

# **OPTIMASI DESAIN DISTILASI REAKTIF UNTUK MEMPRODUKSI ETIL ASETAT KEMURNIAN TINGGI DENGAN REAKSI TAMBAHAN HIDRASI ETILEN OKSIDA**

## **Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang Ilmu Teknik Kimia

oleh :

**Larasati Kurniawan**

**(2016620019)**

Pembimbing :

**I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.**

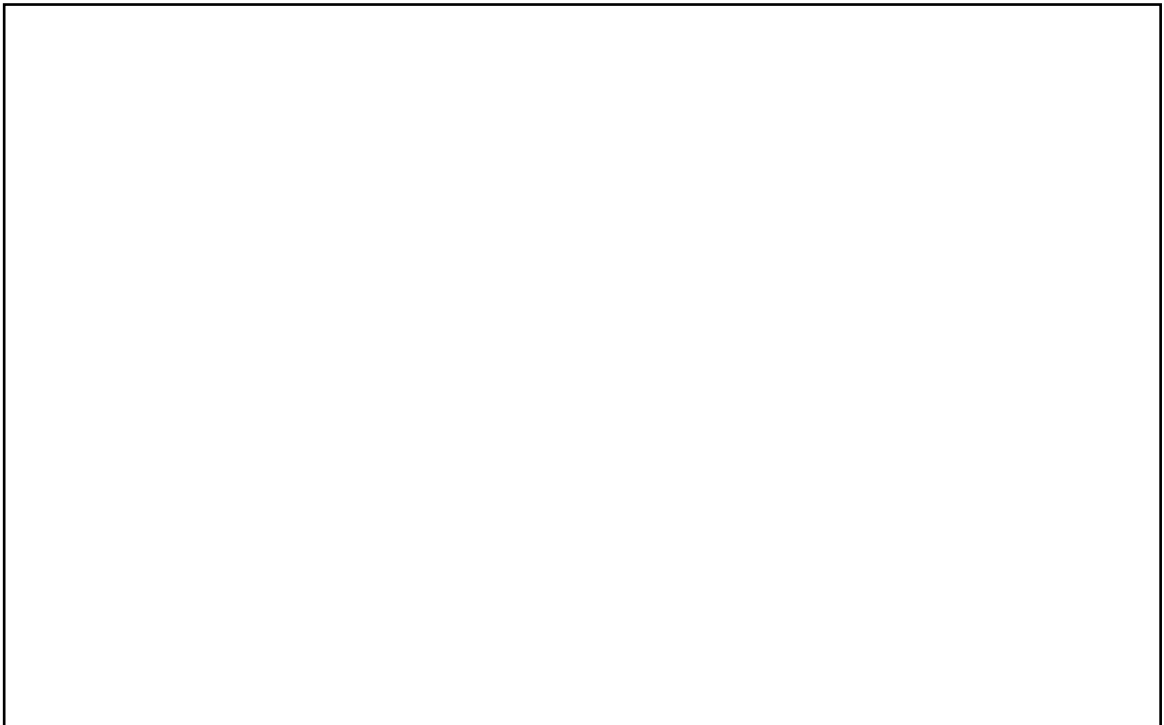


**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : OPTIMASI DESAIN DISTILASI REAKTIF UNTUK  
MEMPRODUKSI ETIL ASETAT KEMURNIAN TINGGI  
DENGAN REAKSI TAMBAHAN HIDRASI ETILEN OKSIDA**

**CATATAN :**



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 6 Januari 2020

Pembimbing

I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

### **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Larasati Kurniawan

NRP : 6216019

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

**OPTIMASI DESAIN DISTILASI REAKTIF UNTUK MEMPRODUKSI ETIL  
ASETAT KEMURNIAN TINGGI DENGAN REAKSI TAMBAHAN HIDRASI  
ETILEN OKSIDA**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 2 Desember 2019

