



**PERANCANGAN MENARA DISTILASI PADA PABRIK ETIL
ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
MENGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS
90.000 TON/TAHUN**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia

Oleh

Tias Ardhiani

NIM. 5213415048

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Tias Ardhiani
NIM : 5213415048
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Perancangan Menara Distilasi pada Pabrik Etil Asetat
dengan Proses Esterifikasi Menggunakan Katalis Asam
Sulfat Kapasitas 90.000 Ton/ Tahun

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 29 Juli 2019

Pembimbing



Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T.

NIP. 197103161999032002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Perancangan Menara Distilasi pada Pabrik Etil Asetat dengan Proses Esterifikasi Menggunakan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 90.000 Ton / Tahun" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 6 Agustus 2019.

Oleh

Nama : Tias Ardhiani
NIM : 5213415048
Program Studi : Teknik Kimia

Panitia

Ketua

Sekretaris

Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T.
NIP. 197405191999032001

Dr. Megawati, S.T., M.T.
NIP. 197211062006042001

Penguji 2

Penguji I

Pembimbing

Dhoni Hartanto, S.T., M.T., M.Sc.
NIP. 198711112015041003

Dr. Megawati, S.T., M.T.
NIP. 197211062006042001

Dr. Dewi Selvia F, S.T., M.T.
NIP. 197103161999032002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini

Semarang, 29 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Tias Ardhiani

NIM. 5213415048

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap. (QS. Asy-Syarah: 5 – 8).

PERSEMBAHAN

1. Allah SWT.
2. Kedua Orang Tua.
3. Dosen-dosenku.
4. Kawan-kawanku
5. Almamaterku.

ABSTRAK

PERANCANGAN MENARA DISTILASI PADA PABRIK ETIL ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN

Tias Ardhiani

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Dosen Pembimbing: Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T.

Etil Asetat merupakan salah satu bahan baku kimia yang diimpor karena ketersediaannya di Indonesia yang masih belum memenuhi kebutuhan dalam negeri. Etil asetat merupakan salah satu jenis pelarut yang memiliki rumus molekul $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$. Etil asetat dapat digunakan untuk baku pada industri cat, tinner, polimer cair dalam industri kertas, tinta cetak, industri farmasi, bahan tambahan makanan serta analisis laboratorium. Etil asetat merupakan produk yang dihasilkan dari proses esterifikasi dengan bahan baku utama berupa etanol dan asam asetat serta bahan tambahan berupa katalis asam sulfat memiliki wujud cair dilakukan pada suhu 80°C bertekanan 1 atm di dalam reaktor CSTR (*Continue Stirred Tank Reactor*) dengan perbandingan etanol : asam asetat sebesar 2:1. Alat pemisah yang digunakan pada pabrik etil asetat tersebut yaitu kolom distilasi jenis *tray tower* dengan prinsip kerja berdasarkan beda titik didihnya atau volatilitasnya. Bahan menara distilasi yaitu *carbon steel SA-204 Grade A*, jumlah *plate* sebanyak 50 buah, 0,3 m *tray spacing*. Lokasi umpan terhadap menara distilasi pada *plate* ke 17 dari bawah. Sedangkan untuk tinggi menara 15,91 m, diameter sebesar 3,16 m, tebal *shell* 0,25 m dan tebal *head* sebesar 0,25 m. Kemurnian etil asetat yang dihasilkan sebesar 99,9%.

Kata kunci: Etil asetat, menara distilasi, *tray tower*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Perancangan Menara Distilasi pada Pabrik Etil Asetat dengan Proses Esterifikasi Menggunakan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 90.000 Ton/Tahun”. Penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T.,M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, motivasi dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Megawati S.T., M.T., dan Dhoni Hartanto S.T., M.T., M.Sc. selaku Penguji 1 dan Penguji II yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Kimia FT UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan serta doa.
7. Keluarga besar Teknik Kimia yang selalu memberikan semangat dan motivasi hingga terselesaikannya skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam Skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini.

