

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN ASAM  
ASETAT DENGAN KATALIS AMBERLYST-15 MENGGUNAKAN PROSES  
ESTERIFIKASI FISCHER KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh:**

**DESMILIA SEFTI INDRAWATY**

**NIM 40040118650079**

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

**2022**

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN ASAM  
ASETAT DENGAN KATALIS AMBERLYST-15 MENGGUNAKAN PROSES  
ESTERIFIKASI FISCHER KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh:**

**DESMILIA SEFTI INDRAWATY**

**NIM 40040118650079**

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

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN  
ASAM ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI FISCHER KAPASITAS  
50.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan  
Teknik**

**Disusun Oleh:**

**DESMILIA SEFTI INDRAWATY**

**NIM 40040118650079**

**Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)**

**Semarang, Desember 2022**

Dosen Pembimbing,

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

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Desmilia Sefti Indrawaty

NIM : 40040118650079

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik N-Butil Asetat dari Butanol dan Asam Asetat  
dengan Katalis Amberlyst-15 Menggunakan Proses Esterifikasi  
Fischer Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya Desmilia Sefti Indrawaty dan partner Saya Laras Luhuring Tyas didampingi dan buku hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/ plagiat dalam skripsi 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, Desember 2022



Desmilia Sefti Indrawaty  
NIM. 40040117640024

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat selama ini sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir (Skripsi) dengan Judul **“Prarancangan Pabrik N-Butil Asetat Dari Butanol dan Asam Asetat dengan Katalis Amberlyst-15 Menggunakan Proses Esterifikasi Fischer Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Keluarga yang tidak henti-hentinya selalu memberikan doa dan motivasi untuk senantiasa bersemangat dan tidak menyerah untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. M. Endy Yulianto, S.T.,M.T, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Rekayasa Kimia Industri yang selalu memberikan dorongan dan motivasi kepada mahasiswa.
3. Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang membimbing dan mengarahkan sehingga penulis dapat lebih memahami dan mengerti tentang banyak hal yang ada di Teknik kimia serta dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan benar.
4. Rizka Amalia, S.T., M.T, selaku Dosen Wali yang telah memberikan semangat dan doa kepada penyusun.
5. Seluruh Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Laras Luhuring Tyas selaku partner skripsi, yang senantiasa berjuang dan memberikan semangat dan dukungan satu sama lain sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar tanpa adanya suatu kendala yang berarti.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan, diberi balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penyusun mengarapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Semarang, Oktober 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xv
INTISARI .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Rancangan .....	2
1.2.1 Prediksi Kebutuhan Butil Asetat di Indonesia .....	2
1.2.2 Perhitungan Kapasitas Produksi .....	4
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku .....	6
1.2.4 Kapasitas Komersial (minimal) Pabrik Butil Asetat .....	8
1.2.5 Proses yang digunakan .....	10
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik .....	10
1.4 Tinjauan Proses .....	16
1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan n-Butil Asetat .....	16
1.4.2 Kegunaan Produk .....	19
1.4.3 Sifat Fisik dan Kimia .....	19
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum .....	24
BAB II DESKRIPSI PROSES .....	29
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	29
2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	29
2.1.3 Spesifikasi Bahan Pembantu .....	30
2.1.4 Spesifikasi Produk .....	32
2.1.5 Mekanisme Reaksi .....	32
2.1.6 Fase Reaksi .....	34
2.1.7 Kondisi Operasi .....	34
2.1.8 Tinjauan Secara Thermodinamika .....	34
2.1.9 Tinjauan Kinetika Reaksi .....	36
2.3 Langkah proses .....	39
2.3.1 Tahap Aktivasi Katalis Amberlyst-15 .....	39
2.3.2 Tahap Persiapan Bahan Baku .....	39

