



**PRA-DESAIN PABRIK PARAXYLENE :
TINJAUAN KHUSUS ANALISIS UTILITAS
DENGAN PROSES METILASI TOLUENA
BERBASIS PERHITUNGAN BERBANTUAN
PROSES SIMULASI**

Skripsi

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

Oleh

Miftahul Sa'diyah

NIM. 5213415004

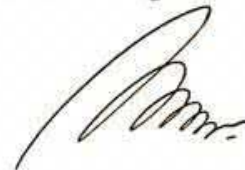
**TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Nama : Miftahul Sa'diyah
NIM : 5213415004
Jurusan : Teknik Kimia
Judul : Pra-Desain Pabrik *Paraxylene*: Tinjauan Khusus Analisis Utilitas
Dengan Proses Metilasi Toluena Berbasis Perhitungan Berbantuan
Proses Simulasi

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

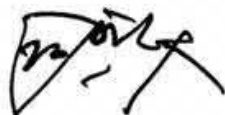
Skripsi dengan judul “Pra-Desain Pabrik *Paraxylene*: Tinjauan Khusus Analisis Utilitas Dengan Proses Metilasi Toluena Berbasis Perhitungan Berbantuan Proses Simulasi” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 12 Agustus 2019.

Oleh

Nama : Miftahul Sa'diyah
NIM : 5213415004
Jurusan : 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



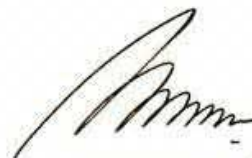
Dr. Widi Astuti, S.T., M.T.
NIP. 197310172000032001

Penguji 1



Dr. Astrilia Damayanti, S.T., M.T.
NIP. 197309082006042001

Pembimbing



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

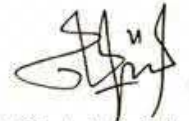
PERNYATAAN KEASLIAN

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,



Miftahul Sa'diyah

NIM. 5213415004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Jangan pernah iri, jangan pernah dengki, takdir sudah mengisi, yakinlah bahwa Allah SWT tak kan pernah mengingkari janji.”

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

Sa'diyah, Miftahul. 2019. "Pra-Desain Pabrik *Paraxylene* : Tinjauan Khusus Analisis Utilitas Dengan Proses Metilasi Toluena Berbasis Perhitungan Berbantuan Proses Simulasi". Skripsi. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

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

Kebutuhan *paraxylene* di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, *paraxylene* digunakan sebagai bahan baku *Purified terephthalic acid* (PTA) dan *dimethyl terephthalate* (DMT). Perancangan pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena yaitu toluena direaksikan dengan metanol menggunakan katalis ZSM-5. Perancangan pabrik *paraxylene* kapasitas 440.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku toluena sebesar 1.534.508,9 ton/tahun, dan metanol sebesar 767.254,5 ton/tahun.

Lokasi pabrik direncanakan di Kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur. Bahan baku toluena diimpor dari Thailand dan Cina, sedangkan metanol diperoleh dari Kalimantan Timur. Reaksi pembentukan *paraxylene* berlangsung di dalam *reactor fixed bed multitube* pada suhu 400°C dan tekanan 3 atm, dengan perbandingan massa bahan baku 2:1.

Peralatan proses yang digunakan antara lain tangki penyimpanan, pompa, *mixer*, *furnace*, reaktor, menara distilasi, *expansion valve*, *cooler*, *flashdrum*, *decanter*, kondensor, akumulator, reboiler. Utilitas yang diperlukan adalah air sebesar 24.646,1 m³/hari. Kebutuhan *steam* sebanyak 2.023,01 m³/hari, menggunakan jenis boiler *water tube*. Kebutuhan listrik sebesar 2.541,24 kW yang diperoleh dari PLN dan digunakan generator jika suplai listrik dari PLN kurang.

