komposisi Massa dan Mol Aliran <i>Feed</i> .....	A-34
Tabel A.34 Data Titik Didih Komponen Masuk Kolom Distilasi III .....	A-35
Tabel A.35 Parameter Antoine Komponen Masuk Kolom Distilasi III .....	A-35
Tabel A.36 Hasil Perhitungan Fraksi Uap dan Tekanan Parsial <i>Feed</i> .....	A-36
Tabel A.37 <i>Trial</i> Komposisi Mol Distilasi dan Hasil Dasar.....	A-37
Tabel A.38 Hasil Perhitungan Tekanan Parsial, $K_i$ , dan Kondisi Distilat dan Hasil Dasar. A-38	A-38
Tabel A.39 Neraca Massa Kolom Distilasi III [D-313].....	A-38
Tabel A.40 Neraca Massa <i>Fixed Bed Reactor II</i> [R-410].....	A-41
Tabel A.41 Parameter untuk Mencari Densitas Larutan.....	A-42
Tabel A.42 Neraca Massa Tangki Adsorpsi I [D-420] .....	A-43
Tabel A.43 Neraca Massa Tangki Adsorpsi II [D-430].....	A-45
Tabel A.44 Komposisi Massa dan Mol Aliran <i>Feed</i> .....	A-46
Tabel A.45 Data Titik Didih Komponen Masuk Kolom Distilasi IV .....	A-47
Tabel A.46 Parameter Antoine Komponen Masuk Kolom Distilasi IV .....	A-47
Tabel A.47 Hasil Perhitungan Fraksi Uap dan Tekanan Parsial <i>Feed</i> .....	A-48
Tabel A.48 <i>Trial</i> Komposisi Mol Distilasi dan Hasil Dasar.....	A-49
Tabel A.49 Hasil Perhitungan Tekanan Parsial, $K_i$ , dan Kondisi Distilat dan Hasil Dasar. A-49	A-49
Tabel A.50 Neraca Massa Kolom Distilasi IV [D-440] .....	A-50
Tabel A.51 Neraca Massa Tangki <i>Molecular Sieve Membrane</i> [D-450] .....	A-51
Tabel B.1 Data Koefisien dan Kapasitas Panas .....	B-1
Tabel B.2 Kapasitas Panas Elemen Atom.....	B-3

