

**STUDI DINAMIKA PROSES DISTILASI REAKTIF
UNTUK HIDROLISIS METIL ASETAT
MENGUNAKAN ASPEN PLUS DYNAMICS
ICE-410 PENELITIAN**

Oleh

Benedictus Patrick Grady (2012620084)

Pembimbing:

Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.EngSc.

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



COVER

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2018



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : STUDI DINAMIKA PROSES DISTILASI REAKTIF UNTUK HIDROLISIS
METIL ASETAT MENGGUNAKAN ASPEN PLUS DYNAMICS

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 3 Januari 2018

Pembimbing Utama,

Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.EngSc.

Pembimbing Kedua,

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



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Kami, yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Benedicrtus Patrick Grady

NRP : 6212084

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul:

STUDI DINAMIKA PROSES DISTILASI REAKTIF UNTUK HIDROLISIS METIL
ASETAT MENGGUNAKAN ASPEN PLUS DYNAMICS

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

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

Bandung, 30 Desember 2017

Benedictus Patrick Grady
(2012620084)



LEMBAR REVISI

JUDUL : STUDI DINAMIKA PROSES DISTILASI REAKTIF UNTUK HIDROLISIS
METIL ASETAT MENGGUNAKAN ASPEN PLUS DYNAMICS

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 3 Januari 2018

Penguji

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

Penguji

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena anugerah-Nya yang luar biasa telah mengizinkan penulis menyelesaikan proposal penelitian ini dengan tepat waktu. Penelitian berjudul “Studi Dinamika Proses Distilasi Reaktif Untuk Hidrolisis Metil Asetat Menggunakan Aspen Plus Dynamics” ini disusun sebagai salah satu bentuk prasyarat kelulusan Jurusan Proses Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari tanpa orang-orang yang berada di samping penulis, proposal penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. I Gede Pandega W, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan proposal penelitian.
2. Dr. Tedi Huda, S.T., M.EngSc., selaku dosen co-pembimbing yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan proposal penelitian.
3. Orang tua penulis yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan proposal penelitian.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan kritik, saran, dukungan dan bantuan kepada penulis dalam proses penyusunan proposal.
5. Semua pihak yang telah ikut membantu penulis dalam proses penyusunan proposal penelitian.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan melalui proposal penelitian ini dapat membantu memperluas pengetahuan para pembaca.

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
INTISARI.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	1
1.3 Identifikasi masalah	1
1.4 Premis	2
1.5 Hipotesis	2
1.6 Tujuan Penelitian	2
1.7 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Asam Asetat.....	3
2.1.1 Karakteristik Senyawa	4
2.1.2 Kegunaan Asam Asetat	6
2.2 Pembuatan Asam Asetat	6
2.2.1 Karbonilasi Metanol	7
2.2.2 Oksidasi asetaldehida	7

2.2.3	Oksidasi etilena.....	7
2.2.4	Fermentasi	8
2.2.5	Hidrolisis	8
2.3	Katalis	8
2.4	Distilasi	10
2.4.1	Enriching section	11
2.4.2	Stripping section	12
2.4.3	Distilasi Reaktif	13
2.5	Dinamika Proses	15
2.5.1	Fungsi Alih	16
2.6	Metode penentuan parameter.....	18
2.7	Model Termodinamika.....	21
BAB 3 BAHAN DAN METODE		25
3.1	Software	25
3.2	Peralatan.....	25
3.3	Proseur Percobaan.....	25
3.3.1	Validasi Steady State	25
3.3.2	Simulasi Dinamik.....	35
3.3.3	Penentuan fungsi alih	35
3.4	Logika Berfikir.....	37
3.5	Rencana Kerja Penelitian.....	38
BAB 4 PEMBAHASAN		39
4.1	Hasil Validasi Steady State	39
4.2	Dinamika Proses	42
4.2.1	Hasil Simulasi Dinamik Fraksi Asam Asetat di Bottom Terhadap Perubahan Beban Reboiler.....	44