Kata kunci: Industri, *Paraxylene*, Utilitas

PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Skripsi yang berjudul “Pra-Desain Pabrik *Paraxylene* : Tinjauan Khusus Analisis Utilitas Dengan Proses Metilasi Toluena Berbasis Perhitungan Berbantuan Proses Simulasi”. Tugas Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Jurusan Strata 1 untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, 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. Astrilia Damayanti, S.T., M.T., dan Dr. Widi Astuti, S.T., MT. 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

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	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Paraxylene</i>	6
2.2 <i>Meta-xylene</i>	7
2.3 <i>Ortho-xylene</i>	8
2.4 Metode Produksi <i>Paraxylene</i>	8
2.5 Kegunaan Produk	12
2.6 Utilitas	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Prosedur Kerja.....	14
3.4 Diagram Alir Penelitian	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Unit Pendukung Proses	17
4.2 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	18
4.3 Unit Pengadaan Steam	33
4.4 Unit Pengadaan Listrik	36
4.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar	41
4.6 Unit Udara Tekan	41
4.7 Unit Pengolahan Limbah	42
BAB V PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Pemilihan Lokasi Pabrik <i>Ethanolamine</i>	2
Tabel 2.2 Penggunaan <i>Paraxylene</i> dalam Industri.....	20
Tabel 4.1 Syarat Air Pendingin	69
Tabel 4.2 Syarat Umpan Air <i>Boiler</i>	69
Tabel 4.3 Kebutuhan Air Pendingin	76
Tabel 4.4 Jumlah Kebutuhan Air Umpan Boiler	78
Tabel 4.5 Jumlah Kebutuhan Air Untuk Pabrik	79
Tabel 4.6 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses	83
Tabel 4.7 Total Lumen Kebutuhan Listrik di Dalam Ruangan.....	84
Tabel 4.8 Total Lumen Kebutuhan Listrik di Luar Ruangan.....	84
Tabel 4.9 Kebutuhan AC	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumus Molekul <i>Paraxylene</i>	7
Gambar 2.2 Rumus Molekul <i>Meta-xylene</i>	7
Gambar 2.3 Rumus Molekul <i>Ortho-xylene</i>	8
Gambar 4.1 Blok Diagram Pengolahan Air Laut.....	71

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 (Benu et al, 2017).

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 (Kirk & Othmer, 2010)

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, PT Global Chemicals, Thailand, Qingdao Hailifeng Chemical industry, Di Ao International Trade, PT Pertamina, dan PT TPPI (Ashraf et al, 2013).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2017) diketahui bahwa kebutuhan *paraxylene* di Indonesia cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya, namun sampai saat ini kebutuhan *paraxylene* di Indonesia untuk industri asam terephtalat hanya dipenuhi oleh PT. Pertamina (220.000 ton/tahun) dan PT. TPPI (550.000 ton/tahun). Kebutuhan *paraxylene* dalam negeri dapat dipenuhi dengan mendirikan pabrik *paraxylene*, sehingga dapat mengurangi impor *paraxylene* dari negara lain, serta dapat menghemat devisa negara untuk mengimpor bahan tersebut serta menciptakan lapangan pekerjaan dan mengurangi masalah pengangguran di Indonesia.

Pada saat ini di era industri yang semakin maju dan bersaing, termasuk industri kimia seperti industri perminyakan dan gas perlu diadakan simulasi proses untuk mengoptimalkan kondisi operasi yang ada di industri sehingga dihasilkan produk yang optimal. Simulasi yang dilakukan perlu dilakukan

teknik optimasi untuk mendapatkan hasil produk yang lebih baik dan murah, serta proses yang lebih efisien. Pada era perkembangan arus teknologi yang semakin pesat ini menuntut seorang sarjana teknik kimia untuk menguasai software-software teknik kimia yang juga mengalami perkembangan yang luar biasa. Hal ini dapat kita manfaatkan untuk melakukan optimasi terhadap proses yang ada untuk memajukan perindustrian di Indonesia. Salah satu software yang dapat digunakan untuk mensimulasikan suatu proses dalam industri adalah *Aspen Plus*.

