



**TINJAUAN TEORITIS KOLOM *DISTILASI* PABRIK  
*ASETON* PROSES *DEHIDROGENASI ISOPROPANOL*  
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**Skripsi**

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

**Oleh**

**Andrew Herstyawan**

**NIM. 5213415050**

**TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Andrew Herstyan  
NIM : 5213415050  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul : Tinjauan Teoritis Kolom Distilasi Pabrik Aseton Proses  
Dehidrogenasi Isopropanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

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

Semarang, 25 Juli 2019

Pembimbing



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

NIP. 197103161999032002

## LEMBAR PENGESAHAN

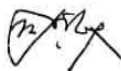
Skripsi dengan judul "Tinjauan Teoritis Kolom Distilasi Pabrik Aseton Proses Dehidrogenasi Isopropanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 9 Agustus 2019.

Oleh

Nama : Andrew Herstyawan  
NIM : 5213415050  
Program Studi : Teknik Kimia

Panitia

Ketua



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

Sekretaris



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

Penguji 2



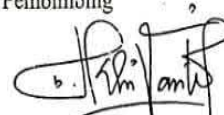
Dr. Megawati, S.T., M.T.  
NIP. 197211062006042001

Penguji I



Dr. Wara Dyah P. R., S.T., M.T  
NIP. 19740591999032001

Pembimbing



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Oudus, 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, 25 Juli 2019

Yang membuat pernyataan.



Andrew Herstyawan

NIM. 5213415006

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

*“Jika kau tak sanggup lelahnya belajar, maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan”*

### **PERSEMBAHAN**

1. Tuhan Yang Maha Esa.
2. Ibu dan Bapak
3. Kakak dan Adik
4. Saudaraku
5. Dosen-dosenku.
6. Sahabat-sahabatku.
7. Almamaterku

## ABSTRAK

**Herstyawan, Andrew.** 2019. “Tinjauan Teoritis Kolom Distilasi Pabrik *Aseton* Proses Dehidrogenasi *Isopropanol* Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”. Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

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

Perkembangan kemajuan teknologi dalam dunia industri saat ini sangat pesat. Sejak awal tahun 2000, Industri di Indonesia terus berkembang seiring dengan bertumbuhnya perekonomian nasional. Peningkatan yang pesat baik secara kualitatif dan kuantitatif juga terjadi dalam industri kimia. Salah satu bahan industri kimia yang sangat diperlukan dalam industri kimia adalah aseton. Aseton mempunyai nilai yang sangat strategis dalam perkembangan dunia industri karena banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan substitusi. Namun hingga saat ini masih belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi Aseton, sehingga untuk memenuhi kebutuhan aseton dalam negeri masih dipenuhi dengan impor dari negara lain. Melihat kondisi maka pendirian pabrik di Indonesia memiliki prospek yang sangat baik. Pada proses pembuatan *aseton* sendiri menggunakan proses *dehidrogenasi isopropanol*, dimana dalam proses ini membutuhkan beberapa alat utama, salah satu alat utama yang digunakan untuk proses pemurnian *aseton* adalah menara distilasi. Menara distilasi pada pabrik *aseton* menggunakan *sieve tray distillation*. Hasil perancangan menara distilasi yang menggunakan bahan *carbon steel SA-285 Grade C* dengan jumlah *plate* 86 buah, *tray spacing* 0,3 m, tinggi menara 26,0988 m, diameter menara 2,13666 m, tebal *head* sebesar 0,2645 dan tebal *shell* sebesar 0,1963 m dengan kemurnian produk *aseton* 99%.

**Kata kunci:** Industri, *Aseton*, Menara Distilasi.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Tinjauan Teoritis Kolom Distilasi Pabrik *Aseton* Proses Dehidrogenasi *Isopropanol* Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia
3. Dr. Dewi Selvia Fardhyanti S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktunya serta penuh kesabaran memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan dalam penyusunan skripsi.
4. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
5. Zuhriyan Ash Shiddiqieqy Bahlawan S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Ibu dan keluarga yang telah memberikan perhatian dan dukungannya.
7. Teman-teman angkatan 2015 dan semua pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan maupun industri di masyarakat.

