



**PRARANCANGAN ALAT MENARA DISTILASI PADA
PABRIK STIRENA MONOMER DARI ETIL
BENZENA DENGAN PROSES DEHIDROGENASI
KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**

Oleh

Asdika Yudistira

NIM. 5213416017

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
SEMARANG
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Asdika Yudistira

NIM : 5213416017

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : Prarancangan Alat Menara Distilasi Pada Pabrik Stirena Monomer
Dari Etil Benzena Dengan Proses Dehidrogenasi Katalitik Kapasitas
100.000 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, 13 Agustus 2020

Pembimbing



Haniff Prasetiawan S.T., M.Eng.

NIP. 198612232015081184

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Prarancangan Alat Menara Distilasi Pada Pabrik Stirena Monomer Dari Etil Benzena Dengan Proses Dehidrogenasi Katalitik Kapasitas 100.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan didepan sidang Panitia Ujian Skripsi Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang pada tanggal 24 Agustus 2020.

Oleh

Nama : Asdika Yudistira
NIM : 5213416017
Program Studi : S-1 Teknik Kimia

Panitia

Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik



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

Sekretaris Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik



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

Penguji 1



Dr. Astrilia Damayanti, S.T.,M.T.
NIP. 197603112000122001

Penguji 2



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

Pembimbing



HaniifPrasetiawan, S.T.,M.Eng.
NIP. 198612232015081184

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang



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 doctor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun 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 ataupun sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 14 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan.



Asdika Yuditira

NIM. 5213416017

MOTTO

Ketika telah melakukan yang terbaik yang kita bisa, maka kegagalan bukan suatu yang harus disesalkan, tapi jadikanlah pelajaran dan motivasi diri.

PERSEMBAHAN

1. Perkembangan ilmu dan pengetahuan teknologi Bangsa dan Negara Indonesia.
2. Bapak, Ibu, dan seluruh keluarga tercinta.
3. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
4. Segenap kawan seperjuangan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang Angkatan 2016.
5. Almameter Universitas Negeri Semarang.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Proposal Skripsi dengan judul “Prarancang Pabrik Stirena Monomer Dari Etil Benzena Dengan Proses Dehidrogenasi Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak, oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang
2. Dr. Nur Qudus, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
4. Haniif Prasetiawan, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang selalu memberi bimbingan, motivasi dan arahan yang membangun dalam penyusunan Proposal Skripsi.
5. Dr. Astrilia Damayanti, S.T., M.T. dan Dhoni Hartanto, S.T., M.T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan Proposal Skripsi.
6. Semua dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
7. Kedua Orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi, dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
8. Teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2016 serta semua pihak yang telah memberikan semangat dan dukungan sehingga kami dapat menyelesaikan Proposal Skripsi.

Penulis menyadari bahwa Proposal Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, guna menjadikan Proposal Skripsi ini lebih baik.

Semarang, 14 Agustus 2020

Penulis

ABSTRAK

Yudistira, Asdika. 2020. “Prarancangan Alat Menara Distilasi Pada Pabrik Stirena Monomer Dari Etil Benzena Dengan Proses Dehidrogenasi Katalitik Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”. Skripsi.
Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
HaniifPrasetiawan, S.T.,M.Eng.

Permintaan kebutuhan stirena monomer secara global mencapai 29 juta Ton/Tahun dan kapasitas stirena di dalam negeri 340.000 Ton/Tahun. Karena untuk memenuhi permintaan kebutuhan stirena secara global, hal tersebut menjadi salah satu latar belakang pendirian pabrik stirena monomer dengan kapasitas 100.000 Ton/Tahun. Produksi Stirena menggunakan proses distilasi. Pada proses ini selain menghasilkan produk utama Stirena juga menghasilkan Benzena dan Toluena.

