

PRARENCANA PABRIK
PRARENCANA PABRIK METIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN METANOL DENGAN
KAPASITAS PRODUKSI 33.000 TON/TAHUN



Diajukan oleh:

Carlos David Sulistyo

NRP: 5203018017

Henoch Jaya Su'andi

NRP: 5203018034

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2022

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Carlos David Sulistyo

NRP : 5203018017

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juni 2022, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Juni 2022

Pembimbing I



Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM.

NIK. 521.87.0127

Pembimbing II



Ir. Ery Susiany Retnoningtyas, S.T.,
M.T., Ph.D., IPM.

NIK. 521.98.0348

Dewan Penguji

Ketua



Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

NIK. 521.17.0971

Sekretaris



Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM.

NIK. 521.87.0127

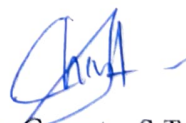
Anggota



Ir. Christian J. Wijaya, S.T., M.T., IPP.

NIK. 521.17.0948

Anggota



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

NIK. 521.17.0947

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan



Prof. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D.,
IPU., ASEAN Eng.

NIK. 521.93.0198

Prodi Teknik Kimia
Ketua



Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., Ph.D.,
IPM.

NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Henoch Jaya Su'andi

NRP : 5203018034

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juni 2022, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Juni 2022

Pembimbing I

Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM.

NIK. 521.87.0127

Pembimbing II

Ir. Ery Susiany Retnoningtyas, S.T.,
M.T., Ph.D., IPM.

NIK. 521.98.0348

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

NIK. 521.17.0971

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM.

NIK. 521.87.0127

Anggota

Ir. Christian J. Wijaya, S.T., M.T., IPP.

NIK. 521.17.0948

Anggota

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

NIK. 521.17.0947

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan

Prof. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D.,
IPU, ASEAN Eng.

NIK. 521.93.0198

Prodi Teknik Kimia
Ketua

Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., 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 2022

Mahasiswa yang bersangkutan,



Carlos David Sulistyo

NRP. 5203018017

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 2022

Mahasiswa yang bersangkutan,



Henoch Jaya Su'andi
NRP. 5203018034

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN

PUBLIKASI PRARENCANA PABRIK

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

Nama : Carlos David Sulistyo

NRP : 5203018017

Nama : Henoch Jaya Su'andi

NRP : 5203018034

Menyetujui laporan prarencana pabrik kami dengan judul:

Prarencana Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol dengan Kapasitas

Produksi 33.000 ton/tahun

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

Surabaya, 15 Juni 2022

Yang menyatakan



Carlos David Sulistyo
NRP. 5203018017



Henoch Jaya Su'andi
NRP. 5203018034

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa serta kepada kerabat-kerabat yang berperan besar dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol dengan Kapasitas Produksi 33.000 ton/tahun” dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat penting untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1) Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis merasa bersyukur dan sadar dalam proses perhitungan dan penulisan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Kedua Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
2. Ir. Ery Susiany Retnoningtyas, S.T., M.T., Ph.D., IPM., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Prof. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
4. Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil. Ph.D., IPM., selaku Ketua Prodi Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
5. Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D., IPM., selaku ketua penguji serta Ir. Christian Julius Wijaya, S.T., M.T., IPP., dan Chintya Gunarto, S.T., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritikan, dan arahan yang konstruktif.

6. Seluruh dosen dan staf Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
7. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi dan semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung turut memberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
8. Teman-teman yang sudah membantu dan mendukung dalam pekerjaan Tugas Akhir Prarencana Pabrik.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, kedua penulis berharap dengan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat bermanfaat terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi serta bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, 15 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
INTISARI	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-3
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-8
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar	I-9
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES.....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Metil Akrilat.....	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-6
II.3. Uraian Proses.....	II-7
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY.....	VI-1
VI.1. Lokasi	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Tata Letak Alat	VI-10
VI.3. Instrumentasi.....	VI-18
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-20
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VII-1
VII.1. Utilitas	VII-2
VI.2. Unit Pengolahan Limbah	VII-128
BAB VIII DESAIN PRODUK DAN KEMASAN	VIII-1
VIII.1. Desain Produk	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan.....	VIII-3
VIII.3. Desain Logo Perusahaan.....	VIII-6
VIII.4. Desain Logo Kemasan	VIII-9
BAB IX STRATEGI PEMASARAN	IX-1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI	X-1
X.1. Struktur Umum	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan	X-1
X.3. Struktur Organisasi	X-3
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang	X-4
X.5. Jadwal Kerja.....	X-16
X.6. Kesejahteraan Karyawan.....	X-18
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total / <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-1

XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-7
XI.4. Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROI)	XI-11
XI.5. Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE)	XI-12
XI.6. Waktu Pengembalian Modal / <i>Pay Out Time</i> (POT)	XI-14
XI.7. Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP)	XI-15
XI.8. Analisa Sensitivitas.....	XI-17
BAB XII DISKUSI DAN KESIMPULAN.....	XII-1
XII.1. Diskusi.....	XII-1
XII.2. Kesimpulan.....	XII-2
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
LAMPIRAN A.....	A-1
LAMPIRAN B	B-1
LAMPIRAN C	C-1
LAMPIRAN D.....	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Struktur Kimia Asam Akrilat.....	I-4
Gambar I.2. Hubungan antara Jumlah Impor Metil Akrilat terhadap Tahun.....	I-9
Gambar II.1. Diagram Alir Pembuatan Metil Akrilat dengan Proses Esterifikasi Reboiler Thermosiphon	II-5
Gambar II.2. Diagram Alir Pembuatan Metil Akrilat dengan Proses Esterifikasi RATB	II-6
Gambar II.3. Diagram Alir Proses Produksi Metil Akrilat.....	II-9
Gambar VI.1. Lokasi Pendirian Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol (Skala 1 : 100.000).....	VI-1
Gambar VI.2. Perkiraan Lokasi Pabrik dengan Bahan Baku a) Suplier Metanol dan b) Suplier Asam Akrilat	VI-2
Gambar VI.3. Perkiraan Lokasi Pabrik dengan Pabrik Pemasaran a) PT. Shin-Etsu Polymer Indonesia dan b) PT Alfa Polimer Indonesia	VI-3
Gambar VI.4. Perkiraan Lokasi Pabrik dengan Akses Pensuplai Utilitas a) Waduk Nadrakrenceng dan b) Bahan Bakar Solar.....	VI-4
Gambar VI.5. Perkiraan Lokasi Pabrik dengan Akses Transportasi a) Jalan Tol Jakarta-Merak dan b) Pelabuhan Merak	VI-6
Gambar VI.6. Perkiraan Lokasi Pabrik dengan Pengolah Limbah PT Krakatau Tirta Operasi & Pemeliharaan	VI-7
Gambar VI.7. Tata Letak Pabrik PT. MA Jaya Sentosa (Skala 1: 1500)	VI-13
Gambar VI.8. Tata Letak Alat Proses (Skala 1:500)	VI-15
Gambar VI.9. Tata Letak Area Utilitas (Skala 1:500).....	VI-17
Gambar VII.1. Diagram Blok Proses Pengolahan Air Waduk	VII-12
Gambar VII.2. Flowsheet Unit Pengolahan Air.....	VII-13
Gambar VII.3. Skema Aliran Pompa I.....	VII-14
Gambar VII.4. Skema Aliran Pompa II	VII-23
Gambar VII.5. Dimensi Agitator Berdasarkan Geankolis, 2003.....	VII-32
Gambar VII.6. Skema Aliran Pompa III.....	VII-43
Gambar VII.7. Skema Tangki Sand Filter	VII-51
Gambar VII.8. Skema Aliran Pompa IV.....	VII-57
Gambar VII.9. Skema Tangki Cation Exchanger	VII-70
Gambar VII.10. Skema Aliran Pompa V	VII-74
Gambar VII.11. Skema Tangki Anion Exchanger.....	VII-82
Gambar VII.12. Skema Aliran Pompa VI.....	VII-88
Gambar VII.13. Skema Aliran Pompa VII	VII-102
Gambar VII.14. Skema Aliran Pompa VIII	VII-113
Gambar VII.15. Diagram Alir Pengolahan Limbah PT. MA Jaya Sentosa.....	VII-129
Gambar VIII.1. Desain Kemasan Metil Akrilat 55 gallon a) Tampak Depan dan b) Atas	VIII-4
Gambar VIII.2. Truk Tangki Distribusi Produk Metil Akrilat a) Tampak Samping dan b) Depan&Belakang.....	VIII-4