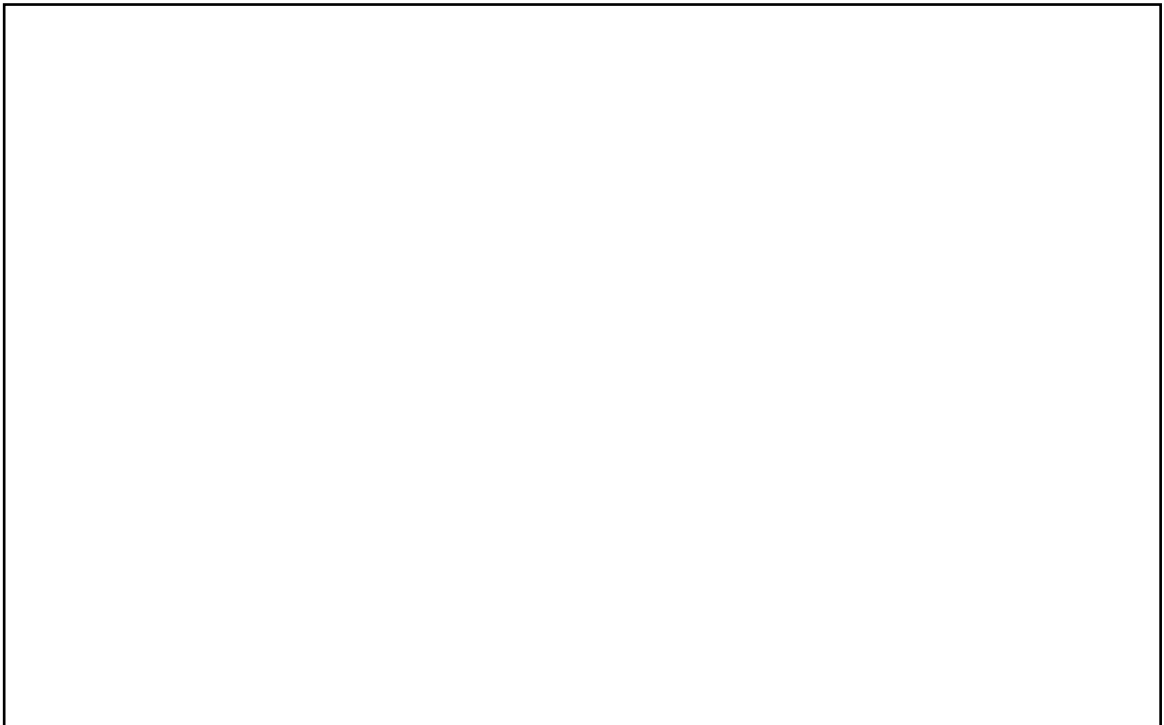
Larasati Kurniawan

(6216019)

## LEMBAR REVISI

**JUDUL : OPTIMASI DESAIN DISTILASI REAKTIF UNTUK  
MEMPRODUKSI ETIL ASETAT KEMURNIAN TINGGI  
DENGAN REAKSI TAMBAHAN HIDRASI ETILEN OKSIDA**

**CATATAN :**



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 9 Januari 2020

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M.Eng.

Yansen Hartanto, S.T., M.T.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Optimasi Desain Distilasi Reaktif untuk Memproduksi Etil Asetat Kemurnian Tinggi dengan Reaksi Tambahan Hidrasi Etilen Oksida”. Laporan penelitian ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan laporan penelitian ini, terutama kepada :

1. I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan dalam penyusunan laporan penelitian ini.
2. Orang tua serta keluarga penulis atas doa, motivasi, dukungan, dan semangat baik secara moral maupun material.
3. Seluruh teman yang telah memberikan dukungan, semangat, dan saran kepada penulis selama proses penyusunan laporan penelitian.
4. Pihak-pihak lain yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis dalam menyusun laporan penelitian.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat pada laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik, saran, dan masukan dari segala pihak. Selain itu, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan pada penulisan proposal ini.

Akhir kata, penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Terima kasih.

Bandung, 2 Desember 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR SIMBOL .....	xi
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis .....	3
1.5 Hipotesis .....	4
1.6 Tujuan Penelitian .....	4
1.7 Manfaat Penelitian .....	4
1.7.1 Bagi Industri .....	4
1.7.2 Bagi Ilmu Pengetahuan.....	4
1.7.3 Bagi Pemerintah .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Distilasi .....	5
2.2 Distilasi Reaktif .....	8
2.2.1 Distilasi Reaktif Etil Asetat Konvensional.....	11
2.2.2 Produksi Distilasi Reaktif Etil Asetat dengan Reaksi Hidrasi Etilen Oksida .....	12
2.3 Reaksi Esterifikasi .....	13
2.4 Reaksi Hidrasi Etilen Oksida .....	14
2.5 Zat-Zat yang Digunakan .....	15
2.5.1 Asam Asetat .....	15
2.5.2 Etanol .....	16
2.5.3 Etil Asetat.....	16
2.5.4 Air.....	17