Metode pemurnian komponen dalam campuran yang paling umum digunakan adalah distilasi. Distilasi merupakan teknik pemisahan suatu senyawa dalam campuran berdasarkan perbedaan volatilitas. Menara distilasi T-01 pada prarancangan pabrik stirena dirancang untuk memisahkan komponen Stirena benzena, dan toluena. Penelitian ini menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghitung neraca massa. Perancangan kolom distilasi T-01 dengan konfigurasi kolom yang sesuai, sehingga diharapkan dapat menambah nilai jual produk bioetanol. Berdasarkan hasil perancangan, kolom distilasi T-01 merupakan tipe *tray tower* dengan diameter menara 1,3122 m dan tinggi menara 53,89 m. Bahan konstruksi yang digunakan adalah Stainless Steel SA Tipe 283 *Grade C*.

Kata Kunci: distilasi, Stirena, Etil benzena.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Etil Benzena	7
2.2 Stirena	9
2.3 Tahap Pemurnian Stirena	11
BAB III METODELOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Langkah-langkah Perhitungan	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Menentukan Tipe Kolom Distilasi	18
4.2 Menentukan Jenis Tray Kolom Distilasi	18
4.3 Menentukan Bahan Konstruksi Kolom Distilasi	18
4.4 Menentukan Spesifikasi Menara Distilasi	19
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	38

5.1	Simpulan	38
5.2	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Etil Benzena	6
Gambar 2.2 Struktur Stirena	10
Gambar 3.1 Skema pemisahan benzene, toluen dan stirena pada menara distilasi 1 (T-01)	14
Gambar 4. 1 Skema Menara Distilasi 1	16

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kondisi operasi kolom distilasi (T-01)	19
Tabel 4.2 Data menari <i>Relative Volatile</i>	20
Tabel 4.3 Data mencari efisiensi <i>tray</i>	21
Tabel 4.4 Data menentukan densitas <i>liquid</i> campuran seksi atas menara.....	23
Tabel 4.5 Data mencari BM campuran seksi atas menara	24
Tabel 4.6 Data menentukan densitas uap campuran seksi atas menara	24
Tabel 4.7 Data menentukan densitas <i>liquid</i> campuran seksi dasar menara	30
Tabel 4.8 Data menentukan BM campuran seksi dasar menara	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stirena ($C_6H_5C_2H_3$) merupakan salah satu produk senyawa aromatik monomer yang saat ini semakin dibutuhkan. Hal ini terutama disebabkan oleh semakin meningkatnya permintaan produk-produk plastik yang menggunakan bahan dasar stirena.

Plastik merupakan salah satu bahan yang paling umum kita lihat dan gunakan. Bahan plastik secara bertahap mulai menggantikan gelas, kayu dan logam. Hal ini disebabkan bahan plastik mempunyai beberapa keunggulan, yaitu : ringan, kuat dan mudah dibentuk, anti karat dan tahan terhadap bahan kimia, mempunyai sifat isolasi listrik yang tinggi, dapat dibuat berwarna maupun transparan dan biaya proses yang lebih murah. Namun begitu daya guna plastik juga terbatas karena kekuatannya yang rendah, tidak tahan panas mudah rusak pada suhu yang rendah. Keanekaragaman jenis plastik memberikan banyak pilihan dalam penggunaannya dan cara pembuatannya (Mujiarto, 2005)

Perkembangan teknologi dan perubahan pola hidup manusia telah mengakibatkan peningkatan drastis dalam limbah plastik di seluruh dunia. Pembuangan limbah plastik membahayakan lingkungan dan mengancam kesehatan manusia, dikarenakan sulitnya terdegradasi. Untuk mengurangi limbah plastik, bahan dasar pembuatan sangat penting karena plastik dapat mempengaruhi sifat

plastik tersebut salah satunya dari segi degradasinya (Nisah, 2018). Oleh karena itu penelitian ini memakai stirena sebagai zat antara (intermediet) untuk pembuatan

senyawa kimia lainnya dan untuk memperkuat industri hilir seperti : *PolyStyrene, Acrylonitrile Butadiene Styrene, Styrene Acrylonitrile, Styrene Butadiena Latex, Styrene Butadiene Rubber, Unsaturated Polyester Resins* (Mc. Ketta, 1983).. Kebutuhan dunia akan stirena tiap tahunnya mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan kebutuhan sebagai bahan baku untuk polistirena atau bahan baku pembuatan plastik. Bahan baku pembuatan stirena monomer menggunakan etil benzena dengan menggunakan proses dehidrogenasi katalitik. Pada proses dehidrogenasi katalitik ini sangatlah baik jika dibandingkan dengan proses oksidasi etil benzena, karena mempunyai nilai konversi 65%, yield 88-95%, dan selektivitas 95% sedangkan dengan proses oksidasi etilbenzena nilai konversi 25-30%, yield 80-85%, dan selektivitas 70-85% (Ulman's, 2005)

