

**PRARANCANGAN PABRIK  
PARAXYLENE DARI PROSES SELEKTIVITAS ALKILASI  
TOLUENE KAPASITAS 225.000  
TON/TAHUN  
SKRIPSI**

Oleh:  
**WILUJENG HANI ISTIQOMAH**  
2015 1023 5018



**PROGAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA BEKASI  
2019**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Paraxylene dari Proses  
Selektivitas Alkilasi Toluene Kapasitas 225.000  
ton/tahun

Nama Mahasiswa : Siti Fatimah (2015 1023 5014)  
Wilujeng Hani Istiqomah (2015 1023 5018)

Program Studi / Fakultas : Teknik Kimia / Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Juli 2019



## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Paraxylene Dari Proses Selektivitas Alkilasi Toluene Kapasitas 225.000 Ton/Tahun  
Nama Mahasiswa : Wilujeng Hani Istiqomah  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2015 1023 5018  
Program Studi / Fakultas : Teknik Kimia / Teknik  
Tanggal Pengujian : 22 Juli 2019

Bekasi, 05 Agustus 2019

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Elvi Kustiyah, S.T., M.T. .....

NIDN. 0306087403

Penguji I : Mutia Annisa, Marsya S.T., M.Eng. .....

NIDN. 0313079301


Penguji II : Muhammad Ridwan, S.Si., M.Eng., Ph.D. .....

NIDN. 0307088205

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia

Dekan  
Fakultas Teknik

  
Ir. Hernowo Widodo, M.T.  
NIDN. 0309026705

  
Ismaniah, S.Si, M.M.  
NIDN. 0309036503

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Skripsi yang berjudul

Prarancangan Pabrik Prarancangan Pabrik *Paraxylene* dari Proses Selektivitas Alkilasi *Toluene* Kapasitas 225.000 Ton/Tahun.

Ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ilmiah ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan Skripsi ini dipinjam dan digunakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan Skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Bekasi, 05 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



**Wilujeng Hani Istiqomah**

2015 1023 5018

## ABSTRACT

The development and growth of the industry is part of a long-term economic development effort aimed at creating a solid and balanced economic structure. The chemical industry which has a profound effect on other chemical industries in Indonesia is paraxylene. Paraxylene is one of the most important xylene isomers, because it is used as a raw material for purified terephthalic acid (PTA) and dimethyl terephthalate (DMT), both of which are raw materials for the manufacture of polyethylene terephthalate (PET) polypropylene terephthalate (PPT) and polybutene terephthalate (PBT), both of which are raw materials for the manufacture of polyethylene terephthalate (PET) polypropylene terephthalate (PPT) and polybutene terephthalate (PBT). . In addition, paraxylene is also widely used for manufacturing fiber, bottles, tire fibers and others.

The plant is planned to be established in 2023 in Tuban, East Java with a capacity of 225,000 tons / year. The factory works continuously 24 hours a day and 330 days / year. The number of employees employed is 127.

The manufacture of paraxylene uses toluene as a raw material with a purity of 99% by weight and methanol with a purity of 99.5% by weight using the toluene alkylation method using a ZSM 5 type catalyst. The paraxylene produced has a purity of 99.9% by weight.

Based on the results of economic analysis, obtained Return on Investments (ROI) of 44.5%. Pay Out Time (POT) of 1.45 years. Break Even Point (BEP) of 59%. From the results of economic analyzes that have been carried out and the applicable restrictions, it can be concluded that the paraxylene plant from the toluene alkylation process with a capacity of 225,000 tons / year is considered feasible to be built because it meets the standard requirements of the establishment of a factory.

**Keyword : Paraxylene; Reactor Fixed Bed Multitube; Toluene; Zeolit; H-ZSM-05; Alkilasi**

## ABSTRAK

Perkembangan dan pertumbuhan industri merupakan bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang yang ditujukan untuk menciptakan struktur ekonomi yang kokoh dan seimbang, Industri kimia yang sangat besar pengaruhnya terhadap industri kimia lainnya di Indonesia adalah paraxylene. Paraxylene adalah salah satu isomer xylene yang paling penting, karena digunakan sebagai bahan baku *purified terephthalic acid* (PTA) dan *dimethyl terephthalat* (DMT) dimana keduanya adalah bahan baku untuk pembuatan *polyethylene terephthalate* (PET) *polypropylene terephthalate* (PPT) dan *polybutene terephthalate* (PBT). Selain itu paraxylene juga banyak digunakan untuk pembuatan fiber, botol [lastik, serat ban dan lain-lain.

Pabrik direncanakan didirikan pada tahun 2023 di Tuban, Jawa Timur dengan kapasitas 225.000 ton/tahun. Pabrik bekerja secara kontinyu dalam 24 jam sehari dan 330 hari/tahun. Jumlah karyawan yang dipekerjakan sebanyak 127 orang.