2.5.5 Etilen Oksida.....	17
2.5.6 Etilen Glikol.....	18
2.5.7 Katalis.....	19
2.6 Model Termodinamika.....	20
2.7 Radfrac.....	22
2.8 Optimasi.....	22
2.9 <i>Total Annual Cost</i> (TAC).....	23
2.9.1 Biaya Kapital.....	23
2.9.2 Chemical Engineering Plant Cost Index.....	25
2.9.3 Biaya Katalis.....	25
2.9.4 Biaya Energi.....	25
2.9.5 TAC Konvensional.....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1 Pembuatan Desain Distilasi Reaktif Etil Asetat Konvensional.....	29
3.2 Simulasi Desain Distilasi Reaktif Konvensional.....	29
3.3 Pembuatan Desain Distilasi Reaktif Tavan.....	29
3.4 Pembuatan Desain Distilasi Reaktif Etil Asetat Modifikasi.....	30
3.5 Simulasi Desain Distilasi Reaktif Modifikasi.....	31
3.6 Optimasi Desain Modifikasi.....	31
3.7 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	33
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Model Konvensional.....	34
4.1.1 Simulasi Model Konvensional.....	34
4.1.2 TAC Model Konvensional.....	35
4.2 Model Modifikasi Tavan.....	36
4.3 Model Modifikasi.....	37
4.3.1 Simulasi Model Modifikasi.....	37
4.3.2 Optimasi Model.....	42
4.4 Perbandingan TAC.....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>51</b>

A.1 Biaya Kapital.....	51
A.1.1 Biaya Kolom.....	51
A.1.2 Biaya <i>Tray</i> .....	51
A.1.3 Biaya Kondensor .....	52
A.1.4 Biaya Reboiler.....	52
A.1.5 Biaya Katalis .....	53
A.1.6 Biaya Total Alat .....	53
A.2 Biaya Energi.....	53
A.3 TAC.....	54
A.4 TAC Distilasi Reaktif Konvensional .....	54
A.4.1 Biaya kapital Konvensional.....	54
A.4.2 Biaya Energi Konvensional.....	58
A.4.3 TAC Konvensional.....	58
LAMPIRAN B.....	60
LAMPIRAN C.....	62



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Kapasitas Impor Etil Asetat di Indonesia dari 2011 hingga 2018 (Badan Pusat Statistik, 2011-2018) .....	1
<b>Gambar 2.1</b> Rangkaian Alat Distilasi (Kiss, 2013).....	6
<b>Gambar 2.2</b> Kolom Distilasi Reaktif (Al-Afraj dan Luyben, 2000) .....	9
<b>Gambar 2.3</b> <i>Reactive Tray</i> pada Kolom Distilasi Reaktif (Al-Afraj dan Luyben, 2000) ..	10
<b>Gambar 2.4</b> Proses Konvensional Distilasi Reaktif Etil Asetat (Luyben dan Yu, 2008) ..	12
<b>Gambar 2.5</b> Proses Distilasi Reaktif Etil Asetat dengan Reaksi Hidrasi Etilen Oksida (Tavan et al., 2013).....	13
<b>Gambar 2.6</b> Kriteria Pemilihan Model Termodinamika pada Aspen Plus .....	20
<b>Gambar 2.7</b> Model Kolom Distilasi pada Aspen Plus .....	22
<b>Gambar 3.1</b> Proses Optimasi Desain Distilasi Reaktif Etil Asetat dengan Reaksi Hidrasi Etilen Oksida.....	28
<b>Gambar 3.2</b> Desain Distilasi Reaktif Konvensional (Luyben dan Wu, 2008).....	29
<b>Gambar 3.3</b> Desain Distilasi Reaktif Tavan (Tavan, 2013).....	30
<b>Gambar 3.4</b> Desain yang dibuat pada Aspen Plus .....	30
<b>Gambar 3.5</b> Skema Proses Optimasi Desain Distilasi Reaktif dengan Reaksi Tambahan Hidrasi Etilen Oksida.....	32
<b>Gambar 4.1</b> Desain kolom konvensional.....	34
<b>Gambar 4.2</b> Desain Metode Modifikasi Tavan.....	37
<b>Gambar 4.3</b> Pengaruh Rasio Refluks terhadap Kemurnian Etil Asetat Dan Etilen Glikol	39
<b>Gambar 4.4</b> Pengaruh Rasio Refluks terhadap Konversi Asam Asetat .....	40
<b>Gambar 4.5</b> Pengaruh Laju Alir Distilat terhadap Kemurnian Etil Asetat dan Etilen Glikol .....	41
<b>Gambar 4.6</b> Pengaruh Laju Alir Distilat terhadap Konversi Asam Asetat .....	41
<b>Gambar 4.7</b> Biaya Kapital <i>Stripping</i> .....	43
<b>Gambar 4.8</b> Biaya Energi <i>Stripping</i> .....	44
<b>Gambar 4.9</b> TAC <i>Stripping</i> .....	44
<b>Gambar 4.10</b> Biaya Kapital <i>Enriching</i> .....	46
<b>Gambar 4.11</b> Biaya Energi <i>Enriching</i> .....	46
<b>Gambar 4.12</b> TAC <i>Enriching</i> .....	47
<b>Gambar C.1</b> Biaya kapital <i>Enriching (Trial 1)</i> .....	62
<b>Gambar C.2</b> Biaya Energi <i>Enriching (Trial 1)</i> .....	62
<b>Gambar C.3</b> TAC <i>Enriching (Trial 1)</i> .....	63
<b>Gambar C.4</b> Biaya kapital <i>Stripping (Trial 1)</i> .....	63
<b>Gambar C.5</b> Biaya Energi <i>Stripping (Trial 1)</i> .....	64
<b>Gambar C.6</b> TAC <i>Stripping (Trial 1)</i> .....	64