2.3.3	Tahap Reaksi Pembentukan Butil Asetat .....	40
2.3.4	Tahap Pemurnian Produk .....	40
2.4	<i>Process Flow Diagram</i> (PFD) .....	42
2.5	Neraca Massa dan Neraca Panas .....	43
2.5.1	Neraca Massa.....	43
2.5.2	Neraca Panas.....	50
2.6	Tata Letak Pabrik dan Pemetaan .....	59
2.6.1	<i>Lay Out</i> Pabrik.....	59
2.6.2	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses .....	62
BAB III SPESIFIKASI ALAT .....		65
3.1	Unit Penyimpanan.....	65
3.2	Unit Pemindah .....	65
3.3	Unit Penukar Panas.....	65
3.3.1.	<i>Heat Exchanger-01</i> (E-01) .....	65
3.4	Unit Reaksi Kimia .....	66
3.4.1.	Reaktor-01 (R-01).....	66
3.5	Unit Pemisahan.....	68
3.5.1.	Menara Distilasi-01 (MD-01).....	68
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES .....		70
4.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ( <i>Water Treatment System</i> ) .....	70
4.1.1.	Unit Penyediaan Air .....	71
4.1.2.	Unit Pengolahan Air .....	75
4.1.3.	Kebutuhan Air .....	80
4.2	Unit Pembangkit Uap ( <i>Steam Generation System</i> ).....	82
4.3	Unit Penyediaan Udara Tekan .....	86
4.4	Unit Pembangkit Listrik ( <i>Power Plant System</i> ).....	87
4.4.1.	Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses.....	88
4.4.2.	Kebutuhan Listrik untuk Utilitas .....	89
4.4.3.	Kebutuhan Listrik untuk Penerangan .....	89
4.4.4.	Kebutuhan Listrik untuk Pendingin Udara.....	91
4.4.5.	Kebutuhan Listrik untuk Generator.....	91
4.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	91
4.6	Unit Laboratorium .....	92
4.7	Unit Pengolahan Limbah .....	101
4.7.1.	Limbah Cair.....	101

4.7.2. Limbah Padat .....	102
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....</b>	<b>103</b>
5.1 Bentuk Perusahaan.....	103
5.2 Struktur Organisasi .....	105
5.3 Tugas dan Wewenang .....	109
5.3.1 Pemegang Saham.....	109
5.3.2 Dewan Komisaris .....	109
5.3.3 Dewan Direksi .....	109
5.3.4 Kepala Bagian.....	110
5.4 Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan .....	113
5.4.1 Pembagian Jam Kerja .....	114
5.4.2 Perincian Jumlah Karyawan .....	115
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	117
5.5.1 Penggolongan Jabatan .....	117
5.5.2 Jumlah Karyawan Total.....	118
5.5.3 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	120
5.6 Kesejahteraan Karyawan .....	121
5.7 <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	125
5.7.1 Dasar Pelaksanaan dan Kebijakan Program CSR.....	125
5.7.2 Pengertian <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	125
5.7.3 Kebijakan CSR pada Pabrik Butil Asetat .....	126
<b>BAB VI TROUBLESHOOTING .....</b>	<b>128</b>
6.1. Unit Penyimpanan.....	128
6.2. Unit Pemindahan.....	130
6.3. Unit Penukar Panas .....	135
6.4. Unit Reaksi .....	142
6.5. Unit Pemisahan .....	147
6.6. Unit Penyedia Listrik.....	149
6.7. Unit Penyedia Udara Tekan .....	151
<b>BAB VII ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>154</b>
7.1 Penaksiran Harga Peralatan .....	154
7.2 Dasar Perhitungan.....	157
7.2.1 Kapasitas Produksi .....	157
7.2.2 Kebutuhan Bahan Baku .....	157
7.2.3 Harga Bahan Baku dan Produk Harga.....	157



7.3 Perhitungan Biaya.....	158
7.3.1 <i>Capital Investment</i> .....	158
7.3.2 <i>Production Cost</i> .....	160
7.4 Analisa Kelayakan .....	162
7.5 Hasil Perhitungan.....	165
7.5.1 <i>Capital Investment</i> .....	165
7.5.2 <i>Production Cost</i> .....	166
7.5.3 Analisa Kelayakan.....	168
7.6 Pembahasan .....	170
DAFTAR PUSTAKA .....	171
LAMPIRAN A NERACA MASSA .....	174
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	199
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT .....	289
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....	344

