



**PRA-RANCANG PABRIK *PARAXYLENE*:
SPESIFIKASI KOLOM DISTILASI TIPE RADFRAC
DENGAN BAHAN BAKU TOLUENA BERBANTUAN
PIRANTI LUNAK SIMULASI PROSES**

Skripsi

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

Oleh

Anisa Witri Sofiarani

NIM. 5213415046

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

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Nama : Anisa Witri Sofiarani
NIM : 5213415046
Jurusan : Teknik Kimia
Judul : Pra-Rancang Pabrik Paraxylene: Spesifikasi Kolom Distilasi Tipe Radfrac dengan Bahan Baku Toluena Berbantuan Piranti Lunak Simulasi Proses

Skripsi ini telah disetujui untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas negeri Semarang.

Semarang, 5 Agustus 2019

Pembimbing,



Bayu Triwibowo, S.T., M.T.

NIP. 198811222014041001

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi dengan judul “Pra-Rancang Pabrik Paraxylene: Spesifikasi Kolom Distilasi Tipe Radfrac dengan Bahan Baku Toluena Berbantuan Piranti Lunak Simulasi Proses” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 13 Agustus 2019.

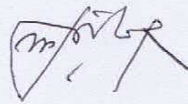
Oleh

Nama : Anisa Witri Sofiarani
NIM : 5213415046
Jurusan : Teknik Kimia

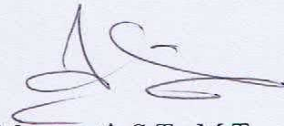
Panitia

Ketua

Sekretaris



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

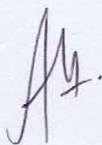


Dr. Megawati, S.T., M.T.
NIP. 197211062006042001

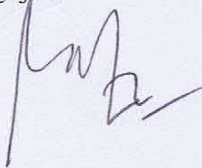
Penguji 2

Penguji 1

Pembimbing



Rr. Dewi Artanti P, S.T., M.T.
NIP. 198711192014042002



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



Bayu Triwibowo, S.T., M.T.
NIP. 198811222014041001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

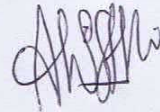
PERNYATAAN KEASLIAN

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, 5 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



Anisa Witri Sofiarani

NIM. 5213415046

MOTTO

Man Jadda WaJada

where there is a will there is a way

Barangsiapa bersungguh-sungguh pasti akan mendapatkan hasil

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 2015.
5. Sahabat saya Devi Septyana, Viona Widya Anugrahani, Shakin Ervita Oktaviani, serta Aditya Bagas Kurniawan yang selalu membantu dan mendukung saya.
6. Almameter 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 **“Pra-Rancang Pabrik Paraxylene: Spesifikasi Kolom Distilasi Tipe Radfrac dengan Bahan Baku Toluena Berbantuan Piranti Lunak Simulasi Proses”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata I Jurusan Teknik Kimia pada Universitas Negeri Semarang.

Dalam penyusunan Tugas Skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih 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 Universitas Negeri Semarang.
3. Bayu Triwibowo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, motivasi dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi.
4. Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T., dan Radenrara Dewi Artanti Putri, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberi masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan skripsi.
5. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun material.
6. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan Skripsi.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 5 Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Anisa Witri Sofiarani. 2019. “Pra-Rancang Pabrik Paraxylene: Spesifikasi Kolom Distilasi Tipe Radfrac dengan Bahan Baku Toluena Berbantuan Piranti Lunak Simulasi Proses”. Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Bayu Triwibowo, S.T., M.T.

Kebutuhan *paraxylene* di Indonesia mencapai 1,25 juta ton pertahun dan kapasitas *paraxylene* di dalam negeri 770.000 ton per tahun. Karena kurangnya kebutuhan *paraxylene* dalam negeri, hal tersebut menjadi salah satu latar belakang pendirian pabrik *paraxylene* dengan kapasitas 440.000 ton/tahun. Produksi *paraxylene* menggunakan proses metilasi toluena. Pada proses ini selain menghasilkan produk utama *paraxylene*.

