

# **PRARENCANA PABRIK**

## **TUGAS AKHIR PRARENCANA PABRIK**

### **ETILBENZENA**

**KAPASITAS: 87.000 TON/TAHUN**



Diajukan oleh:

Rahma Istiningrum

NRP: 5203015041

Viviana Nurselini

NRP: 5203015050

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA**

**SURABAYA**

**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Rahma Istiningrum

NRP : 5203015041

telah diselenggarakan pada tanggal 25 Juni 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

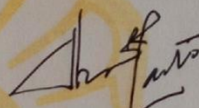
Surabaya, 5 Juli 2019

Pembimbing I



Dr. Ir. Suratno L. M.S., IPM  
NIK. 521.87.0127

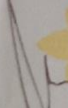
Pembimbing II



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT  
NIK. 521.89.0151

**Dewan Penguji**

Ketua



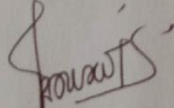
Maria Yuliana., Ph.D  
NIK. 521.18.1010

Sekretaris



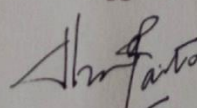
Dr. Ir. Suratno L. M.S., IPM  
NIK. 521.87.0127

Anggota



Wenny Irawaty, Ph.D., IPM  
NIK. 521.97.0284

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT  
NIK. 521.89.0151

**Mengetahui**

Dekan Fakultas Teknik

  
Ir. Suryadi Ismadiji, Ph.D., IPM  
NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Sandy Budi H., S.T., M.Phil., Ph.D  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

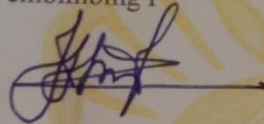
Nama : Viviana Nurselini

NRP : 5203015050

telah diselenggarakan pada tanggal 25 Juni 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

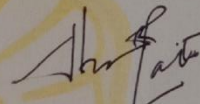
Surabaya, 5 Juli 2019

Pembimbing I



Dr. Ir. Suratno L. M.S., IPM  
NIK. 521.87.0127

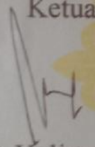
Pembimbing II



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT  
NIK. 521.89.0151

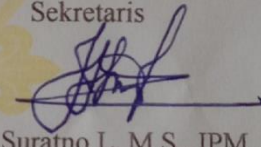
### Dewan Penguji

Ketua



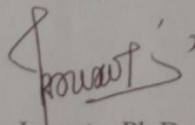
Maria Yuliana, Ph.D  
NIK. 521.18.1010

Sekretaris



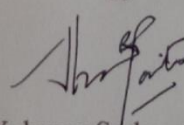
Dr. Ir. Suratno L. M.S., IPM  
NIK. 521.87.0127

Anggota



Wenny Irawaty, Ph.D., IPM  
NIK. 521.97.0284

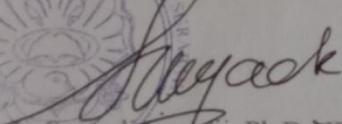
Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT  
NIK. 521.89.0151

### Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Suryadi Ismadiji, Ph.D., IPM  
NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Sandy Budi H., S.T., M.Phil., Ph.D  
NIK. 521.99.0401



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Surabaya, 25 Juni 2019

Mahasiswi,



Rahma Istiningrum

NRP. 5203015041

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Surabaya, 25 Juni 2019

Mahasiswi,



Viviana Nurselini

NRP. 5203015050



## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama/NRP : Rahma Istiningrum/5203015041

Nama/NRP : Viviana Nurselini/5203015050

Menyetujui prarencana pabrik/karya ilmiah

Judul :

**“Prarencana Pabrik Etilbenzena dengan Kapasitas 87.000 ton/tahun”**

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas Undang – undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 25 Juni 2019

