

**Pra-Rancangan Pabrik Isobutil Asetat dari Asam Asetat dan Isobutanol dengan Proses
Distilasi Reaktif Menggunakan Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 5.000 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:

Nisa Eka Rahmania

40040122650009

Mohamad Rasyid Bahaudin

40040122650001

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nisa Eka Rahmania
NIM : 40040122650009
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Pra-Rancangan Pabrik Isobutil Asetat dari Asam Asetat dan Isobutanol dengan Proses Distilasi Reaktif Menggunakan Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 5.000 Ton/Tahun.
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya Nisa Eka Rahmania dan partner saya atas nama Mohamad Rasyid Bahaudin 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 dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 10 Juli 2026



Nisa Eka Rahmania

NIM 40040122650009

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohamad Rasyid Bahaudin
NIM : 400401226500001
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Pra-Rancangan Pabrik Isobutil Asetat dari Asam Asetat dan Isobutanol dengan Proses Distilasi Reaktif Menggunakan Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 5.000 Ton/Tahun.
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya Mohamad Rasyid Bahaudin dan partner saya atas nama Nisa Eka Rahmania 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 dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 10 Juli 2026



Mohamad Rasyid Bahaudin

NIM 400401226500001

HALAMAN PENGESAHAN

**Pra-Rancangan Pabrik Isobutil Asetat dari Asam Asetat dan Isobutanol dengan Proses
Distilasi Reaktif Menggunakan Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 5.000 Ton/Tahun**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun Oleh:

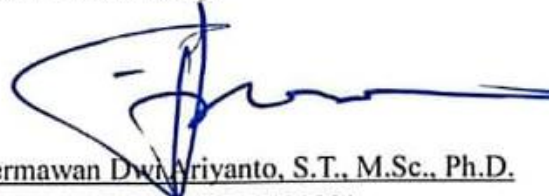
NISA EKA RAHMANIA

NIM 40040122650009

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir

Semarang, 10 Juli 2026

Dosen Pembimbing,



Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. H.7.199005152021021001

HALAMAN PENGESAHAN

**Pra-Rancangan Pabrik Isobutil Asetat dari Asam Asetat dan Isobutanol dengan Proses
Distilasi Reaktif Menggunakan Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 5.000 Ton/Tahun**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun Oleh:

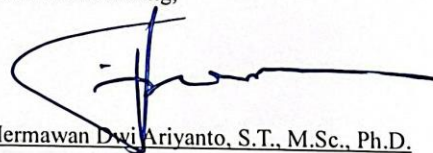
MOHAMAD RASYID BHAUDIN

NIM 40040122650001

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir

Semarang, 10 Juli 2026

Dosen Pembimbing,



Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. H.7.199005152021021001.

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI



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 : Pra-Rancangan Pabrik Isobutil Asetat dari Asam Asetat dan
Isobutanol dengan Proses Distilasi Reaktif Menggunakan
Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 5.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :

- Nama : Nisa Eka Rahmania
- NIM : 40040122650009
- Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 17 Juli 2026

Semarang, 17 Juli 2026

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I

Penguji II


Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M. Eng.
NIP. 198102152005012002


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



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

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

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul : Pra-Rancangan Pabrik Isobutil Asetat dari Asam Asetat dan
Isobutanol dengan Proses Distilasi Reaktif Menggunakan
Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 5.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :

- Nama : Mohamad Rasyid Bahaudin
- NIM : 40040122650001
- Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

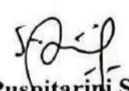
Hari : Rabu
Tanggal : 22 Juli 2026

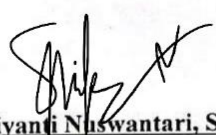
Semarang, 22 Juli 2026

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I

Penguji II


Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D.
NIP. H.7.198803152018072001


Sri Risdhianti Niswantari, S.Tr.T., M.T.
NIP. 199711102024062001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta dukungan selama masa perkuliahan.
4. Orang tua dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta semangat kepada penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun maupun bagi para pembaca serta dapat menjadi referensi yang bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik kimia.