Semarang, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Isopropanol</i> .....	6
2.2 <i>Aseton</i> .....	6
2.3 Distilasi .....	8
2.4 Prinsip Distilasi .....	9
2.5 Klasifikasi Distilasi .....	12
2.6 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Operasi .....	13
2.7 Tipe Kolom Distilasi .....	15
2.8 <i>Sieve Tray Distillation</i> .....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Prosedur Kerja.....	18



3.4 Diagram Alir Penelitian .....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	21
4.1 Perancangan Menara Distilasi.....	21
4.2 Perhitungan Dimensi Menara Distilasi .....	51
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor <i>Aseton</i> di Indonesia.....	2
Tabel 4.1 Data Umpan Masuk Menara Distilasi 1.....	22
Tabel 4.2 Data Tekanan Uap masing-masing Komponen .....	23
Tabel 4.3 Data Densitas masing-masing Komponen .....	23
Tabel 4.4 Data Viskositas Cair masing-masing Komponen .....	23
Tabel 4.5 Data Viskositas Gas masing-masing Komponen .....	24
Tabel 4.6 Data Panas Laten Pengupan masing – masing Komponen .....	24
Tabel 4.7 Data Panas Laten Pengupan masing – masing Komponen .....	25
Tabel 4.8 Data Kondisi Operasi Kolom Distilasi 1.....	26
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan $\theta$ pada Menara Distilasi 1 .....	27
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan $R_{MIN}$ pada Menara Distilasi 1 .....	27
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Viskositas rata-rata pada menara distilasi 1 .....	29
Tabel 4.12 Hasil Perhitunga Komposisi Uap Puncak Menara Distilasi 1.....	31
Tabel 4.13 Perhitungan Komposisi Cair Puncak Menara Distilasi 1 .....	32
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Densitas Fase Cair .....	33
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Tegangan Muka Komponen .....	34
Tabel 4.16 Hasil Perhitunga Komposisi Uap Dasar Menara Distilasi 1 .....	37
Tabel 4.17 Perhitungan Komposisi Cair Dasar Menara Distilasi 1 .....	37
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Densitas Fase Cair .....	38
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Tegangan Muka Komponen .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Atom Hidrogen <i>Alfa</i> pada <i>Aseton</i> .....	7
Gambar 2.2 Bentuk <i>Keto</i> dan Bentuk <i>Enol</i> pada <i>Aseton</i> .....	8
Gambar 2.3 <i>Alkilasi</i> pada <i>Aseton</i> .....	8
Gambar 2.4 <i>Bubble Cap Tray</i> .....	16
Gambar 2.5 <i>Valve Tray</i> .....	16
Gambar 2.6 <i>Sieve Tray</i> .....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Kolom Distilasi.....	20
Gambar 4.1 Skema Menara Distilasi 1 .....	21
Gambar 4.2 Hubungan Antara <i>Downcomer Area</i> dan <i>Weir Length</i> .....	43
Gambar 4.3 Koefisien <i>Discharge Sieve Tray</i> .....	46
Gambar 4.4 Hubungan $\theta$ , <i>chord length</i> , dan <i>chord height</i> .....	49
Gambar 4.5 Korelasi <i>Entrainment</i> untuk <i>Sieve Tray</i> .....	51
Gambar 4.6 Skema <i>Head Menara Distilasi 1</i> .....	54

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia selalu melakukan pembenahan pada dunia perindustrian dalam negeri untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara. Perekonomian di Indonesia tidak akan berkembang tanpa dukungan dari peningkatan perindustrian yang merupakan salah satu sektor penting perekonomian negara. Hal tersebut dilakukan untuk mencapai visi pembangunan Industri Nasional yang berbunyi “ Indonesia menjadi Negara Industri Maju Baru pada tahun 2020 dan Negara Industri Tangguh pada tahun 2025” ([www.kemenperindo.go.id](http://www.kemenperindo.go.id)).