Dehidrogenasi adalah salah satu reaksi yang penting dalam industri kimia meskipun penggunaannya relatif sedikit bila dibandingkan dengan proses hidrogenasi. Reaksi dehidrogenasi adalah reaksi yang menghasilkan komponen yang berkurang kejenuhannya dengan cara mengeliminasi atom hidrogen dari suatu senyawa menghasilkan suatu senyawa yang lebih reaktif. Pada prinsipnya semua senyawa yang mengandung atom hidrogen dapat dihidrogenasi, tetapi umumnya yang dibicarakan adalah senyawa yang mengandung carbon seperti hidrokarbon dan alkohol. Proses dehidrogenasi kebanyakan berlangsung secara endotermis yaitu membutuhkan panas. Dehidrogenasi adalah reaksi yang bersifat endotermis yaitu membutuhkan panas untuk terjadinya reaksi dan suhu yang tinggi diperlukan untuk mencapai konversi yang tinggi pula (Perdana, 2019).

Etil benzena merupakan senyawa kimia organik yang merupakan hidrokarbon aromatik, bahan yang mempunyai peranan penting dalam industri stirena monomer, Stirena monomer digunakan untuk bahan dasar pembuatan polistirena, stirena butadien rubber (SBR), resin polistirena tak jenuh (UPR), dan stirena akronitril polimer (SAP) (Mc. Ketta, 1983).

Metode yang digunakan untuk memisahkan masing-masing produk yang dihasilkan yaitu metode distilasi. Distilasi adalah pemisahan komponen dari umpan cair berdasarkan perbedaan volatilitas. Distilasi merupakan metode yang paling umum digunakan untuk pemisahan campuran fluida homogen. Metode pemisahan dengan distilasi memiliki beberapa keunggulan, diantaranya dapat digunakan pada berbagai laju aliran (*flow rate*) umpan (dapat dirancang untuk pemisahan laju aliran sangat tinggi atau sangat rendah), dapat digunakan pada pemisahan campuran dengan berbagai konsentrasi umpan (*feed*), serta dapat menghasilkan kemurnian produk yang tinggi (Smith, 2000).

Pada pabrik stirena yang akan didirikan dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun, menggunakan 3 buah menara distilasi dalam proses produksinya.

Menara distilasi 1 (T-01) digunakan untuk memisahkan stirena dengan benzene, toluene, etilbenzena dan sedikit stirena menghasilkan kemurnian stirena 99,96%, menara distilasi 2 (T-02) digunakan untuk memisahkan benzene, toluene dengan etil benzena, dan sedikit stirena kembali ke mixer untuk di proses kembali, dan Menara distilasi 3 (T-03) digunakan untuk memisahkan benzena dan toluene. Proses distilasi sebagai pemisahan produk pada pendirian pabrik stirena merupakan

salah satu proses yang sangat penting, karena berkaitan dengan kemurnian produk yang dihasilkan.

Oleh karena itu diperlukan perancangan yang optimal pada kolom distilasi agar efektifitas pemisahan tinggi. Jika efektifitas pemisahan tinggi, maka kemurnian produk yang dihasilkan juga lebih tinggi, sehingga berdampak pada meningkatnya harga jual produk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penentuan tipe kolom distilasi pada menara distilasi T-01?
2. Bagaimana penentuan jumlah *plate* dan jumlah *stage*, pada menara distilasi T-01?
3. Bagaimana perhitungan menara distilasi T-01 untuk memperoleh kemurnian produk stirena ?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara khusus penelitian bertujuan untuk:

1. Menentukan penentuan tipe kolom distilasi pada menara distilasi T-01.
2. Menentukan penentuan jumlah *plate* dan jumlah *stage*, pada menara distilasi T-01.
3. Menentukan perhitungan menara distilasi T-01 untuk memperoleh kemurnian produk stirena.

