



**PERANCANGAN MENARA DISTILASI TIPE *SIEVE*
TRAY COLUMN UNTUK PEMISAHAN DIPROPILEN
GLIKOL DAN TRIPROPILEN GLIKOL PADA
PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia

Oleh

Viona Widya Anugrahani

NIM. 5213415006

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Viona Widya Anugrahani

NIM : 5213415006

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : Perancangan Menara Distilasi Tipe *Sieve Tray Column* untuk Pemisahan Dipropilen Glikol dan Tripropilen Glikol pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol

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

Semarang, 4 Juli 2019

Pembimbing



Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.

NIP. 197603112000122001

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Perancangan Menara Distilasi Tipe *Sieve Tray Column* untuk Pemisahan Dipropilen Glikol dan Tripropilen Glikol pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 11 Juli 2019.

Oleh

Nama : Viona Widya Anugrahani
NIM : 5213415006
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. Astrilia Damayanti, S.T.M.T.
NIP. 197309082006042001

Penguji I

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

Pembimbing

Dr. Ratna Dewi K., S.T., M.T.
NIP. 197603112000122001

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, 2 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Viona Widya Anugrahani

NIM. 5213415006

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Believe in Everything, Because Everything is Reachable”

–

”Efforts and courage are not enough without purpose and direction”

– John F. Kennedy

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

1. Allah SWT.
2. Bapak saya Widodo dan Ibu saya Sri Handayani yang senantiasa mendidik, menyayangi, memperjuangkan, mengorbankan segala sesuatunya untuk saya..
3. Adik saya Dimas Ramadhan yang senantiasa memberikan dukungan.
4. Seluruh keluarga besar tercinta
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang Angkatan 2015
7. Almamater Universitas Negeri Semarang

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan Judul **“Perancangan Menara Distilasi Tipe *Sieve Tray Column* untuk Pemisahan Dipropilen Glikol dan Tripropilen Glikol Pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata I Jurusan Teknik Kimia pada Universitas Negeri Semarang.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan orang-orang disekitar kami, sehingga kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, selaku Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T.,IPM.selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.selaku dosen pembimbing atas arahan dan motivasi yang membangun dalam penyusunan Skripsi.
5. Dr. Dewi Selvia Fardhyanti, S.T.,M.T. dan Dr. Astrilia Damayanti, S.T.,M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan koreksi dalam penyempurnaan penyusunan Skripsi.
6. Orangtua dan adik, beserta keluarga lainnya yang telah memberi dukungan baik moril dan materil, serta doa yang tulus.
7. Segenap staff dosen dan keluarga besar jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
8. Wilda Asyrofa, Zhafira Yasmin, Akhmad Sutrisno dan Putra Maulana, teman seperjuangan dalam penyusunan skripsi Prarancangan Pabrik Propilen Glikol, yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi.
9. Segenap kawan seperjuangan Teknik Kimia UNNES angkatan 2015.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan saran untuk menyempurnakannya. Penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca yang membutuhkan informasi mengenai masalah yang dibahas dalam Skripsi ini, khususnya terkait bidang Teknik Kimia.

Semarang, 2 Juli 2019

Penulis

ABSTRAK

Anugrahani, Viona Widya. 2019. “Perancangan Menara Distilasi Tipe *Sieve Tray Column* untuk Pemisahan Dipropilen Glikol dan Tripropilen Glikol Pada Prarancangan Pabrik Propilen Glikol”. Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.

Saat ini di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi propilen glikol secara langsung. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri maka Indonesia harus mengimpor dari negara lain. Hal tersebut yang menjadi salah satu latar belakang prarancangan pendirian pabrik propilen glikol dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Produksi propilen glikol menggunakan proses hidrolisis propilen oksida tanpa katalis. Pada proses ini selain menghasilkan produk utama propilen glikol, juga menghasilkan produk samping dipropilen glikol dan tripropilen glikol. Produk utama dan produk samping pada proses produksi propilen glikol masih tercampur sehingga diperlukan metode pemisahan untuk memperoleh kemurnian produk yang optimum.