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1</b> Data Impor Butil Asetat di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2020) .....	2
<b>Tabel 1. 2</b> Data Import Eksport Butil Asetat di Indonesia dan Pertumbuhannya.....	3
<b>Tabel 1. 3</b> Proyeksi Kebutuhan Butil Asetat di Indonesia (2026-2040).....	6
<b>Tabel 1. 4</b> Pabrik Butanol di Indonesia dan Dunia .....	7
<b>Tabel 1. 5</b> Pabrik Asam Asetat di Indonesia dan Dunia .....	7
<b>Tabel 1. 6</b> Produsen Butil Asetat di Dunia (Pramudani, 2018) .....	9
<b>Tabel 1. 7</b> Industri Pengguna Butil Asetat di Banten .....	12
<b>Tabel 1. 8</b> Perbandingan Pemilihan Lokasi Pabrik.....	13
<b>Tabel 1. 9</b> Pertimbangan Proses Pembuatan Butil Asetat.....	18
<b>Tabel 1. 10</b> Perbandingan Pembuatan Butil Asetat .....	26
<b>Tabel 1. 11</b> Perbandingan Katalis.....	27
<b>Tabel 2. 1</b> Harga ( $\Delta H^{\circ}f$ ) masing-masing komponen (Yaws, 1999).....	34
<b>Tabel 2. 2</b> Harga ( $\Delta G^{\circ}f$ ) masing-masing komponen (Yaws, 1999).....	35
<b>Tabel 2. 3</b> Neraca Massa <i>Mixer</i> -01 .....	44
<b>Tabel 2. 4</b> Neraca Massa <i>Mixer</i> -03.....	44
<b>Tabel 2. 5</b> Neraca Massa <i>Filter Press</i> -01 .....	45
<b>Tabel 2. 6</b> Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> -01 .....	45
<b>Tabel 2. 7</b> Neraca Massa Reaktor-01.....	45
<b>Tabel 2. 8</b> Neraca Massa <i>Filter Press</i> -02 .....	46
<b>Tabel 2. 9</b> Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> -02.....	46
<b>Tabel 2. 10</b> Neraca Massa Menara Distilasi-01 .....	47
<b>Tabel 2. 11</b> Neraca Massa Menara Distilasi-02.....	47
<b>Tabel 2. 12</b> Neraca Massa Menara Distilasi-03.....	48
<b>Tabel 2. 13</b> Neraca Massa <i>Centrifuge</i> -01 (CT-01) .....	48
<b>Tabel 2. 14</b> Neraca Massa <i>Overall</i> .....	48
<b>Tabel 2. 15</b> Neraca Panas <i>Mixer</i> -01.....	51
<b>Tabel 2. 16</b> Neraca Panas <i>Mixer</i> -02.....	51
<b>Tabel 2. 17</b> Neraca Panas <i>Filter Press</i> -01 .....	51
<b>Tabel 2. 18</b> Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> -01 .....	52
<b>Tabel 2. 19</b> Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> -01 .....	52
<b>Tabel 2. 20</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -01 .....	52
<b>Tabel 2. 21</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -02 .....	53
<b>Tabel 2. 22</b> Neraca Panas Reaktor-01.....	53
<b>Tabel 2. 23</b> Neraca Panas <i>Filter Press</i> -02 .....	54
<b>Tabel 2. 24</b> Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> -02.....	54
<b>Tabel 2. 25</b> Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> -02.....	54
<b>Tabel 2. 26</b> Neraca Panas Menara Distilasi-01.....	55
<b>Tabel 2. 27</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> -01 (CL-01).....	55
<b>Tabel 2. 28</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -03 .....	55
<b>Tabel 2. 29</b> Neraca Panas Menara Distilasi-02.....	56
<b>Tabel 2. 30</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> -02 .....	56
<b>Tabel 2. 31</b> Neraca Panas Menara Distilasi-03.....	57
<b>Tabel 2. 32</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> -03 (CL-03).....	57
<b>Tabel 2. 33</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> -04 (CL-04).....	57
<b>Tabel 2. 34</b> Neraca Panas <i>Overall</i> .....	58