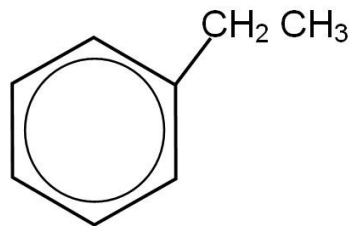
1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui prinsip distilasi dalam pemisahan campuran stirena dan benzena, toluena..
2. Mengetahui konfigurasi kolom distilasi T-01 pada pemisahan stirena dan benzena, toluena.
3. Membuka peluang dan pengembangan industri-industri yang menggunakan bahan baku etil benzena.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Etil Benzena

Etil benzene ($C_6H_5CH_2CH_3$) adalah senyawa organik alkil aromatis bercincin tunggal. Nama lain dari senyawa tersebut adalah Phenylethane. Etilbenzena adalah produk intermediate yang dibuat dari etilen dan benzene dengan bantuan katalis ($AlCl_3$) dimana reaksi antara etilen dengan alkil alumunium membutuhkan suhu yang relatif rendah..



Gambar 2.1 Struktur Etil benzena

Etilbenzena di Indonesia banyak digunakan sebagai bahan pembuatan styrene(Krik & Othmer, 1962, vol 19), karena senyawa ini merupakan bahan baku untuk pembuatan monomer styrene. Lebih dari 90% etilbenzena diproduksi dengan cara alkilasi benzene dengan etylene menggunakan katalis. Saat ini dikenal dua macam proses produksi etil benzena, yaitu dengan fase cair dan fase gas. Cara lain produksi Etilbenzena adalah dengan superfraksinasi mixed xylene yang terdiri dari ortho-xylene, meta-xylene, dan para-xylene serta etilbenzena. Sejak tahun 1970 produksi etil benzene dengan cara superfraksinasi

sudah tidak digunakan lagi, karena jumlah energi yang dibutuhkan tinggi, membutuhkan diameter kolom distilasi yang besar dan jumlah plate yang

digunakan > 200 plates, serta refluks rasio yang tinggi membuat cara ini tidak menarik secara komersial (Kirk & Othmer, 1978, vol 21). Etilbenzena banyak digunakan pada industri styrene, polysterene dan SBR rubber. (Keyes, 1995)

Reaksi alkilasi benzene dengan etilen membentuk etil benzena adalah



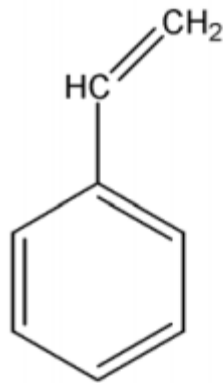
Kemudian etilbenzena dihidrogenasi menghasilkan stirena.

Etilbenzena di Indonesia saat ini telah di produksi oleh PT Styrimdo Mono Indonesia. Pada Badan Pusat Statistik Indonesia dari tahun 2012 sampai 2017 kebutuhan import mengalami peningkatan sebesar 1,28 % sehingga dapat disimpulkan apabila PT Styrimdo Mono Indonesia masih belum dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan tersebut akhirnya dipenuhi dengan mengimport Etilbenzena dari negara India, China, USA, dan Arab Saudi (Badan Pusat Statistika, 2012).