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Kapasitas Produksi Etil Asetat di Asia Tahun 2013 (ICIS, 2013).....	2
<b>Tabel 2.1</b> Azeotrop masing-masing Zat (Aspen Plus, 2019).....	11
<b>Tabel 2.2</b> Karakteristik Asam Asetat (U.S. National Library of Medicine, 2012).....	15
<b>Tabel 2.3</b> Karakteristik Etanol (U.S. National Library of Medicine, 2012).....	16
<b>Tabel 2.4</b> Karakteristik Etil Asetat (U.S. National Library of Medicine, 2012).....	17
<b>Tabel 2.5</b> Karakteristik Air ( <i>U.S. National Library of Medicine</i> , 2012).....	17
<b>Tabel 2.6</b> Karakteristik Etilen Oksida ( <i>U.S. National Library of Medicine</i> , 2012).....	18
<b>Tabel 2.7</b> Karakteristik Etilen Glikol ( <i>U.S. National Library of Medicine</i> , 2012).....	19
<b>Tabel 2.9</b> Harga CEPCI pada tahun 2008 dan 2018 (Jenkins, 2019).....	25
<b>Tabel 2.8</b> Harga <i>Steam</i> (Wang et al., 2014).....	26
<b>Tabel 3.1</b> Kondisi Input Data Pada Model Kolom Distilasi Reaktif (Luyben, 2008).....	31
<b>Tabel 3.2</b> Parameter Desain Awal Distilasi Reaktif Etil Asetat dengan Reaksi Hidrasi Etilen Oksida.....	31
<b>Tabel 3.3</b> Jadwal Kerja Penelitian.....	33
<b>Tabel 4.1</b> Input Desain Konvensional (Luyben, 2008).....	35
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Simulasi Distilasi Reaktif Konvensional.....	35
<b>Tabel 4.3</b> Input Desain Simulasi Tavan (Tavan, 2013).....	36
<b>Tabel 4.4</b> Perbandingan Hasil Simulasi.....	36
<b>Tabel 4.5</b> Desain Simulasi Akhir.....	38
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Kemurnian dengan Tebakan Awal.....	38
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Simulasi Setelah Trial dan Error.....	38
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Simulasi Setelah Mengubah Kinetika.....	39
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Optimasi Tahap <i>Stripping</i> .....	43
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Optimasi Tahap <i>Enriching</i> .....	45
<b>Tabel 4.11</b> TAC konvensional dan modifikasi.....	47
<b>Tabel B.1</b> Trial ke-1 Optimasi <i>Stripping</i> .....	60
<b>Tabel B.2</b> Trial ke-1 Optimasi <i>Enriching</i> .....	60
<b>Tabel B.3</b> Trial ke-2 Optimasi <i>Stripping</i> .....	60
<b>Tabel B.4</b> Trial ke-2 Optimasi <i>Enriching</i> .....	61