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-02 pada prarancangan pabrik *paraxylene* dirancang untuk memisahkan komponen toluena dan. Penelitian ini menggunakan simulasi Aspen Plus untuk menghitung neraca massa. Perancangan kolom distilasi T-02 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 *paraxylene*. Berdasarkan hasil perancangan, kolom distilasi T-02 merupakan tipe *sieve tray column* dengan diameter menara sebesar 4,72 m dan tinggi menara sebesar 18,5 m. Dengan jumlah refluks 1,1063. Bahan konstruksi yang digunakan adalah *Carbon steel SA-283 Grade C*.

Kata Kunci: aspen plus, distilasi, *paraxylene*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	i
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Aspen Plus	5
2.2 Toluena	5
2.3 Metanol	7
2.4 Proses Metilasi Toluena.....	9
2.5 Pembentukan <i>Paraxylene</i> dari Bahan Baku Toluena.....	10

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Langkah-langkah Perhitungan	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
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 Kondisi Operasi Menara Distilasi T-02	19
4.5 Menghitung <i>Relatif Volatility</i>	23
4.6 Menentukan Jumlah Plate Minimum	24
4.7 Menentukan Refluks Minimum (R_m).....	25
4.8 Menentukan $R_{operasi}$	26
4.9 Menentukan Jumlah Stage Ideal	26
4.10 Menentukan Jumlah Plate	27
4.11 Menentukan Diameter Menara Distilasi T-02	31
4.12 Menentukan Liquid Flow Arrangement.....	44
4.13 Perhitungan Desain <i>Plate</i>	46
4.14 Perhitungan <i>Hole Area</i>	46
4.15 Perhitungan Jumlah <i>Hole</i>	48
4.16 Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	48
4.17 Perhitungan <i>Downcomer Backup Liquid</i>	49
4.18 Perhitungan <i>Residence Time</i>	51
4.19 Perhitungan <i>Perforated Area</i>	52
4.20 Perhitungan <i>Entrainment</i>	54

4.21 Menghitung Dimensi Menara Distilasi T-02	55
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Simpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Rangkaian Kolom Distilasi	11
Gambar 3.1 Skema pemisahan dipropilen glikol dan tripropilen glikol pada menara distilasi 3 (T-02)	13
Gambar 4.1 Skema Menara Distilasi T-02.....	16
Gambar 4.2 Pemilihan <i>Liquid Flow Arrangement</i>	44
Gambar 4.3 Hubungan Antara <i>Downcomer Area</i> dan <i>Weir Length</i>	45
Gambar 4.4 Koefisien <i>Discharge Sieve Tray</i>	51
Gambar 4.5 Hubungan θ , <i>chord length</i> , dan <i>chord height</i>	52
Gambar 4.6 Korelasi <i>entrainment</i> untuk <i>sieve tray</i>	54
Gambar 4.7 Desain <i>Head Vessel</i>	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi 2 (T-02).....	15
Tabel 4.2 Komposisi Umpan Menara Distilasi T-02	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang telah melakukan pembangunan di berbagai sektor, salah satunya adalah sektor industri. Sektor industri saat ini berperan besar dalam meningkatkan kemajuan negara. Salah satu sektor industri tersebut adalah industri kimia. Kebutuhan produk-produk petrokimia di Indonesia cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya, sehingga kebutuhan ekspansi di sektor petrokimia perlu dilakukan.

Salah satu bahan kimia yang sering digunakan adalah *paraxylene*. *Paraxylene* merupakan suatu senyawa yang digolongkan ke dalam hidrokarbon aromatik. *Paraxylene* dapat diolah menjadi berbagai macam produk akhir seperti pembuatan *purified terephthalic acid* (PTA) dan *dimethyl terephthalate* (DMT). *Purified terephthalic acid* (PTA) dan *dimethyl terephthalate* (DMT) dapat diolah sebagai bahan industri plastik maupun tekstil yang dapat disebut perantara polyester, serta dapat digunakan sebagai bahan film, resin fiber, *plasticizer*, bahan campur bensin, zat pengemulsi untuk fungisida dan insektisida, bahan penggosok dan lain sebagainya.