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-03 pada prarancangan pabrik propilen glikol dirancang untuk memisahkan komponen produk samping dipropilen glikol dan tripropilen glikol. Spesifikasi produk dipropilen glikol pada industri ditentukan dengan kemurnian lebih dari 99,9% dan tripropilen glikol lebih dari 96%. Perancangan kolom distilasi T-03 dengan konfigurasi kolom yang sesuai diharapkan dapat digunakan untuk pemisahan produk agar mencapai kemurnian optimum, sehingga diharapkan dapat menambah nilai jual produk samping hasil pembentukan propilen glikol. Berdasarkan hasil perancangan, kolom distilasi T-03 merupakan tipe *sieve tray column* dengan diameter menara sebesar 0,7434 m dan tinggi menara sebesar 13,2771 m. Dengan jumlah refluks 0,066. Bahan konstruksi yang digunakan adalah *Carbon steel SA-283 Grade C*

Kata Kunci: *Propilen Glikol, Dipropilen Glikol, Tripropilen Glikol, Distilasi.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Hidrolisis Propilen Oksida.....	6
2.2 Propilen Oksida.....	8
2.3 Air	10
2.4 Propilen Glikol.....	11
2.5 Dipropilen Glikol.....	13
2.6 Tripropilen Glikol	14

2.7 Distilasi	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Langkah-langkah Perhitungan	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Menentukan Tipe Kolom Distilasi.....	23
4.2 Menentukan Jenis Tray Kolom Distilasi.....	23
4.3 Menentukan Bahan Konstruksi Kolom Distilasi	23
4.4 Menentukan Kondisi Operasi Menara Distilasi T-03	24
4.5 Menghitung <i>Relatif Volatility</i>	28
4.6 Menentukan Jumlah Plate Minimum	29
4.7 Menentukan Refluks Minimum (R _m).....	30
4.8 Menentukan R _{operasi}	31
4.9 Menentukan Jumlah Stage Ideal	31
4.10 Menentukan Jumlah Plate	32
4.11 Menentukan Diameter Menara Distilasi T-03	36
4.12 Menentukan Liquid Flow Arrangement.....	50
4.13 Perhitungan Desain <i>Plate</i>	51
4.14 Perhitungan <i>Hole Area</i>	53
4.15 Perhitungan Jumlah <i>Hole</i>	54
4.16 Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	55
4.17 Perhitungan <i>Downcomer Backup Liquid</i>	57
4.18 Perhitungan <i>Residence Time</i>	59
4.19 Perhitungan <i>Perforated Area</i>	59

4.20 Perhitungan <i>Entrainment</i>	61
4.21 Menghitung Dimensi Menara Distilasi T-03	62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Simpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumus Struktur Senyawa Propilen Oksida	8
Gambar 2,2 Rumus Struktur Senyawa Propilen Glikol	11
Gambar 2.3 Rumus Struktur Senyawa Dipropilen Glikol	13
Gambar 2.4 Rumus Struktur Senyawa Tripropilen Glikol	15
Gambar 2.5 Skema Rangkaian Kolom Distilasi	17
Gambar 3.1 Skema pemisahan dipropilen glikol dan tripropilen glikol pada menara distilasi 3 (T-03)	18
Gambar 4.1 Skema Menara Distilasi T-03.....	21
Gambar 4.2 Pemilihan <i>Liquid Flow Arrangement</i>	51
Gambar 4.3 Hubungan Antara <i>Downcomer Area</i> dan <i>Weir Length</i>	52
Gambar 4.4 Koefisien <i>Discharge Sieve Tray</i>	55
Gambar 4.5 Hubungan θ , <i>chord length</i> , dan <i>chord height</i>	59
Gambar 4.6 Korelasi <i>entrainment</i> untuk <i>sieve tray</i>	62
Gambar 4.7 Desain <i>Head Vessel</i>	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Pabrik Propilen Glikol di Dunia	13
Tabel 4.1 Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi 3 (T-03).....	20
Tabel 4.2 Komposisi Umpan Menara Distilasi T-03	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, industri-industri kimia seperti industri petrokimia, oleokimia, agrokimia dan sebagainya telah tumbuh dan berkembang di Indonesia. Industri petrokimia adalah industri yang menghasilkan produk-produk untuk industri kimia dengan bahan baku dasar yang bersumber dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi (gas alam), produk pencairan batu bara, bahkan sekarang sedang dikembangkan oleokimia berbasis biomassa (Sulaiman, 2016). Basis bahan baku dari industri petrokimia adalah kandungan senyawa hidrokarbon yang didapat dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi, maupun pencairan batu bara dengan kandungan utama unsur kimia atom C dan H beserta turunannya, termasuk senyawa hidrokarbon dengan ikatan gugus fungsional senyawa tersebut (Sulaiman, 2016). Kebutuhan produk petrokimia baik secara global maupun dalam negeri terus mengalami peningkatan namun, jumlahnya masih belum memenuhi kebutuhan domestik sehingga masih harus impor dari luar negeri (Sulaiman, 2016). Salah satu produk untuk industri petrokimia yang masih impor yaitu propilen glikol.

