

# **LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**

## **PRARANCANGAN PABRIK MONOMER STIRENA DARI ETIL BENZENA DENGAN PROSES DEHIDROGENASI KAPASITAS 200.000 TON PER TAHUN**



Oleh:

**Indah Ramayani Dwi Lestari**  
D 500 000 037

Dosen Pembimbing:

1. Ir. H. Haryanto A.R, MS.
2. Eni Budiati, ST, M Eng.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA**

**2011**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

---

**Nama** : Indah Ramayani Dwi Lestari  
**NIM** : D 500 000 037  
**Judul TPP** : Prarancangan Pabrik Monomer Stirena dari Etil Benzena dengan proses dehidrogenasi kapasitas 200.000 Ton per Tahun.  
**Dosen Pembimbing** : 1. Ir. H. Haryanto A.R, MS.  
2. Eni Budiwati, ST, M Eng.

Surakarta, Maret 2011

Dosen Pembimbing I

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing II

**Ir. H. Haryanto A.R, MS.**  
NIP. 196307051990031002

**Eni Budiwati, ST, M Eng.**  
NIK. 100991

Dekan

Mengetahui,

Ketua Jurusan

**Ir. Agus Riyanto, MT**  
NIK. 483

**Ir. H. Haryanto A.R, MS.**  
NIP. 196307051990031002

SURAT PENYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Bismillahirrahmanirrohim

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya

**Nama : INDAH RAMAYANI DWI LESTARI**

**NIM/NIK/NIP : D 500 000 037**

**Fakultas/Jurusan : TEKNIK/TEKNIK KIMIA**

**Jenis : Tesis**

**Judul : PRARANCANGAN PABRIK MONOMER STIRENA  
DARI ETIL BENZENA DENGAN PROSES  
DEHIDROGENASI KAPASITAS 2000.000 TON PER  
TAHUN**

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk softcopy untuk kepentingan akademis kepada perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 17 Maret 2011

Yang menyatakan

**INDAH RAMAYANI DWI LESTARI**

## MOTTO

*"Allah tidak membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya".*

*(Q.S. Al-Baqarah(2): 286)*

*"Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar".*

*(Q.S. Al-Baqarah ayat 153)*

*"... Allah akan meninggikan orang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat ...."*

*(Q.S. Al-Mujadilah ayat 11)*

*"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan; Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain".*

*(Q.S. Asy Syarh ayat 6 dan 7)*

*"Kemuliaan adalah milik Allah, dan Rasul-Nya, dan orang-orang Mukmin".*

*(Q.S. al-Munafiqun)*

## ABSTRAKSI

Pabrik Monomer Stirena dengan bahan baku Etil Benzena direncanakan didirikan di Kawasan industri Cilegon, Banten dengan kapasitas 200.000 ton per tahun. Pabrik ini akan didirikan di atas tanah seluas 25.000 m<sup>2</sup>.

Proses pembuatan Monomer Stirena dilakukan di dalam reaktor Fixedbed Multitube. Reaksi berlangsung pada fase gas, *irreversible*, endotermis, *non-adiabatic*, *isothermal* dan bekerja pada suhu 650°C dan tekanan 3, 5 atm.

Untuk memurnikan Monomer Stirena dilakukan proses dehidrogenasi sehingga diperoleh produk stirena dengan kadar 99 %. Stirena yang dihasilkan dimasukkan dalam tangki dalam fase cair dan siap dipasarkan.

Unit pendukung proses terdiri dari unit pengadaan air, unit pengadaan steam, unit pengadaan listrik, unit pengadaan bahan bakar dan unit pengolahan air limbah. Laboratorium untuk menunjang kelancaran proses antara lain laboratorium penelitian dan pengembangan. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah perseroan terbatas (PT).

Kebutuhan benzen untuk pabrik ini sebanyak 965,3736 kg/jam menghasilkan produk stirena sebanyak 25.256,3179 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak 295.975,7658 kg/jam yang diperoleh dari air laut, penyediaan *steam* sebesar yang diperoleh dari boiler dengan bahan bakar *fuel oil* sebesar 187,979 ft<sup>3</sup>/jam, kebutuhan udara tekan sebesar dan kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator sebesar 267,01177 kW.

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun dengan jumlah karyawan 81 orang dengan modal tetap sebesar Rp 1.869.363.729.788 dan modal kerja sebesar Rp 1.868.913.729.787 dari analisis ekonomi didapatkan keuntungan sebelum pajak Rp 105.635.718.422 pertahun, setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 63.381.430.424 pertahun. *Persent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 62,20% dan setelah pajak sebesar 37,32%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,6983 tahun dan setelah pajak 2,5019 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 58,22%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 34,05%. *Discounted Cash Flow* (DCF) terhitung sebesar 32,86%. Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, POT, BEP, SDP dan DCF untuk pabrik beresiko rendah perhitungannya memenuhi standar maka pabrik ini layak untuk didirikan.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr .wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan naskah pendadaran tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Monomer Stirena dari Etil Benzena dengan Proses Dehidrogenasi Kapasitas 200.000 Ton per Tahun”.