Sejak awal tahun 2000, Industri di Indonesia telah berkembang seiring dengan bertumbuhnya perekonomian nasional. Peningkatan yang pesat baik secara kualitatif dan kuantitatif juga terjadi dalam industri kimia. Salah satu bahan industri kimia yang sangat diperlukan dalam industri kimia adalah aseton. Aseton mempunyai nilai yang sangat strategis dalam perkembangan dunia industri karena banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan substitusi.

Kegunaan aseton yang utama adalah sebagai solven untuk beberapa polimer, industri farmasi dan kosmetik. Selain itu aseton juga dapat digunakan pada industri cat, selulosa asetat, plastik, serat, kosmetik, karet, pernis, perekat, pembuatan minyak pelumas, penyamakan kulit dan proses ekstraksi, juga

sebagai bahan baku pembuatan methyl isobutyl ketone, bisphenol a, methyl methacrylate, diaseton alcohol dan produk lain (Sifniades, 2010).

Aseton merupakan jenis keton paling sederhana yang digunakan sebagai pelarut polar dalam kebanyakan reaksi organik. Aseton dikenal juga sebagai dimetil keton, 2-propanon, atau propan-2-on. Aseton adalah senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Namun hingga saat ini masih belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi Aseton, sehingga untuk memenuhi kebutuhan aseton dalam negeri masih dipenuhi dengan impor yang didatangkan dari negara lain yaitu Amerika serikat, Cina, Belanda dan Jepang. Melihat kondisi maka pendirian pabrik di Indonesia memiliki prospek yang sangat baik.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah impor aseton di indonesia sejak tahun 2010 cukup besar dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data impor *Aseton* di Indonesia

Tahun	Impor (Ton)
2010	15.408
2011	18.043
2012	19.303
2013	18.611
2014	17.711
2015	18.801
2016	18.807
2017	21.538

(Badan Pusat Statistik, 2017)

Pada proses pembuatan *aseton* dapat dilakukan dengan tiga proses yakni dengan proses *cumene hydroperoxide*, *dehidrogenasi isopropanol* dan *oksidasi isopropanol*. Dengan berbagai pertimbangan maka dipilih proses dengan

*dehidrogenasi isopropanol* dengan, karena pengontrolan suhu reaktor lebih mudah, aseton yang dihasilkan sebagai produk utama, dan konversi isopropanol yang tinggi, yaitu 90%.

Proses pembuatan *aseton* dengan proses *dehidrogenasi isopropanol* membutuhkan beberapa alat utama yakni *vaporizer*, reaktor, *flash drum*, absorber, distilasi. Distilasi merupakan alat yang sangat penting dalam proses pemurnian *aseton*, karena produk *aseton* masih tercampur dengan senyawa lain yang terdiri dari *isopropanol*, *hidrogen* dan *air* masih tergabung menjadi satu didalam *flash drum* dan absorber, maka perlu ada alat pemisah yang juga dapat memurnikan dari pengotornya.

Ada beberapa jenis plate distilasi yang digunakan dalam industri kimia diantaranya sieve tray, bubble cap, valve plates. Dengan berbagai pertimbangan pada penelitian perhitungan distilasi pada industri aseton digunakan distilasi dengan plate jenis sieve tray. Hal ini dikarenakan sieve tray memiliki beberapa kelebihan yakni memiliki harga konstruksi yang paling murah, kapasitas yang besar, dan efisiensi yang tinggi (Sinnott, 2005).

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. *Aseton* merupakan bahan baku kimia penting, tetapi di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi dan produknya masih impor.
2. Distilasi merupakan alat penting pada pembuatan *aseton* dalam hal pemurnian produk.

3. *Sieve tray distillation* merupakan jenis *pate distilasi* yang memiliki harga paling murah, efisiensi dan kapasitas tinggi.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar permasalahan tidak meluas dan dapat dibahas secara mendalam pada penelitian ini, meliputi:

1. *Aseton* merupakan produk yang akan dimurnikan dan dipisahkan didistilasi dari senyawa lain yaitu *isopropanol*, *hidrogen* dan *air*.
2. Distilasi adalah alat yang akan dirancang untuk penelitian ini.
3. *Sieve tray distillation* adalah distilasi dengan *plate* menggunakan *sieve tray* yang digunakan dalam penelitian ini.

### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dikemukakan rumusan masalah yang tepat sebagai berikut:

1. Bagaimana kemurnian produk *aseton* yang dihasilkan ?
2. Bagaimana proses perancangan menara distilasi untuk memurnikan dan memisahkan produk *aseton* ?
3. Bagaimana hasil perancangan menara distilasi dengan *plate* menggunakan *sieve tray* ?

### 1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemurnian produk *aseton* yang dihasilkan..

2. Mengetahui proses perancangan menara distilasi untuk memisahkan produk *aseton*.
3. Mengetahui hasil perancangan menara distilasi dengan *plate* menggunakan *sieve tray*.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Bagi lingkungan dan masyarakat

Memberi kontribusi dan wawasan dibidang perancangan alat kolom distilasi untuk memurnikan produk-produk dalam industri kimia.

2. Bagi IPTEK

Memberikan informasi bahwa distilasi dengan plate menggunakan sieve tray memiliki harga yang lebih murah serta suhu dan efisiensinya tinggi.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Isopropanol**

Isopropil alkohol (IPA) atau isopropanol adalah nama lain dari 2-propanol. Rumus kimianya adalah  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ . Senyawa ini merupakan turunan kedua setelah propilen dari propana. Isopropil alkohol dapat membentuk azeotrop dengan air pada 87,4% isopropanol. IPA adalah zat yang sangat mudah menguap, mudah terbakar, berbau khas dan beracun.

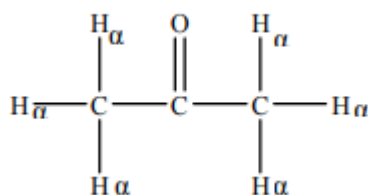
Isopropil alkohol merupakan solven yang penggunaannya cukup besar di industri. Diperkirakan 50% IPA telah diaplikasikan sebagai solven pada tahun 1992. Mengingat harga IPA relatif lebih tinggi dibandingkan pelarut jenis alkohol lain, maka umumnya IPA di-*recovery* untuk digunakan sebagai solvent kembali. Proses *recovery* yang dilakukan adalah proses distilasi biasa. Dalam hal ini, distilasi biasa belum cukup efisien untuk menghasilkan IPA dengan kemurnian tinggi (muhammad, 2006).

#### **2.2 Aseton**

Aseton merupakan keton yang paling sederhana, digunakan sebagai pelarut polar dalam kebanyakan reaksi organik. Aseton dikenal juga sebagai dimetil keton, 2-propanon, atau propan-2-on. Aseton adalah senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar, digunakan untuk membuat plastik, serat, obat-obatan, dan senyawa-senyawa kimia lainnya. Selain dimanufaktur

secara industri, aseton juga dapat ditemukan secara alami, termasuk pada tubuh manusia dalam kandungan kecil.

Aseton memiliki gugus karbonil yang mempunyai ikatan rangkap dua karbon-oksigen terdiri atas satu ikatan  $\sigma$  dan satu ikatan  $\pi$ . Umumnya atom hidrogen yang terikat pada atom karbon sangat stabil dan sangat sukar diputuskan. Namun lain halnya dengan atom hidrogen yang berada pada karbon (C) di samping gugus karbonil yang disebut atom hidrogen alfa. Sebagai akibat penarikan elektron oleh gugus karbonil, kerapatan elektron pada atom karbon alfa semakin berkurang, maka ikatan karbon dan hidrogen alfa semakin melemah, sehingga hidrogen alfa menjadi bersifat asam dan dapat mengakibatkan terjadinya substitusi alfa ( $\alpha$ ). Substitusi  $\alpha$  melibatkan penggantian atom H pada atom karbon  $\alpha$  dengan elektrofil (Wade, L.G. 2006:1041-1063). Atom hidrogen alfa pada aseton dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2.1 Atom Hidrogen Alfa pada Aseton