Pembuatan paraxylene menggunakan bahan baku toluene dengan kemurnian 99% berat dan methanol dengan kemurnian 99.5% berat dengan metode alkilasi toluene yang memakai katalis tipe ZSM 5. Proses pembentukan paraxylene dilakukan menggunakan fixed bed multitube bertekanan 1 atm dan pada suhu 400°C – 500°C. Paraxylene yang dihasilkan memiliki kemurnian 99.9% berat.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, diperoleh *Return on Investmen* (ROI) sebesar 44,5% . *Pay Out Time* (POT) sebesar 1,45 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 59% . Dari hasil analisi ekonomi yang telah dilakukan dan batasan yang berlaku, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik paraxylene dari proses alkilasi toluene dengan kapasitas 225.000 ton/tahun dinilai layak didirikan karena memenuhi standar persyaratan pendirian suatu pabrik.

**Keyword : Paraxylene; Reaktor Fixed Bed Multitube; Toluene; Zeolit; H-ZSM-05; Alkilasi**

## LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wilujeng Hani Istiqomah

NPM : 201510235018

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*), atas karya ilmiah saya yang berjudul :


“Prarancangan Pabrik *Phthalic Anhydride* dari *Ortho Xylene* dan Oksigen dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan hak royalti non-eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian surat ini saya buat dengan sebenarnya.

Bekasi, 05 Agustus 2019



Wilujeng Hani Istiqomah

201510235018

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat merampungkan skripsi dengan judul: Prarancangan Pabrik Paraxylene Dari Proses Selektivitas Alkilasi Toluene Kapasitas 225.000 Ton/Tahun. Ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus ditempuh dalam Program Studi Teknik Kimia. Selain untuk menuntaskan program studi yang kami tempuh, Perancangan Pabrik ini ternyata telah memberikan banyak manfaat kepada penulis baik dari segi akademik maupun untuk pengalaman yang tidak dapat penulis temukan saat berada dibangku kuliah.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan proposal skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak Ir. Hernowo Widodo, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia.
2. Ibu Elvi Kustiyah, ST., MT selaku sekretaris Program Studi Teknik Kimia.
3. Bapak Muhammad Ridwan, S.Si., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing I skripsi.
4. Bapak Ir. Mei Krismahariyanto, MM selaku dosen pembimbing II skripsi
5. Terimakasih kepada Staff Fakultas Teknik yang telah membantu tentang berbagai info.
6. Seluruh teman-teman Teknik Kimia 2015 atas support yang selalu diberikan untuk menyelesaikan proposal skripsi ini



Saya berharap Skripsi ini dapat memberikan Informasi yang jelas dan mudah dimengerti, serta materi yang disampaikan dapat dipahami dengan jelas, dan memberikan manfaat pada pembacanya. Saya menyadari Skripsi ini jauh dari kata sempurna, maka saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Skripsi ini.

Bekasi, 05 Agustus 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>I</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	<b>II</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>III</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>VI</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI</b> .....	<b>VII</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>X</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>XII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>XIV</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>XV</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	3
1.2.1 Maksud.....	3
1.2.2 Tujuan .....	3
<b>1.3 Penentuan kapasitas pabrik</b> .....	<b>3</b>
1.3.1 Kebutuhan Produk .....	4
1.3.2 Perhitungan Kapasitas Produksi .....	6
<b>1.4 Penentuan Lokasi Pabrik</b> .....	<b>17</b>
1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku .....	17
1.4.2 Sarana Transportasi.....	19
1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	19
1.4.4 Sumber Daya Manusia.....	19
<b>1.5 Uraian Proses</b> .....	<b>20</b>
1.5.1 Proses Persiapan Bahan Baku .....	20
1.5.2 Proses Reaksi .....	20
1.5.3 Proses Finishing .....	21
1.5.4 Diagram Alir Kuantitatif.....	24
1.5.5 Diagram Alir Kuantitatif.....	25
<b>1.6 Spesifikasi Bahan Baku</b> .....	<b>26</b>
1.6.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	26
1.6.2 Spesifikasi Katalis.....	27
1.6.3 Spesifikasi Produk .....	27
<b>BAB II NERACA MASSA</b> .....	<b>30</b>
2.1 Neraca Massa Reaktor .....	30
2.2 Neraca Massa Flash Drum.....	30
2.3 Neraca Massa Dekanter .....	31
2.4 Neraca Massa Menara Destilasi 01 .....	31
2.5 Neraca Massa Menara Destilasi 02 .....	32
<b>BAB III NERACA ENERGI</b> .....	<b>33</b>