Paraxylene adalah bahan baku benang untuk pembuatan kain polyester. Diperkirakan kebutuhan *paraxylene* di Indonesia mencapai 1,25 juta ton per tahun dan kapasitas *paraxylene* di dalam negeri 770.000 ton per tahun yang dipasok dari TPPI Tuban dan RFCC Cilacap. Pasokan bahan baku petrokimia mengandalkan

impor, sehingga sektor industri petrokimia membutuhkan pabrik baru untuk menambah produksi *paraxylene* di Indonesia (Kemenperin, 2018).

Perancangan pabrik *paraxylene* ini menggunakan proses Metilasi Toluena. Bahan baku toluena didatangkan dari Singapore Petrochemical Complex dan PT Global Chemicals, Thailand dengan kapasitas produksi 145.000 ton/tahun dan 600.000 ton/tahun.

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).

Metode simulasi proses yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspen plus yang merupakan suatu program simulasi yang menggunakan hubungan antara besaran fisika seperti neraca massa, neraca panas, kesetimbangan termodinamika, persamaan kecepatan untuk memprediksi performance suatu proses seperti sifat aliran dan kondisi operasi ukuran alat, dan lain-lain. (Ghofar, A., dkk. 2017)

Pada pabrik *paraxylene* yang akan didirikan dengan kapasitas produksi 440.000 ton/tahun, menggunakan 2 buah menara distilasi dalam proses produksinya.

Menara distilasi 1 (T-01) digunakan untuk memisahkan *benzene* dengan *paraxylene* dan toluena, dan menara distilasi 2 (T-02) digunakan untuk memisahkan toluena dengan *paraxylene*. Proses distilasi sebagai pemisahan produk pada pendirian pabrik *paraxylene* 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. 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 tipe kolom distilasi pada menara distilasi T-02?
2. Bagaimana penentuan jumlah *plate* dan jumlah *stage*, pada menara distilasi T-02?
3. Bagaimana perhitungan menara distilasi T-2 untuk memperoleh kemurnian produk *paraxylene* yang optimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara khusus penelitian bertujuan untuk:

1. Menentukan penentuan tipe kolom distilasi pada menara distilasi T-02.
2. Menentukan penentuan jumlah *plate* dan jumlah *stage*, pada menara distilasi T-02.
3. Menentukan perhitungan menara distilasi T-02 untuk memperoleh kemurnian produk *paraxylene* yang optimum.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui prinsip distilasi dalam pemisahan campuran toluena dan *paraxylene*.
2. Mengetahui konfigurasi kolom distilasi T-02 pada pemisahan *paraxylene* untuk memperoleh kemurnian yang optimum.
3. Membuka peluang dan pengembangan industri-industri yang menggunakan bahan baku propilen glikol.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Aspen Plus

Aspen plus yang merupakan suatu program simulasi yang menggunakan hubungan antara besaran fisika seperti neraca massa, neraca panas, kesetimbangan termodinamika, persamaan kecepatan untuk memprediksi performance suatu proses seperti sifat aliran dan kondisi operasi ukuran alat, dan lain-lain. (Ghofar, A., dkk. 2017)

2.2 Toluena

Toluena adalah hidrokarbon aromatik yang banyak digunakan sebagai bahan baku industri dan sebagai pelarut. Penggunaan industri terbesar toluena adalah dalam produksi benzena, bahan kimia yang digunakan untuk membuat plastik dan serat sintetis. Toluena juga digunakan untuk meningkatkan oktan bensin. Ada tiga jenis berdasarkan kemurnian toluena yang tersedia di pasar: TDI (diisosiyanat toluena) grade kemurnian lebih dari 99%; nitrasi grade (98,5-100%), disebut demikian karena banyak digunakan untuk membuat nitrotoluene, tapi sekarang digunakan sebagai pelarut dan HAD (hidrodealkilasi)/TDP (toluena disproporsionasi) tanaman; dan kelas komersial (96%) untuk campuran bensin dan bahan baku HAD. (Simammora, 2015)