4.2.2 Hasil Simulasi Dinamik Temperatur Keluaran di Bottom Terhadap Perubahan Beban Reboiler.....	45
4.2.3 Hasil Simulasi Dinamik Fraksi Metanol di Distilat Terhadap Perubahan Beban Reboiler.....	47
4.2.4 Hasil Simulasi Dinamik Temperatur Keluaran di Distilat Terhadap Perubahan Beban Reboiler.....	48
4.2.5 Hasil Simulasi Dinamik Fraksi Asam Asetat di Bottom Terhadap Perubahan Temperatur Masukkan.....	49
4.2.6 Hasil Simulasi Dinamik Temperatur Keluaran di Bottom Terhadap Perubahan Temperatur Masukkan.....	50
4.2.7 Hasil Simulasi Dinamik Fraksi Metanol di Distilat Terhadap Perubahan Temperatur Masukkan.....	52
4.2.8 Hasil Simulasi Dinamik Temperatur Keluaran di Distilat Terhadap Perubahan Temperatur Masukkan.....	53
4.3 Hasil Pencarian Fungsi Parameter Dinamik	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Konsumsi Asam Asetat di Indonesia dari Tahun 1996-2000.....	3
Gambar 2. 2 Grafik Total Konsumsi Asam Asetat di Indonesia tahun 1996-2000.....	4
Gambar 2. 3 Katapak-S	9
Gambar 2. 4 Rangkaian alat distilasi	10
Gambar 2. 5 Rangkaian alat distilasi reaktif.....	13
Gambar 2. 6 Peneracaan pada tray zona reaksi	14
Gambar 2. 7 Model proses konvensional dari hidrolisis metil asetat	15
Gambar 2. 8 Model distilasi reaktif dari hidrolisis metil asetat.....	15
Gambar 2. 9 Step respon dari sistem orde satu.....	17
Gambar 2. 10 Step respon dari sistem orde dua dengan <i>damping effect</i>	18
Gambar 2. 11 Diagram alir penentuan model termodinamika	22
Gambar 3. 1 Langkah Pertama	26
Gambar 3. 2 Langkah ke-2	27
Gambar 3. 3 Langkah ke-3	27
Gambar 3. 4 Langkah ke-4	28
Gambar 3. 5 Langkah ke-5	28
Gambar 3. 6 Langkah ke-6	29
Gambar 3. 7 Langkah ke-7	29
Gambar 3. 8 Langkah ke-8	30
Gambar 3. 9 Langkah ke-9	30
Gambar 3. 10 Langkah ke-10	31
Gambar 3. 11 Langkah ke-11	31
Gambar 3. 12 Langkah ke-12	32
Gambar 3. 13 Langkah ke-13	32
Gambar 3. 14 Langkah ke-14	33
Gambar 3. 15 Langkah ke -15	33
Gambar 3. 16 Langkah ke-16	34
Gambar 3. 17 Langkah ke-17	34
Gambar 4. 1 Kolom Distilasi.....	39
Gambar 4. 2 Komposisi Umpan Metil Asetat	40