1.2 Identifikasi Masalah

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

1. *Paraxylene* merupakan bahan baku kimia penting, tetapi kapasitas pabrik *paraxylene* di Indonesia belum memenuhi sehingga masih impor.
2. Utilitas merupakan unit pendukung proses sebagai penunjang keberlangsungan proses.
3. Kebutuhan utilitas meliputi kebutuhan air, steam dan listrik.

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. *Paraxylene* merupakan produk yang akan dimurnikan dan dipisahkan pada serangkaian alat pabrik *paraxylene* dari toluena, *benzene* dan etilen

2. Utilitas adalah unit pendukung proses pabrik *paraxylene* yang akan di analisis pada penelitian ini.
3. Kebutuhan air, *steam* dan listrik yang akan dianalisis dalam pemnelitian ini.

1.4 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kemurnian produk *paraxylene* yang dihasilkan dari proses metilasi toluena ?
2. Bagaimana analisis unit pendukung proses pada pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena?
3. Bagaimana analisis kebutuhan air, *steam* dan listrik pada pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemurnian produk *paraxylene* dengan proses metilasi toluena.
2. Mengetahui analisis unit pendukung proses pada pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena.
3. Mengetahui kebutuhan air, *steam* dan listrik pada pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Bagi lingkungan dan masyarakat

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

2. Bagi IPTEK

Memberikan informasi bahwa kebutuhan utilitas pada pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena meliputi kebutuhan air, *steam* dan listrik.

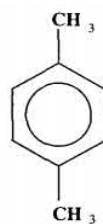
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produk Pada Pabrik *Paraxylene*

2.1.1 *Paraxylene*

Paraxylene merupakan bahan dasar untuk industri poliester. Ketika *paraxylene* dioksidasi dalam fase cair menghasilkan monomer penting yaitu asam tereftalat. Asam tereftalat murni (PTA) selanjutnya diproduksi menjadi poliester. Secara industri, *paraxylene* diperoleh melalui pemisahan isomer *xylene* yang diproduksi dalam proses petrokimia atau melalui Proses Disproporsionasi Toluena Selektif Mobile (MSTDSP) dengan adsorpsi selektif atau teknik kristalisasi mendalam dingin. Proses produksi *paraxylene* yang paling ekonomis dan efisien menggunakan proses selektif metilasi toluena, metanol sebagai donor alkilasi, *paraxylene* sebagai produk utama, dan pemanfaatan toluena dapat dimaksimalkan dengan dihasilkannya lebih sedikit produk akhir (Wang, 2017). Adapun rumus molekul *paraxylene* ditunjukkan oleh Gambar 2.1.



(Vogels, 1996)

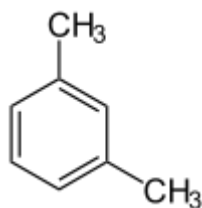
Gambar 2.1 Rumus Molekul *Paraxylene*

Paraxylene digunakan untuk membuat asam tereftalat (TPA), asam tereftalat murni (TPA) dan *dimethyl-terephthalate* (DMT). Ketiga bahan

tersebut digunakan untuk digunakan untuk membuat *polietilen terephthalate* (PET). *Polietilen terephthalate* (PET) adalah bahan utama dalam berbagai serat dan film plastik dan dikenal sebagai komponen utama dari botol soda plastic, botol detergen, botol untuk berbagai pembersih rumah tangga dan make-up, dan digunakan dalam x-ray film *orographic*. Selain itu, kandungan PET juga terdapat dalam kemasan makanan dan juga berfungsi sebagai serat poliester seperti pakaian dan kain rumah (Kirk dan Othmer, 2011).