Propilen glikol adalah senyawa yang memiliki rumus kimia $C_3H_8O_2$ yang memiliki sifat fisik cair dan tidak berwarna. Propilen glikol digunakan sebagai dasar dalam produksi *antifreeze*, senyawa poliester untuk industri atau komersial, pelarut dalam cairan deterjen dan cat manufaktur, serta digunakan sebagai bahan obat-obatan, makanan hewan peliharaan, industri tembakau, dan sebagai bahan

aditif dalam makanan (Hernandez, 2001). Saat ini di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi propilen glikol secara langsung. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri, maka Indonesia harus mengimpor dari negara lain. Oleh karena itu dengan didirikannya pabrik propilen glikol, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri sekaligus mengurangi ketergantungan impor propilen glikol, membuka peluang dan pengembangan industri-industri yang menggunakan bahan baku propilen glikol, serta diharapkan dapat menambah pendapatan negara sekaligus membuka lapangan pekerjaan baru. Menurut data Badan Pusat Statistik, 2017 kebutuhan propilen glikol di Indonesia terus mengalami peningkatan. Dari data impor propilen glikol di Indonesia, diperkirakan kebutuhan propilen glikol dalam negeri pada tahun 2024 dapat mencapai 50.000 ton. Hal tersebut yang menjadi latar belakang perancangan pendirian pabrik propilen glikol dengan kapasitas pabrik sebesar 50.000 ton/tahun.

Dalam proses produksi pada pabrik propilen glikol, proses yang digunakan adalah hidrolisis propilen oksida tanpa menggunakan katalis. Proses ini merupakan salah satu proses yang banyak digunakan di industri karena konversi reaksinya yang tinggi, serta alat proses yang digunakan lebih sedikit jika dibandingkan dengan proses lain (Ullman, 2012). Dalam produksi propilen glikol dengan hidrolisis propilen oksida tanpa katalis, bahan baku yang digunakan yaitu propilen oksida dan air. Dalam proses ini, hasil reaksi selain berupa produk utama propilen glikol, juga menghasilkan produk samping yaitu dipropilen glikol dan tripropilen glikol. Produk-produk samping yang dihasilkan tersebut masih bercampur dengan produk

utama propilen glikol. Oleh karena itu, diperlukan metode pemisahan untuk memisahkan masing-masing produk yang dihasilkan.

Metode yang digunakan untuk memisahkan masing-masing produk yang dihasilkan dari reaksi hidrolisis propilen oksida (propilen glikol, dipropilen glikol dan tripropilen glikol) 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 propilen glikol yang akan didirikan dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun, menggunakan 3 buah menara distilasi dalam proses produksinya. Menara distilasi 1 (T-01) digunakan untuk memisahkan sisa reaktan propilen oksida dari campuran produk (propilen glikol, dipropilen glikol dan tripropilen glikol), menara distilasi 2 (T-02) digunakan untuk memisahkan propilen glikol dari campuran produk samping dipropilen glikol dan tripropilen glikol. Sedangkan menara distilasi 3 (T-03) digunakan untuk memisahkan produk dipropilen glikol dari tripropilen glikol.

Proses distilasi sebagai pemisahan produk pada pendirian pabrik propilen glikol merupakan salah satu proses yang sangat penting, karena berkaitan dengan kemurnian produk yang dihasilkan. Spesifikasi produk propilen glikol, dipropilen

glikol, dan tripropilen glikol pada industri ditentukan dengan kemurnian lebih dari 99,5% wt propilen glikol, 99,9% wt dipropilen glikol, 96% wt tripropilen glikol (Dow Chemical Company, 2010).

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. Pada penelitian ini, mengkaji perancangan optimum pada menara distilasi T-03 untuk pemisahan dipropilen glikol dan tripropilen glikol. Metode perancangan menggunakan metode Coulson-Richardson, 2005 yaitu metode pemisahan multikomponen menggunakan metode distilasi.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana penentuan molar refluks rasio pada menara distilasi T-03 yang berpengaruh terhadap kadar kemurnian isopropil alkohol yang dihasilkan?
2. Bagaimana penentuan jumlah *stage*, lokasi *stage* umpan masuk (feed) campuran dipropilen glikol dan tripropilen glikol yang berpengaruh terhadap kadar kemurnian dipropilen glikol dan tripropilen glikol yang dihasilkan pada menara distilasi T-03?
3. Bagaimana perhitungan dimensi menara distilasi T-03 untuk memperoleh kemurnian produk dipropilen glikol dan tripropilen glikol yang optimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara khusus penelitian bertujuan untuk:

1. Mengetahui penentuan molar refluks rasio pada menara distilasi T-03 yang berpengaruh terhadap kadar kemurnian isopropil alkohol yang dihasilkan.
2. Mengetahui penentuan jumlah *stage*, lokasi *stage* umpan masuk (*feed*) campuran dipropilen glikol dan tripropilen glikol yang berpengaruh terhadap kadar kemurnian dipropilen glikol dan tripropilen glikol yang dihasilkan pada menara distilasi T-03.
3. Mengetahui perhitungan dimensi menara distilasi T-03 untuk memperoleh kemurnian produk dipropilen glikol dan tripropilen glikol yang optimum.

1.4 Manfaat Penelitian

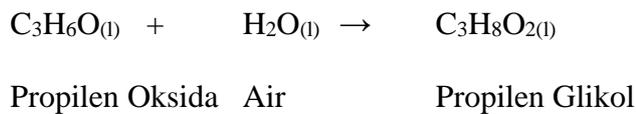
1. Mengetahui prinsip distilasi dalam pemisahan campuran dipropilen glikol dan tripropilen glikol.
2. Mengetahui konfigurasi kolom distilasi T-03 pada pemisahan dipropilen glikol dan tripropilen glikol untuk memperoleh kemurnian yang optimum
3. Menambah nilai guna produk samping hasil produksi senyawa propilen glikol dari reaksi hidrolisis propilen oksida tanpa katalis.
4. Membuka peluang dan pengembangan industri-industri yang menggunakan bahan baku propilen glikol.

BAB II

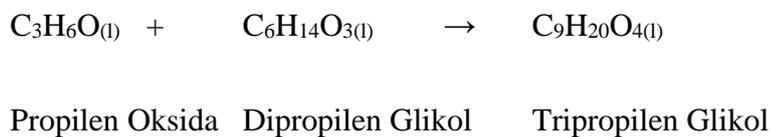
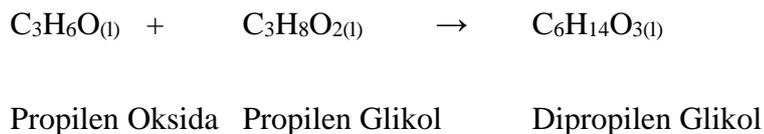
LANDASAN TEORI

1.5 Hidrolisis Propilen Oksida

Reaksi utama pembentukan propilen glikol dengan proses hidrolisis propilen oksida sebagai berikut:



Selain reaksi utama, proses ini juga menghasilkan reaksi samping pembentukan dipropilen glikol dan tripropilen glikol :



Hidrolisis propilen oksida merupakan salah satu proses pembentukan propilen glikol dengan mereaksikan propilen oksida dan air sebagai reaktan. Terdapat 3 macam proses hidrolisis propilen oksida, yaitu hidrolisis propilen oksida dengan katalis asam, hidrolisis propilen oksida dengan katalis basa, hidrolisis propilen oksida tanpa katalis.

2.1.1. Hidrolisis propilen oksida dengan katalis asam

Proses hidrolisis propilen oksida berlangsung pada kondisi temperatur operasi 150-180⁰C dengan tekanan 1 atm (Miller dan Jackson, 2008). Proses dilakukan dengan cara mereaksikan propilen oksida dengan air dan asam sulfat

sebagai katalis. Konversi yang diperoleh sebesar 90% (Benham dan Kurata, 1955).

Peningkatan kecepatan reaksi yang signifikan dapat diperoleh pada nilai pH yang rendah. Nilai pH proses ini berkisar 4. Katalis asam harus dihilangkan sebelum proses distilasi untuk mencegah korosi pada dinding menara distilasi dan menghindari penurunan kualitas produk pada reboiler menara distilasi. Pendekatan yang digunakan untuk menghilangkan masalah ini adalah dengan menggunakan *ion-exchanger* resin dan polimer (McKetta dan Cunningham, 1990).