Berikut adalah sifat fisis dan kimia senyawa toluena:

a. Sifat Fisis

- Berat Molekul : 92,141 g/mol
- Titik Didih (P = 1 atm) : -111°C
- Titik Beku (P = 1 atm) : -95°C

- *Flash Point* : -4°C
- *Fire Point* : 480°C
- Densitas pada 25 °C : 0,87 kg/m³
- Temperatur Kritis : 318,64°C
- Volume Kritis : 0,3161 /mol
- Panas Pembakaran pada 25 °C tekanan konstan : 39130,3 kJ/mol
- Panas Penguapan pada 25 °C : 37,99 kJ/mol

- Panas Pembentukan delta ΔHf (kcal/mol)
 - Gas : 11,973
 - Cair : 2,867
- Entropi, S (kJ/ K)
 - Gas : 319,7
 - Cair : 219,6
- ΔGf₂₉₈: 29,199 kcal/mol

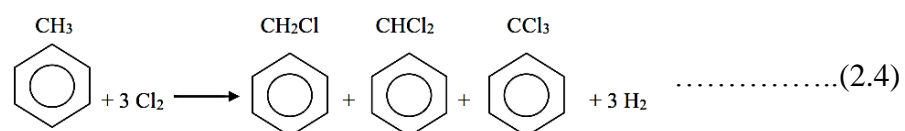
Sumber: (www.exxonmobilchemical.com/en)

b. Sifat Kimia

- Substitusi pada gugus metil

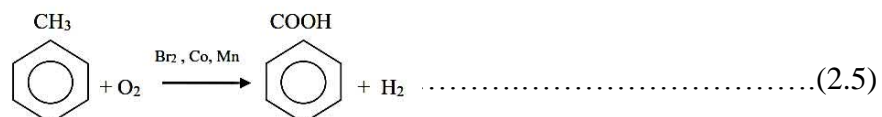
Reaksi ini bisa terjadi pada temperatur tinggi dan berupa reaksi radikal bebas. Untuk klorinasi pada suhu 100°C akan dihasilkan *benzylchloride* dan *benzyltrichloride*.

Reaksi :



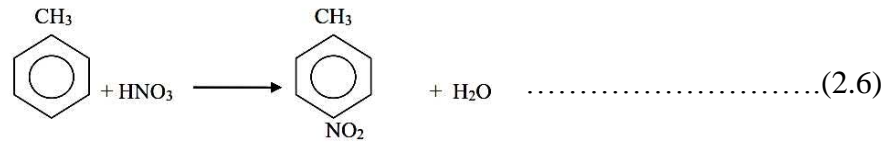
- Reaksi dengan oksigen dengan katalis bromina, kobalt, dan mangan menghasilkan asam benzoat.

Reaksi :



- Reaksi dengan asam nitrat akan terbentuk nitrotoluena.

Reaksi :



2.3 Metanol

Metanol adalah senyawa alkohol dengan rantai yang paling sederhana, bersifat cair, memiliki kalori mendekati bahan bakar minyak, dan proses pembuatannya sudah bisa disintetiskan, sehingga masalah persediaan bukan perkara yang sulit. Di Amerika Serikat, metanol telah digunakan sebagai bahan bakar alternatif, yaitu berupa metanol murni (M100) sebagai bahan bakar mesin dan campuran 85% metanol dengan 15% bensin tanpa timbal (M85). Penggunaannya mulai ditinggalkan sejak tahun 1998. Ada dua alasan yang mendasari hal ini, pertama kendaraan harus dimodifikasi secara khusus untuk menggunakan bahan bakar ini, dan kedua metanol ternyata bersifat racun yang bisa mematikan. (Kurdi, 2007)