Tugas Akhir prarancangan pabrik ini merupakan salah satu syarat wajib diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta guna mencapai gelar sarjana S1.

Dalam penyusunan Makalah Tugas Akhir ini penyusun banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan-Nya.
2. Bapak Ir. H. Haryanto AR, MS, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan Makalah Tugas Akhir ini.
3. Ibu Eni Budiyati, ST selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan Makalah Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan ibu atas doa restunya dan yang telah memberikan dukungan dan kasih sayangnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Mas Usman dan Mbak Yudha yang telah memberikan dukungan, doa dan bantuannya.
6. Adek Titis yang telah meminjamkan laptop, dan memberikan dukungan dan doa.
7. Nenek dan bude yang telah memberikan dukungan dan doa restunya.
8. Aa tersayang yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan doa.
9. Terima kasih untuk partner Sri Utami, atas kerjasama dan dukungannya.
10. Terima kasih juga penyusun tunjukkan kepada Hery, Aries, Udin, Didik, Cahyo atas doa dan dukungannya.
11. Terima kasih untuk Imam atas bantuannya.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, karenanya kritik dan saran sangat saya harapkan untuk

perbaikan. Akhir kata, penyusun berharap semoga Makalah Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk semua pihak. Tak lupa penyusun mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Surakarta,     Maret 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Abstraksi .....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Lambang .....	viii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel.....	xi
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Penentuan Kapasitas Perancangan .....	2
1.3.Lokasi Pabrik .....	3
1.4.Tinjauan Pustaka .....	5
<b>BAB II. DISKRIPSI PROSES .....</b>	<b>12</b>
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	12
2.2. Konsep Proses .....	13
2.3. Langkah Proses .....	16
2.3.1. Penyiapan Bahan Baku.....	16
2.3.2. Pembuatan Stirena.....	17
2.3.3. Pemurnian Stirena .....	18
2.3.4. Diagram Alir Proses.....	19
2.4. Neraca Massa Dan Neraca Panas .....	21
2.4.1. Kapasitas dan Diagram Alir Massa.....	21
2.4.2. Tabel Neraca Massa dan Neraca Panas .....	22
2.5.Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	27
2.5.1. Tata Letak Pabrik .....	27
2.5.2. Tata Letak Peralatan.....	30



BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....	33
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	47
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	56
BAB VI. ANALISIS EKONOMI.....	64
KESIMPULAN	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR LAMBANG

$A$	= Luas , m <sup>2</sup>	$Fh$	= <i>Friction head</i> , m
$A't$	= Flow Area, m <sup>2</sup>	$GE$	= <i>General Expenses</i>
$BEP$	= <i>Break Even Point</i>	$\Delta G$	= Energi Gibbs, kJ/mol K
$BM$	= Berat Molekul, Kg/mol	$Gt$	= Kecepatan massa per satuan luas ( kg/m <sup>2</sup> .dt)
$C$	= <i>Annual Cost</i>	$\Delta H_{298}$	= Panas Pembentukan pada Suhu Referensi, kJ/kmol. K
$C'$	= <i>Clearance</i> , m	$h$	= Tinggi, m
$Cp$	= Kapasitas Panas, kJ/mol K	$i$	= Bunga bank
$Cr$	= Faktor Korosi	$If$	= <i>Fixed Capital</i>
$D$	= Diameter, m	$-k$	= Kecepatan Reaksi, Kgmol/Jam. Kg Katalis
$De$	= Diameter Ekuivalen, m	$K$	= Konstanta Kesetimbangan Reaksi
$Dp$	= Diameter Partikel, m	$ID$	= Diameter Dalam, m
$Ds$	= Diameter Shell, m	$MC$	= <i>Manufacturing Cost</i>
$DCF$	= <i>Discounted Cash Flow</i>	$n$	= Nilai Faktor Alat
$E$	= Efisiensi Pengelasan, %	$Nt$	= Jumlah Pipa
$Ea$	= Harga Alat Dengan Kapasitas Referensi	$Nx$	= <i>Index</i> Harga Pada Tahun 2009
$Eb$	= Harga Alat Dengan Kapasitas Perancangan	$Ny$	= <i>Index</i> Harga Pada Tahun Referensi
$Epa$	= Energi Pompa Aktual, kW	$OD$	= Diameter Luar, m
$Etm$	= Energi Tenaga Motor, kW	$P$	= Tekanan, atm
$Ex$	= Harga Pembelian Pada Tahun Evaluasi	$Pa$	= Keuntungan Sesudah Pajak
$Ey$	= Harga Pembelian Pada Tahun Referensi .	$Pb$	= Keuntungan Sebelum Pajak
$F$	= Komponen	$P_c$	= Tekanan Kritis, atm
$Fa$	= <i>Fixed Capital</i>	$P_M$	= Tekanan Parsial, atm
$fal$	= Faktor <i>Allowble</i> , Psi	$POT$	= <i>Pay Out Time</i>
$FC$	= <i>Fixed Cost</i>	$Pra$	= ROI Sesudah Pajak
$FCI$	= <i>Fixed Capital Investment</i>		