2.1.2. Hidrolisis propilen oksida dengan katalis basa

Proses produksi propilen glikol dengan katalis basa berlangsung pada temperatur 150- 180°C dan tekanan 1 atm (Miller dan Jackson, 2008). Penggunaan katalis asam maupun basa dapat meningkatkan kecepatan reaksi. Pada kondisi pH lebih dari 12, reaksi hidrolisis propilen oksida dengan katalis basa tidak digunakan dalam industri karena :

- a. Basa kuat membutuhkan pengolahan yang signifikan
- b. Memerlukan penghilangan basa sebelum distilasi
- c. Lebih banyak menghasilkan glikol tingkat tinggi
- d. Menghasilkan isomer diglikol yang tidak diinginkan

(McKetta dan Cunningham, 1990)

2.1.3. Hidrolisis propilen oksida tanpa katalis

Proses ini berlangsung pada tekanan tinggi, temperatur tinggi, dan tanpa katalis. Propilen oksida dan air direaksikan di tahap awal proses dengan

perbandingan molar sebesar 1 : 15. Air berlebih dalam proses tersebut menghasilkan propilen glikol, dipropilen glikol dan tripropilen glikol dengan perbandingan 100 : 10 : 1. Konversi yang dihasilkan dari proses ini mencapai 90%, pada reaksi yang berlangsung pada temperatur 180 - 220°C dengan tekanan 15 - 25 bar (Ullmann, 2012). Proses hidrolisis propilen oksida tanpa katalis merupakan proses yang umum digunakan dalam industri karena konversi yang dihasilkan tinggi serta peralatan proses dan bahan baku yang digunakan lebih sedikit dengan produk utama yang dihasilkan lebih banyak. Industri yang memproduksi propilen glikol dengan proses hidrolisis propilen oksida tanpa katalis contohnya pada pabrik Dow Chemical, yang terletak di Brazil, Jerman, dan Thailand.

1.6 Propilen Oksida



Gambar 2.1 Rumus Struktur Senyawa Propilen Oksida

Propilen oksida merupakan senyawa yang memiliki rumus kimia C₃H₆O. Kegunaan utama propilena oksida adalah dalam produksi polieter (komponen utama poliuretan) dan propilen glikol. Propilena oksida juga biasa digunakan dalam pengasapan bahan makanan, dalam pembuatan dipropilen glikol dan eter glikol, sebagai herbisida, sebagai pelarut, dan digunakan dalam pembuatan pelumas,

surfaktan, serta sebagai demulsifier (penghancur minyak) (US Environmental Protection Agency, 1987).

Berikut merupakan sifat fisis dan kimia propilen oksida:

A. Sifat fisis

- Berat molekul : 58,08 g/mol
- Titik didih : 34°C
- Titik beku : -112°C
- Densitas (25°C) : 0,83 g/cm³

(www.worldofchemical.com, 2018)

B. Sifat Kimia

- Reaksi dengan Air

Propilen oksida bereaksi dengan air dengan menggunakan katalis (katalis asam atau basa) dan tanpa katalis

- Reaksi dengan Amonia

Propilen oksida bereaksi dengan amonia akan membentuk mono, di, tri-isopropanalamina. Bereaksi dengan amina primer membentuk amina sekunder dan tersier.

- Reaksi dengan asam organik

Bereaksi dengan asam organik akan membentuk glikol monoeter.

(Kirk dan Othmer, 1983)

1.7 Air

Air adalah senyawa yang memiliki rumus kimia H_2O . Air merupakan suatu senyawa kimia berbentuk cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak memiliki rasa. Air mempunyai titik beku $0^{\circ}C$ pada tekanan 1 atm, titik didih $100^{\circ}C$ dan kerapatan $1,0 \text{ g/cm}^3$ pada temperatur $4^{\circ}C$ (Susana, 2003). Wujud air dapat berupa cairan, gas (uap air) dan padatan (es).

Berikut merupakan sifat fisis dan kimia senyawa air:

A. Sifat Fisis

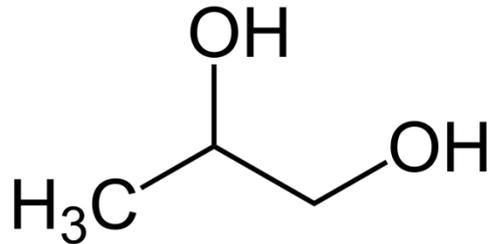
- Berat molekul : 18,02 g/mol
- Titik didih : $100^{\circ}C$
- Titik beku : $0^{\circ}C$
- Densitas ($25^{\circ}C$) : 0,99 g/ml
- Viskositas ($25^{\circ}C$) : 0,882 cp
- Suhu kritis : $374,1^{\circ}C$
- Tekanan kritis : 217,6 atm

B. Sifat Kimia

- Mudah melarutkan zat cair, padat maupun gas
- Merupakan reagent penghidrolis dalam proses hidrolisis

(Yaws, 2008)

1.8 Propilen Glikol



Gambar 2.2 Rumus Struktur Senyawa Propilen Glikol

Propilen glikol merupakan senyawa yang memiliki rumus kimia $C_3H_8O_2$ yang memiliki sifat fisik cair dan tidak berwarna. Propilen glikol ditentukan dengan kemurnian lebih besar dari 99,5 %. Propilen glikol, juga disebut propana-1,2- diol, merupakan cairan tak berwarna kental yang hampir tidak berbau tapi memiliki rasa agak manis. Propilen glikol merupakan senyawa yang dapat larut dalam berbagai pelarut, termasuk air, aseton, dan kloroform (US Environmental Protection Agency, 1987).