## DAFTAR SIMBOL

Ac	: luas perpindahan panas kondensor ( $m^2$ )
Ar	: luas perpindahan panas <i>reboiler</i> ( $m^2$ )
B	: laju alir <i>bottom</i> (mol/h)
C	: konsentrasi ( $kg\ mol/m^3$ )
D	: laju alir distilat (mol/h)
Dc	: diameter kolom (m)
F	: laju alir umpan (mol/h)
F EO	: lokasi umpan etilen oksida
F EtOH	: lokasi umpan etanol masuk
F HAC	: lokasi umpan asam asetat masuk
H <sub>B</sub>	: entalpi <i>bottom</i> (kcal/mol)
H <sub>d</sub>	: entalpi distilat (kcal/mol)
H <sub>F</sub>	: entalpi umpan (kcal/mol)
H <sub>S</sub>	: entalpi bagian <i>stripping</i> (kcal/mol)
H <sub>v</sub>	: entalpi uap (kcal/mol)
k <sub>1</sub>	: konstanta reaksi maju
k <sub>2</sub>	: konstanta reaksi mundur
L	: laju alir <i>liquid</i> (mol/h)
L <sub>c</sub>	: tinggi kolom (m)
LR	: laju alir cairan di bagian <i>enriching</i> (mol/h)
L <sub>s</sub>	: laju alir cairan di bagian <i>stripping</i> (mol/h)
m <sub>cat</sub>	: massa katalis (kg)
NE	: jumlah tahap bagian <i>enriching</i>
NR	: jumlah tahap reaksi
NS	: jumlah tahap bagian <i>stripping</i>
N <sub>T</sub>	: Jumlah <i>tray</i>
Q <sub>b</sub>	: beban <i>reboiler</i> (kcal/h)
Q <sub>c</sub>	: beban kondensor (kcal/h)
Q <sub>LR</sub>	: kalor pada bagian <i>enriching</i> (kcal/h)
Q <sub>LS</sub>	: kalor pada bagian <i>stripping</i> (kcal/h)
Q <sub>EtOH</sub>	: laju alir volume EtOH (L/h)

$Q_{\text{HAc}}$	: laju alir volume asam asetat (L/h)
$Q_{\text{EO}}$	: laju alir volume etilen oksida (L/h)
$r$	: reaksi
$R$	: tetapan gas ideal (kJ/kmol K)
$RR$	: rasio refluks
$T$	: temperatur (K)
$U_C$	: koefisien perpindahan panas pada kondensor (kJ/s m <sup>2</sup> K)
$U_R$	: koefisien perpindahan panas pada <i>reboiler</i> (kJ/s m <sup>2</sup> K)
$V$	: laju alir uap (mol/h)
$V_{\text{NT}}$	: laju uap pada <i>enriching section</i> (mol/s)
$V_S$	: laju uap di <i>reboiler</i> (mol/s)
$x$	: fraksi mol fasa cair
$x_b$	: fraksi mol di <i>bottom</i>
$x_d$	: fraksi mol di distilat
$x_i$	: fraksi mol komponen
$y$	: fraksi uap
$z$	: fraksi umpan
$\gamma_i$	: koefisien aktifitas

## INTISARI

Etil Asetat merupakan senyawa kimia organik yang bersifat polar, mudah menguap, tidak beracun, dan tidak higroskopis. Etil asetat banyak digunakan sebagai pelarut dalam berbagai industri. Produksi etil asetat secara konvensional dapat dilakukan dengan menggunakan reaktor dan kolom pemisah. Tetapi produksi etil asetat secara konvensional hanya menghasilkan konversi dan kemurnian sebesar 65% sehingga mulai dikembangkan pembuatan etil asetat dengan menggunakan distilasi reaktif. Titik azeotrop yang terdapat pada produk (etil asetat dan air) membuat kemurnian etil asetat yang didapat tidak tinggi sehingga dibutuhkan tambahan dekanter dan stripper untuk mendapatkan etil asetat yang murni. Pembuatan etil asetat dengan menggunakan distilasi reaktif dua kolom masih membuat biaya produksi etil asetat cukup tinggi sehingga dilakukan modifikasi pembuatan etil asetat dalam satu kolom distilasi reaktif dengan menggunakan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan optimasi desain dengan TAC paling minimum untuk proses distilasi reaktif etil asetat dengan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida, mendapatkan TAC yang lebih minimum pada distilasi reaktif dengan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida, dan mengetahui pengaruh jumlah tahap *enriching* dan jumlah tahap *stripping*. Pada penelitian ini dilakukan optimasi desain distilasi reaktif etil asetat dengan menggunakan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida pada *software* Aspen Plus V8.8. Sebelum optimasi dilakukan, dibuat desain terlebih dahulu pada Aspen Plus. Desain dibuat dengan menggunakan model kolom Radfrac dan model termodinamika NRTL. Setelah desain selesai dibuat, dilakukan simulasi desain hingga didapat kemurnian etil asetat dan konversi esterifikasi sebesar 99,9%. Optimasi yang dilakukan adalah optimasi bertahap dengan mengubah-ubah nilai jumlah tahap *enriching* dan jumlah tahap *stripping* hingga didapat nilai TAC yang minimum.