Gambar VIII.3. Desain Logo PT. MA Jaya Sentosa.....	VIII-6
Gambar VIII.4. Desain Logo Kemasan Produk Metil Akrilat.....	VIII-7
Gambar X.1. Struktur Organisasi PT. MA Jaya Sentosa.....	X-4
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi (%) dengan Penjualan setelah Pajak.....	XI-16
Gambar XI.2. Hubungan antara Kapasitas Produksi (%) dengan Net Cash Flow setelah Pajak.....	XI-17
Gambar A.1. Diagram Alir Reaktor Esterifikasi	A-5
Gambar A.2. Diagram Alir Heater.....	A-11
Gambar A.3. Diagram Alir Flash Drum Separator	A-16
Gambar A.4. Diagram Alir Reaktor Netralisasi.....	A-18
Gambar A.5. Diagram Alir Menara Distilasi I	A-21
Gambar A.6. Diagram Alir Menara Distilasi II	A-32
Gambar B.1. Diagram Alir Reaktor Esterifikasi.....	B-3
Gambar B.2. Diagram Alir Heater	B-12
Gambar B.3. Diagram Alir Flash Drum Separator	B-16
Gambar B.4. Diagram Alir Reaktor Netralisasi.....	B-19
Gambar B.5. Diagram Alir Menara Distilasi I.....	B-26
Gambar B.6. Diagram Alir Menara Distilasi II	B-37
Gambar B.7. Diagram Alir Cooler I	B-47
Gambar B.8. Diagram Alir Cooler II	B-50
Gambar C.1. Sketsa Tangki Penyimpanan Metanol	C-3
Gambar C.2. Struktur Self-Supporting Roof	C-7
Gambar C.3. Struktur Self-Supporting Roof	C-24
Gambar C.4. Struktur Self-Supporting Roof	C-41
Gambar C.5. Sketsa Reaktor Esterifikasi.....	C-54
Gambar C.6. Skema Tutup Atas dan Alas Flash Drum Separator.....	C-89
Gambar C.7. Sketsa Bin Penampungan CaO.....	C-137
Gambar C.8. Skema Alas Reaktor Netralisasi	C-142
Gambar C.9. Skema Tutup Atas Reaktor Netralisasi	C-145
Gambar C.10. Struktur Self-Supporting Roof	C-218
Gambar D.1. Grafik Hubungan Annual Index dan Tahun Ke – (X).....	D-2

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Spesifikasi Asam Akrilat	I-4
Tabel I.2. Spesifikasi Metanol	I-5
Tabel I.3. Spesifikasi Bahan Pembantu Asam Sulfat	I-6
Tabel I.4. Spesifikasi Bahan Pembantu Kalsium Oksida	I-7
Tabel I.5. Spesifikasi Produk Metil Akrilat	I-8
Tabel I.6. Jumlah Impor Metil Akrilat Tahun 2008 sampai 2017	I-9
Tabel I.7. Kapasitas Produksi Berbagai Pabrik di Dunia.....	I-10
Tabel II.1. Tabel Perbandingan Setiap Proses Pembuatan Metil Akrilat	II-6
Tabel III.1. Neraca Massa Reaktor Esterifikasi (R-110)	III-1
Tabel III.2. Neraca Massa Heater (E-212).....	III-2
Tabel III.3. Neraca Massa Flash Drum Separator (H-213).....	III-2
Tabel III.4. Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-220)	III-3
Tabel III.5. Neraca Massa Menara Distilasi I (D-210)	III-3
Tabel III.6. Neraca Massa Menara Distilasi II (D-310).....	III-4
Tabel IV.1. Neraca Panas Reaktor Esterifikasi (R-110).....	IV-1
Tabel IV.2. Neraca Panas Heater (E-212)	IV-2
Tabel IV.3. Neraca Panas Flash Drum Separator (H-213)	IV-2
Tabel IV.4. Neraca Panas Reaktor Netralisasi (R-220)	IV-3
Tabel IV.5. Neraca Panas Menara Distilasi I (D-210).....	IV-3
Tabel IV.6. Neraca Panas Menara Distilasi II (D-310)	IV-4
Tabel IV.7. Neraca Panas Cooler I (E-316).....	IV-4
Tabel IV.8. Neraca Panas Cooler II (E-319).....	IV-4
Tabel V.1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Metanol (F-111)	V-1
Tabel V.2. Spesifikasi Pompa I (L-112)	V-2
Tabel V.3. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Akrilat (F-113).....	V-3
Tabel V.4. Spesifikasi Pompa II (L-114).....	V-4
Tabel V.5. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (F-115).....	V-5
Tabel V.6. Spesifikasi Pompa III (L-116)	V-6
Tabel V.7. Spesifikasi Reaktor Esterifikasi (R-110)	V-7
Tabel V.8. Spesifikasi Pompa IV (L-211)	V-8
Tabel V.9. Spesifikasi Heater (E-212).....	V-9
Tabel V.10. Spesifikasi Flash Drum Separator (H-213).....	V-10
Tabel V.11. Spesifikasi Blower (G-214)	V-11
Tabel V.12. Spesifikasi Menara Distilasi I (D-210)	V-12
Tabel V.13. Spesifikasi Kondensor I (E-215).....	V-13
Tabel V.14. Spesifikasi Tangki Akumulator I (F-216).....	V-14
Tabel V.15. Spesifikasi Pompa V (L-217).....	V-15
Tabel V.16. Spesifikasi Bin Penyimpanan Kalsium Oksida (F-221)	V-16
Tabel V.17. Spesifikasi Reaktor Netralisasi (R-220).....	V-17
Tabel V.18. Spesifikasi Reboiler I (E-311)	V-18
Tabel V.19. Spesifikasi Pompa VI (L-312)	V-19