2.2 Stirena

Stirena berasal dari nama pohon styrax yang menghasilkan getah (resin kapur barus) yang diekstrak dalam bentuk stirena. Kandungan stirena yang rendah terdapat secara alamiah pada tumbuh – tumbuhan dan beragam jenis makanan antara lain buah – buahan, sayuran, kacang – kacangan, minuman, dan daging. Produksi stirena berkembang secara pesat terutama di Amerika Serikat dari tahun 1940 – an sejak diperkenalkannya stirena sebagai bahan baku utama untuk produksi karet sintetis. Adanya kandungan grup vinil memungkinkan stirena untuk berpolimerisasi. Produk – produk komersial dari stirena antara lain polistirena, Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), resin Styrene – Acrylonitrile (SAN), lateks

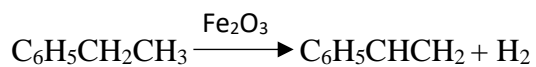
Styrene – Butadiene, Styrene – Butadiene Rubber (SBR), SIS (Styrene – Isoprene – Stirena), S–EB–S (Styrene – Ethylene / Butylene – Styrene), S–DVB (Styrene – Divinylbenzene) dan resin poliester tidak jenuh. Material – material ini digunakan secara komersil dalam produksi karet, plastik, insulasi, fibreglass, pipa, peralatan kapal dan otomotif, tempat / wadah makanan, dan lain – lain.



Gambar 2.2 Struktur Stirena

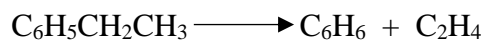
Pembuatan senyawa stirena dilakukan melalui proses dehidrogenasi etilbenzen. Reaktor yang digunakan adalah reaktor multi bed dengan suhu operasi 600°C dan tekanan 1 bar (Chaniago, 2009).

Reaksinya dehidrogenasi stirena :

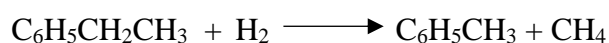


Etilbenzena Stirena Hidrogen

Reaksi samping :



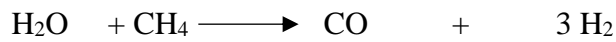
Etilbenzena Benzena Etilen



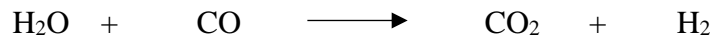
Etilbenzena Hidrogen Toluene Metana



Air Etilen Karbon Monoksida Hidrogen



Air Metana Karbon Monoksida Hidrogen



Air Karbon Monoksida Karbon Dioksida Hidrogen

(Said,dkk. , 1993)

Pemurnian stirena harus dilakukan melalui proses destilasi fraksionasi dalam kolom destilasi. Hal ini dikarenakan stirena dan etilbenzena memiliki titik didih yang hampir berdekatan yaitu 145°C untuk stirena dan 136°C untuk etilbenzena.

2.3 Tahap Pemurnian Stirena

Pemurnian stirena dilakukan dengan memisahkan campuran stirena, benzene, dan toulena dengan proses distilasi. Istilah distilasi sederhana umumnya berkaitan dengan pemisahan suatu campuran yang terdiri dari dua atau lebih cairan melalui pemanasan. Pemanasan dimaksudkan untuk menguapkan komponen-komponen yang lebih mudah menguap (titik didih lebih rendah). Uap yang diperoleh dikondensasi kembali menjadi cair dan kemudian ditampung dalam suatu bejana penerima. Pada tekanan 1 atm, stirena memiliki titik didih 145°C (Haynes, 2011) toluen 110°C dan benzene 80°C sehingga dengan penguapan di atas 80°C dan 110°C benzene dan toluen dapat dipisahkan dari campuran dengan kadar kemurnian maksimal sekitar 99,96% dengan styrene sebagai produk bawah (Abdel-Rahman *et al.*, 2014; Griend, 2007).

Untuk memperoleh kandungan stirena dengan kadar >99% perlu dilakukan proses dehidrasi untuk menghilangkan kadar benzena dan toluen dalam campuran, beberapa metode dehidrasi yang dapat digunakan yaitu:

1. *Azeotropic Distillation*

Distilasi azeotropik adalah proses distilasi dengan menambahkan komponen lain sebagai entrainer untuk mempengaruhi volatilitas komponen sehingga menghasilkan *azeotrope* baru. Beberapa *entrainer* dapat digunakan untuk proses ini yaitu benzena, pentana, sikloheksana, heksana, heptana, isooktana, aseton, dan dietil eter (Kumar *et al.*, 2010).