Aseton mempunyai atom hidrogen alfa bersifat asam, oleh karena itu dapat terionisasi menghasilkan ion enolat. Ion enolat dapat berada dalam dua bentuk yaitu bentuk keto dan bentuk enol yang disebut bentuk tautomerisasi. Tautomer adalah isomer-isomer pada senyawa karbonil yang hanya dibedakan oleh kedudukan ikatan rangkap dan yang disebabkan perpindahan letak atom hidrogen



pemisahan campuran homogen dengan metode pemisahan menggunakan perbedaan titik didih dan jagan volatilitas antar komponen dalam suatu campuran, tetapi distilasi pada prosesnya memerlukan energi yang tinggi meskipun demikian terdapat banyak keuntungan jika proses pemisahan menggunakan distilasi diantaranya:

1. Distilasi memiliki kemampuan untuk memisahkan jenis campuran dengan berbagai macam konsentrasi dan juga produk hasil pemisahan relatif murni.
2. Distilasi memiliki kemampuan untuk mengatasi berbagai aliran umpan masuk, tidak hanya cocok untuk aloran yang rendah tetapi distilasi juga cocok untuk aliran yang sangat tinggi. Sehingga dapat menyesuaikan dengan rancangan pengguna.
3. Memiliki kemampuan untuk memisahkan produk dengan kemurnian yang tinggi, jika menggunakan alternatif pemisahan selain distilasi biasanya hanya melakukan sebagian pemisahan saja dan tidak dapat menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi (Smith dan Jobson, 2000).

#### **2.4 Prinsip Distilasi**

Campuran *liquid* pada distilasi akan memiliki nilai titik didih yang berbeda-beda, maka proses pemisahan dengan distilasi sangat bergantung pada tekanan uap campuran *liquid*. Tekanan uap cairan pada suhu tertentu adalah tekanan kesetimbangan yang dikeluarkan oleh molekul-molekul yang keluar dan masuk pada permukaan cairan. Berikut adalah hal-hal yang berkaitan dengan tekanan uap:

- a. Input energi menaikkan tekanan uap

- b. Tekanan uap berkaitan dengan proses mendidih
- c. Cairan dikatakan mendidih ketika tekanan uapnya sama dengan tekanan udara sekitar.
- d. Mudah atau tidaknya cairan untuk mendidih bergantung pada volatilitasnya.
- e. Cairan dengan tekanan uap tinggi (mudah menguap) akan mendidih pada temperatur yang lebih rendah.
- f. Tekanan uap dan titik didih campuran cairan bergantung pada jumlah relatif komponen-komponen dalam campuran.
- g. Distilasi terjadi karena perbedaan volatilitas (kemudahan suatu zat berybah fase menjadi gas) komponen-komponen dalam campuran.

Untuk dapat menyelesaikan kasus perancangan distilasi harus tersedia data-data kesetimbangan uap-cair sistem. Data kesetimbangan uap cair dapat berupa tabel atau diagram. Tiga macam diagram keseimbangan yang diperlukan dalam perancangan yakni:

a. Diagram Titik Didih

Diagram titik didih adalah diagram yang menyatakan hubungan antara temperatur atau titik didih dengan komposisi uap dan cairan yang berkesetimbangan. Di dalam diagram titik tersebut terdapat dua buah kurva, yaitu kurva cair jenuh dan uap jenuh. Kedua kurva ini membagi daerah didalam diagram menjadi 3 bagian, yakni:

1. Daerah satu fase yaitu daerah uap yang terletak diatas kurva uap jenuh.
2. Daerah satu fase yaitu daerah cairan yang terletak dibawah kurva cair jenuh.

3. Daerah dua fase yaitu daerah uap jenuh dan cair jenuh yang terletak diantara kurva cair jenuh dan kurva uap jenuh.

b. Diagram Kesetimbangan Uap-Cair

Diagram kesetimbangan uap-cair adalah diagram yang menyatakan hubungan keseimbangan antara komposisi uap dengan komposisi cairan. Diagram keseimbangan uap-cair dengan mudah digambar jika tersedia titik didih komponen.