2.1.2 *Meta-xylene*

M-xylene merupakan senyawa hidrokarbon aromatik yang tidak berwarna dan mudah terbakar, dimana termasuk salah satu dari tiga isomer *dimethylbenzene* yang dikenal sebagai *xylene*. M- adalah singkatan dari meta, yang menunjukkan bahwa dua gugus metil dalam m-xylene menempati posisi 1 dan 3 pada cincin benzena. Adapun rumus molekul *m-xylene* ditunjukkan oleh Gambar 2.2



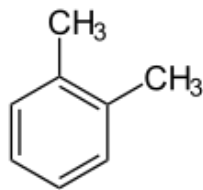
Gambar 2.2 Rumus Molekul *Meta-xylene*

Penggunaan utama *m-xylene* adalah dalam produksi asam *isophthalic*, yang digunakan sebagai monomer kopolimerisasi untuk mengubah sifat-sifat polietilena tereftalat. Konversi *m-xylene* menjadi asam *isophthalic* memerlukan oksidasi katalitik. *M-xylene* juga digunakan sebagai bahan baku dalam

pembuatan 2,4- dan 2,6- *xylidine* serta sebagai bahan kimia dengan volume yang lebih kecil (Kirk dan Othmer, 2011).

2.1.3 *Ortho-xylene*

Ortho-xylene adalah senyawa hidrokarbon aromatik dengan rumus $C_6H_4(CH_3)_2$ dengan dua substituent metil yang terikat pada atom karbon yang berdekatan dari cincin benzena. Adapun rumus molekul *o-xylene* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Rumus Molekul *Ortho-xylene*

O-xylene sebagian besar digunakan dalam produksi *phthalic anhydride*, yang merupakan prekursor banyak bahan obat-obatan dan bahan kimia lainnya (Kirk dan Othmer, 2011).

2.2 Metode Produksi *Paraxylene*

2.2.1 Ekstraksi Aromatis

Pada proses ini, *feed* yang mengandung campuran senyawa aromatis, paraffin, dan nafta setelah dipanaskan dengan rafinat (sebagian besar terdiri dari paraffin, isoparaffin, dan sikloparaffin), dikontakkan secara *counter current* dengan larutan tetraetilen glikol encer dalam kolom ekstraksi. Solvent panas yang mengandung senyawa aromatis *benzene*, *toluene*, *xylene* (BTX) didinginkan dan dimasukkan melalui puncak kolom *stripper*. Ekstrak aromatis

kemudian dimurnikan dengan cara distilasi-ekstraktif dan dipisahkan dari *solvent* dengan cara *steam stripping*.

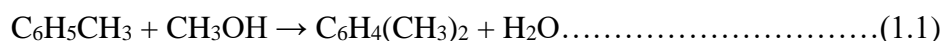
Ekstrak yang mengandung *benzene*, *toluene*, *xylene*, dan *ethylbenzene* kemudian dipisahkan. *Benzene* dan *toluene* diperoleh secara terpisah, sedang *ethylbenzene* dan *xylene* diperoleh sebagai campuran dan untuk memisahkannya dilakukan dengan teknik *superfractionation*.

Untuk proses pemisahan *p-xylene* dari isomer-isomer *xylene* lainnya (*orthoxylened* dan *metaxylen*) dilakukan dengan proses adsorpsi. Melalui proses ini, *overall yield p-xylene* yang diperoleh dapat mencapai 90% (The UOP ED Sulfolane patent, 1979).

2.2.2 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 400°C (Ashraf et al, 2013). Secara umum reaksi metilasi toluena dapat diilustrasikan sebagai berikut:

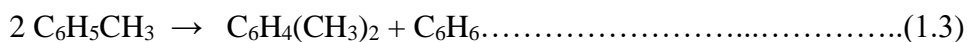
- *Toluene methylation (main reaction):*