Yang Menyatakan,



Rahma Istiningrum  
5203015041

Viviana Nurselini  
5203015050

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Etilbenzena dengan Kapasitas 87.000 Ton/tahun”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya pembuatan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Suratno L., MS., IPM. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
2. Ir. Yohanes Sudaryanto, MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Maria Yuliana, ST., Ph.D., Wenny Irawaty, Ph.D., dan Shella P.S., Ph.D., selaku Dosen Penguji.
4. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
5. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
6. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 20 Juni 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
INTISARI .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
I.1. Latar Belakang .....	I-1
I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk .....	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk .....	I-5
I.4. Analisa Pasar .....	I-5
I.5. Aspek Teknis .....	I-8
I.6. Ketersediaan Bahan Baku .....	I-9
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES .....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk .....	II-1
II.2. Pemilihan Proses .....	II-2
II.3. Uraian Proses .....	II-3
BAB III NERACA MASSA .....	III-1
BAB IV NERACA PANAS .....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN .....	V-1
BAB VI LOKASI TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY .....	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik .....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat .....	VI-4
VI.3. Instrumentasi .....	VI-11
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan .....	VI-13
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH .....	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	VII-1
VII.2. Unit Pengendalian Listrik .....	VII-3
VII.3. Unit Penyediaan Energi .....	VII-9
VII.4. Unit Pengolahan Limbah .....	VII-40
BAB VIII Desain Produk dan Kemasan .....	VIII-1
VIII.1. Desain Produk .....	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan .....	VIII-1
BAB IX STRATEGI PEMASARAN .....	IX-1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI .....	X-1
X.1. Struktur Umum .....	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan .....	X-1
X.3. Struktur Organisasi .....	X-2
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang .....	X-3
X.5. Jadwal Kerja .....	X-6
X.6. Kesejahteraan Karyawan .....	X-7
BAB XI ANALISA EKONOMI .....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total / <i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	XI-2
XI.2. Penentuan Biaya Produksi / <i>Total Production Cost (TPC)</i> .....	XI-3



XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i> .....	XI-6
XI.4. Perhitungan <i>Rate of Return on Investment (ROR)</i> .....	XI-11
XI.5. Perhitungan <i>Rate of Return on Equity</i> .....	XI-12
XI.6. Waktu Pengembalian Modal / <i>Play Out Time (POT)</i> .....	XI-14
XI.7. Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	XI-15
XI.8. Analisa Sensitivitas .....	XI-17
BAB XII DISKUSI DAN KESIMPULAN .....	XII-1
XI.1. Diskusi .....	XII-1
XI.2. Kesimpulan .....	XII-1
DAFTAR PUSTAKA .....	DP-1
LAMPIRAN A. PERHITUNGAN NERACA MASSA .....	A-1
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN NERACA PANAS .....	B-1
LAMPIRAN C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT .....	C-1
LAMPIRAN D. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI .....	D-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Impor Etilbenzena Tahun 2013-2017 .....	I-6
Gambar II.1. Reaksi Etilbenzena pada Proses $AlCl_3$ .....	II-1
Gambar II.2. Diagram Alir Proses Etilbenzena .....	II-2
Gambar VI.1. Lokasi Pendirian Pabrik Etilbenzena .....	VI-1
Gambar VI.2. (a) Jalur Transportasi dari PT. Chandra Asri Petrochemical (b) Jalur Transportasi dari PT. Pertamina .....	VI-2
UP IV Cilacap	
Gambar VI.3. Jalur Pemasaran ke Jakarta .....	VI-3
Gambar VI.4. Tata Letak dalam Pabrik Etilbenzena (1:1.000) .....	VI-8
Gambar VI.5. Tata Letak Alat Proses (1:50) .....	VI-11
Gambar VII.1. Tangki Penyimpanan Dowterm A .....	VII-4
Gambar VII.2. Skema Tangki Penampungan Dowterm A .....	VII-5
Gambar VII.3. Skema Pompa dari Tangki Penyimpanan Dowterm A ke Alat Pendingin .....	VII-10
Gambar VII.4. Skema <i>Trombone Cooler</i> .....	VII-15
Gambar VII.5. Tangki Penyimpanan Dowterm A .....	VII-20
Gambar VII.6. Skema Pompa dari Tangki Penyimpanan Dowterm A ke Alat Pemanas .....	VII-25
Gambar VII.7. Skema Pompa dari Tangki Penyimpanan Dowterm A ke Alat <i>Furnace</i> .....	VII-30
Gambar VIII.1. Desain <i>Drum</i> Etilbenzena (EB) .....	VIII-2
Gambar VIII.2. Desain <i>Tank Truk</i> Etilbenzena (EB) .....	VIII-3
Gambar VIII.3. Desain <i>Drum</i> Dietilbenzena (DEB) .....	VIII-3
Gambar VIII.4. Desain <i>Drum</i> Gas Etana .....	VIII-4
Gambar VIII.5. Desain Logo Perusahaan .....	VIII-4
Gambar XI.1 Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan <i>Net Cash Flow</i> Sesudah Pajak .....	X-3