Tabel B.3 Data Kapasitas Panas Senyawa menggunakan Metode Kopp's Rule.....	B-4
Tabel B.4 Data Panas Pembentukan Senyawa pada Suhu 298K.....	B-5
Tabel B.5 Data Panas Pembentukan Gugus Fungsi pada Suhu 298K.....	B-6
Tabel B.6 Data Panas Pembentukan Senyawa yang terdiri dari Gugus Fungsi pada Suhu 298K.....	B-7
Tabel B.7 Panas Masuk <i>Crystallizer</i> [H-115].....	B-8
Tabel B.8 Panas Keluar <i>Crystallizer</i> [H-115].....	B-9
Tabel B.9 Neraca Panas Alat <i>Crystallizer</i> [H-115] .....	B-10
Tabel B.10 Aliran Massa Masuk dan Keluar <i>Mixer</i> II [M-222].....	B-10
Tabel B.11 Panas Masuk <i>Mixer</i> II [M-222].....	B-11
Tabel B.12 Panas Keluar <i>Mixer</i> II [M-222].....	B-12
Tabel B.13 Neraca Panas Alat <i>Mixer</i> II [M-222] .....	B-12
Tabel B.14 Aliran Massa Masuk dan Keluar <i>Heater</i> Sterilisasi.....	B-13
Tabel B.15 Panas Masuk <i>Heater</i> Sterilisasi.....	B-14
Tabel B.16 Panas Keluar <i>Heater</i> Sterilisasi.....	B-14
Tabel B.17 Neraca Panas Alat <i>Heater</i> Sterilisasi [E-218].....	B-15
Tabel B.18 Aliran Massa Masuk dan Keluar <i>Cooler</i> Sterilisasi.....	B-16
Tabel B.19 Panas Masuk <i>Cooler</i> Sterilisasi.....	B-16
Tabel B.20 Panas Keluar <i>Cooler</i> Sterilisasi.....	B-17
Tabel B.21 Neraca Panas Alat <i>Cooler</i> Sterilisasi [E-219A].....	B-18
Tabel B.22 Aliran Massa Masuk dan Keluar Fermentor [D-220] .....	B-19
Tabel B.23 Panas Masuk Fermentor [D-220].....	B-20
Tabel B.24 Data Panas Pembentukan Komponen dari Reaksi .....	B-20
Tabel B.25 Panas Keluar Fermentor [D-220].....	B-22
Tabel B.26 Neraca Panas Alat Fermentor [D-220].....	B-23
Tabel B.27 Aliran Massa Masuk dan Keluar <i>Reactor Extractor</i> [H-230].....	B-25
Tabel B.28 Panas Masuk <i>Reactor Extractor</i> [H-230].....	B-25
Tabel B.29 Data Panas Pembentukan Komponen dari Reaksi .....	B-27
Tabel B.30 Panas Keluar <i>Reactor Extractor</i> [H-230].....	B-29
Tabel B.31 Neraca Panas Alat <i>Reactor Extractor</i> [H-230] .....	B-31
Tabel B.32 Neraca Panas Alat <i>Heater</i> Distilasi I .....	B-34
Tabel B.33 Panas Masuk Kolom Distilasi I [D-240].....	B-35
Tabel B.34 Panas Keluar Bagian Distilat Kolom Distilasi I [D-240].....	B-36
Tabel B.35 Panas Keluar Bagian <i>Bottom</i> Kolom Distilasi I [D-240].....	B-36
Tabel B.36 Data untuk Pencarian Refluks Rasio Kolom Distilasi I [D-240] .....	B-37
Tabel B.37 Data Massa Refluks (L), Distilat (D), dan Uap (V) pada Kolom Distilasi I [D-240].....	B-39
Tabel B.38 Panas Pengembunan Kolom Distilasi I [D-240] .....	B-39
Tabel B.39 Neraca Panas Alat Kolom Distilasi I [D-240].....	B-41
Tabel B.40 Panas Masuk Kolom Distilasi II [D-250].....	B-35
Tabel B.41 Panas Keluar Bagian Distilat Kolom Distilasi II [D-250] .....	B-36
Tabel B.42 Panas Keluar Bagian <i>Bottom</i> Kolom Distilasi II [D-250].....	B-36
Tabel B.43 Data untuk Pencarian Refluks Rasio Kolom Distilasi II [D-250].....	B-37
Tabel B.44 Data Massa Refluks (L), Distilat (D), dan Uap (V) pada Kolom Distilasi II [D-250].....	B-39
Tabel B.45 Panas Pengembunan Kolom Distilasi II [D-250].....	B-39
Tabel B.46 Neraca Panas Alat Kolom Distilasi II [D-250] .....	B-41
Tabel B.47 Aliran Massa Masuk dan Keluar <i>Fixed Bed Reactor</i> I [R-310].....	B-48
Tabel B.48 Panas Masuk <i>Fixed Bed Reactor</i> I [R-310].....	B-49
Tabel B.49 Data Panas Pembentukan Komponen dari Reaksi .....	B-49