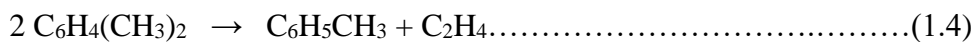
- *Methanol dehydration:*



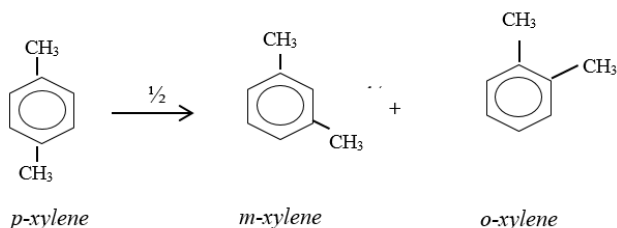
- *Toluene diproportionation:*



- *p-xylene dealkylation:*

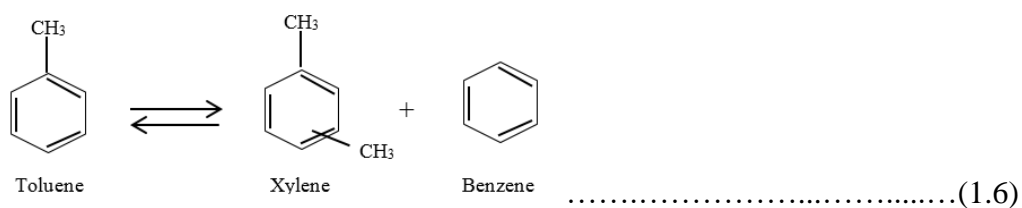


- *P-xylene isomerization:*



2.2.1 Disproporsionasi Toluena

Proses disproporsionasi toluena merupakan proses transkilasi secara katalitik, dimana toluena dikonversi menjadi *benzene* dan *xylene*. Dua mol toluena menjadi satu *benzene* dan satu *xylene*, seperti gambar berikut ini:



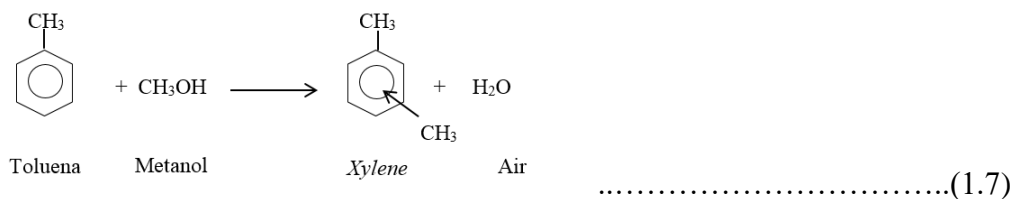
Xylene yang terbentuk dari campuran ini adalah campuran *xylene* dan *benzene*. *Paraselectivity* adalah jumlah proporsi *p-xylene* dalam total campuran *xylene*. Dari percobaan yang dilakukan didapatkan bahwa penggunaan katalis modifikasi ZSM-5 pada reaksi disproporsionasi toluena akan memberikan konsentrasi 70-90% *p-xylene* dalam campuran *xylene* tersebut. Berdasarkan

perbandingan proses produksi *paraxylene*, maka perbandingan masing-masing proses ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Proses Produksi *Paraxylene*.

Keterangan	Ekstraksi Aromatis	Metilasi Toluena	Disproporsionasi Toluena
Konversi	-	20%	29%
Kemurnian <i>Paraxylene</i>	88%	95%	90%
Suhu Operasi	430-450°C	400°C	450 °C
Bahan baku	Bahan baku mahal berbasis minyak bumi	Toluena dan Metanol mudah didapatkan dari sintesis gas alam	Toluena bahan baku terbatas

Proses pembuatan *paraxylene* yang dipilih adalah proses metilasi toluena. Proses reaksi metilasi toluena pada prinsipnya adalah proses yang mereaksikan toluena dengan metanol sebagai pemberi gugus alkil/gugus metil. Senyawa metanol yang kehilangan gugus metil akan menyisakan gugus hidroksi (-OH). Gugus hidroksil tersebut akan berikatan dengan atom H dari toluena yang akan membentuk senyawa air (H₂O). Atom H dilepaskan oleh toluena untuk menerima gugus metil yang diberikan oleh metanol sehingga membentuk senyawa *mixed xylene* (*ortho*, *meta*, dan *para-xylene*). Jadi dalam reaksi ini, 1 mol toluena dan 1 mol metanol akan dipecah menjadi 1 mol *xylene* dan 1 mol air, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



