



**PRA RANCANGAN**

**PABRIK PARAXYLENE DENGAN PROSES DISPROPORTIONASI  
TOLUENE KAPASITAS 320.000 TON/TAHUN**

OLEH :  
**TITIN NURLAILI**   **NIM. 133020070**  
**SITI MALIKHATUL AQLAIYAH**                           **NIM. 133020072**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG**

**2018**

*Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Paraxylene  
Dengan Proses Disproporsionasi Toluene  
Kapasitas 320.000 Ton/Tahun*

---

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR PRARANCANGAN PABRIK KIMIA**

**UNIVERSITAS WAHID HASYIM**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

Nama : 1. Titin Nurlaili (133020070)

2. Siti Malikhatul Aqlaiyah (133020072)

Judul : Pra Rancangan Pabrik Paraxylene Dengan Proses  
Disproporsionasi Toluene Kapasitas 320.000  
Ton/Tahun

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Suwardiyono ST., MT.  
2. Rita Dwi Ratnani ST., MEng.

Dosen Pembimbing I

Ir. Suwardiyono, ST.,MT

NIP. 19620901 199003 1 003



Semarang, 6 Februari 2018

Dosen Pembimbing II

Rita Dwi Ratnani, ST.,M.Eng

NIP. 05.01.1.0067

Dosen Penguji I

Indah Hartati, ST.,MT

NIP. 19810908 200501 2 003

Dosen Penguji II

Indah Riwayati, ST., MT

NIP. 19790305 200501 2 002

Dosen Penguji III

Laeli Kurniasari, ST., MT

NIP. 19790430 200501 2 001

Dosen Penguji IV

Farikha Maharani, ST., MT

NIP. 606078101

*Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Paraxylene  
Dengan Proses Disproporsionasi Toluene  
Kapasitas 320.000 Ton/Tahun*

**LEMBAR EVALUASI  
TUGAS AKHIR**

Nama : Titin Nurhasih (133020070)  
Siti Malikhatul Aqilah (133020072)  
Judul : Pra Rancangan Pabrik Paraxylene Dengan Proses  
Disproporsionasi Toluene Kapasitas 320.000 Ton/Tahun  
Pembimbing : 1. Ir. Suwardiyono, MT  
2. Rita Dwi Ratnani, ST., MEng

Catatan :

Pembuktian beraca panas dan reaksi  
mesu banyak kelebihan atau  
Harap tidak diambil ?

Kesimpulan

Indah Riwiyati, ST., MT

Dosen Penguji I

Indah Hartati, ST., MT  
NIP. 19810908 200501 2 003

Semarang, 6 Februari 2018

Dosen Penguji II

Indah Riwiyati, ST., MT  
NIP. 19790305 200501 2 002

Dosen Penguji III

Laeli Kurniasari, ST., MT  
NIP. 19790430 200501 2 001

Dosen Penguji IV

Fankha Maharani, ST., MT  
NIDN. 606078101

## **PRAKATA**

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul Pra Rancangan Pabrik Paraxylene Dengan Proses Disproporsionasi Toluene Kapasitas 320.000 Ton/Tahun.

Tugas akhir merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. Tujuan dari tugas akhir ini adalah mahasiswa diharapkan mampu merancang suatu pabrik sesuai dengan ilmu-ilmu yang telah diberikan.

Dalam kesempatan ini tidak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala
2. Kedua orangtua serta keluarga yang selalu memberikan doa, perhatian, kasih sayang, semangat, materi, dan nasihat yang sangat berharga.
3. Bapak Helmy Purwanto, ST., MT selaku Dekan Fakultas, Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
4. Ibu Indah Riwayati, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
5. Bapak Ir. Suwardiyono, ST., MT selaku dosen pembimbing I
6. Ibu Rita Dwi Ratnami, ST., MEng selaku dosen pembimbing II
7. Semua teman–teman Teknik Kimia angkatan 2013 yang selalu setia menemani, membantu dan memberikan dukungan.
8. Serta semua pihak yang banyak membantu penyusun selama melaksanakan Tugas Akhir ini, saya sangat berterima kasih.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan, dan dapat memberikan ilmu yang berharga. Tak lupa penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan tugas akhir ini.