Semarang, 10 Juli 2026

Penyusun

RINGKASAN

Isobutil asetat merupakan senyawa ester dengan rumus molekul $C_6H_{12}O_2$ yang banyak digunakan sebagai pelarut organik dalam industri cat dan *coating*, tinta cetak, perekat, serta kosmetik. Berdasarkan data perdagangan Indonesia periode 2021–2025, rata-rata impor isobutil asetat tercatat sebesar 1.257.118,6 kg per tahun, sementara produksi dalam negeri belum ada sama sekali. Kondisi ini menunjukkan peluang besar untuk mendirikan pabrik isobutil asetat di Indonesia sebagai upaya substitusi impor dan penguatan kemandirian industri kimia nasional. Pra-rancangan pabrik isobutil asetat ini dirancang dengan kapasitas produksi sebesar 5.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku asam asetat dan isobutanol dengan katalis Amberlyst-15 melalui proses distilasi reaktif (*reactive distillation*). Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2030 dan mulai beroperasi pada tahun 2033, beroperasi selama 330 hari per tahun. Lokasi pabrik dipilih berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan baku, infrastruktur, dan kedekatan dengan pasar.

Proses produksi berlangsung di dalam menara distilasi reaktif yang mengintegrasikan reaksi esterifikasi dan pemisahan produk secara simultan. Bahan baku terlebih dahulu dipanaskan di *pre-heater*, kemudian diumpunkan ke menara distilasi reaktif yang berisi katalis Amberlyst-15. Produk isobutil asetat yang terbentuk dipisahkan dari sisa reaktan dan air melalui unit kondenser, dekanter, dan *cooler*. Katalis Amberlyst-15 diregenerasi secara berkala untuk menjaga performa reaksi. Kebutuhan bahan baku meliputi asam asetat sebesar 2.581.735,14 kg/tahun dan isobutanol sebesar 3.249.122,46 kg/tahun. Harga bahan baku asam asetat adalah US\$ 0,44/kg dan isobutanol US\$ 0,80/kg, sedangkan harga jual produk isobutil asetat ditetapkan sebesar US\$ 1,70/kg.

Berdasarkan hasil analisis ekonomi, *Fixed Capital Investment* (FCI) pabrik ini sebesar US\$ 7.798.532,64 dengan total biaya produksi sebesar US\$ 7.303.585,26 per tahun. Keuntungan sebelum pajak diperoleh sebesar US\$ 1.222.942,09 per tahun, dan setelah pajak sebesar US\$ 953.894,83 per tahun. Hasil evaluasi kelayakan menunjukkan *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 15,68% (memenuhi batas minimum 11%), *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 4,06 tahun (di bawah batas maksimum 5 tahun), *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 14,35% yang jauh melampaui BI Rate 5,75%, serta *Break Even Point* (BEP) sebesar 52,76% (di bawah batas maksimum 60%). Dari seluruh parameter kelayakan ekonomi tersebut, pabrik isobutil asetat dengan kapasitas 5.000 ton/tahun ini dinyatakan layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

Halaman Pernyataan Integritas	i
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	vii
Ringkasan.....	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xx
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	6
1.4 Tinjauan Proses	14
1.5 Tinjauan Proses Secara Umum	24
Bab II Deskripsi Proses.....	27
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	27
2.2 Konsep Proses	29
2.3 Langkah Proses	37
2.4 Regenerasi Katalis Amberlyst-15	41
2.5 Diagram Alir (Flowsheet)	42
2.6 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	43
2.7 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	47
BAB III Spesifikasi Alat Utama	55
3.1 Unit Penyimpanan.....	55
3.2 Unit Pemindah	56
3.3 Unit Penukar Panas	57

3.4	Unit Reaksi dan Pemisah	63
Bab IV Unit Pendukung Proses		67
4.1	Unit Pengolahan dan Pengadaan Air	67
4.2	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	91
4.3	Unit Pengadaan Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	96
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar	102
4.5	Unit Pengadaan Udara Tekan	104
4.6	Laboratorium.....	108
4.7	Unit Pengolahan Limbah	118
4.8	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	123
4.9	Instrumentasi.....	126
Bab V Manajemen Perusahaan		129
5.1	Bentuk Perusahaan.....	129
5.2	Struktur Organisasi	132
5.3	Tugas dan Wewenang.....	135
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	141
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	148
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	150
5.7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	154
Bab VI Troubleshooting		158
6.1	Unit <i>Pre-Heater</i>	158
6.2	Menara Distilasi Reaktif	160
6.3	Unit Kondensor.....	162
6.4	Unit Reboiler.....	164
6.5	Unit Dekanter.....	165
6.6	Unit <i>Cooler</i>	167
Bab VII Analisis Ekonomi.....		170