Gambar 4. 3 Kinetika Reaksi Maju	40
Gambar 4. 4 Kinetika Reaksi Mundur	41
Gambar 4. 5 Hasil Validasi Laju Alir Komponen Pada Setiap Alur	41
Gambar 4. 6 Hasil Percobaan Pada Literatur Validasi	42
Gambar 4. 7 Tampilan pada <i>Aspen Dynamics</i>	43
Gambar 4. 8 Task Gangguan pada <i>Aspen Dynamics</i>	43
Gambar 4. 9 Perubahan Fraksi Asam Asetat Akibat Perubahan Beban Reboiler Terhadap Waktu.....	44
Gambar 4. 10 Perubahan Temperatur di Bottom Akibat Perubahan Beban Reboiler Terhadap Waktu	45
Gambar 4. 11 Perubahan Fraksi Metanol Akibat Perubahan Beban Reboiler Terhadap Waktu.....	47
Gambar 4. 12 Perubahan Temperatur di Distilat Akibat Perubahan Beban Reboiler Terhadap Waktu	48
Gambar 4. 13 Perubahan Fraksi Asam Asetat Akibat Perubahan Temperatur Masukkan Terhadap Waktu	49
Gambar 4. 14 Perubahan Temperatur di Bottom Akibat Perubahan Temperatur Masukkan Terhadap Waktu	50
Gambar 4. 15 Perubahan Fraksi Metanol Akibat Perubahan Temperatur Masukkan Terhadap Waktu	52
Gambar 4. 16 Perubahan Temperatur di Distilat Akibat Perubahan Temperatur Masukkan Terhadap Waktu	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Asam Asetat Properti.....	4
Tabel 2. 2 Metil Asetat Properti	5
Tabel 2. 3 Metanol Properti.....	5
Tabel 2. 4 Properti Katalis Amberlyst-15.....	9
Tabel 2. 5 Metode penentuan parameter fungsi alih orde satu	18
Tabel 2. 6 Metode penentuan parameter fungsi alih orde dua.....	20
Tabel 3. 1 Spesifikasi Kolom RD.....	36
Tabel 3. 2 Komposisi Feed MEOAC.....	36
Tabel 3. 3 Rencana Kerja Penelitian	38
Tabel 4. 1 Regresi Perubahan Fraksi Asam Asetat Akibat Perubahan Beban Reboiler.....	45
Tabel 4. 2 Regresi Perubahan Temperatur di Bottom Akibat Perubahan Beban Reboiler .	46
Tabel 4. 3 Regresi Perubahan Fraksi Metanol Akibat Perubahan Beban Reboiler.....	47
Tabel 4. 4 Regresi Perubahan Temperatur di Distilat Akibat Perubahan Beban Reboiler..	48
Tabel 4. 5 Regresi Perubahan Fraksi Asam Asetat Akibat Perubahan Temperatur Masukkan.....	50
Tabel 4. 6 Regresi Perubahan Temperatur di Bottom Akibat Perubahan Temperatur Masukkan.....	51
Tabel 4. 7 Regresi Perubahan Fraksi Metanol Akibat Perubahan Temperatur Masukkan..	52
Tabel 4. 8 Regresi Perubahan Temperatur di Distilat Akibat Perubahan Temperatur Masukkan.....	54
Tabel 4. 9 Fungsi Parameter Dinamik Setiap Percobaan	54

DAFTAR SIMBOL

F = Jumlah mol umpan

D = Jumlah mol distilat

W = Jumlah mol bottom

Z_F = fraksi mol umpan

Z_D = fraksi mol distilat

X_W = fraksi mol bottom

H_F = entalpi umpan

H_D = entalpi distilat

H_W = entalpi bottom

Q_C = kalor pada kondensor

Q_B = kalor pada reboiler

Q_{Ln} = kalor pada bagian enriching section

Q_{Lm} = kalor pada bagian stripping section

$N_{i,j}^{II}$ = laju alir molar fasa cair komponen i meninggalkan tray j

$N_{i,j}^I$ = laju alir molar fasa uap komponen i meninggalkan tray j

$F_{i,j}$ = laju alir molar umpan komponen i pada tray j

$V_{i,k}$ = koefisien stoikiometri komponen i pada tray j

$\xi_{k,j}$ = persamaan kinetika reaksi k pada tray j

nr = jumlah reaksi yang terjadi pada tray j

H_j^I = entalpi fasa uap keluaran tray j

H_j^{II} = entalpi fasa cair keluaran tray j

H_{Fj} = entalpi umpan pada tray j

Q_j = kalor yang di pasok pada tray j

INTISARI

Distilasi reaktif merupakan salah satu pengembangan unit distilasi yang menggabungkan proses pemisahan dan proses reaksi dalam satu unit. Dengan menggabungkan kedua proses tersebut maka proses dapat berlangsung lebih baik dalam segi efisiensi, efektivitas, dan keekonomisan dibandingkan proses yang berlangsung dalam unit yang terpisah. Pada penelitian ini, proses yang akan dibahas adalah proses hidrolisis metil asetat dengan menggunakan distilasi reaktif. Proses yang terjadi saat pabrik beroperasi tentu tidak akan selalu dalam keadaan yang steady setiap saat karena adanya kemungkinan terjadinya gangguan dalam sistem proses. Sehingga proses perlu diberikan kontrol yang dapat mengatasi gangguan apabila proses tidak berada dalam kondisi yang steady. Untuk menentukan kontrol yang sesuai maka perlu diketahui parameter fungsi alih dari proses yang menghubungkan input dengan output.