Pada penelitian ini diperoleh TAC optimum sebesar \$ 287.777/tahun. Selain itu, Produksi etil asetat dengan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida menghasilkan TAC yang lebih rendah dibandingkan produksi etil asetat tanpa reaksi hidrasi etilen oksida. Desain optimum terdapat pada jumlah tahap *enriching* 11 dan jumlah tahap *stripping* 1.

Kata kunci: optimasi, distilasi reaktif, etil asetat, etilen oksida, TAC

## ABSTRACT

Ethyl acetate is an organic compound that is polar, volatile, non toxic, and non hygroscopic. Ethyl acetate is usually used as a solvent in industry. Ethyl acetate can be produced by using reactor and separation column, but the conversion and the purity of ethyl acetate are just only 65% so that the production of ethyl acetate is developed by using reactive distillation. The azeotrope that contained in the product (ethyl acetate and water) makes the purity of ethyl acetate in the column is not high so it requires an additional decanter and a separation column to get high purity of ethyl acetate. When ethyl acetate is produced by two column of reactive distillation, the capital and operation cost are high enough so that the modification of ethyl acetate in a single column of reactive distillation with ethylene oxide as an auxiliary reaction is doing in this study.

The purpose of this study are to get the optimization design with the most minimum of TAC to produce ethyl acetate with ethylene oxide as an auxiliary reaction and to know the effect of enriching section and stripping section to TAC. Aspen Plus software was used for design, simulation, and optimization model. The column unit model used was radfrac and the thermodynamics model was NRTL. Variable for the optimization are enriching section and stripping section. Constraint for this optimization are the purity of ethyl acetate 99,7% and the conversion of acetic acid is 99,9%.

The results of this study showed that the optimum TAC value was \$ 287.777/year. The process of reactive distillation with an auxiliary reaction produced a lower value of TAC than reactive distillation without an auxiliary reaction. The reactive distillation design for optimum ethyl acetate production has a total number of 11 enriching stages and 1 stripping stages.

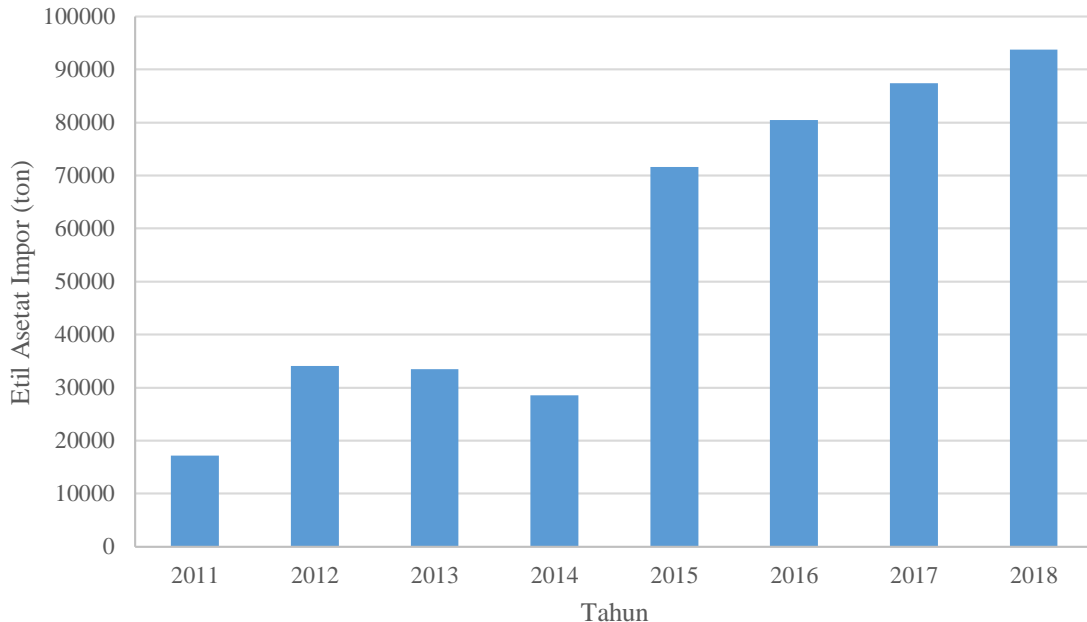
Keywords : optimization, reactive distillation, ethyl acetate, ethylene oxide, TAC