7.1	Perkiraan Harga Peralatan.....	170
7.2	Dasar Perhitungan.....	172
7.3	Perhitungan Biaya.....	173
7.4	Analisa Kelayakan	177
7.5	Hasil Perhitungan.....	179
7.6	Pembahasan.....	184
	Daftar Pustaka.....	185
	Lampiran A Neraca Massa.....	189
	Lampiran B Neraca Panas.....	195
	Lampiran C Spesifikasi Alat.....	210
	Lampiran D Analisis Ekonomi	302

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan Isobutil Asetat di Indonesia.....	2
Tabel 1.2 Hasil Perhitungan Prediksi.....	4
Tabel 1.3 Pabrik Produksi Isobutil Asetat di Dunia	4
Tabel 1.4 Lokasi Pertimbangan Pendirian Pabrik.....	7
Tabel 1.5 Pertimbangan Proses Reaksi Pembuatan Isobutil Asetat.....	24
Tabel 1.6 Pertimbangan Metode Pembuatan Isobutil Asetat.....	25
Tabel 2.1 Nilai ΔH°_f Masing-masing Senyawa.....	31
Tabel 2.2 Data Energi Gibbs.....	33
Tabel 2.3 Kondisi Operasi di Reaktif Distilasi	35
Tabel 2.4 Neraca Massa <i>Pre-heater</i>	43
Tabel 2.5 Hasil Neraca Massa Distilasi Reaktif	44
Tabel 2.6 Hasil Perhitungan Neraca Massa <i>Cooler</i>	44
Tabel 2.7 Hasil Perhitungan Neraca Panas <i>Pre-heater</i>	45
Tabel 2.8 Hasil Perhitungan Neraca Panas Distilasi Reaktif.....	46
Tabel 2.9 Hasil Perhitungan Neraca Panas <i>Cooler</i>	46
Tabel 2.10 Keterangan Kode	48
Tabel 2.11 Perincian Luas Bangunan Pabrik.....	49
Tabel 2.12 Perincian Luas Tanah.....	51
Tabel 2.13 Keterangan Kode <i>Lay Out</i> Proses	54
Tabel 3.1 Tangki Penyimpanan.....	55
Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa Sentrifugal	56
Tabel 3.3 Spesifikasi Heater	58
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Cooler</i>	59
Tabel 3.5 Spesifikasi Reboiler	60
Tabel 3.6 Spesifikasi Kondenser.....	61
Tabel 3.7 Spesifikasi Distilasi Reaktif.....	63
Tabel 3.8 Spesifikasi Dekanter	65
Tabel 4.1 Batas Kualitas Air Pendingin.....	73
Tabel 4.2 Syarat Kualitas <i>Chilled water</i>	76
Tabel 4.3 Syarat Kualitas Air Umpan Boiler dan Air Boiler Berdasarkan Tekanan Operasi	81
Tabel 4.4 Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi	85
Tabel 4.5 Kebutuhan Air Pendingin	89

Tabel 4.6 Kebutuhan <i>Chilled water</i>	89
Tabel 4.7 Kebutuhan Steam.....	91
Tabel 4.8 Kebutuhan Air Boiler.....	94
Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses.....	97
Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	97
Tabel 4.11 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik (Indoor)	98
Tabel 4.12 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik (Outdoor)	98
Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik untuk Pendingin Udara	100
Tabel 4.14 Estimasi Kebutuhan AC per Ruangan	100
Tabel 4.15 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik	101
Tabel 4.16 Ringkasan Kebutuhan Bahan Bakar	104
Tabel 4.17 Spesifikasi Kualitas Udara Instrumen.....	105
Tabel 4.18 Jenis Limbah B3 yang Dihasilkan Pabrik Isobutil Asetat	122
Tabel 5.1 Jadwal Kerja Masing-masing Regu (Hari ke-1 s.d. 15).....	143
Tabel 5.2 Jadwal Kerja Masing-masing Regu (Hari ke-16 s.d. 30) (lanjutan)	144
Tabel 5.3 Tahapan Proses Pabrik Isobutil Asetat	145
Tabel 5.4 Rincian Jumlah Karyawan Non-Shift	147
Tabel 5.5 Rekapitulasi Total Kebutuhan Karyawan	147
Tabel 5.6 Penggolongan Jabatan dan Kualifikasi Pendidikan	148
Tabel 5.7 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	149
Tabel 6.1 <i>Troubleshooting</i> Unit Preheater.....	158
Tabel 6.2 <i>Troubleshooting</i> Unit Menara Distilasi Reaktif.....	160
Tabel 6.3 <i>Troubleshooting</i> Unit Kondensor	162
Tabel 6.4 <i>Troubleshooting</i> Unit Reboiler	164
Tabel 6.5 <i>Troubleshooting</i> Unit Dekanter	165
Tabel 6.6 <i>Troubleshooting</i> Unit Cooler.....	167
Tabel 7.1 Indeks CEP dari Tahun 2001 hingga 2025 (Chemical Engineering Magazine)...	171
Tabel 7.2 Total Biaya <i>Physical Plant Cost</i> (PPC)	179
Tabel 7.3 Biaya <i>Engineering and Construction</i>	180
Tabel 7.4 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	180
Tabel 7.5 <i>Working Capital Investment</i>	180
Tabel 7.6 Total <i>Capital Investment</i> (TCI).....	180
Tabel 7.7 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	181
Tabel 7.8 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	181