Berikut adalah sifat fisis dan kimia senyawa methanol:

a. Sifat Fisis

- Fasa ($P = 1 \text{ atm}$; $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$) : cair
- Titik Didih ($P = 1 \text{ atm}$) : $64,85^\circ\text{C}$
- Titik Beku ($P = 1 \text{ atm}$) : $-97,8^\circ\text{C}$
- Densitas ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) : $0,78664 \text{ g/cm}^3$
- Indeks Bias ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) : $1,3287$

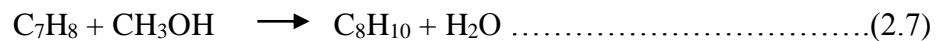
- Viskositas (25 °C) : 0,5513 mPa s
- Temperatur Kritis : 240°C
- Tekanan Kritis : 78,5 atm
- Panas Penguapan (64,7 °C) : 8340 kal/mol
- *Spesific Gravity* : 0,79 (Air=1)
- ΔH^0_{f298} : -48.24 kcal/mol
- ΔG^0_{298} : -39.042 kcal/mol

Sumber: (Perry, 1997)

b. Sifat Kimia

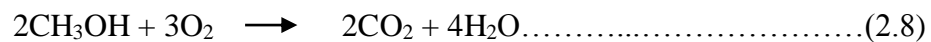
- Metilasi

Reaksi dengan toluena yang menghasilkan *paraxylene* dan air. Terjadi pada temperatur 440°C dan tekanan 1 atm.

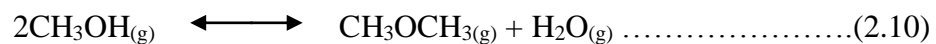
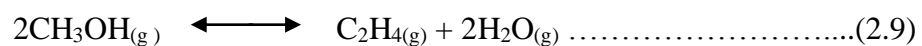


- Oksidasi

Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbondioksida dan air adalah sebagai berikut:



- Reaksi Dehidrasi

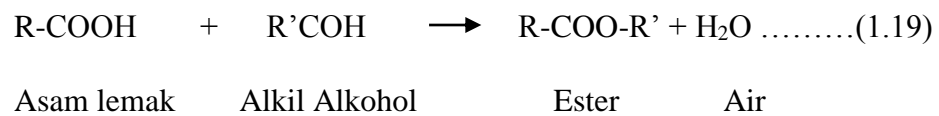


- Karbonilasi

Kebanyakan asam asetat murni dihasilkan melalui karbonilasi. Dalam reaksi ini, metanol dan karbon monoksida bereaksi menghasilkan asam asetat.

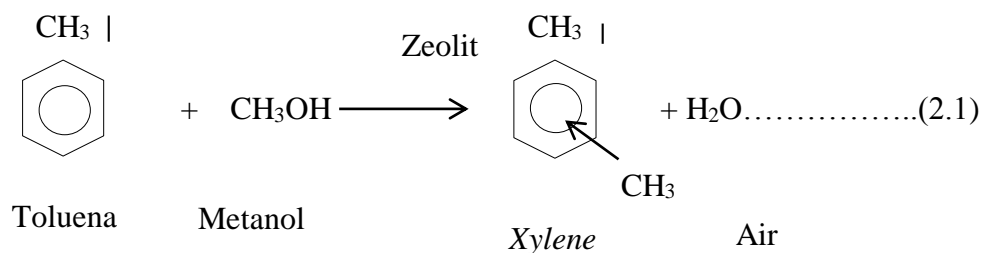
- Esterifikasi

Esterifikasi merupakan reaksi yang bersifat *reversible* dari asam lemak dengan alkil alkohol membentuk alkohol membentuk ester dan air.