Atas segala usaha tersebut, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga ilmu yang sudah kita peroleh dapat bermanfaat untuk diterapkan dalam kehidupan kita sehari-hari. Aamiin.

Surabaya , 20 Januari 2018

Penulis

## **INTISARI**

*Paraxylene* merupakan senyawa hidrokarbon aromatis yang berwujud cairan tidak berwarna, mudah terbakar, dan mempunyai bau yang baik. Paraxylene digunakan sebagai bahan utama pembuatan Purified Terephthalic Acid (PTA) dan Dimethyl Terephthalate (DMT). Bahan baku utama dalam pembuatan paraxylene yaitu toluene dengan bantuan gas hydrogen dan katalis ZSM-05. Pembuatan paraxylene dari toluene dengan proses disproporsionasi toluene merupakan reaksi katalitik fasa gas yang berlangsung dalam reactor fixed bed menggunakan katalis ZSM-5 pada suhu 450°C dan tekanan 30 atm.

Unit pendukung proses pada pabrik ini meliputi unit penyediaan dan pengolahan air, unit pengadaan uap air (steam), unit pengadaan listrik, unit pengadaan bahan bakar, unit pembangkit udara tekan, unit pengolahan limbah, serta dilengkapi unit laboratorium yang dimaksudkan untuk menjaga mutu dan kualitas produk agar sesuai dengan standar dan spesifikasi yang diharapkan.

Direncanakan pabrik paraxylene ini akan didirikan di Tuban, Jawa Timur pada tahun 2020 dengan kapasitas produksi 320.000 Ton/tahun. Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Prarancangan Pabrik Paraxylene ini yaitu perseroan terbatas. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja terdiri atas karyawan shift dan karyawan non shift. Pabrik ini bekerja secara kontinu selama 330 hari efektif dalam 1 tahun dengan tenaga kerja sebanyak 184 orang.

Analisa hasil perhitungan ekonomi menunjukkan bahwa pendirian pabrik memerlukan modal tetap (*Fixed Capital Investment*) sebesar US\$ 81.370.442,85 dan modal kerja (*Working Capital Investment*) sebesar US\$ 120.973.882,929. Biaya produksi (*Manufacturing Cost*) sebesar US\$ 107.612.984,693. Percent Return on Investment sebelum pajak adalah 41 % dan sesudah pajak adalah 31%. Pay Out Time sebelum pajak adalah 1 tahun 11 bulan dan sesudah pajak adalah 2 tahun 6 bulan. Break Even Point pabrik adalah 41 %, dan Shut Down Point adalah 25 %. Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik paraxylene layak dikaji lebih lanjut dan dipertimbangkan untuk didirikan, karena merupakan pabrik yang menguntungkan serta mempunyai prospek yang baik.

## **DAFTAR ISI**

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR EVALUASI .....	iii
PRAKATA .....	iv
INTISARI .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Kapsitas Rancangan .....	2
1.3.Lokasi .....	5
1.4.Tinjauan Pustaka .....	8
BAB II DESKRIPSI PROSES .....	20
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	20
2.2. Konsep Proses .....	22
2.3. Diagram Alir Proses .....	30
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas .....	33
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	41
BAB III PERANCANGAN ALAT UTAMA .....	47
3.1. TANGKI PENYIMPANAN TOLUENE (T-01).....	47
3.2. POMPA (P-01) .....	48
3.3. REAKTOR (R-01).....	49
3.4. KOLOM DISTILASI (D-02) .....	50
3.5. HEAT EXCHANGER (HE-03) .....	51
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES .....	53
4.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	54
4.2. Unit Pengadaan Steam .....	68
4.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik .....	71
4.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	77
4.5. Unit Pengadaan Udara Tekan .....	77
4.6. Unit Pengolahan Limbah .....	78

4.7. Laboratorium .....	73
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	82
5.1. Bentuk Perusahaan .....	83
5.2. Struktur Organisasi dan Deskripsi Tugas .....	83
5.3. Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan .....	92
5.4. Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	99
5.5. <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	102
BAB VI ANALISIS EKONOMI .....	104
6.1. Penaksiran Harga Peralatan ( <i>Profitability Index</i> ).....	105
6.2. Dasar Perhitungan .....	106
6.3. Perhitungan Biaya .....	107
6.4. Analisis Kelayakan .....	113
6.5. Hasil Perhitungan .....	116