Tabel 7.9 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	181
Tabel 7.10 <i>Total Manufacturing Cost</i>	182
Tabel 7.11 <i>General Expense</i>	182
Tabel 7.12 <i>Total Production Cost</i>	182
Tabel A.1 Berat Molekul	190
Tabel A.2 Mole Ratio Stoichiometry (MRS).....	190
Tabel A.3 Neraca Massa di <i>Pre-heater</i> (PH-01)	191
Tabel A.4 Neraca Massa di Reactive Distillation (RD-01) — Output Bottom	191
Tabel A.5 Neraca Massa di Reactive Distillation (RD-01) — Output Distilat	192
Tabel A.6 Neraca Massa di Dekanter (DC-01) — Output Organik	192
Tabel A.7 Neraca Massa di Dekanter (DC-01) — Output Aqueous	193
Tabel A.8 Neraca Massa di <i>Cooler</i> (CL-01).....	193
Tabel A.9 Neraca Massa Overall	193
Tabel B.1 Data Kapasitas Panas.....	196
Tabel B.2 Data Pemanasan di <i>Pre-Heater</i> 1	196
Tabel B.3 Q Masuk dan Keluar <i>Pre-heater</i> 1	197
Tabel B.4 Data Pemanasan di <i>Pre-heater</i> 2.....	197
Tabel B.5 Q Masuk dan Keluar <i>Pre-heater</i> 2	198
Tabel B.6 Operasi Suhu <i>Cooler</i>	198
Tabel B.7 Panas Masuk <i>Cooler</i>	198
Tabel B.8 Panas Keluar <i>Cooler</i>	199
Tabel B.9 Neraca Panas <i>Cooler</i>	199
Tabel B.10 Data Tekanan	200
Tabel B.11 Komposisi Umpan Fase Umpan.....	200
Tabel B.12 Bubble Point Umpan Fase Umpan	201
Tabel B.13 Dew Point Umpan Fase Umpan	201
Tabel B.14 Menghitung HV Fase Umpan	201
Tabel B.15 Panas Laten Penguapan Fase Umpan.....	202
Tabel B.16 Menghitung HF Fase Umpan	202
Tabel B.17 Menghitung HL Fase Umpan.....	203
Tabel B.18 Nilai q Fase Umpan.....	203
Tabel B.19 Panas Umpan Distilasi	204
Tabel B.20 Panas Distilat.....	204
Tabel B.21 Panas Refluks	205