2.3 Kegunaan Produk

Paraxylene (dimetil-benzena) merupakan suatu cairan yang tak berwarna, mudah terbakar, dan beracun. Kegunaan *paraxylene* adalah sebagai bahan baku pada pembuatan *purified terephthalic acid* (PTA) dan *dimethyl terephthalate* (DMT). Selain itu *paraxylene* sering digunakan bersama dengan toluena sebagai solven dalam industri kimia. Gambaran proses penggunaan *paraxylene* dalam industri kimia dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Penggunaan *Paraxylene* dalam Industri.

No	Jenis Penggunaan	Proses Pemakaian
1.	PTA	Bahan baku produk intermediate PTA.
2.	Solven penguapan	Ditambahkan pada zat yang akan diuapkan sehingga prosesnya lebih cepat.
3.	<i>Xylidine</i>	Nitrasi <i>xylene</i> menjadi <i>nitroxylene</i> dan diubah menjadi <i>xylidine</i> .
4.	Petroleum	Sebagai campuran bensin dengan knocking yang tinggi.
5.	Emulsifier	Pelarut <i>toxaphene</i> dan <i>heksaklorobenzene</i> .
6.	Solven resin	Pelarut resin alam, fenol murni, vnil styrena, resin ackrilik, fenol formaldehid.
7.	Pewarna	Digunakan dalam fotografi, batik, dll.

2.3 Utilitas

Utilitas merupakan penunjang keberlangsungan proses didalam pabrik

Unit pendukung proses meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit ini berfungsi untuk menyediakan air mulai dari pengolahannya hingga siap digunakan sebagai air proses, air sanitasi, air pemadam kebakaran, dan air pendingin.

2. Unit Penyediaan *Steam*

Unit ini berfungsi menghasilkan fluida pemanas pada alat-alat perpindahan panas.

3. Unit Pengadaan Listrik

Unit ini menyediakan listrik yang berfungsi untuk tenaga penggerak dari peralatan proses maupun untuk penerangan.

4. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan bahan bakar peralatan proses.

5. Unit Pengadaan Udara Bertekanan

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara bertekanan untuk keperluan proses seperti udara bertekanan untuk instrumentasi peralatan, keperluan laboratorium, serta untuk peralatan pendukung utama.

6. Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah buangan sebelum dibuang ke lingkungan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Kemurnian *paraxylene* yang dihasilkan dengan proses metilasi toluena yakni 95%.
2. Analisis unit pendukung proses pada pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena meliputi unit penyediaan dan pengolahan air, unit penyediaan *steam*, unit pengadaan listrik, unit penyedia bahan bakar, unit pengadaan udara bertekanan, unit pengolahan limbah atau air buangan.
3. Utilitas yang diperlukan adalah air sebesar 24.646,1 m³/hari. Kebutuhan *steam* sebanyak 2.023,01 m³/hari, menggunakan jenis boiler *water tube*. Kebutuhan listrik sebesar 2.541,24 kW yang diperoleh dari PLN dan digunakan generator jika suplai listrik dari PLN kurang.