Stirena, benzena dan toluen telah mencapai titik azeotrop, dengan stirena sebagai produk utama. Karena kadar benzene dan toluen pada stirena sebesar 3-4% penambahan *4-tert-butylatehol* sangat dibutuhkan untuk menegah stirena monomer tidak terpolimerisasi. Benzene dan toluene memiliki titik didih lebih rendah daripada stirena sehingga air dapat dihilangkan, dan stirena murni diperoleh sebagai *bottom product* (Lee dan Wytcherley, 2000).

2. *Adsorpsi Molecular Sieve*

Adsorpsi merupakan peristiwa terkontakannya partikel padatan dan cairan pada kondisi tertentu sehingga sebagian cairan terjerap di permukaan padatan dan konsentrasi cairan yang tidak terjerap mengalami perubahan (Putro dan Ardhiyany, 2013). *Molecular sieve* adalah material sintetis yang memiliki pori-pori dengan ukuran yang sama persis dan seragam yang digunakan sebagai adsorben gas dan cairan. *Molecular sieve* berbeda dengan penyaring secara umum yang digunakan untuk menyaring molekul pada tingkatan tertentu (Khaidir, 2012).

Jenis *sieve* yang biasa digunakan pada pemurnian stirena adalah tipe 3A, pemilihan *sieve* ini spesifik untuk pemisahan molekul air yang memiliki diameter sebesar 4,3ft.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan perhitungan menara distilasi T-01, diperoleh hasil rancangan menara distilasi T-01 dengan tipe *tray tower*. Jumlah *plate* pada kolom distilasi yaitu berjumlah 107 buah, dengan letak *feed* (umpan) berada diantara *plate* 67 dan 68. *Tray spacing* (jarak antar *plate*) disusun dengan jarak 20 in. Hasil perhitungan menara distilasi diperoleh tinggi menara yaitu 54,4028 m dengan diameter menara yaitu 1,31 m. Menara distilasi dirancang menggunakan bahan konstruksi *Carbon steel SA 283 Grade C*, dengan tebal *shell* dan tebal *head* masing-masing sebesar 0,1875 in.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh saran-saran sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian distilasi campuran stirena, benzene, dan toluena dari hasil perhitungan untuk mengetahui kevalidan hasil perhitungan.
2. Dapat dilakukan penelitian simulasi metode distilasi pemisahan campuran stirena, benzene, dan toluena agar dapat diperoleh optimasi kolom distilasi untuk mendapatkan kemurnian produk yang lebih tinggi.
3. Dapat dilakukan analisis lanjutan hasil perhitungan perancangan menara distilasi dari segi ekonomi secara detail untuk mengetahui kelayakannya dalam industri terutama pada industri stirena.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Rahman, Z.A., A.M. Mahmood dan A.J. Ali. 2014. Ethanol-Water Separation by Pressure Swing Adsorption (PSA). *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*. 5(2): 1-7.
- Aiman, S. 2014. Perkembangan Teknologi dan Tantangan Dalam Riset Bioetanol di Indonesia. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*. ISSN 2527-7669.16(2): 108-117.
- Atmoko, W.P., D. Widjanarko dan Pramono. 2014. Pengaruh Temperatur pada Proses Transesterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas. *Journal of Mechanical Engineering Learning*. 3(1).
- Brownell, Lloyd E, Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design: Process Vessel Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Choi, S.P., M.T. Nguyen, S.J. Sim. 2010. Enzymatic Pretreatment of *Chlamydomonas reinhardtii* Biomass for Etanol Production. *Bioresource Technology*. 101: 5330-5336.
- Coulson, J.M dan J.F. Richardson. 2005. *Chemical Engineering Design*. 4rd ed. New York. Pergamon Press.
- Dhaliwal, G., T. Lee, D. Talwar, dan O. Wang. 2018. Effect of Varying pH Adjusted Media on the Growth Rate of *Chlamydomonas reinhardtii*. The Expedition. UBC.7.
- Griend, D.L.V. 2007. Ethanol Distillation Process. US Patent 7297236 B1.