c. Diagram Entalpi Komposisi

Diagram entalpi komposisi adalah diagram yang menyatakan hubungan antara entalpi dengan komposisi suatu sistem pada tekanan tertentu. Didalam diagram tersebut terdapat dua buah kurva yaitu kurva cair jenuh dan kurva uap jenuh. Setiap titik pada kurva cair jenuh dihubungkan dengan garis hubungan *tie line* dengan titik tertentu pada kurva uap jenuh, dimana titik-titik tersebut dalam keadaan keseimbangan. Dengan adanya kedua kurva tersebut daerah didalam diagram terbagi menjadi tiga daerah yakni:

1. Daerah uap yang terletak diatas kurva uap jenuh.
2. Daerah uap yang terletak diatas kurva uap jenuh.
3. Daerah cairan yang terletak dibawah kurva cair jenuh.
4. Daerah cairan dengan uap yang terletak diantara kurva cair jenuh dengan kurva uap jenuh.
5. Dibawah kurva cair jenuh terdapat isotherm – isotherm yang menunjukkan entalpi cairan pada berbagai macam komposisi pada berbagai temperatur (Komariah dkk, 2009).

## 2.5 Klasifikasi Distilasi

Terdapat berbagai jenis distilasi dengan masing-masing kegunaannya. Menurut Sinnott (2005) klasifikasi distilasi adalah sebagai berikut:

- a. Distilasi berdasarkan prosesnya terbagi menjadi dua, yaitu distilasi kontinyu dan distilasi batch.
- b. Berdasarkan tekanan operasinya terbagi menjadi tiga yaitu distilasi atmosferis (0,4 – 5,5 atm mutlak), distilasi vakum ( $\leq 300$  mmHg pada bagian atas kolom), dan distilasi tekanan ( $\geq 80$  psia pada bagian atas kolom).
- c. Berdasarkan komponen penyusunnya terbagi menjadi dua, yakni distilasi sistem biner dan distilasi sistem multi komponen.
- d. Berdasarkan sistem operasinya terbagi menjadi dua, yakni *single – stage distillation* dan *multi stage distillation*.

Tetapi pada umumnya distilasi juga dapat dibedakan menjadi tiga jenis distilasi yakni:

### 1. Distilasi Kilat (*Flash Distillation*)

Distilasi kilat merupakan distilasi *continue* satu tahap tanpa refluks. Distilasi kilat ini terdiri dari penguapan sebagian dari suatu zat cair sedemikian rupa sehingga uap yang keluar berada dalam keseimbangan dengan zat cair yang tersisa. Uap tersebut dipisahkan dari zat cair dan dikondensasikan. Distilasi ini digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang memiliki titik didih yang berbeda. Distilasi ini tidak efektif untuk memisahkan komponen – komponen yang volatilitasnya sebanding.

## 2. Distilasi vakum

Distilasi vakum adalah distilasi yang tekanannya 0,4 atm (300 mmHg absolut). Distilasi vakum biasanya digunakan jika senyawa yang ingin didistilasi tidak stabil, artinya dapat terdekomposisi sebelum atau mendekati titik didihnya atau campuran yang memiliki titik didih di atas 150 °C. Distilasi vakum

## 3. Distilasi *continue* dengan Refluks

Sama halnya dengan *flash distillation* hanya saja dalam proses distilasi dengan refluks komponen produk yang dihasilkan menjadi lebih murni, karena semakin banyak refluks maka kemurnian produk yang dihasilkan semakin tinggi.

## 2.6 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Operasi

Menurut Sinnott (2005) Kinerja kolom distilasi ditentukan oleh beberapa faktor, faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah:

### 1. Kondisi *feed*

Keadaan campuran dan kondisi *feed* mempengaruhi garis operasi dan jumlah stage yang digunakan dalam pemisahan distilasi, hal ini juga mempengaruhi lokasi *feed tray*.

### 2. Kondisi refluks

Pemisahan semakin baik jika menggunakan sedikit tray untuk mendapatkan tingkat pemisahan. Tray minimum dibutuhkan dibawah kondisi total refluks, yakni tidak ada penarikan distilat. Sebaliknya refluks berkurang maka garis operasi untuk bagian rektifikasi bergerak terhadap garis kesetimbangan.