Propilen glikol biasanya diproduksi dalam skala besar, digunakan sebagai senyawa dasar dalam produksi *antifreeze*, senyawa poliester untuk industri atau komersial, pelarut dalam cairan deterjen dan cat manufaktur, serta digunakan sebagai bahan obat-obatan, makanan hewan peliharaan, industri tembakau, dan sebagai bahan aditif dalam makanan (Hernandez, 2001). Propilen glikol juga biasanya digunakan sebagai zat tambahan pada makanan seperti minuman berbasis kopi, pemanis cair, es krim, produk susu kocok dan soda.

Berikut merupakan sifat fisis dan kimia propilen glikol:

A. Sifat Fisis

- Berat molekul : 76,10g/mol

- Titik didih : 187°C
- Titikbeku : -57°C
- Densitas(25°C) : 1,033g/ml
- Viskositas(25°C) : 48,6cp

(Yaws, 2008)

B. Sifat Kimia

- Propilen glikol dapat bereaksi dengan air membentuk dipropilen glikol.
- Propilen glikol merupakan senyawa yang dapat larut dalam berbagai pelarut, termasuk air, aseton, dan kloroform
- Propilen glikol digunakan sebagai inisiator dalam katalis basa untuk menghasilkan mono (primer dan sekunder) dan dieter (polieterpoliol).
- Kondensasi propilen glikol dengan aldehid menghasilkan siklik asetal atau 4 metil 1,3dioksilan.

(Ullmann,1983)

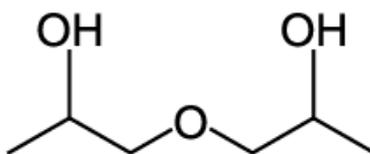
Saat ini di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi propilen glikol secara langsung. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri, maka indonesia harus mengimpor dari negara lain. Tabel 2.1 menunjukkan daftar pabrik propilen glikol yang beroperasi di dunia.

Tabel 2.1 Daftar Pabrik Propilen Glikol di Dunia

Nama Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
Asahi Denka Koygo KK	Jepang	100.000
Asahi Glass CO Ltd	Jepang	110.000
Sintorgan	Argentina	120.000
Dow Quimica	Brazil	120.000
F. MaiaSA	Brazil	100.000
Dow Chemical Jerman Inc.	Jerman	280.000
Dow Chemical Thailand	Thailand	30.000
Polioles SA	Meksiko	80.000
Industria derivados del Etileno SA	Meksiko	100.000
Arco Chemical Co	Amerika Serikat	140.000
Olin Brandenburg	AmerikaSerikat	35.000
Etoxyl CA	Cina	140.000
CNOOC/Shell Petrochemicals	Cina	60.000
Shanghai Gaoqiao Petrochemical	Jepang	15.000
Nihon Oxirane	Jepang	140.000
Tokyo Junyaku Koygo	Korea Selatan	20.000
Manali Petrochemical	India	150.000

(Sumber: ICIS, 2008)

2. Dipropilen Glikol



Gambar 2.3 Rumus Struktur Senyawa Dipropilen Glikol

Dipropilen glikol (DPG) adalah senyawa dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_3$. Dipropilen glikol merupakan cairan bening dan tidak berwarna, sedikit kental serta ukuran molekulnya jauh lebih higroskopis daripada glikol lainnya. Dipropilen glikol merupakan senyawa yang sangat larut dengan air dan senyawa organik lainnya seperti etanol, benzena, toluena, minyak jarak, karbon tetraklorida,

monoetanolamina dan dietanolamina. DPG juga merupakan pelarut yang sangat baik (*solvent* atau *cosolvent*). Kegunaan lain DPG adalah sebagai resin poliester buatan dan sebagai cairan transfer panas (Monument Chemical, 2018). Spesifikasi produk dipropilen glikol pada industri ditentukan dengan kemurnian lebih dari 99,9% (Dow Chemical Company, 2010). Berikut merupakan sifat fisis dan kimia senyawa dipropilen glikol:

A. Sifat Fisis

- Berat molekul : 134,2 g/mol
- Titik didih (1 atm): 232°C
- Titik beku : -40 °C
- Densitas(25°C) : 1,022 kg/L
- Viskositas(25°C) : 107 cp

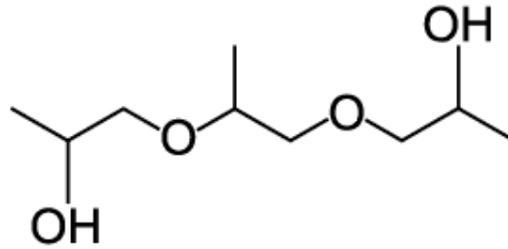
(Monument Chemical, 2018)

B. Sifat Kimia

- Dipropilen glikol lebih beracun dibandingkan propilen glikol
- Dapat terdekomposisi menjadi karbon monoksida dan karbondioksida

(Kirk dan Othmer, 1983)

3. Tripropilen Glikol



Gambar 2.4 Rumus Struktur Senyawa Tripropilen Glikol

Tripropilen glikol (TPG) adalah senyawa dengan rumus kimia $C_9H_{20}O_4$. Berikut merupakan sifat fisis dan kimia senyawa tripropilen glikol:

A. Sifat Fisis

- Berat molekul : 192,3g/mol
- Titik didih : 266-275°C
- Titik beku : -41°C
- Densitas (25°C) : 1,019g/cm³
- Viskositas (25°C) : 57,2 cp

(Yaws, 2008)

B. Sifat Kimia

Dapat terdekomposisi menjadi karbon monoksida dan karbon dioksida.

(Kirk dan Othmer, 1983)

Spesifikasi produk tripropilen glikol pada industri ditentukan dengan kemurnian lebih dari 96% (Dow Chemical Company, 2010).

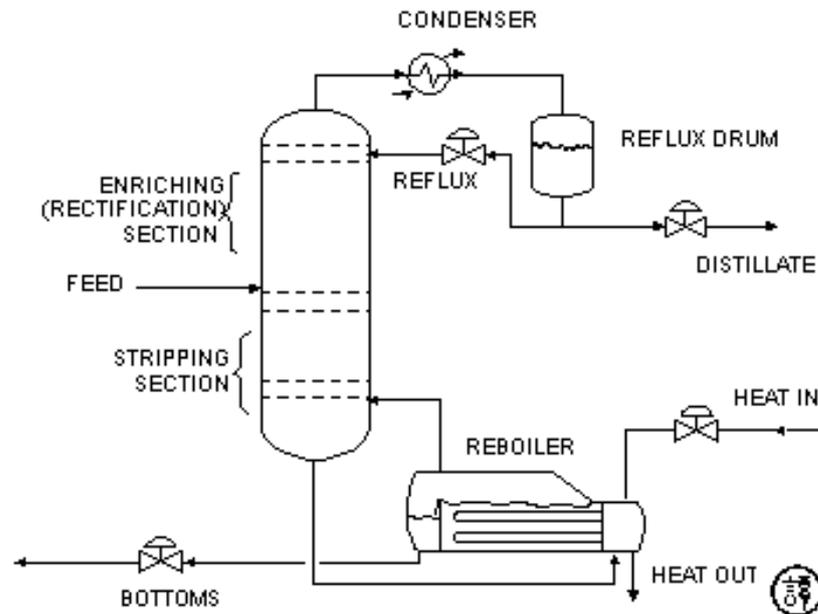
4. Distilasi

Distilasi adalah pemisahan komponen dari umpan cair berdasarkan perbedaan volatilitas antar komponen dalam suatu campuran. Distilasi merupakan metode yang paling umum digunakan untuk pemisahan campuran fluida homogen. Penguapan dan kondensasi campuran yang berulang memungkinkan pemisahan hampir sempurna dari sebagian besar campuran cairan yang homogen. Distilasi dapat digunakan untuk memisahkan komponen dalam suatu campuran biner (campuran yang terdiri dari dua komponen) maupun dalam campuran multikomponen (campuran yang terdiri lebih dari dua komponen) (Smith, 2000).

Distilasi memiliki beberapa keunggulan untuk pemisahan campuran cairan homogen, yaitu (Smith, 2000) :

1. Dapat digunakan pada berbagai laju aliran (*flow rate*) umpan. Distilasi dapat dirancang untuk pemisahan laju aliran sangat tinggi atau sangat rendah.
2. Dapat digunakan pada pemisahan campuran dengan berbagai konsentrasi umpan (*feed*).
3. Dapat menghasilkan kemurnian produk yang tinggi, dibandingkan dengan proses pemisahan lain yang hanya dapat digunakan untuk pemisahan sebagian (tidak dapat menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi).