Tabel B.50 Panas Keluar <i>Fixed Bed Reactor</i> II [R-310] .....	B-51
Tabel B.51 Neraca Panas Alat <i>Fixed Bed Reactor</i> II [R-310] .....	B-52
Tabel B.52 Panas Masuk Kolom Distilasi III [D-313] .....	B-53
Tabel B.53 Panas Keluar Bagian Distilat Kolom Distilasi III [D-313] .....	B-54
Tabel B.54 Panas Keluar Bagian <i>Bottom</i> Kolom Distilasi III [D-313] .....	B-54
Tabel B.55 Data untuk Pencarian Refluks Rasio Kolom Distilasi III [D-313] .....	B-55
Tabel B.56 Data Massa Refluks (L), Distilat (D), dan Uap (V) pada Kolom Distilasi III [D-313] .....	B-56
Tabel B.57 Panas Pengembunan Kolom Distilasi III [D-313] .....	B-56
Tabel B.58 Neraca Panas Alat Kolom Distilasi III [D-313] .....	B-48
Tabel B.59 Aliran Massa Masuk dan Keluar <i>Fixed Bed Reactor</i> II [R-410] .....	B-59
Tabel B.60 Panas Masuk <i>Fixed Bed Reactor</i> II [R-410] .....	B-60
Tabel B.61 Data Panas Pembentukan Komponen dari Reaksi .....	B-60
Tabel B.62 Panas Keluar <i>Fixed Bed Reactor</i> II [R-410] .....	B-62
Tabel B.63 Neraca Panas Alat <i>Fixed Bed Reactor</i> II [R-410] .....	B-63
Tabel B.64 Neraca Panas Alat Kondensor IV [E-415] .....	B-65
Tabel B.65 Neraca Panas Alat <i>Heater</i> Distilasi IV .....	B-68
Tabel B.66 Panas Masuk Kolom Distilasi IV [D-440] .....	B-69
Tabel B.67 Panas Keluar Bagian Distilat Kolom Distilasi IV [D-440] .....	B-70
Tabel B.68 Panas Keluar Bagian <i>Bottom</i> Kolom Distilasi IV [D-440] .....	B-70
Tabel B.69 Data untuk Pencarian Refluks Rasio Kolom Distilasi IV [D-440] .....	B-71
Tabel B.70 Data Massa Refluks (L), Distilat (D), dan Uap (V) pada Kolom Distilasi IV [D-440] .....	B-72
Tabel B.71 Panas Pengembunan Kolom Distilasi IV [D-440] .....	B-72
Tabel B.72 Neraca Panas Alat Kolom Distilasi IV [D-440] .....	B-74
Tabel B.73 Aliran Massa Masuk dan Keluar Tangki <i>Molecular Sieve Membrane Zeolite</i> [D-450] .....	B-75
Tabel B.74 Panas Masuk Tangki <i>Molecular Sieve Membrane Zeolite</i> [D-450] .....	B-76
Tabel B.75 Panas Keluar Tangki <i>Molecular Sieve Membrane Zeolite</i> [D-450] .....	B-76
Tabel B.76 Neraca Panas Alat Tangki <i>Molecular Sieve Membrane Zeolite</i> [D-450] .....	B-77
Tabel D.1 Data Annual Index dari <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> .....	D-1
Tabel D.2 Tabel Perhitungan Pembuatan Tangki Proses Produksi .....	D-4
Tabel D.3 Tabel Perhitungan Pembuatan Tangki Utilitas .....	D-5
Tabel D.4 Biaya Total Peralatan Proses Produksi .....	D-6
Tabel D.5 Biaya Peralatan Utilitas .....	D-7
Tabel D.6 Biaya Peralatan Penunjang .....	D-7
Tabel D.7 Biaya Bahan Baku .....	D-8

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Struktur Kimia Gliserol.....	I-2
Gambar I.2 Reaksi Transesterifikasi pada Industri Biodiesel.....	I-3
Gambar I.3 Reaksi Saponifikasi pada Industri Sabun .....	I-3
Gambar I.4 Reaksi Hidrolisis pada Industri Asam Karboksilat.....	I-3
Gambar I.5 Bakteri <i>Propionibacterium acidipropionici</i> .....	I-5
Gambar I.6 Struktur Kimia Metil Metakrilat.....	I-5
Gambar I.7 Grafik Impor MMA di Indonesia .....	I-10
Gambar I.8 Grafik Ekspor MMA di Indonesia.....	I-12
Gambar I.9 Grafik Konsumsi Cat dan Varnish di Indonesia.....	I-13
Gambar VI.1 Peta Lokasi Pabrik.....	VI-1
Gambar VI.2 Tata Letak Proses Fermentasi Bahan Baku .....	VI-5
Gambar VI.3 Tata Letak Proses Pemurnian Hasil Fermentasi .....	VI-6
Gambar VI.4 Tata Letak Proses Pembuatan MP dan MMA .....	VI-7
Gambar VI.5 Tata Letak Proses Pemurnian Metil Metakrilat .....	VI-8
Gambar VI.6 Tata Letak Utilitas Pengolahan Air .....	VI-9
Gambar VI.7 Tata Letak Pabrik Metil Metakrilat .....	VI-14
Gambar VII.1 Skema Pengolahan Air.....	VII-5
Gambar VII.2 <i>Flowsheet</i> Pengolahan Air .....	VII-6
Gambar VII.3 Skema Aliran Pompa I.....	VII-8
Gambar VII.4 Skema Aliran Pompa II.....	VII-14
Gambar VII.5 Skema Aliran Pompa III .....	VII-20
Gambar VII.6 Skema Aliran Pompa IV .....	VII-26
Gambar VII.7 Skema Aliran Pompa V.....	VII-33
Gambar VII.8 Skema Aliran Pompa VI .....	VII-39
Gambar VII.9 Skema Proses Refrijerasi .....	VII-47
Gambar VII.10 <i>Flowsheet</i> Proses Pembuatan Katalis Zr-Mg-Cs@SiO <sub>2</sub> .....	VII-57
Gambar VIII.1 Desain Logo Perusahaan PT. Metilat Indonesia .....	VIII-1
Gambar VIII.2 Desain Label Produk Metil Metakrilat PT. Metilat Indonesia .....	VIII-3
Gambar VIII.3 <i>Mockup</i> Label dalam Setiap Kemasan Produk MMA PT. Metilat Indonesia .....	VIII-5
Gambar X.1 Bagan Struktural Organisasi PT. Metilat Indonesia.....	X-3
Gambar XI.1 Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan <i>Cash Flow</i> Sesudah Pajak ....	XI-15