Semarang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERSETUJUAN PEMBIMBING..... | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| PERNYATAN KEASLIAN..... | iv |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | v |
| ABSTRAK | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| BAB I..... | 2 |
| PENDAHULUAN | 2 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 2 |
| 1.2 Identifikasi Masalah..... | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.5 Tujuan | 5 |
| 1.6 Manfaat | 5 |
| BAB II..... | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Etil Asetat | 5 |
| 2.2 Menara Distilasi..... | 6 |
| 2.3 Jenis <i>Tray Tower</i> pada Menara Distilasi | 7 |
| 2.3.1 <i>Bubble Cap Tray</i> | 8 |
| 2.3.2 <i>Valve Tray</i> | 8 |
| 2.3.3 <i>Sieve Tray</i> | 9 |
| 2.4 Bagian-bagian Menara Distilasi | 10 |
| 2.5 Jenis Properties Bahan Baku dan Produk | 12 |
| 2.5.1 Spesifikasi Bahan Baku | 12 |
| 2.5.2 Spesifikasi Produk | 15 |

| | |
|--|----|
| BAB III | 17 |
| METODE | 17 |
| 3.1 Rancangan Perhitungan | 17 |
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 17 |
| 3.3 Prosedur Kerja | 17 |
| 3.4 Diagram Alir Penelitian | 20 |
| BAB IV | 21 |
| PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 Deskripsi Data | 21 |
| 4.2 Hasil Perhitungan dan Pembahasan Menara Distilasi..... | 22 |
| BAB V..... | 59 |
| PENUTUP..... | 59 |
| 5.1 Simpulan..... | 59 |
| 5.2 Saran | 59 |
| DAFTAR PUSTAKA | 60 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1 Komposisi Umpun Menara Distilasi 1 | 22 |
| Tabel 4.2 Hasil Perhitungan T_{Dew} umpun pada Menara Distilasi..... | 24 |
| Tabel 4.3 Hasil Perhitungan T_{Bubble} umpun pada Menara Distilasi 1 | 25 |
| Tabel 4.4 Hasil Perhitungan T_{Dew} distilat pada Menara Distilasi 1..... | 25 |
| Tabel 4.5 Hasil Perhitungan T_{Bubble} distilat pada Menara Distilasi 1 | 26 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan T_{Dew} bottom pada Menara Distilasi 1 | 26 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan T_{Bubble} Bottom pada Menara Distilasi 1 | 27 |
| Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Relatif Volatility</i> pada Menara Distilasi 1 | 27 |
| Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Trial θ | 29 |
| Tabel 4.10 Hasil Perhitungan R_{min} | 29 |
| Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Viskositas Distilat | 31 |
| Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Viskositas Bottom | 31 |
| Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Neraca Massa Menara Distilasi..... | 34 |
| Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Neraca Massa Menara Distilasi..... | 34 |
| Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Densitas Cairan | 36 |
| Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan | 36 |
| Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Neraca Massa Menara Distilasi..... | 40 |
| Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Neraca Massa Menara Distilasi..... | 40 |
| Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Densitas Cairan | 41 |
| Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan | 42 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 <i>Bubble Cap Tray</i> | 8 |
| Gambar 2.2 <i>Valve Tray</i> | 9 |
| Gambar 2.3 <i>Sieve Tray</i> | 9 |
| Gambar 2.4 Skema Menara Distilasi | 11 |
| Gambar 4.1 Pemilihan <i>Liquid Flow Arrangement</i> | 44 |
| Gambar 4.2 Hubungan Antara <i>Downcomer Area</i> dan <i>Weir Length</i> | 45 |
| Gambar 4.3 Koefisien <i>Discharge Sieve Tray</i> | 48 |
| Gambar 4.4 Hubungan θ , <i>chord length</i> dan <i>chord height</i> | 51 |
| Gambar 4.5 Korelasi <i>entrainment</i> untuk <i>sieve tray</i> | 53 |
| Gambar 4.6 Desain <i>Head Vessel</i> | 57 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor industri kimia di Indonesia saat ini mengalami peningkatan yang sangat pesat yang ditunjang dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini mengakibatkan permintaan bahan baku untuk industri kimia semakin meningkat, namun kurangnya kapasitas produksi bahan baku kimia di Indonesia mengakibatkan produksi dalam negeri tidak mampu mencukupi kebutuhan tersebut dan harus impor dari negara-negara lain. Produksi bahan baku petrokimia dalam negeri hanya memenuhi hingga 2,45 juta ton per tahun, sedangkan kebutuhan dalam negeri mencapai 5,6 juta ton per tahun (Chandra, 2018). Sehingga sebanyak 3,15 juta ton per tahun dari total kebutuhan bahan baku dalam negeri belum dapat terpenuhi dan masih bergantung impor.