<b>Tabel 2. 35</b>	Perincian Luas Tanah Pabrik.....	61
<b>Tabel 3. 1</b>	Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-01).....	65
<b>Tabel 3. 2</b>	Spesifikasi Reaktor-01 (R-01).....	66
<b>Tabel 3. 3</b>	Spesifikasi Menara Distilasi-01 (MD-01).....	68
<b>Tabel 4. 1</b>	Standar Kualitas Air Industri di KIEC.....	70
<b>Tabel 4. 2</b>	Kualitas Air Pendingin <i>Sistem Once Through</i> .....	72
<b>Tabel 4. 3</b>	Kualitas Air Umpan Boiler.....	73
<b>Tabel 4. 4</b>	Persyaratan Air Umpan Boiler.....	74
<b>Tabel 4. 5</b>	Kebutuhan Air Pendingin.....	81
<b>Tabel 4. 6</b>	Kebutuhan <i>Steam</i> .....	82
<b>Tabel 4. 7</b>	Kebutuhan Air Boiler.....	84
<b>Tabel 4. 8</b>	Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses.....	88
<b>Tabel 4. 9</b>	Kebutuhan Listrik untuk Utilitas.....	89
<b>Tabel 4. 10</b>	Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik.....	90
<b>Tabel 4. 11</b>	Kebutuhan Listrik untuk Pendingin Udara.....	91
<b>Tabel 5. 1</b>	Jadwal Kerja Masing-masing Regu.....	115
<b>Tabel 5. 2</b>	Perincian Jumlah Karyawan Produksi.....	115
<b>Tabel 5. 3</b>	Jumlah Karyawan Utilitas.....	116
<b>Tabel 5. 4</b>	Jumlah Karyawan HSE Lingkungan, Lab Analisis, dan <i>Maintenance</i> .....	117
<b>Tabel 5. 5</b>	Penggolongan Jabatan.....	117
<b>Tabel 5. 6</b>	Perincian Jumlah Karyawan.....	118
<b>Tabel 5. 7</b>	Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	120
<b>Tabel 6. 1</b>	Troubleshooting Unit Penyimpanan.....	128
<b>Tabel 6. 2</b>	Troubleshooting Unit Pemindahan.....	130
<b>Tabel 6. 3</b>	Troubleshooting Unit Penukar Panas.....	135
<b>Tabel 6. 4</b>	Troubleshooting Unit Reaksi.....	142
<b>Tabel 6. 5</b>	Troubleshooting Unit Pemisahan.....	147
<b>Tabel 6. 6</b>	Troubleshooting Unit Penyedia Listrik.....	149
<b>Tabel 6. 7</b>	Troubleshooting Unit Penyedia Udara Tekan.....	151
<b>Tabel 7. 1</b>	Indeks CEP dari tahun 2001 hingga 2021 ( <i>Chemical Engineering Magazine</i> )....	155
<b>Tabel 7. 2</b>	Total Biaya <i>Physical Plant Cost</i> (PPC).....	165
<b>Tabel 7. 3</b>	Total Biaya <i>Direct Plant Cost</i> (DPC).....	165
<b>Tabel 7. 4</b>	<i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	165
<b>Tabel 7. 5</b>	Total <i>Working Capital Investment</i> (WCI).....	166
<b>Tabel 7. 6</b>	Total <i>Capital Investment</i> .....	166
<b>Tabel 7. 7</b>	<i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	166
<b>Tabel 7. 8</b>	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	167
<b>Tabel 7. 9</b>	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	167
<b>Tabel 7. 10</b>	Total <i>Manufacturing Cost</i> .....	167
<b>Tabel 7. 11</b>	<i>General Expense</i> .....	168
<b>Tabel 7. 12</b>	Total <i>Production Cost</i> .....	168
<b>Tabel 7. 13</b>	Analisa Kelayakan Pabrik.....	169
<b>Tabel A. 1</b>	Berat Molekul Komponen.....	175
<b>Tabel A. 2</b>	Neraca Massa <i>Mixer-01</i> (M-01).....	178
<b>Tabel A. 3</b>	Neraca Massa <i>Mixer-02</i> (M-02).....	180
<b>Tabel A. 4</b>	Neraca Massa <i>Filter Press-01</i> (F-01).....	182
<b>Tabel A. 5</b>	Neraca Massa <i>Rotary Dryer-01</i> (RD-01).....	183