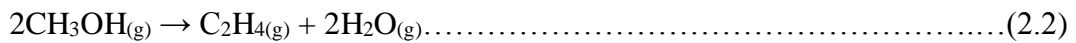
2.4 Proses Metilasi Toluena

Dalam memproduksi *paraxylene* dengan metode alkilasi toluena atau metilasi toluena dilakukan dengan mereaksikan toluena dan metanol sebagai pemberi gugus alkil. Metilasi toluena telah diketahui terjadi lebih pada katalis asam, khususnya pada zeolite atau katalis *zeolite-type*, seperti zeolite ZSM-5, zeolite beta dan katalis *silica alumunio phosphate* (SAPO). Reaksi ini berlangsung pada suhu 460°C (US 7,321,072 B2). Secara umum reaksi metilasi toluena dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Reaksi lain yang terbentuk adalah:

Dehidrasi metanol:

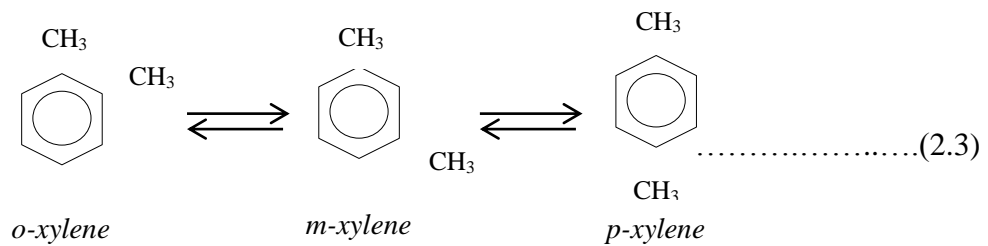


2.5 Pembentukan *Paraxylene* dari Bahan Baku Toluena

Proses pembuatan *paraxylene* melalui melalui reaksi metilasi toluene pada prinsipnya adalah pemindahan gugus methyl dari senyawa methanol ke senyawa toluene. Sehingga reaksi metilasi disebut juga pemindahan gugus metil dengan jalan difusi dari 1 mol metanol ke 1 mol toluene ke dalam permukaan katalis melalui pori-porinya. Senyawa metanol yang kehilangan gugus methylnya akan melepaskan gugus hidroksil (-OH) dan berikatan dengan atom H yang dilepas toluene dan membentuk senyawa H₂O, sementara *mixed xylenes* (orto, meta, para) dibentuk dari senyawa toluena yang menerima gugus metil.

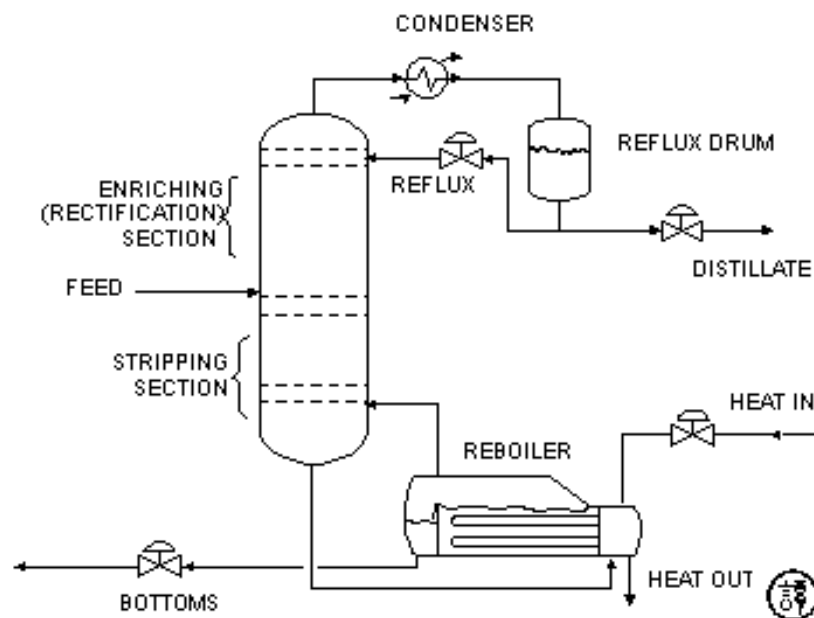
Paraxylene kemudian akan terbentuk dari proses isomerisasi *ortho* dan *meta xylene* dalam pori-pori katalis ZSM-5. Reaksi isomerisasi akibat dari difusifitas yang lebih rendah daripada difusivitas *paraxylene* sehingga berakibat terbentuknya isomer *paraxylene* juga dialami oleh *ortho-xylene* dan *meta-xylene* yang mana waktu tinggalnya lebih lama dalam katalis, sebelum permukaan katalis ditinggalkan oleh keduanya dengan gerakan difusi yang lambat.