Salah satu bahan baku yang banyak dibutuhkan didalam negeri dan berstatus impor yaitu etil asetat. Etil asetat memiliki rumus molekul $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ yang merupakan jenis pelarut dapat digunakan sebagai bahan baku industri cat, tinner, polimer cair dalam industri kertas, tinta cetak, bahan tambahan makanan, industri farmasi serta untuk kebutuhan analisis laboratorium (National Center for Biotechnology Information, 2018).

Etil asetat merupakan produk yang dihasilkan dari proses esterifikasi dengan bahan baku utama berupa etanol dan asam asetat serta bahan tambahan berupa katalis asam sulfat memiliki wujud cair dan tidak berwarna (P. Dutia, 2004 dalam

konakom, 2010). Berdasarkan potensi ketersediaan bahan baku, pabrik etil asetat sangat cocok didirikan di Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 90.000 ton/tahun mengingat belum ada pabrik etil asetat yang dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan utama berupa etanol dan asam sulfat dapat tercukupi di dalam negeri melihat banyaknya industri penghasil bahan baku utama tersebut di pulau Jawa. Kebutuhan asam sulfat sebagai bahan penunjang juga dapat tercukupi.

Proses produksi etil asetat yang dilakukan dengan proses esterifikasi pada suhu 80°C bertekanan 1 atm di dalam reaktor CSTR (*Continue Stirred Tank Reactor*) dengan perbandingan etanol : asam asetat sebesar 2:1 serta tambahan katalis asam sulfat. Reaksi berlangsung secara eksotermis berlangsung pada fase cair, konversi asam asetat sebesar 67%. Produk yang dihasilkan berupa etil asetat, sisa reaktan etanol, asam asetat, asam sulfat serta produk samping berupa air. Produk reaktor kemudian diumpankan ke unit pemurnian dengan alat pemisah yang bertujuan agar asam asetat dan asam sulfat yang tidak ikut bereaksi dapat dipisahkan dari produk dan dapat *direcycle* sehingga dapat digunakan kembali sebagai bahan baku. Alat pemisah yang digunakan pada pabrik etil asetat tersebut yaitu kolom distilasi.

Kolom distilasi terdiri dari beberapa jenis yaitu *packed tower* dan *tray tower*. Efisiensi setiap rancangan kolom distilasi juga beragam sehingga dalam penelitian ini akan dipelajari lebih lanjut perancangan kolom distilasi untuk mendapatkan efisiensi alat maksimum.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan Uraian latar belakang tersebut, maka didapat identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Etil asetat merupakan produk *intermediate* yang banyak dibutuhkan namun produksi dalam negeri belum dapat memenuhi total kebutuhan etil asetat tersebut sehingga dipenuhi dengan cara impor.
2. Bahan baku asam asetat dalam produksi etil asetat yang penggunaannya dalam reaksi dibuat berlebih sehingga membutuhkan proses pemisahan asam asetat yang tidak ikut bereaksi dari produk dan dapat dilakukan *recycle* kembali.
3. Menara Distilasi digunakan untuk pemisahan ammonia dan asam sulfat yang tidak ikut bereaksi didalam reaktor.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar permasalahan yang akan dibahas tidak meluas dan dapat dibahas secara mendalam, batasan tersebut diantaranya:

1. Perancangan pabrik etil asetat kapasitas 90.000 ton/tahun di Indonesia perlu dilakukan karena produksi etil asetat dalam negeri belum terpenuhi.
2. Menara distilasi merupakan alat yang akan dirancang untuk pemisahan asam asetat, asam sulfat serta sisa air yang tidak ikut bereaksi.
3. Menara distilasi menggunakan jenis *tray tower* yang akan dirancang dalam penelitian ini.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana tahap-tahap perancangan kolom distilasi dengan jenis *tray tower* untuk pemisahan campuran asam asetat, asam sulfat dan air yang tidak ikut bereaksi ?
2. Bagaimana hasil perancangan kolom distilasi dengan jenis *tray tower* ?

1.5 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai meliputi:

1. Menentukan tahap-tahap perancangan kolom distilasi dengan jenis *tray tower* untuk pemisahan campuran asam asetat, asam sulfat dan air yang tidak ikut bereaksi.
2. Mengetahui hasil perancangan kolom distilasi dengan jenis *tray tower*.