<b>Tabel A. 6</b> Neraca Massa Reaktor-01 (R-01) .....	186
<b>Tabel A. 7</b> Neraca Massa Filter Press-02 (F-02) .....	188
<b>Tabel A. 8</b> Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> -02 (RD-02) .....	189
<b>Tabel A. 9</b> Neraca Massa Menara Distilasi-01 (MD-01) .....	191
<b>Tabel A. 10</b> Neraca Massa pada Menara Distilasi-02 (MD-02).....	194
<b>Tabel A. 11</b> Neraca Massa Menara Distilasi-03 (MD-03) .....	195
<b>Tabel A. 12</b> Neraca Massa pada Centrifuge-01 (CT-01).....	197
<b>Tabel A. 13</b> Neraca Massa <i>Overall</i> .....	198
<b>Tabel B. 1</b> Kapasitas Panas (Cp Cair) .....	200
<b>Tabel B. 2</b> Kapasitas Panas (Cp Solid).....	200
<b>Tabel B. 3</b> Kapasitas Panas (Cp Gas) .....	200
<b>Tabel B. 4</b> Tekanan Uap Murni .....	201
<b>Tabel B. 5</b> Data Neraca Panas Q1 .....	202
<b>Tabel B. 6</b> Data Neraca Panas Q2 .....	202
<b>Tabel B. 7</b> Data Neraca Panas Q3 .....	202
<b>Tabel B. 8</b> Neraca Panas <i>Mixer</i> -01 (M-01) .....	203
<b>Tabel B. 9</b> Data Neraca Panas Q4 .....	204
<b>Tabel B. 10</b> Data Neraca Panas Q13 .....	205
<b>Tabel B. 11</b> Data Neraca Panas Q5 .....	205
<b>Tabel B. 12</b> Neraca Panas <i>Mixer</i> -02 (M-02) .....	206
<b>Tabel B. 13</b> Data Neraca Panas Q6 .....	207
<b>Tabel B. 14</b> Data Neraca Panas Q7 .....	208
<b>Tabel B. 15</b> Neraca Panas Filter Press (F-01) .....	209
<b>Tabel B. 16</b> Data Neraca Panas Q8 .....	211
<b>Tabel B. 17</b> Data Neraca Panas Q9 .....	211
<b>Tabel B. 18</b> Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> -01 (RD-01).....	212
<b>Tabel B. 19</b> Data Neraca Panas Q10 .....	213
<b>Tabel B. 20</b> Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> -01 (CC-01).....	214
<b>Tabel B. 21</b> Komponen Bahan di E-01.....	215
<b>Tabel B. 22</b> Entalpi Bahan Masuk E-01 .....	215
<b>Tabel B. 23</b> Entalpi Bahan Keluar E-01 .....	216
<b>Tabel B. 24</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -01 (E-01).....	218
<b>Tabel B. 25</b> Komponen Bahan di E-02.....	219
<b>Tabel B. 26</b> Entalpi Bahan Masuk E-02 .....	219
<b>Tabel B. 27</b> Entalpi Bahan Keluar E-02.....	220
<b>Tabel B. 28</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -02 (E-02).....	221
<b>Tabel B. 29</b> Data Neraca Panas Q10 .....	223
<b>Tabel B. 30</b> Data Neraca Panas Q11 .....	224
<b>Tabel B. 31</b> Data Neraca Panas Q12 .....	224
<b>Tabel B. 32</b> Data Neraca Panas Q20 .....	225
<b>Tabel B. 33</b> Data Neraca Panas Q13 .....	225
<b>Tabel B. 34</b> Neraca Panas Reaktor-01 (R-01) .....	227
<b>Tabel B. 35</b> Data Neraca Panas Q14 .....	229
<b>Tabel B. 36</b> Data Neraca Panas Q15 .....	230
<b>Tabel B. 37</b> Neraca Panas Filter Press-02 (F-02) .....	231
<b>Tabel B. 38</b> Data Neraca Panas Q16 .....	234
<b>Tabel B. 39</b> Data Neraca Panas Q17 .....	236