- Haynes, W, M. 2011. *CRC Handbook of Chemistry and Physics (91st Edition)*. Boca Raton. FL:CRC Press Inc. Hlm 3-332.
- Kasrina., S. Irawati, dan W.E. Jayanti. 2012. Ragam Jenis Mikroalga di Air Rawa Kelurahan Bentiring Permai Kota Bengkulu Sebagai Alternatif Sumber Belajar Biologi SMA. *Jurnal Exacta*.10(1): 36-44.
- Khaidir. 2012. *Dehidrasi Bioetanol Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi*. IPB Press. Jawa Barat.
- Kumar, S., N. Singh., dan R. Prasad. 2010. Anhydrous Ethanol: A Renewable Source of Energy. *Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 1830–1844.
- Lee, F, M dan R.W. Wytcherley. 2000. *Azeotropic Distillation*. GTC Technology Corporation. Houston, Texas, USA. Copyright : Academic Press.
- Markina, D. 2014. Effects of Culture Condition on The Photoautotrophic Growth and Biochemical Composition of *Chlamydomonas reinhardtii*, as a Potential Source for Hydrogen Production. *Thesis*. Department of Plant Science. Faculty of Veterinary Medicine and Bioscience Norwegian University of Life Science. Norwegian.
- Matsuri, A. Cristina, N. Istina, Sumarno dan P. Dwijayanti. 2017. Etanol Production from Fermentation of Arum Manis Mango Seeds (*Mangifera Indica* L.) Using *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 6(1): 56-60.

- Mushlihah, S., Sunarto, E., Irvansyah, M. Y., dan Utami, R. S. 2011. *Etanol Production from Algae Spirogyra with Fermentation by Zymomonas mobilis and Saccharomyces cerevisiae*. 1(7): 589–593.
- Nurdyastuti, I. 2006. Teknologi Proses Produksi Bioetanol. Prospek Pengembangan Biofuel Sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak. http://www.geocities.ws/markal_bppt/publish/biofbbm/biindy.pdf diakses pada 26 Agustus 2019 pukul 11.30.
- Ondrey, G. 2008. Commercial production and debut of a new solid-acid catalyst for making biodiesel. *Chemical Engineering*. 1(2): 12-13.
- Özçimen, D., dan İnan, B. 2015. An Overview of Bioetanol Production From Algae. Biofuels. Krzysztof Biernat. IntechOpen.
- Perez, C. M. T., I.G. Pajares, V.A. Alcantara, dan J.F. Simbahan. 2018. Bacterial Laminarinase for Application in Etanol Production From Brown Algae Sargassum Sp. Using Halotolerant Yeast. *Biofuel Research Journal*. 17: 792–797.
- Prasetyo, D. B dan F. Patriayudha. 2009. Pemakaian Gasohol sebagai Bahan Bakar pada Kendaraan Bermotor. Teknik Kimia UNDIP. Semarang.
- Putnarubun, C., W. Suratno, P. Adyaningsih dan H. Haerudin. 2018. Penelitian Pendahuluan Pembuatan Biodiesel dan Bioetanol dari *Chlorella sp.* secara Simultan. *Jurnal Sains MIPA*. 18(1): 1-6.
- Putro, A. N. H., dan Ardhiyani, S. A. 2013. Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Metode Adsorpsi Hidrofobik. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2 (2): 56-60.

- Saidi, D. 2014. Proses Dehidrasi Bioetanol Menggunakan Zeolit Teraktivasi NaOH Dengan Variasi. Fakultas Sains dan Teknologi. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri (UIN). Malang.
- Smith, J.M., H.C. Van Ness, dan M.M. Abbott. 2001. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic. 6 th ed. Singapore: Mc Graw Hill Book Co.
- Suarna, E. 2012. Analisa Karakteristik Keunggulan Etanol sebagai Sumber Energi Alternatif pada Sektor Transportasi. Bidang Perencanaan Energi. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Vítová, M., K. Bišová., D. Umysová., M. Hlavová., S. Kawano., dan V. Zachleder. 2011. *Chlamydomonas reinhardtii*: Duration of Its Cell Cycle and Phases at Growth Rates Affected by Light Intensity. *Journal Planta*. 233: 75–86.