Tabel V.20. Spesifikasi Menara Distilasi II (D-310).....	V-20
Tabel V.21. Spesifikasi Kondensor II (E-313)	V-21
Tabel V.22. Spesifikasi Tangki Akumulator II (F-314)	V-22
Tabel V.23. Spesifikasi Pompa VII (L-315).....	V-23
Tabel V.24. Spesifikasi Cooler I (E-316)	V-24
Tabel V.25. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Metil Akrilat (F-317).....	V-25
Tabel V.26. Spesifikasi Reboiler II (E-318)	V-26
Tabel V.27. Spesifikasi Cooler II (E-319).....	V-27
Tabel VI.1. Keterangan Tata Letak Pabrik PT MA Jaya Sentosa	VI-14
Tabel VI.2. Keterangan Gambar Tata Letak Alat.....	VI-16
Tabel VI.3. Keterangan Gambar Tata Letak Utilitas.....	VI-17
Tabel VI.4. Keterangan Instrumentasi pada Alat Produksi	VI-20
Tabel VII.1. Spesifikasi Air Waduk Nadrakrenceng	VII-2
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-3
Tabel VII.3. Total Kebutuhan Air Pendingin	VII-4
Tabel VII.4. Kebutuhan Total Saturated Steam untuk Setiap Alat.....	VII-7
Tabel VII.5. Kriteria Air Umpan Boiler	VII-8
Tabel VII.6. Perhitungan Ukuran Pipa Setiap Aliran	VII-58
Tabel VII.7. Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	VII-60
Tabel VII.8. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran	VII-61
Tabel VII.9. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	VII-62
Tabel VII.10. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	VII-64
Tabel VII.11. Perhitungan Ukuran Pipa Setiap Aliran	VII-90
Tabel VII.12. Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	VII-91
Tabel VII.13. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran	VII-92
Tabel VII.14. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	VII-93
Tabel VII.15. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	VII-95
Tabel VII.16. Kebutuhan Listrik Alat Proses di PT. MA Jaya Sentosa.....	VII-122
Tabel VII.17. Kebutuhan Listrik Utilitas di PT. MA Jaya Sentosa	VII-122
Tabel VII.18. Kebutuhan Lumen Total dalam Area Pabrik.....	VII-124
Tabel VII.19. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dalam Area Pabrik.....	VII-126
Tabel VII.20. Rincian Limbah Padat dari Pabrik Metil Akrilat	VII-129
Tabel VII.21. Densitas untuk Senyawa Organik dan Anorganik.....	VII-130
Tabel VII.22. Rincian Limbah Cair dari Pabrik Metil Akrilat	VII-134
Tabel VII.23. Densitas untuk Senyawa Organik dan Anorganik.....	VII-134
Tabel VII.24. Rangkuman Hasil Perhitungan Dimensi Tangki Penyimpanan Limbah	VII-138
Tabel IX.1. Harga Metil Akrilat dari Beberapa Perusahaan	IX-3
Tabel X.1. Perhitungan Jumlah Karyawan Produksi	X-15
Tabel X.2. Rincian Jumlah Pegawai dalam Pabrik Metil Akrilat.....	X-15
Tabel X.3. Jadwal Kerja Karyawan Shift	X-17
Tabel XI.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-3
Tabel XI.2. Perhitungan Depresiasi Peralatan dan Bangunan	XI-5
Tabel XI.3. Penentuan Total Production Cost (TPC)	XI-7
Tabel XI.4. Keterangan Kolom Cash Flow	XI-8