<b>Tabel B. 40</b> Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> -02 (RD-02).....	237
<b>Tabel B. 41</b> Data Neraca Panas Q16 .....	238
<b>Tabel B. 42</b> Data Neraca Panas Q16 .....	239
<b>Tabel B. 43</b> Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> -02 (CC-02).....	239
<b>Tabel B. 44</b> Neraca Panas Menara Distilasi-01 (MD-01) .....	250
<b>Tabel B. 45</b> Entalpi bahan masuk (H in) .....	253
<b>Tabel B. 46</b> Entalpi bahan keluar (H out).....	253
<b>Tabel B. 47</b> Neraca Panas di <i>Cooler</i> -01 (CL-01) .....	254
<b>Tabel B. 48</b> Komponen Bahan di E-03.....	255
<b>Tabel B. 49</b> Entalpi Bahan Masuk E-03 .....	255
<b>Tabel B. 50</b> Entalpi Bahan Keluar E-03 .....	256
<b>Tabel B. 51</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -03 (E-03).....	257
<b>Tabel B. 52</b> Neraca Panas Menara Distilasi-02 (MD-02) .....	267
<b>Tabel B. 53</b> Entalpi bahan masuk (H in) .....	270
<b>Tabel B. 54</b> Entalpi bahan keluar (H out).....	271
<b>Tabel B. 55</b> Neraca Panas di <i>Cooler</i> -02 (CL-02) .....	271
<b>Tabel B. 56</b> Neraca Panas Menara Distilasi-03 (MD-03) .....	280
<b>Tabel B. 57</b> Data Komponen di CL-03.....	283
<b>Tabel B. 58</b> Entalpi bahan masuk (H in) .....	283
<b>Tabel B. 59</b> Entalpi bahan keluar (H out).....	284
<b>Tabel B. 60</b> Neraca Panas di <i>Cooler</i> -03 (CL-03) .....	284
<b>Tabel B. 61</b> Data Komponen di CL-04.....	285
<b>Tabel B. 62</b> Entalpi bahan masuk (H in) .....	285
<b>Tabel B. 63</b> Entalpi bahan keluar (H out).....	286
<b>Tabel B. 64</b> Neraca Panas di <i>Cooler</i> -04 (CL-04) .....	286
<b>Tabel B. 65</b> Neraca Panas <i>Overall</i> .....	287
<b>Tabel C. 1</b> Viskositas Fluida Dingin .....	291
<b>Tabel C. 2</b> Viskositas Fluida Panas .....	292
<b>Tabel C. 3</b> Dimensi <i>Heat Exchanger</i> -01 .....	293
<b>Tabel C. 4</b> Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> -01 (E-01).....	297
<b>Tabel C. 5</b> Harga ( $\Delta H^{\circ}_f$ ) masing-masing komponen (Yaws, 1999).....	300
<b>Tabel C. 6</b> Umpan Masuk Reaktor .....	301
<b>Tabel C. 7</b> Umpan Keluar Reaktor .....	301
<b>Tabel C. 8</b> Perhitungan Densitas (Yaws, 1999) .....	302
<b>Tabel C. 9</b> Perhitungan Densitas Liquid .....	302
<b>Tabel C. 10</b> Total Perhitungan Viskositas (Yaws, 1999) .....	309
<b>Tabel C. 11</b> Total Perhitungan Viskositas (Yaws, 1999) .....	309
<b>Tabel C. 12</b> Komponen Bahan Menara Distilasi-01 (MD-01).....	316
<b>Tabel C. 13</b> Komposisi Kolom Atas MD-01 .....	318
<b>Tabel C. 14</b> Komposisi Kolom Bawah MD-01 .....	318
<b>Tabel C. 15</b> Data <i>Properties Densitas Liquid</i> (Yaws, 1999).....	319
<b>Tabel C. 16</b> Densitas Campuran Umpan Distilasi .....	319
<b>Tabel C. 17</b> Densitas Campuran Distilat Distilasi.....	319
<b>Tabel C. 18</b> Densitas Campuran <i>Vapor</i> .....	320
<b>Tabel C. 19</b> <i>Mixture Surface Tension Distilat</i> .....	320
<b>Tabel C. 20</b> <i>Mixture Surface Tension Bottom</i> .....	321
<b>Tabel C. 21</b> Spesifikasi Menara Distilasi-01 (MD-01) .....	342

<b>Tabel D. 1</b> Index CEP dari Tahun 2001 hingga 2020 .....	345
<b>Tabel D. 2</b> Harga Alat Dalam Negeri .....	347
<b>Tabel D. 3</b> Harga Alat Impor.....	348
<b>Tabel D. 4</b> <i>Purchased Equipment Cost</i> Dalam Negeri.....	349
<b>Tabel D. 5</b> <i>Purchased Equipment Cost</i> Impor.....	349
<b>Tabel D. 6</b> <i>Purchased Equipment Cost</i> Total .....	349
<b>Tabel D. 7</b> Biaya Instalasi.....	350
<b>Tabel D. 8</b> Biaya Pemipaan .....	351
<b>Tabel D. 9</b> Biaya Instrumentasi .....	352
<b>Tabel D. 10</b> Total Biaya Insulasi .....	352
<b>Tabel D. 11</b> Biaya Listrik .....	353
<b>Tabel D. 12</b> Perincian Luas Bangunan Pabrik.....	353
<b>Tabel D. 13</b> <i>Physical Plant Cost</i> (PPC).....	355
<b>Tabel D. 14</b> Biaya <i>Engineering and Construction</i> .....	356
<b>Tabel D. 15</b> <i>Fixed Capital Investment</i> .....	357
<b>Tabel D. 16</b> Persediaan Bahan Baku .....	357
<b>Tabel D. 17</b> <i>Working Capital Investment</i> .....	359
<b>Tabel D. 18</b> <i>Capital Investment</i> .....	359
<b>Tabel D. 19</b> Harga Bahan Baku per Tahun.....	359
<b>Tabel D. 20</b> <i>Labor Cost</i> .....	360
<b>Tabel D. 21</b> <i>Supervisi Cost</i> .....	360
<b>Tabel D. 22</b> <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	361
<b>Tabel D. 23</b> <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	363
<b>Tabel D. 24</b> <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	364
<b>Tabel D. 25</b> <i>Total Manufacturing Cost</i> .....	364
<b>Tabel D. 26</b> <i>Management Salaries</i> .....	364
<b>Tabel D. 27</b> <i>General Expanse</i> .....	366
<b>Tabel D. 28</b> <i>Total Production Cost</i> .....	367
<b>Tabel D. 29</b> <i>Cash Flow</i> .....	369
<b>Tabel D. 30</b> <i>Cummulative Cash Flow</i> (CCF) .....	371
<b>Tabel D. 31</b> <i>Internal rate of Return</i> (IRR).....	372
<b>Tabel D. 32</b> Analisa Kelayakan Pabrik.....	375