3.1	Heat Exchanger 01.....	33
3.2	Heat Exchanger 02.....	33
3.3	Reaktor 01 .....	33
3.4	Kondensor 01.....	34
3.5	Kondensor 02.....	34
3.6	Flash Drum .....	34
3.7	Heat Exchanger 03.....	35
3.8	Heat Exchanger 04.....	35
3.9	Heat Exchanger 05.....	35
3.10	Heat Exchanger 06.....	36
3.11	Heat Exchanger 07.....	36
3.12	Heat Exchanger 08.....	37
3.13	Heat Exchanger 09.....	37
3.14	Menara Destilasi 01 .....	37
3.15	Menara Destilasi 02 .....	38
<b>BAB IV SPESIFIKASI ALAT .....</b>		<b>39</b>
4.1	Spesifikasi Alat Utama .....	39
4.2	Utilitas .....	49
<b>BAB V EVALUASI EKONOMI .....</b>		<b>56</b>
5.1	Lokasi Pabrik.....	56
5.2	Tata Letak Pabrik.....	60
5.3	Struktur Orgnisasi.....	65
5.4	Analisa Ekonomi .....	79
<b>BAB VI KESIMPULAN</b>		
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN - LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Daftar Perusahaan dengan Bahan Baku Paraxylene pada Tahun 2018.....	2
Tabel 1-2 Produsen Toluene Dalam Negeri .....	4
Tabel 1-3 Import paraxylene .....	4
Tabel 1-4 Kapasitas Pabrik Produsen Paraxylene .....	5
Tabel 1-5 Kegunaan Produk Paraxylene .....	8
Tabel 1-6 Harga Gibbs dan Enthalpy standar.....	12
Tabel 1-7 Entropi Standar.....	13
Tabel 1-8 Data Sifat Fisik C <sub>8</sub> Aromatis .....	29
Tabel 2-1 Neraca Massa Reaktor .....	30
Tabel 2-2 Neraca Massa Dekanter.....	31
Tabel 2-3 Neraca Massa Menara Destilasi 01 .....	31
Tabel 2-4 Neraca Massa Menara Destilasi 02.....	32
Tabel 3-1 Neraca Energi Kondensor 01 .....	34
Tabel 3-2 Neraca Energi Kondensor 02 .....	34
Tabel 3-3 Neraca Energi Flash Drum.....	35
Tabel 3-4 Neraca Energi Heat Exchanger 03 .....	35
Tabel 3-5 Heat Exchanger 04 .....	35
Tabel 3-6 Neraca Energi Heat Exchanger 05 .....	36
Tabel 3-7 Neraca Energi Heat Exchanger 06 .....	36
Tabel 3-8 Neraca Energi Heat Exchanger 07 .....	36
Tabel 3-9 Neraca Energi Heat Exchanger 08 .....	37
Tabel 3-10 Neraca Energi Heat Exchanger 09 .....	37
Tabel 3-11 Neraca Energi Menara Destilasi 01.....	37
Tabel 3-12 Neraca Energi Menara Destilasi 02.....	38
Tabel 4-1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Menthanol.....	39
Tabel 4-2 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Paraxylene .....	40
Tabel 4-3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Trimethylbenzene .....	40
Tabel 1-1 Spesifikasi Pompa .....	41
Tabel 1-2 Spesifikasi Pompa .....	41
Tabel 1-3 Spesifikasi Pompa .....	42
Tabel 1-4 Spesifikasi Pompa .....	42
Tabel 1-5 Spesifikasi Pompa .....	42
Tabel 1-6 Spesifikasi Pompa .....	43
Tabel 1-7 Spesifikasi Heater.....	43
Tabel 1-8 Spesifikasi Heater.....	44
Tabel 1-9 Spesifikasi Reaktor Fixed Bed Multitubular.....	45
Tabel 1-10 Spesifikasi Condensor.....	45
Tabel 1-11 Spesifikasi Condensor.....	46
Tabel 1-12 Spesifikasi Flash Drum .....	47
Tabel 1-13 Spesifikasi Dekanter.....	47

Tabel 1-14 Spesifikasi Menara Destilasi.....	48
Tabel 5-1 Tabel Gaji Karyawan .....	77
Tabel 5-2 Data Cost Index.....	80
Tabel 5-3 Harga Alat .....	84
Tabel 5-4 Fixed Cost Investment.....	85
Tabel 5-5 Manufacturing Cost.....	87
Tabel 5-6 Penjualan Produk .....	87
Tabel 5-7 Pengeluaran Umum.....	88



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 3 Gugus Fungsi Toluene dan 3 Isomer Xylene .....	7
Gambar 1-2 Lokasi Perusahaan .....	19
Gambar 4-1 Flowsheet Utilitas.....	53
Gambar 5-1 Lay out pra perancangan pabrik paraxylene.....	65
Gambar 5-2 Struktur Organisasi.....	74



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Neraca Massa
- Lampiran B Neraca Energi
- Lampiran C Spesifikasi Alat
- Lampiran D Utilitas
- Lampiran E Evaluasi Ekonomi
- Plagiarisme