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi dari proses reaksi hidrolisis metil asetat. Literatur yang digunakan adalah yang memiliki data kinetika dari reaksi hidrolisis serta spesifikasi desain dari kolom distilasi reaktif. Dari data yang tersedia dari literatur lalu di simulasikan menggunakan Aspen Plus V8.8 dan dicocokkan dengan data validasi. Setelah cocok lalu gangguan diberikan dalam proses simulasi sehingga diperoleh data output dan input setiap waktunya. Kemudian model-model dari setiap fungsi alih untuk berbagai sistem dilakukan fitting terhadap data output dan input setiap waktu sehingga diperoleh model proses yang paling sesuai.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa industri seperti industri pemurnian asam tereftalat (PTA) dan industri pembuatan polivinil alcohol (PVA) banyak menghasilkan produk samping berupa metil asetat. Metil asetat adalah pelarut yang harga jualnya relatif rendah sehingga dapat menyebabkan kerugian. Oleh karena itu metil asetat lebih baik diubah menjadi metanol dan asam asetat yang dapat dijual dengan harga lebih baik dan lebih menguntungkan.

Asam Asetat (MEOAC) merupakan senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan dapat menjadi bahan baku dalam beberapa industri seperti industri pengolahan pangan, industri farmasi, serta industri kimia. Dalam industri makanan asam asetat digunakan sebagai pengatur keasaman.

Asam asetat dapat di produksi dengan beberapa cara, antara lain karbonilasi metanol, oksidasi asetaldehida, oksidasi etilena, fermentasi, dan juga hidrolisis. Pada penelitian ini menggunakan proses hidrolisis.

Hidrolisis MEOAC pada umumnya akan menggunakan unit reaktor dan alat distilasi yang terpisah. Tetapi pada penelitian ini akan menggunakan unit distilasi reaktif yaitu gabungan antara reaktor dengan alat distilasi.

1.2 Tema Sentral Masalah

Tema sentral masalah dalam penelitian yang akan dilakukan ini adalah mensimulasikan proses hidrolisis metil asetat menggunakan software Aspen Plus lalu diberikan gangguan yang bervariasi untuk mendapatkan nilai parameter fungsi alih dari kolom distilasi reaktif.

1.3 Identifikasi masalah

- Bagaimana fungsi alih yang menghubungkan antara input (beban reboiler) dengan output (fraksi asam asetat di bottom) dalam sistem distilasi reaktif untuk hidrolisis metil asetat?

- Bagaimana fungsi alih yang menghubungkan antara input (beban reboiler) dengan output (fraksi metanol di distilat) dalam sistem distilasi reaktif untuk hidrolisis metil asetat?
- Bagaimana fungsi alih yang menghubungkan antara input (temperatur masukkan) dengan output (temperatur keluaran di bottom) dalam sistem distilasi reaktif untuk hidrolisis metil asetat?
- Bagaimana fungsi alih yang menghubungkan antara input (temperatur masukkan) dengan output (temperatur keluaran di distilat) dalam sistem distilasi reaktif untuk hidrolisis metil asetat?
- Bagaimana respon dinamik output terhadap input di dalam kolom distilasi reaktif ?

1.4 Premis

- Katalis yang digunakan pada proses hidrolisis metil asetat adalah amberlyst-15.
- Model kinetika reaksi yang digunakan pada proses hidrolisis metil asetat adalah model pseudohomogenous.
- Model termodinamika yang digunakan pada proses hidrolisis metil asetat adalah model UNIQUAC.

1.5 Hipotesis

Dinamika proses kolom distilasi reaktif untuk hidrolisis metil asetat akan lebih sensitif dan responsif terhadap variasi beban reboiler dan temperatur.

1.6 Tujuan Penelitian

Untuk mencari nilai parameter fungsi alih dari kolom distilasi reaktif.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis

Sebagai sarana untuk melatih dan mengembangkan kemampuan dalam bidang penelitian, serta menambah pengetahuan penulis tentang distilasi reaktif.

2. Bagi industri

Memberikan pengetahuan dan masukkan dalam mempertimbangkan penggunaan alat distilasi reaktif karena dapat mengurangi biaya pembuatan alat serta meningkatkan profit dari suatu industri.