Tabel XI.5. Keterangan Kolom Cash Flow (Lanjutan).....	XI-9
Tabel XI.6. Hasil Perhitungan Cash Flow	XI-10
Tabel XI.7. Rate of Return on Investment (ROI) sebelum Pajak	XI-11
Tabel XI.8. Rate of Return on Investment (ROI) sesudah Pajak.....	XI-12
Tabel XI.9. Rate of Equity Investment (ROE) sebelum Pajak	XI-13
Tabel XI.10. Rate of Equity Investment (ROE) sesudah Pajak.....	XI-13
Tabel XI.11. Pay Out Time (POT) sebelum Pajak	XI-14
Tabel XI.12. Pay Out Time (POT) sesudah Pajak	XI-14
Tabel XI.13. Penentuan BEP	XI-16
Tabel XI.14. Hubungan antara Persentase Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap ROI, ROE, POT, serta BEP	XI-18
Tabel A.1. Data Titik Didih dan Berat Molekul Komponen	A-1
Tabel A.2. Perhitungan Persen Massa pada Umpan	A-3
Tabel A.3. Komposisi Umpan Masuk Reaktor (R-110) tanpa Recycle.....	A-3
Tabel A.4. Tabel Komposisi Umpan Masuk Reaktor (R-110) dengan Recycle.....	A-4
Tabel A.1.1. Jumlah Massa Setelah Reaksi Esterifikasi pada Reaktor (R-110)	A-7
Tabel A.1.2. Parameter Antoine Tekanan Uap	A-7
Tabel A.1.3. Komposisi Hasil Reaksi Esterifikasi.....	A-8
Tabel A.1.4. Komposisi Fasa Gas dan Liquid Hasil Reaksi Esterifikasi.....	A-10
Tabel A.1.5. Neraca Massa Reaktor Esterifikasi (R-110)	A-11
Tabel A.2.1. Data Titik Didih Komponen dalam Heater	A-12
Tabel A.2.2. Komposisi Masuk Heater.....	A-12
Tabel A.2.3. Parameter Antoine Tekanan Uap	A-12
Tabel A.2.4. Komposisi Mol Masuk Heater	A-13
Tabel A.2.5. Komposisi Fasa Gas dan Liquid dalam Heater	A-15
Tabel A.2.6. Neraca Massa Heater (E-212).....	A-16
Tabel A.3.1. Neraca Massa Flash Drum Separator (H-213).....	A-18
Tabel A.4.1. Komposisi Hasil Reaksi Netralisasi.....	A-20
Tabel A.4.2. Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-220).....	A-21
Tabel A.5.1. Komposisi Umpan Masuk ke Menara Distilasi I.....	A-23
Tabel A.5.2. Parameter Persamaan Antoine dari Literatur Produk Atas	A-24
Tabel A.5.3. Perhitungan Trial Suhu Dew pada Produk Atas	A-25
Tabel A.5.4. Parameter Persamaan Antoine dari Literatur Produk Bawah	A-26
Tabel A.5.5. Perhitungan Trial Suhu Bubble pada Produk Bawah	A-27
Tabel A.5.6. Nilai Volalitas Relatif Rata-Rata Setiap Komponen	A-28
Tabel A.5.7. Perhitungan Koreksi Komposisi Hasil Atas dan Hasil Bawah Menara Distilasi I.....	A-29
Tabel A.5.8. Hasil Koreksi Komposisi Baru Menara Distilasi I	A-30
Tabel A.5.9. Perhitungan Trial Suhu Dew pada Produk Atas Baru	A-30
Tabel A.5.10. Perhitungan Trial Suhu Bubble pada Produk Bawah Baru.....	A-30
Tabel A.5.11. Neraca Massa Menara Distilasi I (D-210)	A-31
Tabel A.6.1. Komposisi Umpan Masuk ke Menara Distilasi II.....	A-33
Tabel A.6.2. Parameter Persamaan Antoine dari Literatur Produk Atas	A-34
Tabel A.6.3. Perhitungan Trial Suhu Dew pada Produk Atas	A-35
Tabel A.6.4. Parameter Persamaan Antoine dari Literatur Produk Bawah	A-36

Tabel A.6.5. Perhitungan Trial Suhu Bubble pada Produk Bawah	A-37
Tabel A.6.6. Nilai Volalitas Relatif Rata-Rata Setiap Komponen	A-38
Tabel A.6.7. Perhitungan Koreksi Komposisi Hasil Atas dengan Hasil Bawah ...	A-39
Tabel A.6.8. Hasil Koreksi Komposisi Baru Menara Distilasi II	A-40
Tabel A.6.9. Perhitungan Trial Suhu Dew pada Produk Atas Baru	A-40
Tabel A.6.10. Perhitungan Trial Suhu Bubble pada Produk Bawah Baru.....	A-40
Tabel A.6.11. Komposisi Distilat dan Bottom.....	A-41
Tabel A.6.12. Neraca Massa Menara Distilasi II (D-310).....	A-41
Tabel B.1.1. Kapasitas Panas untuk Senyawa Padat	B-1
Tabel B.1.2. Kapasitas Panas untuk Senyawa Cair	B-2
Tabel B.1.3. Kapasitas Panas untuk Senyawa Gas	B-2
Tabel B.2.1. Panas Laten untuk Senyawa Menguap.....	B-3
Tabel B.3.1. Panas Umpan Masuk Reaktor Esterifikasi	B-4
Tabel B.3.2. Panas Keluar Reaktor Esterifikasi.....	B-10
Tabel B.3.3. Neraca Panas Reaktor Esterifikasi (R-110).....	B-11
Tabel B.4.1. Panas Keluar Heater	B-14
Tabel B.4.2. Neraca Panas Heater (E-212)	B-16
Tabel B.5.1. Panas Keluar Flash Drum Separator	B-17
Tabel B.5.2. Neraca Panas Flash Drum Separator (H-213).....	B-19
Tabel B.6.1. Panas Keluar Reaktor Netralisasi	B-24
Tabel B.6.2. Neraca Panas Reaktor Netralisasi (R-220).....	B-25
Tabel B.7.1. Panas Distilat Menara Distilasi	B-27
Tabel B.7.2. Panas Hasil Dasar Menara Distilasi	B-27
Tabel B.7.3. Komposisi Umpan Masuk dan Hasil Distilat Menara Distilasi	B-28
Tabel B.7.4. Nilai Konstanta Perhitungan Tekanan Uap Jenuh	B-28
Tabel B.7.5. Nilai Konstanta Distilat Menara Distilasi	B-29
Tabel B.7.6. Nilai L dan V untuk Komponen pada Kondensor Menara Distilasi .	B-31
Tabel B.7.7. Nilai L dan V untuk Komponen pada Reboiler Menara Distilasi	B-31
Tabel B.7.8. Nilai Entalpi untuk Komponen Gas pada Kondensor Menara Distilasi B-32	
Tabel B.7.9. Nilai Panas Pengembunan pada Kondensor Menara Distilasi	B-33
Tabel B.7.10. Entalpi Komponen L dan D Keluar Kondensor Menara Distilasi ..	B-34
Tabel B.7.11. Neraca Panas Menara Distilasi I (D-210)	B-36
Tabel B.8.1. Panas Distilat Menara Distilasi	B-37
Tabel B.8.2. Panas Hasil Dasar Menara Distilasi	B-38
Tabel B.8.3. Komposisi Umpan Masuk dan Hasil Distilat Menara Distilasi	B-38
Tabel B.8.4. Nilai Konstanta Perhitungan Tekanan Uap Jenuh	B-39
Tabel B.8.5. Nilai Konstanta Distilat Menara Distilasi	B-40
Tabel B.8.6. Nilai L dan V untuk Komponen pada Kondensor Menara Distilasi .	B-42
Tabel B.8.7. Nilai L dan V untuk Komponen pada Reboiler Menara Distilasi	B-42
Tabel B.8.8. Nilai Entalpi untuk Komponen Gas pada Kondensor Menara Distilasi B-43	
Tabel B.8.9. Nilai Panas Pengembunan pada Kondensor Menara Distilasi	B-44
Tabel B.8.10. Entalpi Komponen L dan D Keluar Kondensor Menara Distilasi ..	B-45
Tabel B.8.11. Neraca Panas Menara Distilasi II (D-310)	B-47