Berikut merupakan skema rangkaian kolom distilasi dalam pemisahan komponen dalam suatu campuran.



Gambar 2.5 Skema Rangkaian Kolom Distilasi

Menara distilasi T-03 pada prarancangan pabrik propilen glikol digunakan untuk memisahkan senyawa dipropilen glikol dan tripropilen glikol dari campuran. Hasil atas (distilat) kolom berupa senyawa dipropilen glikol dengan kemurnian 99,2%, sedangkan hasil bawah menara distilasi berupa senyawa tripropilen glikol dengan kemurnian 96%.

Kinerja kolom distilasi dalam pemisahan komponen dalam suatu campuran dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi umpan (kondisi operasi umpan, laju alir umpan dan komposisi umpan), pengaruh kesetimbangan uap-cair (VLE) dari komponen pada campuran, kondisi operasi tray/packing, serta kondisi cuaca (Wahyudi, 2017).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan perhitungan menara distilasi T-03, diperoleh hasil rancangan menara distilasi T-03 dengan tipe *sieve tray column*. Nilai refluks operasi aktual sebesar 0,0666. Jumlah *plate* pada kolom distilasi yaitu berjumlah 26 buah, dengan letak *feed* (umpan) berada pada *plate* ke 7 dari bawah. *Tray spacing* (jarak antar *plate*) disusun dengan jarak 0,5 m. Hasil perhitungan dimensi menara distilasi diperoleh tinggi menara yaitu 13,2771 meter dengan diameter menara yaitu 0,7343 meter. 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 dipropilen glikol – tripropilen glikol dari hasil perhitungan untuk mengetahui kevalidan hasil perhitungan.
2. Dapat dilakukan penelitian simulasi metode distilasi pemisahan campuran dipropilen glikol dari tripropilen glikol 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 propilen glikol.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2017. Data Kebutuhan Propilen Glikol di Indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Benham, A.L., dan Kurata, F. 1955. Kinetics of the Catalyzed and Uncatalyzed Liquid-Phase Hydration of Propylene Oxide. *Journal of AIChE* .1(1)118–124
- Brownell, Lloyd E., Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design: Process Vessel Design*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Coulson and Richardson. 2005. *Chemical Engineering Design, Vol 6 4th ed.* . Oxford:Elsevier Ltd.
- Dow Chemical Company, 2010. Product Information: Glycols Specification.
- Hernandez, O. 2001. *1,2-Dihydroxypropane*. Amerika Serikat: Unep Publication
- ICIS. 2008. <https://www.icis.com/explore/commodities/chemicals/>.3 Desember 2018(12.43)
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1983. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Lyondell South Asia Pte Ltd. 2018. Safety Data Sheet Propylene Oxide. Singapore: Lyondellbasell.<https://www.lyondellbasell.com/en/chemicals/p/PROPYLENE-OXIDE> 28 November 2018(14.09)
- McKetta, J.J. and Cunningham, W. A. 1993. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York:Marcel Decker, Inc.
- Miller, D. J., dan Jackson, J. E. 2008. (12) Patent Application Publication (10) Pub. No. US 2008/0242898A1, 1(19).
- Monument Chemical. 2018. Technical Product Information: Dipropylene Glycol (DPG).
- Smith, R and M. Jobson. 2000. *Distillation*. Department of Process Integration. UMIST, Manchester, UK: Academic Press.
- Sulaiman, F. 2016. *Mengenal Industri Petrokimia*. Untirta Press:Banten. ISBN. 9786021013526.
- Susana, T. (2003). Air Sebagai Sumber Kehidupan, XXVIII(3), 17–25.
- Ullmann's. 1983. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA. Weinheim.

- Ullmann's. 2012. Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA. Weinheim.
- US Environmental Protection Agency. 1987. Summary Review of the Health Effects Associated with Propylene Oxide. EPA/600/8-86/007F. Environmental Criteria and Assessment Office, Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, Research Triangle Park, NC.
- Wahyudi, Nugroho Tri. 2017. Rancangan Alat Distilasi untuk Menghasilkan Kondensat dengan Metode Distilasi Satu Tingkat. Jurnal Chemurgy, Vol. 01, No.2, Desember 2017.
- World of Chemical. 2018. Product Information: Glycols Specification. <https://www.worldofchemical.com> 28 Desember 2019.
- Yaws, C.L. 2008. Thermodynamic and Physical Properties data. Singapore :Mc Graw Hill Book Co.