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b>	Data Impor Butil Asetat di Indonesia .....	3
<b>Gambar 1. 2</b>	Data Ekspor Butil Asetat di Indonesia.....	3
<b>Gambar 1. 3</b>	Pemilihan Lokasi Pabrik .....	16
<b>Gambar 2. 1</b>	Struktur Kimia Amberlyst-15 .....	33
<b>Gambar 2. 2</b>	Reaksi Esterifikasi Butil Asetat .....	33
<b>Gambar 2. 3</b>	<i>Process Flow Diagram</i> .....	42
<b>Gambar 2. 4</b>	Diagram Blok Neraca Massa .....	43
<b>Gambar 2. 5</b>	Diagram Blok Neraca Panas .....	50
<b>Gambar 2. 6</b>	<i>Lay Out</i> Pabrik n-Butil Asetat.....	62
<b>Gambar 2. 7</b>	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses .....	64
<b>Gambar 4. 1</b>	Diagram Alir Unit Utilitas .....	76
<b>Gambar 5. 1</b>	Struktur Organisasi .....	108
<b>Gambar 7. 1</b>	Nilai CEP Index dari tahun 2001-2020.....	156
<b>Gambar 7. 2</b>	Grafik Analisa Kelayakan.....	169
<b>Gambar A. 1</b>	Diagram Blok Neraca Massa .....	174
<b>Gambar B. 1</b>	Diagram Blok Neraca Panas .....	199
<b>Gambar C. 1</b>	Unit Penukar Panas <i>Heat Exchanger</i> (E-01) .....	289
<b>Gambar C. 2</b>	<i>Tinggi Head</i> .....	306
<b>Gambar C. 3</b>	Unit Pemisahan Menara Distilasi-01 .....	315
<b>Gambar C. 4</b>	Kurva <i>Flooding Velocity, Sieve Plates</i> .....	322
<b>Gambar C. 5</b>	Kurva Pemilihan Pola Aliran .....	324
<b>Gambar C. 6</b>	Kurva Hubungan <i>Downcomer Area</i> dan <i>Weir Length</i> .....	325
<b>Gambar C. 7</b>	Kurva <i>Weep Point Correlation</i> .....	327
<b>Gambar C. 8</b>	Kurva <i>Discharge Coefficient</i> .....	328
<b>Gambar C. 9</b>	Kurva <i>Entrainment Correlation</i> .....	331
<b>Gambar C. 10</b>	Kurva Hubungan antara <i>Hole Area</i> dan <i>Pitch</i> .....	332
<b>Gambar C. 11</b>	Tebal Isolasi .....	338
<b>Gambar D. 1</b>	Nilai CEP Index dari tahun 2001-2020.....	346
<b>Gambar D. 2</b>	Grafik Analisa Kelayakan.....	375

## INTISARI

Butil asetat ( $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ ) merupakan ester yang memiliki ciri yaitu tidak berwarna dan mudah terbakar pada suhu kamar dan biasa ditemukan dibanyak jenis buah dengan bahan kimia lainnya, memberikan rasa khas dan memiliki aroma pisang atau apel yang manis. Kegunaan lain dari butil asetat yaitu sebagai solvent yang aktif untuk film former seperti *ethyl cellulose*, *cellulose nitrat*, *cellulose acetobutirat*, *polystyrene*, *methacrylate resin* dan *chlorinated rubber*. Selain itu butil asetat juga digunakan pada protective coating pada kerajinan kulit, bahan untuk parfum dan *solvent* untuk ekstraksi minyak dan obat-obatan. Sebagian kebutuhan butil asetat di Indonesia dipenuhi dengan cara mengimpor dari negara lain. Oleh sebab itu, perlu adanya pendirian pabrik Butil Asetat di Indonesia sebagai salah satu langkah pemenuhan kebutuhan didalam negeri.