5.2 Saran

1. Perlu variasi analisis utilitas untuk menunjang keberlangsungan proses di dalam pabrik *paraxylene* dengan proses metilasi toluena.
2. Perlu dilakukan variasi kualitas kebutuhan air, *steam* dan listrik untuk meningkatkan kualitas kemurnian produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2019. <https://www.alibaba.com>. Diakses pada tanggal 10 Juli 2019.
- Aries, Robert S, Newton Robert D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Ashraf, M. T., Chebbi, R., & Darwish, N. A. 2013 . *Process of p - Xylene Production by Highly Selective Methylation of toluene*.
- ASME Guidelines for Water Quality in Mode rn Indutrial Water Tube for Reliable Continous Operation. 1994. <http://waterracorp.com>. Diakses pada 20 Mei 2019.
- ASME Water Quality Standard for Cooling water, Cold water, Hot water, Makeup water (JRA GL02-1994). 1994. <http://www.mech.co.jp/> Diakses pada 20 Mei 2019.
- Bank Indonesia. 2018. www.bi.go.id. Diakses pada 1 Agustus 2019.
- Badan Pusat Statistika Bontang. 2014. *Banyaknya Pencari Kerja Yang Terdaftar Menurut Tingkat Pendidikan, Status, Dan Jenis Kelamin Di Kota Bontang, Tahun 2013*. Bontang : Badan Pusat Statistika. Diakses di <https://bontangkota.bps.go.id/banyaknya-pencari-kerja-yang-terdaftar-menurut-tingkat-pendidikan-status-dan-jenis-kelamin-di-kota-bontang-tahun-2013>.
- Badan Pusat Statistika Bontang. 2017. *Perkembangan Ketenagakerjaan Menurut Kegiatan Utama Usia 15 Tahun ke Atas Keadaan Bulan Agustus Tahun 2010-2016 (Jiwa)*. Bontang : Badan Pusat Statistika. Diakses di <https://bontangkota.bps.go.id/perkembangan-ketenagakerjaan-menurut-kegiatan-utama-usia-15-th-keatas-keadaan-bulan-agustus-tahun-2010-2016>.
- Badan Pusat Statistika. 2017. *Data Ekspor Paraxylene di Indonesia*. Diakses di <https://bps.go.id/data-ekspor-paraxylene-di-Indonesia>.
- Badan Pusat Statistika. 2017. *Data Impor Paraxylene di Indonesia*. Diakses di <https://bps.go.id/data-impor-paraxylene-di-Indonesia>.
- Brown, George G. 1950. *Unit Operation*. CBS Publisher. New Delhi.
- Brownell, Lloyd E, Young, Edwin H. 1959. *Process Equipment Design: Process Vessel Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Bureau of Street Lightning. 27 Juli 2019. <http://www.bsl.lacity.org/>
- Diode Dynamics. 29 Juli 2019. <https://www.diodedynamics.com/>
- Greet. 2010. *The Greenhouse Gases, Regulated Emmisions, and Energy Use in Transportation Model*. Argonne National Laboratory.
- Himmelblau, D.M. and Riggs, J.B. 2004. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Prentice Hall Professional Teacher References.,United State of America.
- Honeywell UOP. 20 Mei 2019

- John, I., Breen, P., Gb, B., Burch, R., Gb, A., Collier, J., ... Gb, R. (2008). (12)
United States Patent (45) Date of Patent : 2(12).
- Justia Patents. 2018. *Aromatics Extraction Process*. Diakses di <https://patents.justia.com/pate>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).
- Kern, Donald Q. 1965. *Process Heat Transfer*. The McGraw-Hill Companies, Inc. Tokyo.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 2010. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Kurs Bank Indonesia. 2019. <https://www.bi.go.id>. Diakses pada tanggal 1 Agustus 2019.
- Matches. 2019.<https://www.matche.com/equipcost>. Diakses pada tanggal 31 Juli 2019.
- Pajak Online.2019.www.pajakonline.com. Diakses pada tanggal 30 Juli 2019
- Pemerintah Kota Bontang. 2018. Geografis Kota Bontang. Diakses di <https://bontangkota.go.id/geografis>.
- Perry, R.H and Green, D.W. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th edition. Mc Graw-Hill Book Co. New York.
- Pubchem. 2018. *Methanol*. Diakses di <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/18177619>
- Pubchem. 2018. *Paraxylene*. Diakses di <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/18177619>
- P, Shri. 1983. *Spesification For Feed Water, Boiler Water, dan Condensate For High Pressure Boiler*. New delhi: Indian Standar ds Institution
- Smith, J.M, Van Ness, H.C, Abbott, M.M. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 6th ed. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Ulrich, G D., 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.