Tabel B.9.1. Panas Keluar Cooler I	B-48
Tabel B.9.2. Neraca Panas Cooler I (E-316)	B-49
Tabel B.10.1. Panas Keluar Cooler II	B-51
Tabel B.10.2. Neraca Panas Cooler II (E-319)	B-52
Tabel C.1. Daftar Alat Proses dalam Produksi Metil Akrilat	C-1
Tabel C.2. Densitas untuk Senyawa Organik dan Anorganik	C-2
Tabel C.3. Parameter Perhitungan Viskositas Komponen.....	C-2
Tabel C.4. Komposisi Umpan Metanol	C-3
Tabel C.5. Rangkuman Hasil Perhitungan Dimensi Tangki Metanol	C-7
Tabel C.6. Komposisi Aliran Masuk	C-10
Tabel C.7. Viskositas Komponen Masuk	C-12
Tabel C.8. Perhitungan Ukuran Pipa Setiap Aliran	C-12
Tabel C.9. Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	C-14
Tabel C.10. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran.....	C-15
Tabel C.11. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	C-16
Tabel C.12. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	C-17
Tabel C.13. Komposisi Umpan Asam Akrilat	C-20
Tabel C.14. Rangkuman Hasil Perhitungan Dimensi Tangki Asam Akrilat	C-24
Tabel C.15. Komposisi Aliran Masuk	C-26
Tabel C.16. Viskositas Komponen Masuk	C-28
Tabel C.17. Perhitungan Ukuran Pipa Setiap Aliran	C-29
Tabel C.18. Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	C-31
Tabel C.19. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran.....	C-32
Tabel C.20. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	C-33
Tabel C.21. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	C-34
Tabel C.22. Komposisi Umpan Asam Sulfat.....	C-37
Tabel C.23. Rangkuman Hasil Perhitungan Dimensi Tangki.....	C-41
Tabel C.24. Komposisi Aliran Masuk	C-43
Tabel C.25. Viskositas Komponen Masuk	C-44
Tabel C.26. Perhitungan Ukuran Pipa Setiap Aliran	C-46
Tabel C.27. Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	C-48
Tabel C.28. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran.....	C-48
Tabel C.29. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	C-50
Tabel C.30. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	C-51
Tabel C.31. Komposisi Umpan Masuk Reaktor Esterifikasi.....	C-54
Tabel C.32. Komposisi Aliran Masuk	C-66
Tabel C.33. Viskositas Komponen Masuk	C-67
Tabel C.34. Perhitungan Ukuran Pipa Setiap Aliran	C-69
Tabel C.35. Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	C-70
Tabel C.36. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran.....	C-71
Tabel C.37. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	C-73
Tabel C.38. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	C-74
Tabel C.39. Komposisi Fluida Dingin dalam Heater.....	C-77
Tabel C.40. Viskositas Komponen Masuk Heater.....	C-79
Tabel C.41. Komposisi Umpan Flash Drum Separator Fase Cair	C-85