Proses produksi butil asetat terjadi dengan cara mereaksikan bahan baku berupa n-butanol dan asam asetat dalam reaktor CSTR dengan bantuan katalis berupa asam sulfat. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi esterifikasi dengan kondisi operasi reaktor dengan suhu  $100^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dan reaksi berlangsung dalam kondisi eksotermis. Alat utama yang digunakan dalam proses antara lain tangki penyimpanan bahan baku dan produk, reaktor CSTR, *heat exchanger*, menara distilasi, *cooler*. Sedangkan alat untuk pendukung proses antara lain pompa, kondensor, *reboiler* dan *centrifuge*. Unit pendukung proses atau yang dikenal sebagai utilitas yang digunakan dalam pabrik ini antara lain unit penyediaan dan pengolahan air, unit penyediaan *steam*, unit pembangkit tenaga listrik, unit penyediaan bahan bakar, unit penyedia udara tekan, unit pengolahan limbah, unit laboratorium dan unit pengolahan limbah.

Bentuk pabrik butil asetat direncanakan berbentuk PT (Perseroan Terbatas) dengan status perusahaan terbuka yang mendapatkan modal dari penjualan saham dan tiap pemegang saham mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Kekuasaan tertinggi PT dipegang oleh Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) dan setiap pemegang saham memiliki hak suara dalam rapat umum.

Pada prarancangan pabrik butil asetat ini, dibuat juga evaluasi serta penilaian investasi. Dari hasil perhitungan analisa kelayakan maka diperoleh *Percent Profit on Sales* sebelum pajak adalah 32,88% dan sesudah pajak adalah 24,66%, *Percent Return on Investment* sebelum pajak adalah 64,36% dan sesudah pajak adalah 48,27%, *Pay Out Time* didapat berdasarkan perhitungan yaitu 2 tahun. Dengan *trial IRR* didapat 29,16%, *Break Event Point* pabrik adalah 27,58% dari kapasitas produksi. *Shut Down Point* pabrik adalah 20,33% dari kapasitas produksi.

**Kata kunci:** butil asetat, n-butanol, asam asetat, proses kontinyu



## SUMMARY

*Butyl acetate ( $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ ) is an ester that has the characteristics of being colorless and flammable at room temperature and is commonly found in many types of fruit with other chemicals, giving it a distinctive taste and has a sweet banana or apple aroma. Another use of butyl acetate is as solvent an active for film formers such as ethyl cellulose, cellulose nitrate, cellulose Aceto butyrate, polystyrene, methacrylate resin, and chlorinated rubber. In addition, butyl acetate is also used in protective coatings on leather crafts, ingredients for perfumes, and solvents for oil extraction and drugs. Part of the need for butyl acetate in Indonesia is met by importing from other countries. Therefore, it is necessary to establish a butyl acetate factory in Indonesia as one of the steps to fulfil the domestic needs.*

*Butyl acetate production process occurs by reacting raw materials in the form of n-butanol and acetic acid in a CSTR reactor with the help of a catalyst in the form of Sulfuric Acid. The reaction that occurs is an esterification reaction with reactor operating conditions with a temperature of  $100^\circ\text{C}$  and a pressure of 1 atm and the reaction takes place in exothermic conditions. The main equipment used in the process include storage tanks for raw materials and products, CSTR reactor, heat exchanger, distillation tower, cooler. While the equipment to support the process include pumps, condensers, reboilers, and centrifuge. Process support units or what is known as utilities used in this factory include water supply and treatment units, steam supply units, power generation units, fuel supply units, compressed air supply units, waste treatment units, laboratory units, and waste treatment units.*

*The form of the butyl acetate factory is planned to be in the form of a PT (Limited Company) with the status of a public company that obtains capital from the sale of shares and each shareholder takes part in one or more shares. The highest power of PT is held by the General Meeting of Shareholders (GMS) and each shareholder has voting rights in the general meeting. In the project design for the butyl acetate plant, an evaluation and investment assessment were made. From the results of the calculation of the feasibility analysis, the obtained Percent Profit on Sales before tax is 32,88% and after tax is 24,66%, Percent Return on Investment before tax is 64,36% and after tax is 48,27%, Pay Out Time is obtained based on the calculation 2 years. With trial IRR, we get 29,16% Break Event Point of the factory is 27,58% from production capacity. The Shut Down point factory is 20,33% of production capacity.*

**Keyword: butyl acetate, n-butanol, acetic acid, and continue process**