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Etil Asetat merupakan senyawa kimia organik yang bersifat polar, mudah menguap, tidak beracun, dan tidak higroskopis. Etil asetat banyak digunakan sebagai bahan pelarut cat, pelarut dalam makanan, pelarut tinta, bahan baku untuk parfum, kosmetik, minyak atsiri, dan lain-lain. Penggunaan etil asetat semakin lama semakin tinggi karena etil asetat adalah pelarut yang tidak beracun. Kapasitas produksi etil asetat di benua asia dapat dilihat pada **Tabel 1.1**. Menurut Badan Pusat Statistik (2008-2018), impor etil asetat untuk Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1.1**. Impor yang semakin membesar setiap tahunnya menunjukkan bahwa kebutuhan etil asetat setiap tahunnya meningkat yang menandakan bahwa masih sedikit produksi etil asetat yang berada di Indonesia sehingga etil asetat mempunyai nilai jual yang cukup tinggi di Indonesia. Selain itu impor yang semakin meningkat juga menunjukkan bahwa kebutuhan etil asetat di Indonesia semakin meningkat.



**Gambar 1.1** Kapasitas Impor Etil Asetat di Indonesia dari 2011 hingga 2018 (Badan Pusat Statistik, 2011-2018)

**Tabel 1.1** Kapasitas Produksi Etil Asetat di Asia Tahun 2013 (ICIS, 2013)

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Jiangu Sopo	China	500 000
Wuxi Baichuan	China	500 000
Shandong Jinyimeng	China	400 000
Shanghai Huayi	China	400 000
Jiangmen Handsome	China	340 000
Jiangsu Lianhai	China	300 000
Shandong Yankuang	China	200 000
Jubilant	India	150 000
Somaiya/Godavari	India	130 000
Laxmi	India	120 000
Rizhao Jiahong	China	100 000
Shandong Yusheng	China	100 000
Yangtze River Acetyis	China	100 000
Japan Ethyl Acetate	Jepang	100 000
Celanese	Singapura	100 000
Sipchem	Saudi Arabia	100 000
Korea Alcohol	Korea Selatan	85 000
Daicel	Jepang	75 000
Dhampur	India	55 000
Showa Esterindo Indonesia	Indonesia	50 000
GNFC	India	50 000
LCY	Taiwan	50 000

Etil asetat dibuat melalui reaksi esterifikasi antara asam asetat dan etanol. Secara konvensional, etil asetat dibuat dalam reaktor tangki berpengaduk. Sayangnya konversi dan kemurnian etil asetat yang didapatkan masih terbilang rendah. Karena kemurnian etil asetat yang rendah, maka mulai dikembangkan pembuatan etil asetat dengan menggunakan distilasi reaktif. Tetapi, titik azeotrop yang terdapat pada etil asetat dan air tidak membuat kemurnian etil asetat yang tinggi sehingga distilasi reaktif harus dilakukan dengan tiga alat (satu kolom distilasi reaktif, satu dekanter, dan satu kolom *stripper*). Pada saat ini, telah banyak industri-industri yang menggunakan distilasi reaktif dalam proses pembuatan etil asetat. Pembuatan etil asetat dengan menggunakan distilasi reaktif dengan dekanter dan *stripper* masih membuat biaya produksi etil asetat cukup tinggi.

Cara lain untuk mendapatkan etil asetat dengan kemurnian tinggi adalah memisahkan titik azeotrop yang terdapat pada air dan etil asetat dengan penambahan etilen oksida ke dalam reaksi tersebut. Etilen oksida akan bereaksi dengan air sehingga kadar air akan berkurang dan kemurnian etil asetat menjadi tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dicari desain optimum untuk proses tersebut.