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- A. PERHITUNGAN NERACA MASSA
- B. PERHITUNGAN NERACA PANAS
- C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT
- D. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI
- E. DIAGRAM ALIR PROSES

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Produsen Paraxylene di Indonesia .....	2
Tabel 1.2. Produsen Toluene di Indonesia .....	3
Tabel 1.3. Data Konsumsi Paraxylene di Indonesia .....	3
Tabel 1.4. Kapasitas Pabrik Produsen Paraxylene .....	5
Tabel 1.5. Perbandingan Proses Produksi Paraxylene .....	12
Tabel 2.1. Perincian Penggunaan Tanah .....	46
Tabel 4.1. Persyaratan Air Umpam <i>Boiler</i> .....	55
Tabel 4.2. Persyaratan Air sebagai <i>Cooling Water</i> .....	56
Tabel 4.3 Kandungan dan Kondisi Air Laut .....	58
Tabel 4.4 Kontrol Parameter pada Air Desalinasi .....	63
Tabel 4.5 Karakteristik Air Demineralisasi .....	65
Tabel 4.6. Kebutuhan Air Pendingin .....	66
Tabel 4.7. Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i> .....	67
Tabel 4.8. Kebutuhan <i>Steam</i> .....	68
Tabel 4.9. Kebutuhan Listrik untuk Proses .....	72
Tabel 4.10. Kebutuhan Listrik untuk Pengolahan Air .....	72
Tabel 4.11 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan .....	73
Tabel 4.12. Jumlah Luas Ruangan yang Memakai AC.....	74
Tabel 5.1. Pembagian Shift .....	94
Tabel 5.2. Jadwal Kerja untuk Setiap Regu .....	94
Tabel 5.3. Jabatan dan Pendidikan .....	95
Tabel 5.4 Perincian Jumlah Karyawan Proses .....	96
Tabel 5.5. Perincian Jumlah Karyawan Utilitas .....	96
Tabel 5.6. Perincian Jumlah Karyawan HSE Lingkungan, Lab Analisis dan <i>Maintenance</i> .....	97
Tabel 5.7. Perincian Jumlah Karyawan .....	97
Tabel 5.8. Perincian Gaji Berdasarkan Jabatan .....	98
Tabel 6.1. Total Biaya Physical Plant Cost (PPC) .....	116
Tabel 6.2. Total Biaya Fixed Capital Investment (FCI).....	117
Tabel 6.3. Total Biaya Working Capital Investment (WCI).....	117
Tabel 6.4. Total Biaya Capital Investment (TCI) .....	117
Tabel 6.5. Total Biaya Direct Manufacturing Cost (DMC) .....	118

---

*Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Paraxylene  
Dengan Proses Disproporsionasi Toluene  
Kapasitas 320.000 Ton/Tahun*

---

Tabel 6.6. Total Biaya Indirect Manufacturing Cost(IMC) .....	118
Tabel 6.7. Total Biaya Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	118
Tabel 6.8. Total Biaya Manufacturing Cost (TMC) .....	118
Tabel 6.9. Total Biaya General Expense (GE).....	119
Tabel 6.10. Total Biaya Production Cost .....	119



## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Paraxylene .....	4
Gambar 1.2. Disproporsionasi Toluene .....	10
Gambar 2.1. Reaksi Disproporsionasi Toluene .....	22
Gambar 2.2. Reaksi Isomerisasi Xylene .....	23
Gambar 2.3. Diagram Alir Neraca Massa .....	33
Gambar 2.4. Diagram Alir Neraca Massa .....	36
Gambar 2.5. Tata Letak Pabrik Paraxylene .....	45
Gambar 2.6. Tata Letak Peralatan Proses .....	46
Gambar 3.1. Tangki Penyimpanan Toluene (T-01) .....	47
Gambar 3.2. Pompa (P-01).....	48
Gambar 3.3. Reaktor (R-01).....	49
Gambar 3.4. Kolom Distilasi (D-02).....	50
Gambar 3.5. Heat Exchanger (HE-03) .....	51
Gambar 4.1 Skema Pengolahan Air .....	58
Gambar 4.2. Tempat Pengambilan Sampel pada Alat Proses .....	80
Gambar 5.1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan .....	85