

**PABRIK PARAXYLENE DARI TOLUENE DENGAN PROSES
SELEKTIVITAS DISPROPORSIONASI**

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

ACHMAD NAUFAL NURAFFANDY

NPM. 18031010089

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2025**



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Paraxylene* Dari *Toluene* Dengan Proses Selektivitas
Disproporsionasi

**LEMBAR PENGESAHAN
PRA RENCANA PABRIK**

**"PABRIK PARAXYLENE DARI TOLUENE DENGAN PROSES
SELEKTIVITAS DISPROPORSIONASI"**

Disusun Oleh:

Achmad Naufal Nuraffandy NPM. 18031010089

Telah Dipertahankan dan Diterima Dihadapkan oleh Tim Penguji

Pada tanggal 16 Juni 2025

Tim Penguji

1.

Ir. Caecilia Pujiastuti, MT
NIP. 19630305 198803 2 001

2.

Ir. Nurul Widhi Triana, MT
NIP. 19610301 198903 2 001

3.

Rachmad Ramadhan Y., ST, MT
NIP. 19890422 201903 1 013

Pembimbing

Erwan Adi Saputro, ST., MT., Ph.D
NIP. 19800410 200501 1 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Paraxylene* Dari *Toluene* Dengan Proses Selektivitas
Disproporsionasi

LEMBAR PENGESAHAN

**PRA RENCANA PABRIK
"PABRIK PARAXYLENE DARI TOLUENE DENGAN PROSES
SELEKTIVITAS DISPROPORSIONASI"**

Disusun Oleh :

ACHMAD NAUFAL NURAFFANDY
NPM. 18031010089

**Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing sebagai persyaratan
untuk mengikuti ujian lisan**

Pada tanggal 16 Juni 2025

**Laporan ini telah diperiksa dan disetujui,
Surabaya, 10 Juni 2025**

Dosen Pembimbing

Erwan Adi Saputro, ST., MT., Ph.D
NIP. 19800410 200501 1 001

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini :

Nama : Achmad Naufal Nuraffandy
NPM : 18031010089
Program Studi : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi *) PRA RANCANGAN (DESAIN) / ~~SKRIPSI~~ /
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode Juni, TA. 2024/2025

Dengan Judul :

**PABRIK PARAXYLENE DARI TOLUENE DENGAN PROSES SELEKTIVITAS
DISPROPORSIONASI KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

Dosen yang memerintahkan revisi :

1. Ir. Caecilia Pujiastuti, MT
NIP. 19630305 198803 2 001

2. Ir. Nurul Widji Triana, MT
NIP. 19610301 198903 2 001

3. Rachmad Ramadhan Y., ST, MT
NIP. 19890422 201903 1 013

Surabaya, 18 Juni 2025

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

(Erwan Adi Saputro, ST., MT., Ph.D)
NIP. 19800410 200501 1 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Achmad Naufal Nuraffandy
NPM : 18031010089
Fakultas /Program Studi : Teknik dan Sains / Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Paraxylene Dari Toluene Dengan Proses Selektivitas Disproporsionasi

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 19 Juni 2025

Yang Menyatakan



(Achmad Naufal Nuraffandy)



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan pra rencana pabrik dengan judul “Pabrik *Paraxylene* Dari *Toluene* Dengan Proses Selektivitas Disproporsionasi” dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjana di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Tugas Akhir “Pabrik *Paraxylene* Dari *Toluene* Dengan Proses Selektivitas Disproporsionasi” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur, data-data, jurnal artikel kimia, dan internet.

Dalam proses penyelesaian pra rencana pabrik ini, tidak terlepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bpk Erwan Adi Saputro, ST., MT., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
4. Orang Tua, Keluarga, Sahabat, dan Teman Dekat yang senantiasa memberi dukungan dan semangat dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
5. Shanita Agitiya Utama, partner PKL, Riset hingga Tugas Akhir. Terima kasih atas kesabaran dan kerja samanya selama berkuliah di jurusan Teknik Kimia.
6. Teman-teman paralel C, teman angkatan 2018, kakak tingkat dan adik tingkat yang sudah membuat hari-hari saya selama berkuliah menjadi berkesan.