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Sifat-sifat dari Etilena .....	I-2
Tabel I.2. Sifat-sifat dari Benzena .....	I-3
Tabel I.3. Sifat-sifat dari Etilbenzena .....	I-4
Tabel I.4. Sifat-sifat dari Dietilbenzena .....	I-5
Tabel I.5. Data Impor Etilbenzena .....	I-6
Tabel I.6. Pabrik EB di Seluruh Dunia .....	I-9
Tabel I.7. Daftar Nama Perusahaan Produsen Benzena di Indonesia .....	I-10
Tabel II.1 Perbandingan beberapa Metode .....	II-3
Tabel III.1. Neraca Massa Total .....	III-1
Tabel III.2. Neraca Massa Pipa Pencampuran Benzena .....	III-1
Tabel III.3. Neraca Massa Reaktor (R-210) .....	III-2
Tabel III.4. Neraca Massa Separator Drum (H-310) .....	III-2
Tabel III.5. Neraca Massa Distilasi I (D-320) .....	III-3
Tabel III.6. Neraca Massa Reaktor (D-320) .....	III-3
Tabel IV.1. Neraca Panas Pipa Pencampur Benzena .....	IV-1
Tabel IV.2. Neraca Panas Vaporizer (V-212) .....	IV-1
Tabel IV.3. Neraca Panas Heater Benzena (E-213) .....	IV-1
Tabel III.4. Neraca Panas Heater Etilena (E-112) .....	IV-2
Tabel III.5. Neraca Panas Reaktor (R-210) .....	IV-2
Tabel IV.6. Neraca Panas <i>Cooler</i> di Subcooler (E-311) .....	IV-2
Tabel IV.7. Neraca Panas Kondensor di <i>Subcooler</i> (E-311) .....	IV-3
Tabel IV.8. Neraca Panas Separator Drum (H-310) .....	IV-3
Tabel IV.9. Neraca Panas Menara Distilasi I (D-320) .....	IV-4
Tabel IV.10. Neraca Panas Menara Distilasi II (D-330) .....	IV-4
Tabel IV.11. Neraca Panas Cooler Produk Utama (F-420) .....	IV-5
Tabel IV.12. Neraca Panas Cooler Produk Samping (F-430) .....	IV-5
Tabel VI.1. Dimensi dan Luasan Area Pabrik EB .....	VI-7
Tabel VI.2. Daftar Pembagian Area Proses dalam Pabrik .....	VI-10
Tabel IV.3. Instrumentasi Alat Proses Pabrik Etilbenzena .....	VI-13
Tabel VI.4. Analisa HAZOP pada Pabrik EB dari Etilena dan Benzena .....	VI-19
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Umpan Boiler .....	
Tabel VII.1. Kebutuhan Air di Pabrik Etilbenzena .....	VII-2
Tabel VII.3. Kode Alat dan Nama Alat .....	
Tabel VII.2. Data Kebutuhan Dowterm A .....	VII-3
Tabel VII.3. Hasil Friksi Pompa Penyimpanan Dowterm A ke Alat Pendingin .....	VII-13
Tabel VII.4. Data Perhitungan Power Pompa Penyimpanan Dowterm A ke Alat Pendingin .....	VII-13
Tabel VII.5. Hasil Power Pompa Penyimpanan Dowterm A ke Alat Pendingin .....	VII-14
Tabel VII.6. Hasil Friksi Pompa Penyimpanan Dowterm A ke Alat Pemanas .....	VII-28
Tabel VII.5. Data Perhitungan Power Pompa Penyimpanan .....	



Dowterm A ke Alat Pemanas .....	VII-28
Tabel VII.7. Hasil Power Pompa Penyimpanan Dowterm A ke Alat Pemanas .....	VII-29
Tabel VII.8. Komposisi gas keluar furnace .....	VII-35
Tabel VII.9. Panas Pembakaran ( $\Delta H_c$ ) Gasa dalam furnace .....	VII-36
Tabel VII.10. Panas Produk keluar furnace .....	VII-37
Tabel VII.11. Hasil Perhitungan Panas Udara .....	VII-38
Tabel VII.12. Kapasitas Panas Flue Gas Keluar Seksi Radian Furnace .....	VII-39
Tabel VII.13. Entalpi Flue Gas Keluar Seksi Radian Furnace .....	VII-40
Tabel VII.14. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Produksi .....	VII-41
Tabel VII.15. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas .....	VII-42
Tabel VII.16. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan Alat Elektronik .....	VII-42
Tabel VII.17. Perhitungan Lumen Output untuk Setiap Area Pabrik .....	VII-43
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Shift .....	X-7
Tabel X.2. Perincian Jumlah Pegawai PT. Indochem Utama Jaya .....	X-9
Tabel XI.1 Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	XI-3
XI.2. Tabel Depresiasi Alat dan Bangunan .....	XI-15
Tabel XI.3. Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC) .....	X-16
Tabel XI.4 Keterangan Kolom <i>Cash Flow</i> .....	XI-17
Tabel XI.5. <i>Cash Flow</i> .....	XI-19
Tabel XI.6 Rate of Return Investment (ROI) Sebelum Pajak .....	XI-11
Tabel XI.7 Rate of Return Investment (ROI) Sesudah Pajak .....	XI-12
Tabel XI.8 Rate of Equity Investment (ROE) Sebelum Pajak .....	XI-13
Tabel XI.9 Rate of Equity Investment (ROE) Sesudah Pajak .....	XI-13
Tabel XI.10 POT Sebelum Pajak .....	XI-14
Tabel XI.11 POT Setelah Pajak .....	XI-15
Tabel XI.12 Penentuan BEP .....	XI-16
Tabel XI.13. Hubungan Persentase Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap ROI, ROE, POT, dan BEP .....	XI-17