1.6 Manfaat

Manfaat yang didapatkan meliputi:

1. Bagi Lingkungan dan Masyarakat
Dapat memberi kontribusi dan wawasan dalam proses pemurnian menggunakan kolom distilasi.
2. Bagi IPTEK
Dapat memberikan informasi bahwa pemisahan menggunakan kolom distilasi jenis *tray tower* efisien dalam proses pemisahan campuran asam asetat, asam sulfat dan air yang tidak ikut bereaksi.

BAB II

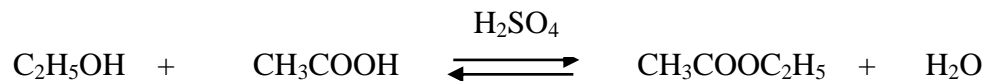
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Etil Asetat

Etil asetat merupakan bahan baku kimia yang dihasilkan melalui proses esterifikasi antara etanol dan asam asetat dengan bantuan asam sulfat sebagai katalis. Katalis merupakan zat tambahan dalam sistem reaksi untuk mempercepat reaksi esterifikasi yang sedang dijalankan sehingga waktu yang digunakan dalam proses berjalan dengan singkat. Katalis dapat menyediakan situs aktif untuk mempertemukan reaktan dan menyumbangkan energi dalam bentuk panas sehingga molekul pereaktan mampu melewati energi aktivasi dengan mudah dimana penggunaan katalis dalam proses kimia cenderung lebih ekonomis (Lestari, 2012). Pada proses esterifikasi digunakan katalis asam sulfat (H_2SO_4) yang melepas ion H^+ kemudian mengaktifkan gugus karboksilat sehingga terjadi reaksi dengan etanol. Etil sulfat yang terbentuk bereaksi dengan etanol kembali membentuk dietil eter dan asam sulfat. Reaksi tersebut dapat dilihat bahwa asam sulfat merupakan katalis meskipun kebutuhannya sangat banyak, karena asam sulfatnya terbentuk kembali (Fessenden and Fessenden, 1997 dalam Widayat, 2008).

Produk etil asetat terbentuk pada fase *liquid*, reaksi yang terjadi berlangsung eksotermis dengan konversi asam asetat sebesar 67%. Kemurnian etanol sebagai bahan baku pembuatan etil asetat sebesar 96,5% disimpan pada tangki penyimpanan pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm, untuk asam asetat memiliki

kemurnian sebesar 99,8% pada tekanan 1 atm dan suhu 30 °C berfase cair, sedangkan katalis asam sulfat memiliki kemurnian 99,8% kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30 °C. Reaktor yang digunakan adalah CSTR (*Continue Stirred Tank Reactor*) dilengkapi dengan jaket pendingin. Reaksi tersebut berlangsung pada suhu 80°C, tekanan 1 atm. Adapun reaksi ditunjukkan pada persamaan berikut :



(Atalay, 1994)

Etil Asetat merupakan senyawa yang berwujud cair, tidak berwarna dan memiliki aroma yang khas (Dutia, 2004). Memiliki sifat volatil yang biasanya digunakan sebagai pelarut organik, pelarut dalam makanan dan ekstraksi produk farmasi (Konakom, 2010). Selain itu dapat diaplikasikan sebagai bahan utama dan tambahan seperti:

- a. Bahan pelarut cat dan bahan baku pembuatan plastik
- b. Bahan baku industri tinta cetak dan industri resin sintetis
- c. Sebagai *reagen* sintetik organik misalkan pada pembuatan etil asetoasetat
- d. Bahan baku pabrik parfum, *flavour*, kosmetik dan minyak atsiri

(Faith and Keyes, 1957)

2.2 Menara Distilasi

Menara distilasi merupakan unit operasi yang sering dijumpai pada industri kimia digunakan sebagai alat pemisah dan pemurnian dari suatu campuran produk berdasarkan beda titik didihnya atau volatilitasnya (Budiman, 2009). Komponen yang memiliki *relative volatility* lebih besar akan lebih mudah pemisahannya, dengan memanfaatkan panas sebagai agen pemisah campuran. Campuran

dididihkan hingga terjadi penguapan Uap akan mengalir menuju puncak kolom sedangkan liquid menuju ke bawah kolom secara *counter-current* (berlawanan arah), uap dan liquid akan terpisah pada *plate* kemudian sebagian kondensat dari *condensor* dikembalikan ke puncak kolom sebagai liquid untuk dipisahkan lagi serta sebagian liquid dari dasar kolom diuapkan pada *reboiler* dan dikembalikan sebagai uap yang kemudian uap didinginkan hingga berfase cair (Komariah, 2009). Kolom distilasi memiliki dua tipe berdasarkan tipe internal kolom yaitu:

1. *Tray dan Plate*

Tray tower merupakan model distilasi dengan tempat kontak cairan dan gas melalui plat-plat yang biasa disebut dengan *tray*. Fungsi penggunaan *tray* yaitu untuk memperluas kontak antara cairan dan gas sehingga komponen dapat dipisahkan sesuai dengan volatilitasnya.

2. *Packing*

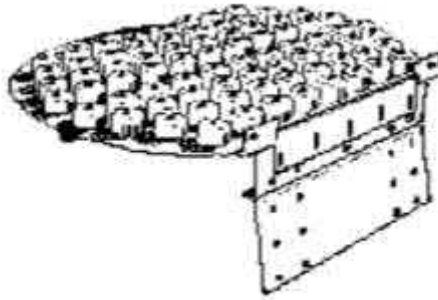
pemisahan dengan penambahan penggunaan *tray* dengan *packing*. *Packing* adalah peralatan pasif yang didesain untuk meningkatkan kontak *area interfacial* uapliquid (Komariah, 2009).

2.3 Jenis *Tray Tower* pada Menara Distilasi

Untuk mendapatkan produk etil asetat yang baik maka diperlukan alat kontak antara uap dengan cairan guna memisahkan dan memurnikan produk yang dihasilkan. Menurut Komariah (2009) terdapat beberapa tipe desain *tray* yaitu:

2.3.1 *Bubble Cap Tray*

Menara distilasi jenis *bubble cap tray* digunakan pada kondisi aliran rendah, *tray* yang digunakan harus tetap basah, kecuali pada kondisi bentuk polymer, *coking*, atau *fouling* yang tinggi. Desain biasanya di atas plate pada sudut *equilateral triangular*, dengan arah aliran menyilang *plate* serta baris yang disesuaikan secara normal. *Bubble cap tray* memiliki tingkat-tingkat atau cerobong terpasang di atas *hole* (lubang), dan “*cap*” yang menutupi tingkat-tingkat. Selain itu *bubble cap tray* memiliki *riser* atau *chimney* yang terpasang pada setiap lubang dan ditutupi sebuah *cap* dimana diantara *riser* dan *cap* terdapat spasi yang dapat dilewati oleh uap. Uap yang naik melalui *chimney* langsung dijatuhkan oleh *cap* ke bagian *plate* sehingga dapat terjadi kontak dengan fasa cair seperti pada gambar berikut.

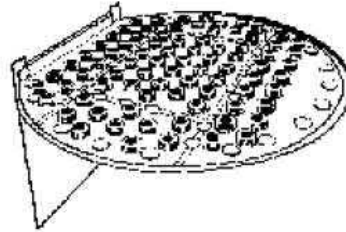


Gambar 2.1 *Bubble Cap Tray*

2.3.2 *Valve Tray*

Pada jenis *valve tray*, perforasi (lubang-lubang kecil) ditutupi dengan *valve* yang mudah dilepas. Uap naik melalui perforasi pada *tray*, *bubble* pada liquid berbentuk sama. *Valve* yang terangkat menunjukkan uap mengalir horizontal ke

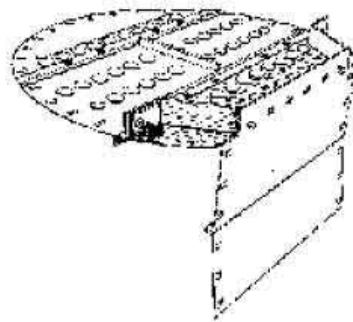
dalam liquid, dengan demikian menyediakan campuran yang mungkin terjadi dalam *sieve tray*. Gambar distilasi jenis *valve tray* adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2 *Valve Tray*

2.3.3 *Sieve Tray*

Sieve tray adalah salah satu jenis menara distilasi yang paling sederhana dibandingkan dengan jenis-jenis lain serta biaya operasi yang dibutuhkan lebih murah, terbuat dari plate metal sederhana dengan lubang diantaranya. Vapor menuju atas melalui liquid pada plate. Jumlah dan ukuran lubang tersebut menjadi parameter desain karena luas range operasi, perawatan, dan factor biaya. Pada perancangan pabrik etil asetat kapasitas 90.000 ton/tahun tersebut menggunakan jenis *sieve tray* seperti gambar 2.3.