## INTISARI

Pada industri cat, kosmetik, dan polimer dibutuhkan suatu senyawa bernama metil metakrilat (MMA) yang berfungsi sebagai pelapis, perekat, pengikat, pengemas, dan zat aditif produk-produk tersebut. Dengan adanya suatu fakta bahwa tidak adanya pabrik MMA yang berdiri di Indonesia, tersusunlah prarencana pembangunan pabrik MMA dengan jumlah kekosongan pasar produk MMA di Indonesia sebesar 180.701,792 ton pada tahun 2027. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi adalah *crude gliserol* yang diambil dari produk samping biodiesel dengan prospek ketersediaan yang berkelanjutan akibat sumber daya alam yang semakin menipis. Strategi pemasaran produk MMA akan dilakukan dengan tiga cara, yakni dari nilai guna produk, harga yang dapat bersaing, dan promosi secara *online* maupun *offline*.

Pabrik MMA yang berdiri berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan nama perusahaan PT Metilat Indonesia. Kapasitas produksi pabrik sebesar 50.000 ton per tahun dimana pabrik ini mulai beroperasi pada tahun 2027 dengan masa konstruksi 2 tahun. Setiap tahun pabrik ini akan beroperasi selama 330 hari dengan waktu proses produksi selama 24 jam setiap harinya. Untuk mencapai kapasitas produksi terkait, dibutuhkan kapasitas bahan baku *crude gliserol* sebesar 14.487,37 kg/jam. Pabrik MMA berlokasi di Karangrejo, Gresik, Jawa Timur yang memiliki luas area sebesar 610.000 m<sup>2</sup>.

Proses produksi dimulai dengan *crude gliserol* yang difermentasikan menggunakan bakteri *Propionibacterium acidipropionici* menjadi asam propionat. Asam propionat selanjutnya direaksikan dengan metanol untuk membentuk metil propionat yang akan selanjutnya direaksikan kembali dengan formaldehida untuk membentuk produk metil metakrilat. Metode kombinasi ini dipilih karena metode ini yang paling efisien dan mampu dikomersialkan. Pada metode kombinasi, terdapat keunggulan dari segi bahan baku, segi limbah dan lingkungan, dan segi ekonomis dibandingkan dengan metode lainnya seperti IO dan DOE.

Utilitas yang digunakan dalam tercapainya proses produksi meliputi air yang diambil dari sungai Bengawan Solo dengan kebutuhan air sebesar 91.486,94 m<sup>3</sup>/hari, *saturated steam* dengan kebutuhan 565.206,84 kg/hari, refrijeran dengan kebutuhan 10.619,667 ton/hari, *dowtherm* dengan kebutuhan 673.119,84 kg/hari, dan listrik dengan kebutuhan power sebesar 20.279 kW. Sedangkan untuk pengolahan limbah, dihasilkan campuran limbah total dengan

komposisi 90% massa air dan sisanya komponen organik yang aman dibuang ke lingkungan karena tidak melebihi ambang batas COD dan BOD baku mutu limbah.

Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi, didapatkan bahwa pabrik MMA ini tidak layak untuk dibangun. Mengacu pada data *cashflow* yang bernilai negatif, perusahaan memiliki pengeluaran yang lebih besar dibanding penghasilan yang menyebabkan perusahaan ini akan mendapatkan kerugian yang semakin besar setiap tahunnya. Hal ini terjadi karena faktor bahan baku dan biaya produksi yang cukup besar. Sehingga perlu dilakukan pertimbangan kembali dalam pendirian pabrik MMA diantaranya, (1) Menaikkan harga jual produk MMA, atau (2) Mencari proses alternatif yang dapat menekan modal yang dikeluarkan seperti biaya peralatan, proses produksi, dan bahan baku.