## 1.2 Tema Sentral Masalah

Tema sentral masalah pada penelitian ini adalah mendapatkan optimasi desain kolom distilasi reaktif yang paling optimum untuk mendapatkan TAC paling minimum pada produksi etil asetat kemurnian tinggi dengan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida. Optimasi desain dilakukan dengan cara mencari jumlah tahap pada bagian reaksi, *enriching*, dan *stripping*, serta lokasi masuknya umpan (etanol, asam asetat, dan etilen glikol) hingga didapatkan *total anual cost* yang paling minimum.

## 1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana desain optimum distilasi reaktif untuk produksi etil asetat dengan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida yang menghasilkan *total anual cost* minimum?
2. Bagaimana pengaruh reaksi tambahan hidrasi etilen oksida terhadap pengurangan TAC dibandingkan dengan proses distilasi reaktif konvensional?
3. Bagaimana pengaruh jumlah tahap *enriching* dan jumlah tahap *stripping* terhadap *total anual cost*?

## 1.4 Premis

1. Reaksi pembentukan etil asetat adalah reaksi esterifikasi dan bersifat *reversible*. (Luyben dan Wu, 2008), (Tavan et al., 2013), (Ahmad, 2015).
2. Katalis yang digunakan dalam reaksi esterifikasi etil asetat adalah katalis homogen asam sulfat. (Tavan et al., 2013).
3. Kinetika reaksi untuk reaksi esterifikasi etil asetat adalah : (Tavan et al., 2013)

$$r = 2,8 \times 10^7 \exp\left(\frac{-E_1}{RT}\right) C_{\text{HAc}} C_{\text{EtOH}} - 7,1 \times 10^6 \exp\left(\frac{-E_1}{RT}\right) C_{\text{EtOH}} C_{\text{HAc}} \quad (1.1)$$

Keterangan :

$E_1 = 41868 \text{ kJ/kg mol}$

$R = \text{tetapan gas ideal (kJ/kmol K)}$

$T = \text{suhu (K)}$

$C = \text{konsentrasi (kg mol/m}^3\text{)}$

4. Reaksi esterifikasi etil asetat berlangsung dalam fasa cair (Tavan et al., 2013)
5. Model termodinamika yang digunakan adalah NRTL (Luyben dan Wu, 2008), (Tavan et al., 2013).
6. Produk samping reaksi hidrasi etilen oksida (dietilen glikol dan trietilen glikol) dapat diabaikan. (Tavan et al., 2013).

7. Kinetika reaksi untuk reaksi hidrasi etilen oksida adalah :

$$r \text{ (mol/cm}^3 \text{ s)} = 3,15 \times 10^9 \exp [-9547/T] X_{EO} X_{Water} \quad (\text{Tavan et al., 2013})$$

8. Reaksi hidrasi etilen oksida dilakukan tanpa menggunakan katalis (Tavan et al., 2013).

## 1.5 Hipotesis

1. TAC proses produksi etil asetat dengan distilasi reaktif dan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida lebih kecil dibandingkan TAC distilasi reaktif konvensional.
2. Parameter desain jumlah tahap berbanding terbalik dengan biaya energi dan berbanding lurus dengan biaya kapital atau investasi.
3. Terdapat titik optimum dari jumlah tahap yang menghasilkan TAC minimum.

## 1.6 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan optimasi desain dengan TAC paling minimum untuk proses distilasi reaktif etil asetat dengan reaksi tambahan hidrasi etilen oksida.
2. Mengetahui pengaruh reaksi tambahan hidrasi etilen oksida terhadap pengurangan TAC dibandingkan dengan proses distilasi reaktif konvensional.
3. Mengetahui pengaruh jumlah tahap *enriching* dan jumlah tahap *stripping* terhadap TAC.

## 1.7 Manfaat Penelitian

### 1.7.1 Bagi Industri

1. Memberikan alternatif proses pembuatan etil asetat yang dapat menghemat biaya produksi.

### 1.7.2 Bagi Ilmu Pengetahuan

1. Memberikan informasi mengenai proses pembuatan etil asetat dengan metode reaksi tambahan.

### 1.7.3 Bagi Pemerintah

1. Memberikan teknologi baru dalam proses produksi etil asetat.