### 3. Kondisi aliran uap

Kondisi aliran uap yang merugikan dapat menyebabkan berbagai hal berikut:

#### a. *Foaming*

Mengacu pada ekspansi *liquid* melewati uap atau gas. Walaupun menghasilkan kontak antar fase liquid-uap yang tinggi, foaming berlebihan sering mengarah pada terbentuknya liquid pada *tray*.

#### b. *Entrainment*

Mengacu pada *liquid* yang terbawa uap atau gas menuju tray di atasnya dan disebabkan laju alir uap yang tinggi menyebabkan efisiensi *tray* berkurang. Bahan yang sukar menguap terbawa menuju plate yang menahan liquid dengan bahan yang mudah menguap. Dapat mengganggu kemurnian distilat, *entrainment* berlebihan dapat menyebabkan *flooding*.

#### c. *Weeping / Dumping*

Fenomena ini disebabkan aliran uap yang rendah. Tekanan yang dihasilkan uap tidak cukup untuk menahan *liquid* pada *tray*. Karena itu liquid mulai merembes melalui perforasi.

#### d. *Flooding*

*Flooding* terjadi karena aliran uap berlebih yang menyebabkan *liquid* terjebak pada uap di atas kolom. Peningkatan tekanan dari uap berlebih menyebabkan kenaikan *liquid* yang tertahan pada *plate* di atasnya. *Flooding* ditandai dengan

adanya penurunan tekanan diferensial dalam kolom dan penurunan yang signifikan pada efisiensi pemisahan.

Jumlah *tray* aktual yang diperlukan untuk pemisahan khusus ditentukan oleh efisiensi *plate* dan *packing*. Semua faktor yang menyebabkan penurunan efisiensi *tray* juga akan mengubah kinerja kolom. Efisiensi *tray* dipengaruhi oleh *fouling*, korosi, dan laju, dimana ini terjadi bergantung pada sifat liquid yang diproses. Material yang sesuai harus dipakai dalam pembuatan *tray*.

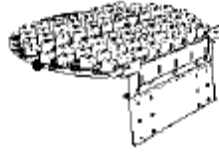
## 2.7 Tipe Kolom Distilasi

### 1. *Tray* dan *plate*

Istilah *tray* dan *plate* adalah sama. Ada beberapa jenis tipe desain *tray*, tetapi yang paling umum digunakan adalah:

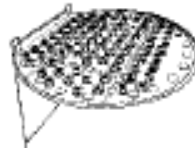
#### a. *Bubble cap tray*

*Bubble-cap* biasanya didesain diatas *plate* pada sudut equilateral triangular, dengan baris yang disesuaikan secara normal dengan arah aliran menyilang *plate*. *Bubble cap tray* mempunyai tingkat-tingkat atau cerobong yang terpasang diatas *hole* (lubang), dan sebuah cap yang menutupi cerobong. *Bubble cap tray* digunakan pada kondisi aliran rendah, dimana *tray* harus tetap basah kecuali kondisi bentuk polymer, *coking*, atau *fouling* yang tinggi.

Gambar 2.4 *Bubble cap Tray*

b. *Valve tray*

Pada *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 horisontal kedalam liquid.

Gambar 2.5 *Valve Tray*

c. *Sieve tray*

*Sieve tray* adalah *plate* metal sederhana dengan dengan lubang diantaranya. Uap lewat keatas melalui liquid pada *plate*. Jumlah dan ukuran lubang menjadi parameter desain.

Gambar 2.6 *Sieve Tray*

## 2. *Packing*

Ada kecenderungan untuk meningkatkan pemisahan dengan penambahan penggunaan *tray* dengan *packing*. *Packing* adalah peralatan pasif yang didesain untuk meningkatkan kontak *area interfacial* uap-liquid.

***a. Sieve Tray Distillation***

*Sieve tray* dirancang untuk membuat uap hasil yang mengalir naik mengalami kontak dengan cairan yang mengalir kebawah. Cairan yang mengalir melintasi *tray* dan melewati *weir* ke *downcomer* menuju ke *tray* dibawahnya. Oleh karena itu pola aliran pada setiap *tray* adalah silang (*crossflow*). *Sieve tray* adalah plate logam dengan lubang – lubang didalamnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Kemurnian produk *aseton* yang dihasilkan yakni 99%.
2. Hasil perancangan distilasi menghasilkan diameter 2,3166 meter
3. Jumlah *plate* berdasarkan hasil perancangan yakni 86 *plate*.