## INTISARI

Indonesia merupakan negara berkembang yang saat ini, sedang memacu perekonomian di segala bidang, salah satunya mengembangkan perekonomian di bidang industri kimia. Hal ini berhubungan dengan meningkatnya kebutuhan akan bahan kimia seiring dengan perkembangan dan kemajuan zama. Etilbenzena merupakan salah satu bahan penunjang industri kimia yang saat ini masih ada yang didatangkan dari luar negeri. Pemenuhan kebutuhan etilbenzena di dalam negeri harus tercapai agar proses industrialisasi di Indonesia dapat terus berlangsung. Oleh karena itu, pendirian pabrik etilbenzena ini mempunyai peluang untuk dapat direalisasikan karena memiliki prospektif dan potensi yang cukup besar.

Proses pembuatan etilbenzena menggunakan proses Mobil-Badger yang terdiri dua proses utama yaitu reaksi pembentukan etilbenzena dan proses pemisahan etilbenzena. Reaksi pembentukan EB melalui reaksi alkilasi etilena dan benzena dengan bantuan katalis ZSM-5 di dalam reaktor *fixed bed multitube* (R-110) pada tekanan 13 atm dan suhu 420 °C. Proses selanjutnya yaitu proses pemisahan pada separator drum (H-212), menara distilasi I (D-210), dan menara distilasi II (D-310). Separator drum (H-212) digunakan untuk memisahkan gas etana dari etilbenzena dan dietilbenzena. Gas etana kemudian masuk menuju tangki penyimpanan (F-220) dan dijual sebagai produk samping. Hasil bawah dari separator drum (H-212) dialirkan menuju menara distilasi I (D-210) untuk memisahkan benzena dari campuran (etilbenzena dan dietilbenzena). Kemudian hasil bawah menara distilasi I (D-210) dialirkan ke menara distilasi II (D-310) untuk memisahkan etilbenzena dan dietilbenzena. Hasil atas merupakan produk etilbenzena dan hasil bawah berupa produk samping yaitu dietilbenzena.

Prarencana pabrik Etilbenzena berbahan baku etilena dan benzena memiliki rincian sebagai berikut :

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	:
Produk utama	: Etilbenzena (EB) 99,4% : 87.000 ton/tahun
Produk samping	: Dietilbenzena 99,6% : 4.771 ton/tahun
	: Etana : 12 ton/tahun
Status perusahaan	: Swasta
Status perusahaan	: Swasta
Hari kerja efektif	: 330 hari/tahun
Sistem operasi	: Kontinu
Masa konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: 2023
Bahan baku	: Etilena dan benzena
Kebutuhan bahan baku	: Etilena sebesar 24.844 ton/tahun Benzena sebesar 556.422 ton/tahun
Utilitas	:
• Air	: 7 m <sup>3</sup> /hari
• Listrik	: 45,2004 kW
Bahan Bakar	: Batu bara = 65.269,0661 kg/hari
	IDO = 0,31 m <sup>3</sup> /bulan

Jumlah tenaga kerja : 105 orang  
Lokasi pabrik : Kawasan industri Cilegon, Provinsi Banten  
Analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*:

- *Rate of Return on Investment (ROI)* sebelum pajak : 22,3813%
- *Rate of Return on Investment (ROI)* sesudah pajak : 18,51%
- *Rate of Return on Equity (ROE)* sebelum pajak : 48, 95%
- *Rate of Return on Equity (ROE)* sesudah pajak : 36,51%
- *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak : 4tahun 11 bulan 8 hari
- *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak : 5 tahun 11 bulan 8 hari
- *Break Even Point (BEP)* : 40,69%