Tabel B.22 Panas Sensibel Uap Masuk Kondensor	205
Tabel B.23 Panas Laten Uap Masuk Kondensor	205
Tabel B.24 Panas Produk Bottom	206
Tabel B.25 Panas Reaksi	207
Tabel B.26 Stoikiometri Reaksi	207
Tabel B.27 Rangkuman Neraca Panas Distilasi	207
Tabel B.28 Neraca Panas <i>Overall</i>	208
Tabel C.1 Kondisi Operasi <i>Pre-heater</i>	210
Tabel C.2 Data Konduktivitas Termal <i>Pre-heater</i>	210
Tabel C.3 Data Kapasitas Panas <i>Pre-heater</i>	211
Tabel C.4 Data Viskositas <i>Pre-heater</i>	211
Tabel C.5 Rekap Properties Asam Asetat <i>Pre-heater</i>	211
Tabel C.6 Data Steam Steam <i>Pre-heater</i>	212
Tabel C.7 Properties Kondensat <i>Pre-heater</i>	212
Tabel C.8 Perhitungan 1 LMTD	213
Tabel C.9 Perhitungan 2 LMTD	213
Tabel C.10 Pasangan Pipa yang Tersedia	214
Tabel C.11 Trial Mass Velocity <i>Pre-heater</i>	214
Tabel C.12 Verifikasi Bilangan Reynolds	214
Tabel C.13 Ukuran Pipa <i>Pre-heater</i>	215
Tabel C.14 Koefisien Film Asam Asetat <i>Pre-Heater</i>	215
Tabel C.15 Fouling Factor <i>Pre-heater</i>	217
Tabel C.16 Perhitungan Jumlah Haripin <i>Pre-Heater</i>	218
Tabel C.17 Verifikasi Fouling Factor	218
Tabel C.18 Data Perhitungan Pressure Drop Inner Pipe	219
Tabel C.19 Data Perhitungan Pressure Drop Annulus	219
Tabel C.20 Spesifikasi Akhir <i>Pre-Heater</i>	220
Tabel C.21 Data Persamaan Antoine	222
Tabel C.22 Perhitungan Bubble Point Fase Umpan	222
Tabel C.23 Perhitungan Dew Point Fase Umpan	223
Tabel C.24 Perhitungan Entalpi Sensibel Uap Fase Umpan	223
Tabel C.25 Perhitungan Entalpi Penguapan Fase Umpan	223
Tabel C.26 Perhitungan Entalpi HF Fase Umpan	224
Tabel C.27 Perhitungan Entalpi HL Fase Umpan	224

Tabel C.28 Perhitungan Menentukan LK dan HK.....	225
Tabel C.29 Data Komposisi Distilasi dan Bottom.....	225
Tabel C.30 Perhitungan Persamaan Underwood	226
Tabel C.31 Perhitungan Viskositas Campuran Fase Umpan	228
Tabel C.32 Densitas Liquid Distilasi Reaktif	229
Tabel C.33 Berat Molekul Distilasi Reaktif	231
Tabel C.34 Bagian Distilasi Reaktif	235
Tabel C. 35 Lokasi Masuk Umpan Distilasi Reaktif	235
Tabel C.36 Ukuran Nozzle Distilasi Reaktif	237
Tabel C.37 Spesifikasi Akhir Distilasi Reaktif.....	237
Tabel C.38 Jenis dan Tipe Kondenser	239
Tabel C.39 Kondisi Operasi Kondenser	239
Tabel C.40 Komposisi Fluida Panas Kondenser.....	240
Tabel C.41 Konduktivitas Termal Kondenser.....	240
Tabel C.42 Kapasitas Panas Kondenser.....	241
Tabel C.43 Viskositas Kondenser.....	241
Tabel C.44 Densitas Kondenser.....	241
Tabel C.45 Rekap Properties Fluida Panas.....	242
Tabel C.46 Perhitungan LMTD Kondenser.....	242
Tabel C.47 Trial Mass <i>Velocity</i> Kondenser	243
Tabel C.48 Verifikasi Bilangan Reynolds Kondenser	243
Tabel C.49 Ukuran Pipa Kondenser	244
Tabel C.50 Properties Cooling Water Kondenser.....	244
Tabel C.51 Viskositas T wall Kondenser	245
Tabel C.52 Data Perhitungan h_i Kondenser	245
Tabel C.53 Properties Kondensat Kondenser	246
Tabel C.54 R_d Total Kondenser	247
Tabel C.55 Perhitungan Jumlah Hairpin Kondenser	247
Tabel C.56 Verifikasi Fouling Factor Kondenser.....	248
Tabel C.57 Perhitungan Pressure Drop Sisi Inner Pipe Kondenser.....	248
Tabel C.58 Perhitungan Pressure Drop Annulus Kondenser.....	249
Tabel C.59 Spesifikasi Akhir Kondenser.....	249
Tabel C.60 Komposisi Aliran Bottom Reboiler	251
Tabel C.61 Data Kapasitas Panas Campuran Reboiler	252