#### **5.2 Saran**

1. Perlu variasi perhitungan berbagai *plate* untuk mengetahui hasil rancangan menara distilasi.
2. Perlu dilakukan variasi pemisahan *aseton* untuk mengetahui tingkat kemurnian produk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2017. *Isopropyl Alcohol Product*. Diambil dari Alibaba: <http://alibaba.com/>.
- Alibaba. 2017. *Acetone Product*. Diambil dari Alibaba: <http://alibaba.com/>.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2011. *Statistik Impor Desember 2011*. Indonesia:Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2012. *Statistik Impor Desember 2012*. Indonesia:Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2013. *Statistik Impor Desember 2013*. Indonesia:Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2014. *Statistik Impor Desember 2014*. Indonesia:Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2015. *Statistik Impor Desember 2015*. Indonesia:Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2016. *Statistik Impor Desember 2016*. Indonesia:Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2017. *Statistik Impor Desember 2017*. Indonesia:Badan Pusat Statistik.
- Data un. 2017. *Data Export and Import Aceton in Asia*. Diambil dari Data : <http://data.un.org/>.
- Diguillo, Ralph M, Rong-Jwyn Lee, Steven T. Schaeffer, Laura L, Brasher, dan Aryn S. Teja. 1992. *Densities and Viscosities of the Ethanolamines*. Atlanta: School of Chemical Engineering.
- Hartanto Yansen, Herry Santoso, Sandy Wijaya, Sandy Wijaya, Andrew Mardone. 2017. *Distilasi Ekstraktif pada Pemisahan Aseton dan Metanol*. *Jurnal Integrasi Proses* Vol. 6, No. 4, 168 – 175.
- Kemenperin. 2017. *Statistik Industri*. Diambil dari Kementerian Perindustrian Republik Indonesia: <http://www.kemenperin.go.id/>
- Komariah, L. N. Ramdja, A. F. Nicky, Leonard. 2009. *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi untuk Pra-Rencana Pabrik Skala Industri*. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 16, No.4.
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1997. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Lenninger, Margit, Noemi Aguilo-Aguayo, Thomas Bechtold. 2018. *Quantification of Triethanolamine Through Measurement of Catalytic Current in Alkaline Iron-D-Gluconate Solution*. *Journal of Electroanalytical Chemistry* 830-831(2018)50-55.

- Marvin, Katelyn, Barry Jay Billig. 2016. US Patent 9,227,912 B2 *Process for Making Ethanolamines*. Scientific Design Company.
- Marvin, Katelyn, dan Billig Barry Jay. 2014. EP 3089960 B1 *Process for Making Ethanolamines*. Scientific Design Company, Inc.
- Panchal, Sneha R, dan Ramtej J. Verma. 2013. *Spermtotoxic Effect of Diethanolamine: An in Vitro Study*. Asian Pacific Journal of Reproduction 2013; 2(3): 196-200.
- Ruehl, Chris, Connie Hou, Paul Lee, dan Lincoln Armstrong. 1997. *Design of a System of Ethanolamine Reactors*. Course Project CENG 403, Rice University, Houston, Texas.
- Sifniades, et al. 2010, *Acetone*, Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Sinnott, R.K. 2005. *Coulson and Richardson's: Chemical Engineering Design, Vol 6 4<sup>th</sup> ed.* Elsevier Ltd. Oxford.
- Smith dan Jobson. 2000. *Distillation*. Department of Process Integration. Manchester, UK.
- Ullman's. 2012. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Germany: VCH Verlagsgesell Scahf, Weinheim.
- Wahyudi, N.T. Faris, F. I. Irwan Kurniawan. Ari, S. S. 2017. *Rancangan Alat Distilasi untuk Menghasilkan Kondensat dengan Metode Distilasi Satu Tingkat*. Jurnal Chemurgy, Vol. 01, No. 2.
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*, p. 1-29, 185-211, 288-313, McGraw Hill Company, Inc., New York.