$Prb$	= ROI Sebelum Pajak	$Ud$	= Koefesien Perpindahan Panas, W/jam m <sup>2</sup> °C
$Pt$	= <i>Pitch</i> , m	$Th$	= Tebal <i>head</i> , m
$\Delta P$	= Penurunan Tekanan, atm	$T_L$	= Suhu lebur, °C
$Q$	= Beban Panas, kJ	$T_s$	= Tebal <i>shell</i> , m
$r$	= Jari-jari, m	$V$	= Volume, m <sup>3</sup>
$R^2$	= Koefesien Determinasi	$Va$	= <i>Variable Cost</i>
$Ra$	= <i>Regulated Cost</i>	$Vh$	= <i>Velocity head</i> , m
$Rd$	= Faktor Pengotor, W/jam m <sup>2</sup> °C	$WC$	= <i>Working Capital</i>
$ROI$	= <i>Return On Investment</i>	$-Wf$	= <i>Total head</i> , m
$S$	= <i>Entropi</i> , kJ/mol K	$X$	= Tahun
$SDP$	= <i>Shut Down Point</i>	$X_i$	= Konversi, %
$Sg$	= <i>Spesific Grafity</i>	$Y$	= Indek Harga
$Sh$	= <i>Static head</i> , m	$\rho$	= Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$SV$	= <i>Salvage Value</i>	$\mu$	= Viskositas, kg/m.dt
$T$	= Suhu, °C	$\varepsilon$	= Porositas
$T_D$	= Suhu Didih, °C		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif.....	19
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif.....	20
Gambar 2.3. Tata Letak Pabrik.....	29
Gambar 2.4. Lay Out Alat Pabrik.....	32
Gambar 4.1. Diagram Alir Pengolahan Air .....	55
Gambar 5.1. Struktur Organisasi .....	63
Gambar 6.1. Hubungan Tahun dan Cost Index .....	66
Gambar 6.2. Grafik Perhitungan Evaluasi Ekonomi .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Impor Monomer Stirena di Indonesia tahun 1993-2002 .....	2
Tabel 2.1. Komponen Tiap Arus .....	22
Tabel 2.2. Neraca Massa Total .....	22
Tabel 2.3. Neraca massa <i>Reaktor</i> -01 (R-01) .....	23
Tabel 2.4. Neraca massa Separator-01 (Sp-01) .....	23
Tabel 2.5. Neraca massa Dekanter (DK-01) .....	24
Tabel 2.6. Neraca massa Menara Distilasi-01 (MD-01) .....	24
Tabel 2.7. Neraca massa Menara Distilasi-02 (MD-02) .....	25
Tabel 2.8. Neraca Panas di <i>Reaktor</i> -01 (R-01) .....	25
Tabel 2.9. Neraca Panas di Separator-01 (Sp-01) .....	26
Tabel 2.10. Neraca Panas di Dekanter-01 (DK-01) .....	26
Tabel 2.11. Neraca Panas di Menara Distilasi-01 (MD-01) .....	27
Tabel 2.12. Luas Tanah dan Bangunan .....	30
Tabel 4.1. Kebutuhan Air Total .....	51
Tabel 5.1. Perincian jumlah karyawan dan gaji .....	57
Tabel 5.2. Jadwal hari dan jam kerja karyawan <i>shift</i> .....	58
Tabel 6.1. Tabel Indek Data CEP Index .....	65
Tabel 6.2. <i>Total Capital Investment</i> .....	70
Tabel 6.3. <i>Manufacturing Cost</i> .....	71
Tabel 6.4. <i>Working Capital</i> .....	72
Tabel 6.5. <i>General Expenses</i> .....	72
Tabel 6.6. <i>Fixed Cost</i> .....	74
Tabel 6.7. <i>Variable Cost</i> .....	74
Tabel 6.8. <i>Regulated Cost</i> .....	74

## Lampiran

Program Reaktor .....	80
Grafik Konversi .....	87
Data Tabel Monomer Stirena .....	89
Gambar Diagram Alir Proses Pabrik .....	90