Tabel C.62 Perhitungan Kapasitas Panas Campuran Reboiler	252
Tabel C.63 Data Viskositas Campuran Reboiler	253
Tabel C.64 Perhitungan Konduktivitas Termal Campuran Reboiler	254
Tabel C.65 Perhitungan Densitas Campuran Reboiler	254
Tabel C.66 Perhitungan Panas Laten Penguapan Campuran Reboiler	255
Tabel C. 67 Perhitungan LMTD Reboiler	255
Tabel C.68 Pemilihan Tube Reboiler	256
Tabel C.69 Spesifikasi Akhir Reboiler	261
Tabel C.70 Komposisi Umpan Masuk Dekanter	263
Tabel C.71 Identifikasi Fasa Dekanter	264
Tabel C.72 Densitas Komponen Dekanter	264
Tabel C.73 Densitas Fasa Aqueous Dekanter	264
Tabel C.74 Densitas Fasa Organik Dekanter	265
Tabel C.75 Rekap Densitas di Dekanter	265
Tabel C.76 Viskositas Komponen Dekanter	265
Tabel C.77 Viskositas Fasa Aqueous Dekanter	266
Tabel C.78 Viskositas Fasa Organik Dekanter	266
Tabel C.79 Rekap Viskositas Dekanter	266
Tabel C.80 Data Perhitungan Kecepatan Settling Droplet	267
Tabel C.81 Laju Alir Volumetrik Dekanter	267
Tabel C.82 Data Perhitungan Tinggi Take Off Heavy Liquid	269
Tabel C.83 Ukuran Pipa Inlet Dekanter	270
Tabel C.84 Spesifikasi Akhir Dekanter	270
Tabel C.85 Data Laju Alir dan Kondisi Operasi <i>Cooler</i>	271
Tabel C.86 Komposisi dan Berat Molekul Fluida Panas <i>Cooler</i>	272
Tabel C.87 Data Konduktivitas Termal Fluida Panas <i>Cooler</i>	273
Tabel C.88 Data Kapasitas Panas Fluida Panas <i>Cooler</i>	273
Tabel C.89 Data Viskositas Fluida Panas <i>Cooler</i>	273
Tabel C.90 Data Densitas Fluida Panas <i>Cooler</i>	274
Tabel C.91 Properties Fluida Panas <i>Cooler</i>	274
Tabel C.92 Properties Fluida Dingin <i>Cooler</i>	274
Tabel C.93 Perhitungan LMTD <i>Cooler</i>	275
Tabel C.94 Trial Ukuran Pipa <i>Cooler</i>	275
Tabel C.95 Data Pipa <i>Cooler</i>	276

Tabel C.96 Data Perhitungan <i>hi Cooler</i>	276
Tabel C.97 Faktor Koreksi Viskositas <i>Cooler</i>	276
Tabel C.98 Fouling Factor <i>Cooler</i>	278
Tabel C.99 Penentuan Hairpin <i>Cooler</i>	279
Tabel C.100 Verifikasi Fouling Factor <i>Cooler</i>	280
Tabel C.101 Data Perhitungan <i>Pressure Drop Inner Pipe Cooler</i>	280
Tabel C.102 Data Perhitungan <i>Pressure Drop Annulus Cooler</i>	281
Tabel C.103 Spesifikasi Akhir <i>Cooler</i>	281
Tabel C.104 Komposisi dan Densitas Campuran Tangki Penyimpanan	283
Tabel C.105 Rangkuman Tebal Shell Tangki Penyimpanan	289
Tabel C.106 Spesifikasi Akhir Tangki Isobutil Asetat	291
Tabel C.107 Kondisi Operasi Pompa	292
Tabel C.108 Densitas Tangki Penyimpanan	292
Tabel C.109 Data Perhitungan Tekanan Uap Tangki Penyimpanan	293
Tabel C.110 Pemilihan Pipa Optimum Pompa	294
Tabel C.111 Fitting yang Terpasang Pada Jalur Perpipaan	296
Tabel C.112 Komponen Friction Loss	296
Tabel C.113 Material Konstruksi Pompa	300
Tabel C.114 Spesifikasi Akhir Pompa	300
Tabel D.1 Indeks CEP dari Tahun 2001 hingga 2025	303
Tabel D.2 Harga Alat Dalam Negeri	305
Tabel D.3 <i>Purchased Equipment Cost (PEC)</i>	306
Tabel D.4 Biaya Instalasi	306
Tabel D.5 Biaya Pemipaan	307
Tabel D.6 Biaya Instrumentasi	307
Tabel D.7 Biaya Insulasi	308
Tabel D.8 Biaya Listrik	308
Tabel D.9 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	309
Tabel D.10 Biaya <i>Engineering and Construction</i>	310
Tabel D.11 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	311
Tabel D.12 <i>Raw Material Inventory</i>	311
Tabel D.13 <i>Working Capital Investment</i>	312
Tabel D.14 <i>Total Capital Investment</i>	313
Tabel D.15 Biaya Bahan Baku per Tahun	313