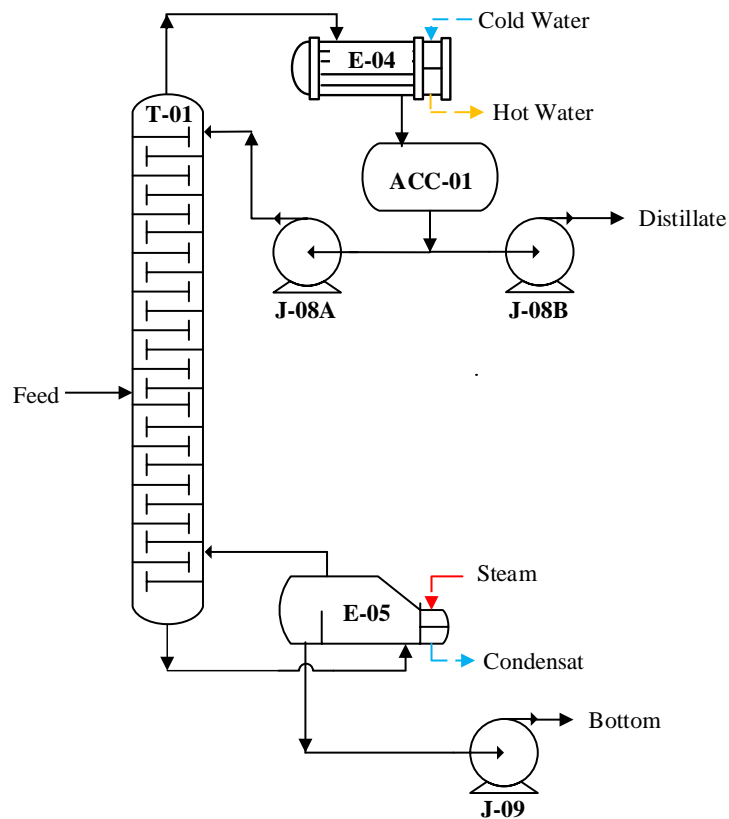
Gambar 2.3 *Sieve Tray*

Penggunaan jenis ini dikarenakan memiliki kapasitas yang lebih besar pada kondisi operasi yang sama jika dibandingkan dengan jenis lain. Pada *sieve tray*

uap yang dihasilkan akan naik melalui lubang-lubang pada *plate* dan terdispersi pada cairan sepanjang *plate* di menara distilasi. Kemudian cairan yang dihasilkan akan mengalir melalui *downcomer* dan *weir*. Dalam mendesain kolom distilasi jenis ini perlu diperhatikan kecepatan uap minimum. Setiap *plate* pada menara distilasi dirancang agar memiliki kecepatan uap minimum yang mencegah terjadinya peristiwa “*dumps*” atau “*shower*” yaitu peristiwa pengaliran cairan dengan bebas melalui lubang-lubang pada *plate* sehingga aliran uap dapat berfungsi mencegah cairan bebas ke bawah.

2.4 Bagian-bagian Menara Distilasi

Menara distilasi jenis *sieve tray* yang digunakan pada produksi etil asetat kapasitas 90.000 ton/tahun ini memiliki bagian-bagian untuk menunjang proses distilasi. Berikut gambar bagian- bagian menara distilasi.



Gambar 2.4 Skema Menara Distilasi

Rangkaian alat pada menara distilasi adalah:

1. Kolom Distilasi

Kolom distilasi digunakan untuk tempat pemisahan campuran larutan berdasarkan beda titik didih atau volatilitas tiap bahannya.

2. Kondensor

Kondensor digunakan untuk media pendinginan hasil atas menara distilasi berupa uap hingga berubah menjadi fase cair.

3. Reboiler

Reboiler digunakan untuk memanaskan hasil bawah menara distilasi hingga fase berubah menjadi gas yang kemudian dipompakan kembali ke kolom distilasi sebagai pemanas.