Proses pembuatan *paraxylene* dari toluena berdasarkan pada reaksi metilasi dengan menggunakan katalis ZSM-5 memiliki reaksi sebagai berikut:



Xylene yang terjadi pada reaksi ini merupakan campuran antara isomer-isomer *xylene* (*mixed xylene*). Selain reaksi utama di atas, di dalam proses ini terjadi reaksi sekunder yaitu reaksi isomerisasi *o-xylene* dan *m-xylene*, yang kemudian pada akhirnya akan terbentuk *p-xylene* yang diinginkan.

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



Gambar 2.1 Skema Rangkaian Kolom Distilasi

Menara distilasi T-02 pada prarancangan pabrik *paraxylene* digunakan untuk memisahkan senyawa toluena dan *paraxylene* dari campuran. Hasil atas (distilat) kolom berupa senyawa toluena dengan kemurnian 99,9%, sedangkan hasil bawah (*bottom*) menara distilasi berupa senyawa *paraxylene* dengan kemurnian 99,1%.

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-02, diperoleh hasil rancangan menara distilasi T-02 dengan tipe *sieve tray column*. Nilai refluks operasi aktual sebesar 1,1063. Jumlah *plate* pada kolom distilasi yaitu berjumlah 55 buah, dengan letak *feed* (umpan) berada pada *plate* ke 12 dari atas. *Tray spacing* (jarak antar *plate*) disusun dengan jarak 0,3 m. Hasil perhitungan menara distilasi diperoleh tinggi menara yaitu 18,5 m dengan diameter menara yaitu 4,72 m. Menara distilasi dirancang menggunakan bahan konstruksi *Carbon steel SA-283 Grade C*, dengan tebal *shell* dan tebal *head* masing-masing sebesar 0,25 in.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh saran-saran sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian distilasi campuran toluene-*paraxylene* dari hasil perhitungan untuk mengetahui kevalidan hasil perhitungan.
2. Dapat dilakukan penelitian simulasi metode distilasi pemisahan campuran toluene dan *paraxylene* 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

- 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.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2018. Investasi Sektor Petrokimia Butuh Dana US\$ 6,8 Miliar. Diakses di [https://www.kemenperin.go.id/investasi-sektor-petrokimia-butuh-dana-US\\$-6,8Miliar](https://www.kemenperin.go.id/investasi-sektor-petrokimia-butuh-dana-US$-6,8Miliar)
- Ghofar, A., Sitorus, R. S., Destian, E. F., Tjahjono, E. W., Ismail, M., Tandirerung, M., Paramitasari, D. 2017. Simulasi dan Estimasi Kebutuhan Energi Sistem Gasifier dengan Bahan Baku Batubara Sumsel dan Kalsel. Pusat Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia.
- Kurdi, O., Arijanto. 2007. Aspek Torsi dan Daya pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Premium-Methanol. Rotasi: Vol.(9), No.(2)
- 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).
- Perry, Robert H, Green, Don W. 1997. *Perry's Chemical Engineers'*, 7th ed. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Simmamora, N., Harahap, M. H. 2015. Pengaruh Penambahan Styrofoam dengan Pelarut Toluena terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Ringan. Jurnal Einstein 3(1)(2015): 15-22
- Smith, R and M. Jobson. 2000. Distillation. Department of Process Integration. UMIST, Manchester, UK: Academic Press.
- 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.