Tabel C.42. Komposisi Umpan Flash Drum Separator Fase Gas.....	C-86
Tabel C.43. Jumlah dan Fraksi Mol Komponen dalam Blower	C-95
Tabel C.44. Densitas Fase Gas dalam Blower	C-95
Tabel C.45. Komponen Aliran Masuk pada Menara Distilasi I	C-97
Tabel C.46. Perhitungan Viskositas Umpan Campuran	C-98
Tabel C.47. Komposisi Cairan dan Uap pada Menara Distilasi I.....	C-100
Tabel C.48. Komposisi Umpan Masuk Menara Distilasi I.....	C-101
Tabel C.49. Komposisi L dan V pada Menara Distilasi I	C-102
Tabel C.50. Massa V dan L untuk Tiap Posisi pada Enriching dan Stripping	C-102
Tabel C.51. Konstanta Perhitungan Tegangan Permukaan Komponen Dasar	C-103
Tabel C.52. Komposisi Fluida Panas dalam Kondensor MD I.....	C-112
Tabel C.53. Viskositas Komponen Masuk Kondensor MD I	C-114
Tabel C.54. Komposisi Umpan Tangki Akumulator MD I	C-120
Tabel C.55. Komposisi Aliran Masuk	C-125
Tabel C.56. Viskositas Komponen Masuk	C-126
Tabel C.57. Perhitungan Ukuran Pipa Setiap Aliran	C-128
Tabel C.58 Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	C-130
Tabel C.59. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran.....	C-131
Tabel C.60. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	C-132
Tabel C.61. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	C-134
Tabel C.62. Komposisi Umpan Reaktor Netralisasi.....	C-141
Tabel C.63. Viskositas Komponen dalam Reaktor Netralisasi.....	C-148
Tabel C.64. Komposisi Fluida Dingin dalam Reboiler MD I.....	C-151
Tabel C.65. Viskositas Komponen Masuk Reboiler MD I.....	C-153
Tabel C.66. Komposisi Aliran Masuk	C-158
Tabel C.67. Viskositas Komponen Masuk	C-159
Tabel C.68. Komponen Aliran Masuk pada Menara Distilasi II	C-166
Tabel C.69. Perhitungan Viskositas Umpan Campuran	C-167
Tabel C.70. Komposisi Cairan dan Uap pada Menara Distilasi II.....	C-169
Tabel C.71. Komposisi Umpan Masuk Menara Distilasi II.....	C-170
Tabel C.72. Komposisi L dan V pada Menara Distilasi II	C-171
Tabel C.73. Massa V dan L untuk Tiap Posisi pada Enriching dan Stripping	C-171
Tabel C.74. Konstanta Perhitungan Tegangan Permukaan Komponen Dasar	C-172
Tabel C.75. Komposisi Fluida Panas dalam Kondensor MD II	C-181
Tabel C.76. Viskositas Komponen Masuk Kondensor MD II.....	C-183
Tabel C.77. Komposisi Umpan Tangki Akumulator MD II	C-189
Tabel C.78. Komposisi Aliran Masuk	C-194
Tabel C.79. Viskositas Komponen Masuk	C-195
Tabel C.80. Perhitungan Friksi karena Sudden Contraction Setiap Aliran	C-198
Tabel C.81. Perhitungan Friksi pada Pipa Lurus Setiap Aliran.....	C-199
Tabel C.82. Perhitungan karena Fitting dan Valve Setiap Aliran.....	C-200
Tabel C.83. Perhitungan karena Sudden Enlargement Setiap Aliran	C-202
Tabel C.84. Komposisi Fluida Panas dalam Cooler I.....	C-205
Tabel C.85. Viskositas Komponen Masuk Cooler I	C-206
Tabel C.86. Komposisi Umpan ke Tangki Penyimpanan Metil Akrilat.....	C-214