4. Pompa

Pompa digunakan untuk mengalirkan kondensat sebagai *reflux* ke kolom distilasi.

5. Tangki Pengumpul/ Akumulator

Tangki penyimpanan digunakan sebagai media pengumpul yang memiliki hasil pemisahan kedua campuran yang dihasilkan.

2.5 Jenis Properties Bahan Baku dan Produk

2.5.1 Spesifikasi Bahan Baku

1. Etanol

Rumus Kimia : C_2H_5OH

Wujud : Cair

Berat molekul : 46,07

Kemurnian : 95 % bw

Impuritas : 5 % bw

(PT Molindo Raya)

Sifat Fisis dan Kimia Etanol:

Titik didih : 78,4°C

Titik leleh : -112 °C

| | |
|----------------------------------|------------------------------|
| Temperatur kritis (Tc) | : 243 °C |
| Tekanan kritis (Pc) | : 63,84 bar |
| Berat Molekul (BM) | : 46,07 |
| Densitas (ρ), pada 25°C | : 0,78 gram/ cm ³ |
| Viskositas, pada 25°C | : 1,0569 cP |
| Cp, pada 25°C | : 107,4 J/mol °K |
| ΔH°_f , pada 25°C | : -235 kJ/ mol |
| ΔG°_f , pada 25°C | : -167,7 kJ/ mol |
| Kelarutan dalam: Air | : Sangat larut |
| Eter | : Sangat larut |

(Perry's 8th edition, 2008)

(Yaws Carl L, 1998)

2. Asam Asetat

| | |
|---------------|------------------------|
| Rumus Kimia | : CH ₃ COOH |
| Wujud | : Cair |
| Berat molekul | : 60,05 |
| Kemurnian | : 99,8 % bw |
| Impuritas | : 2% bw |

(PT Indo Acidatama Tbk)

Sifat Fisis dan Kimia Asam Asetat:

| | |
|-------------------------|-----------|
| Titik didih, pada 1 atm | : 118,1°C |
| Titik leleh | : 16,7°C |

| | |
|--------------------------------|------------------------------|
| Temperatur kritis (Tc) | : 319,56°C |
| Tekanan kritis (Pc), atm | : 57,10338 atm |
| Berat Molekul (BM) | : 60,05 |
| Densitas (ρ), pada 25°C | : 0,967 gram/cm ³ |
| Viskositas, pada 25°C | : 1,1316 cP |
| Cp, pada 25°C | : 128,66 J/mol °K |
| ΔH_f° , pada 25°C | : -432,3 kJ/mol |
| ΔG_f° , pada 25°C | : -382,9 kJ/mol |
| Kelarutan dalam: Air | : Sangat larut |
| Alkohol | : Sangat larut |
| Eter | : Sangat larut |

(Perry's 8th edition, 2008)

(Yaws Carl L, 1998)

3. Asam Sulfat

| | |
|---------------|---|
| Rumus Kimia | : H ₂ SO ₄ |
| Wujud | : Cair |
| Berat molekul | : 98,08 |
| Kemurnian | : 98% bw |
| Impuritas | : Chlorida (Cl) maksimal 10 ppm, Nitrate (NO ₃) maksimal 5 ppm, Besi (Fe) maksimal 50 ppm, Timbal (Pb) maksimal 50 ppm. |

(PT Petrokimia Gresik)

Sifat Fisis dan Kimia Asam Sulfat:

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Titik didih, 1 atm | : 274 °C |
| Temperatur kritis (Tc) | : 651,85°C |
| Tekanan kritis (Pc) | : 63,1631 atm |
| Berat Molekul (BM) | : 98,08 kg/ kmol |
| Densitas (ρ), pada °C | : 1,8357 gr/cm ³ |

(Perry's 8th edition, 2008)

(Yaws Carl L, 1998)

2.5.2 Spesifikasi Produk

1. Etil Asetat

| | |
|---------------|--|
| Rumus Kimia | : CH ₃ COOC ₂ H ₅ |
| Wujud | : Cair |
| Berat molekul | : 88,11 |
| Kemurnian | : 99% bw |
| Impuritas | : 1% bw |

(Perry's 8th edition, 2008)

Sifat Fisis Etil Asetat:

| | |
|------------------------|----------------|
| Titik didih, 1 atm | : 77,1°C |
| Titik leleh | : -82,4°C |
| Temperatur kritis (Tc) | : 250,15°C |
| Tekanan kritis (Pc) | : 38,29262 atm |
| Berat Molekul (BM) | : 88,11 |