7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kami harapkan segala kritik dan saran yang membangun dalam sempurnanya Tugas Akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 5 Juni 2025

Achmad Naufal Nuraffandy



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
INTISARI	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II-10
BAB III NERACA MASSA	III-18
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-27
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN	V-43
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-63
BAB VII UTILITAS.....	VII-70
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	VIII-170
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI.....	IX-181
BAB X ANALISA EKONOMI.....	X-197
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN	XI-215
DAFTAR PUSTAKA	XI-217



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Kebutuhan <i>Paraxylene</i> di Indonesia	2
Tabel I.2 Data Impor <i>Paraxylene</i> di Indonesia	2
Tabel II. 1. Perbandingan Proses.....	15
Tabel VII.1 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses dan Utilitas	162
Tabel VII.2 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	163
Tabel VII.3 Jumlah Lampu Merkury	164
Tabel VIII.1 Rencana Pembagian Areal Tanah	176
Tabel IX.1 Jadwal kerja karyawan proses.....	192
Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja Dan Gaji.....	194
Tabel X.1 Biaya Total Produksi.....	206
Tabel X.2 Modal Sendiri Pada Tahun Masa Konstruksi.....	206
Tabel X.3 Modal Pinjaman Pada Tahun Masa Konstruksi	206
Tabel X.4 Internal Rate Of Return (IRR).....	207
Tabel X.5 Pay Out Periode.....	208



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Grafik Kebutuhan Impor <i>Paraxylene</i> di Indonesia	3
Gambar I.2 Lokasi Pabrik	9
Gambar II.1 Proses Ekstraksi Aromatis	11
Gambar II.2 Disproporsionasi Toluene.....	14
Gambar II.3 Flowsheet Produksi <i>Paraxylene</i> dengan Metode Disproporsionasi Toluene.....	16
Gambar VIII.1 Lokasi Pabrik	174
Gambar VIII.3 Layout Peralatan Pabrik	179
Gambar IX.1 Struktur Organisasi Perusahaan	196
Gambar X.1 Break Event Point.....	209



INTISARI

Pabrik *paraxylene* dari *toluene* dengan proses selektivitas disproporsionasi dengan kapasitas 60.000 ton/tahun akan didirikan di Kawasan Industri JIPE Gresik, Jalan Raya Manyar KM 11 Manyarejo, Manyar Sidorukun, Kec. Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Bahan baku yang digunakan yaitu *toluene*, serta bahan pembantu lainnya seperti hidrogen dan katalis ZSM-5.

Proses pembuatan *paraxylene* dari toluena melalui selektif disproporsionasi dimulai dengan tahap penyesuaian kondisi bahan baku, di mana toluena dalam fase cair diuapkan menggunakan vaporizer, sedangkan gas hidrogen sebagai bahan baku pendukung kondisinya disesuaikan. Campuran gas toluena dan hidrogen kemudian dialirkan ke dalam reaktor dengan katalis zeolit ZSM-5, di mana reaksi disproporsionasi berlangsung secara non-isotermal dan non-adiabatis pada suhu 450°C dan tekanan 20 atm, menghasilkan produk berupa campuran gas. Produk ini selanjutnya memasuki flash tank untuk memisahkan fraksi gas (terutama H₂ yang digunakan kembali) dan fraksi cair BTX (benzena, toluena, xilena). Fraksi cair BTX kemudian dipisahkan dalam kolom distilasi I, menghasilkan benzena sebagai destilat (produk samping) dan campuran toluena-xilena sebagai hasil bawah. Campuran ini kemudian dipisahkan lagi dalam kolom distilasi II untuk memperoleh toluena sebagai destilat (digunakan kembali) dan mixed-xylene sebagai hasil bawah. Mixed-xylene kemudian didinginkan sebelum dimasukkan ke kristalizer, di mana *paraxylene* dipisahkan berdasarkan titik bekunya. Kristal *paraxylene* kemudian dilelehkan di melter menjadi fase cair dan disimpan dalam tangki dengan kemurnian akhir sekitar 99,5%.

Ketentuan pendirian pabrik *paraxylene* yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut :

Kapasitas	: 60.000 Ton/Tahun
Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Sistem Organisasi	: Garis Dan Staff



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Paraxylene* Dari *Toluene* Dengan Proses Selektivitas
Disproporsionasi

Lokasi Pabrik	: Kawasan Industri JIPE Gresik, Jalan Raya Manyar KM 11 Manyarejo, Manyar Sidorukun, Kec. Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur
Luas Tanah	: 36.990 m ²
Sistem Operasi	: Kontinyu
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun, 24 jam/hari
Jumlah Karyawan	: 202 Orang
Bahan yang Digunakan	: <i>Toluene</i> , Hidrogen, dan Katalis ZSM-5

Analisa Ekonomi

Masa Konstruksi	: 2 Tahun
Umur Pabrik	: 10 Tahun
Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp 916.049.317.781
Working Capital Investment (WCI)	: Rp 46.803.643.994
Total Capital Investment (TCI)	: Rp 962.852.961.774
Bahan Baku (1Tahun)	: Rp 1.376.224.339.135
Biaya Utilitas (1 Tahun)	: Rp 27.933.621.406
Total Production Cost (TPC)	: Rp 2.226.058.396.694
Bunga Bank	: 6,5 %
Return of Investment Before Tax	: 36,4005 %
Return of Investment After Tax	: 27,3003 %
Internal Rate of Return (IRR)	: 39,1233 %
Pay Back Periode (PBP)	: 2 Tahun 8 Bulan
Break Even Point (BEP)	: 29,4224 %