Tabel C.87. Rangkuman Hasil Perhitungan Dimensi Tangki Metil Akrilat.....	C-217
Tabel C.88. Komposisi Fluida Dingin dalam Reboiler MD II	C-220
Tabel C.89. Viskositas Komponen Masuk Reboiler MD II.....	C-222
Tabel C.90. Komposisi Fluida Panas dalam Cooler II.....	C-227
Tabel C.91. Viskositas Komponen Masuk Cooler II.....	C-228
Tabel D.1. Data Cost Index Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)	D-1
Tabel D.2. Annual Cost Index pada Tahun 2022 – 2025.....	D-2
Tabel D.3. Data Pendukung Perhitungan Harga Peralatan	D-4
Tabel D.4. Daftar Harga Peralatan Proses Produksi dan Tambahan	D-7
Tabel D.5. Daftar Harga Peralatan Proses Utilitas dan Pengolahan Limbah.....	D-8
Tabel D.6. Daftar Harga Peralatan Pendukung.....	D-9
Tabel D.7. Daftar Harga Bahan Baku	D-10
Tabel D.8. Pembagian Durasi Nyala Lampu Setiap Area	D-11
Tabel D.9. Biaya Listrik untuk Penerangan.....	D-13
Tabel D.10. Biaya Listrik untuk Penerangan (Lanjutan).....	D-14
Tabel D.11. Biaya Listrik untuk Alat Proses Produksi.....	D-16
Tabel D.12. Biaya Listrik untuk Alat Proses Utilitas	D-17
Tabel D.13. Biaya Utilitas Lainnya	D-19
Tabel D.14. Daftar Harga Metil Akrilat di Pasaran	D-20
Tabel D.15. Harga Jual Produk.....	D-21
Tabel D.16. Harga Jual Produk (Lanjutan).....	D-21
Tabel D.17. Rincian Gaji Karyawan.....	D-23
Tabel D.18. Rincian Gaji Karyawan (Lanjutan).....	D-24
Tabel D.19. Harga Bangunan PT. MA Jaya Sentosa.....	D-25
Tabel D.20. Harga Bangunan PT. MA Jaya Sentosa (Lanjutan)	D-26

INTISARI

Metil akrilat merupakan bahan baku yang sering digunakan pada industri polimer (poliakrilat). Polimer ini dapat dipergunakan sebagai cat (*coating*), bahan perekat, dan binder untuk beberapa industri seperti kulit, kertas, dan tekstil. Hal ini menjadikan metil akrilat begitu aplikatif digunakan pada berbagai industri. Namun, di Indonesia sendiri masih belum terdapat pabrik metil akrilat. Pendirian pabrik metil akrilat sangat penting karena dapat mengurangi jumlah impor yang dilakukan terhadap kebutuhan sehingga pengeluaran devisa negara untuk mengimpor bahan baku tersebut akan berkurang. Selain itu pendirian pabrik metil akrilat didukung dengan ketersediaan bahan baku yang mana sepenuhnya telah diproduksi secara mandiri didalam negeri. Pada pembuatan metil akrilat (99,5%) ini menggunakan bahan baku utama asam akrilat (97%) yang diproduksi oleh PT. Nippon Shokubai Indonesia dan metanol (99,85%) yang diproduksi oleh PT. Kaltim Metanol serta katalis asam sulfat (98%) yang diproduksi oleh PT. Indonesian Acids Industry.

Pada prarencana pabrik ini, pembuatan metil akan dibuat dengan proses esterifikasi asam akrilat dan metanol dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang kemudian akan dimurnikan dengan menggunakan proses distilasi secara 2 tahap. Tahap 1 untuk merecycle metanol dan tahap 2 untuk memurnikan produk yaitu metil akrilat dengan kemurnian 99,5%. Proses ini dipilih karena memiliki konveri yang tinggi (96%), reaksi 1 tahap, dan aplikatif. Dalam proses produksi dihasilkan limbah padat berupa CaSO_4 dari reaktor netralisasi dan limbah cair berupa air, asam akrilat sisa, metanol sisa, dan metil akrilat dari hasil bawah menara distilasi II yang mana akan diolah menggunakan pihak ke 3 untuk pengolahan limbah cair tersebut.

Prerencana pabrik Metil Akrilat dari metanol dan asam akrilat memiliki rincian sebagai berikut:

Nama Perusahaan : MA Jaya Sentosa

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Produk Utama : Metil Akrilat

Kapasitas : 33.000 ton/tahun

Bahan Baku Utama : Metanol dan Asam Akrilat

Tipe Operasi : *kontinyu*

Utilitas :

- Air : Air Sanitasi = 5,8520 m³/hari
Air Pendingin = 7.892,2547 m³/hari
Air Umpan Boiler = 7917,2935 m³/hari
- *Saturated steam* : Suhu 115°C = 331.044,9912 kg/hari
- Listrik : 132,3156 kW
- Bahan Bakar : IDO = 20,5065 m³/hari

Jumlah Tenaga Kerja : 116 orang

Lokasi Pabrik : Kawasan Industri Krakatau Cilegon, Banten

Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan:

- *Fixed Capital Investment* (FCI) = Rp365.682.204.473
- *Working Capital Investment* (WCI) = Rp54.482.270.815
- *Total Production Cost* (TPC) = Rp909.791.321.518
- Penjualan per tahun = Rp1.156.316.604.327

Analisis ekonomi dengan metode *discounted cash flow*:

- ROI setelah pajak = 35,72%
- ROI sebelum pajak = 45,60%
- ROE setelah pajak = 57,44%
- ROE sebelum pajak = 75,73%
- POT setelah pajak = 4 tahun 11 bulan 3 hari
- POT sebelum pajak = 3 tahun 2 bulan 24 hari
- BEP = 40,63%