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Densitas (ρ), pada 25 °C | : 0,89 gram/cm ³ |
| Viskositas, pada 25 °C | : 0,4208 cP |
| C _p , pada 25 °C | : 170,66 J/(mol °K) |
| ΔH°_f , pada 25°C | : -444,5 kJ/mol |
| ΔG°_f , pada 25°C | : -328,1 kJ/mol |
| Kelarutan dalam: Air | : 8,5 ¹⁵ gram/ 100 gram |

Etil asetat merupakan pelarut polar yang volatil atau mudah menguap dan merupakan senyawa yang memiliki resiko mudah terbakar yang tinggi dan mudah mengalami peledakan (eksplosif).

(Perry's 8th edition, 2008)

(Yaws Carl L, 1998)

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan desain dan perhitungan, maka didapatkan simpulan hasil perancangan menara distilasi pada pabrik etil asetat sebagai berikut:

| | |
|---------------------|--|
| Kode alat | : T-01 |
| Jenis | : <i>Tray Tower</i> |
| Fungsi | : Memisahkan asam asetat dan asam sulfat sebagai hasil bawah untuk direcycle ke Mixer 1 (M-01) |
| Bahan | : <i>Carbon steel SA-204 Grade A</i> |
| Jumlah <i>plate</i> | : 50 buah |
| Lokasi umpan | : <i>Plate</i> ke-17 dari bawah |
| <i>Tray spacing</i> | : 0,3 m |
| Tinggi menara | : 15,91 m |
| Diameter menara | : 3,16 m |
| Tebal <i>shell</i> | : 0,25 in |
| Tebal <i>head</i> | : 0,25 in |

5.2 Saran

1. Perlu adanya analisis ekonomi pada desain menara distilasi guna mengetahui biaya konstruksi dan perawatannya
2. Perlu adanya simulasi untuk mengetahui optimasi menara distilasi dan efektifitasnya

DAFTAR PUSTAKA

- Atalay, F.S. 1994. *Kinetic of the Esterification Reaction Between Ethanol and Acetic Acid*. Ege University. Turkey.
- Brownell, Lloyd E, Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design: Process Vessel Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Budiman, Arif. 2009. *Penghematan Energi Pada Menara Distilasi Dengan Heat Integrated Distillation Column (HIDiC)*. Jurnal Reaktor Vol. 12 No. 3. Hal: 146-153.
- Chandra, A. A. 2018. *Hampir 50% Bahan Baku Industri Petrokimia Masih Impor*. Jakarta: Detik Finance.
- Sinot, R.K., Coulson and Richardson's. 2005. *Chemical Engineering Design 4th Edition Volume 6*. Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford.
- Dutia, Pankaj. 2004. *Ethyl Acetate: A Techno Commercial Profile Chemical Weekly – Boombay*. 49,179 – 186.
- Faith, W.L., Keyes D.B., and Clark R.L. 1957. *Industrial Chemical*, John Wiley and Son Inc. London.
- Komariah, Leily Nurul., A.F. Ramdja dan Nicky Leonard. 2009. *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik Skala Industri*. Jurnal Teknik Kimia No.4 Vol. 16. Hal: 19-27.
- Konakom, Kwantip., Aritsara Saengchan, Paisan Kittisupakorn and Iqbal M. Mujtaba. 2010. *High Purity Ethyl Acetate Production with a Batch Reactive Distillation Column using Dynamic Optimization Strategy*. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science Vol. II. Page: 20 – 22. San Fransisco USA.
- Lestari, Dewi Yunita. 2012. *Pemilihan Katalis yang Ideal*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID = 8857, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/8857> (accessed Nov. 15, 2018).
- Perry, R.H and Green D.W. 2008. *Perry's Chemical Engineers Handbook 8th edition Physical and Chemical Data*. Vol. 2. New York: Mc. Geaw Hill Book. Co.

Widayat dan Hantoro Satriadi. 2008. *Optimasi Pembuatan Dietil Eter dengan Proses Reaktif Distilasi*. Jurnal Reaktor. Vo. 12 No.1. Hal: 7-11.

Yaws, Carl L. 1998. *Thermodynamic and Physical Property Data*. Gulf Publishing Co., Housto, Texas.