Tabel D.16 <i>Labor Cost</i>	313
Tabel D.17 <i>Supervisor Cost</i>	314
Tabel D.18 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	315
Tabel D.19 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	316
Tabel D.20 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	317
Tabel D.21 <i>Total Manufacturing Cost</i>	317
Tabel D.22 <i>Management Salaries</i>	317
Tabel D.23 Total Biaya Administrasi	318
Tabel D.24 <i>General Expense</i>	319
Tabel D.25 <i>Total Production Cost</i>	319
Tabel D.26 <i>Cash Flow</i>	322
Tabel D.27 <i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	325
Tabel D.28 Komponen BEP dan SDP	327

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Impor	3
Gambar 1.2 Data Ekspor.....	3
Gambar 1.3 Lokasi Pendirian Pabrik Isobutil Asetat	14
Gambar 1.4 Reaksi antara Asam Karboksilat dan Alkohol	16
Gambar 1.5 Reaksi antara Asam Anhidrida dan Alkohol	16
Gambar 1.6 Reaksi antara Asam Klorida dan Alkohol.....	17
Gambar 1.7. Reaksi Umum Transesterifikasi	17
Gambar 1.8. Reaksi Isobutil Asetat dengan Transesterifikasi.....	17
Gambar 2.1 Alur Neraca Massa <i>Pre-heater</i>	43
Gambar 2.2 Alur Neraca Massa Distilasi Reaktif.....	43
Gambar 2.3 Alur Neraca Massa <i>Cooler</i>	44
Gambar 2.4 Alur Neraca Panas <i>Pre-Heater</i>	44
Gambar 2.5 Alur Neraca Panas Distilasi Reaktif	45
Gambar 2.6 Alur Neraca Panas <i>Cooler</i>	46
Gambar 2.7 Layout Area Pabrik Isobutil Asetat	48
Gambar 2.8 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	54
Gambar 3.1 Tangki Penyimpanan	55
Gambar 3.2 Pompa Sentrifugal	56
Gambar 3.3 Heat Exchanger.....	57
Gambar 3.4 <i>Cooler</i>	59
Gambar 3.5 Reboiler.....	60
Gambar 3.6 Kondenser	61
Gambar 3.7 Menara Distilasi Reaktif.....	63
Gambar 3.8 Dekanter	65
Gambar 4.1 Diagram Alir Unit Pengolahan Air.....	68
Gambar 4.2 Diagram Alir Unit Cooling Water	72
Gambar 4.3 Diagram Alir Unit <i>Chilled water</i>	74
Gambar 4.4 Diagram Alir Unit Air Umpan Boiler	78
Gambar 4.5 Diagram Alir Unit Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	84
Gambar 4.6 Diagram Alir Unit Air Pemadam Kebakaran.....	87
Gambar 4.7 Diagram Alir Unit Pengadaan Steam	93

Gambar 4.8 Diagram Alir Unit Pengadaan Udara Tekan.....	106
Gambar 4.9 Diagram Alir Unit Pengolahan Limbah Cair (IPAL)	119
Gambar 4.10 Diagram Alir Pengelolaan Limbah Padat.....	121
Gambar 4.11 Diagram Alir Pengelolaan Limbah B3	123
Gambar 5.1 Struktur Organisasi.....	135
Gambar 7.1 Nilai CEP Index dari Tahun 2001 – 2026.....	172
Gambar 7.2 Grafik Analisa Kelayakan.....	183
Gambar A.1 Diagram Alir Neraca Massa.....	189
Gambar A.2 Neraca Massa di <i>Pre-heater</i> (PH-01)	191
Gambar A.3 Neraca Massa di Reactive Distillation (RD-01)	191
Gambar A.4 Neraca Massa di Dekanter (DC-01)	192
Gambar A.5 Neraca Massa di <i>Cooler</i> (CL-01)	193
Gambar B.1 Diagram Alir Neraca Panas	195
Gambar D.1 Grafik CEP Index tahun 2001–2025	304
Gambar D.2 Grafik Analisa Kelayakan	327