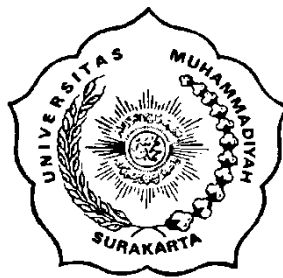


**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK RESIN FENOL FORMALDEHIDA**  
**DARI FENOL DAN FORMALDEHIDA DENGAN**  
**KATALIS ASAM SULFAT**  
**KAPASITAS 35.000 TON PER TAHUN**



Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik  
Strata Satu pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Oleh :**

**Agus Sriyanto**

**D 500 080 014**

**Dosen Pembimbing**

1. Dr. Ahmad M. Fuadi
2. Eni Budiyati, ST, M.Eng.

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

**2013**

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

Nama : Agus Sriyanto  
NIM : D 500 080 014  
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Resin Fenol Formaldehida  
dari Fenol dan Formaldehid dengan Katalis Asam  
Sulfat Kapasitas 35.000 Ton per Tahun  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ahmad M Fuadi  
2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng


Surakarta, Juli 2013

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

  
Dr. Ahmad M Fuadi  
NIK. 618

Dosen Pembimbing II

  
Eni Budiyati, S.T., M.Eng  
NIK. 100.991

Mengetahui,

  
Dekan  
  
Ir. Agus Riyanto, M.T.  
NIK. 483

Ketua Jurusan

  
Rois Fatoni, S.T., Msc, Ph.D.  
NIK. 892



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Telp (0271) 717417 Surakarta-57102


### PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **AGUS SRIYANTO**  
NIM : **D500080014**  
Jurusan : **TEKNIK KIMIA**  
Judul TA : **Prarancangan Pabrik Resin Fenol Formaldehida dari Fenol dan Formaldehida dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 35.000 Ton/Tahun**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti dan atau dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi apapun dari Fakultas Teknik atau gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

Surakarta, Juli 2013  
Yang membuat pernyataan,

  
**AGUS SRIYANTO**

## MOTTO

*“Tindakan mungkin tidak selalu  
memberikan kebahagiaan, tapi tidak  
ada kebahagiaan tanpa tindakan”  
(Benjamin Disraeli)*

*“Berbagi tidak harus menunggu kaya,  
berhemat tidak harus menunggu miskin”  
(kiddo\_way)*

*“Keberanian adalah kapasitas untuk  
pergi dari kegagalan ke kegagalan  
tanpa kehilangan antusiasme”  
(Sir Winston Churchill)*

## **PERSEMBAHAN**

*Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya lah saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga kami selalu terjaga dalam ridho-Mu. Serta junjungan kami Nabi Muhammad SAW dan para sahabatnya, untuk suri tauladan yang begitu mulia bagi kami.*

*Ibunda Sutarmi dan Ayahanda Suyitno, terima kasih atas kasih sayang yang telah engkau berikan hingga saat ini. Kalian segalanya bagiku. Jalanan panjang dan berbatu telah kalian lalui hanya untuk anakmu ini. Semoga tetesan butir-butir keringat Ayah dan Ibu dapat terwujud sebagai keberhasilan dan kebahagiaanku untuk membanggakan kalian.*

*Kepada Bapak Dr. Ahmad M Fuadi dan Ibu Eni Budiyati, ST, M.Eng, terima kasih atas segala bimbingannya selama ini. Banyak pengalaman dan pengetahuan berharga yang telah saya terima. Tanpa Bapak dan Ibu, saya tidak akan dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.*

*Aldila Wahyu sebagai partner Tugas Akhir, terima kasih atas kerja samanya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk sahabat-sahabatku, Kharis, Joko, Isna, Kunang, Oki, Verry, Wildan, Marwan, Anwar, Idrus, Martin, Nisa, Lala, Ike, keluarga TEKIM UMS 2008 dan 2009, serta sahabat-sahabat duelist SDC, kalian adalah keluarga keduaku.*

*Semua teman-teman seperjuangan Teknik Kimia angkatan 2008. Semoga kebersamaan dalam canda dan tawa tak lekang oleh waktu, ayo semangat untuk memulai hidup yang baru di luar sana dengan tanggung jawab yang lebih besar.*

*Untuk semua pihak yang telah membantu, terima kasih atas bantuannya, dan maaf tidak dapat menyebutkan satu per satu. Semoga kita bisa menatap masa depan bersama yang lebih cerah dan selalu mendapat ridho-Nya.*

## INTISARI

Semakin berkembangnya industri-industri yang membutuhkan bahan resin fenol formaldehida mengakibatkan kebutuhan resin fenol formaldehida di dunia semakin meningkat. Prarancangan pabrik fenol formaldehid resin ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku fenol formaldehid resin dalam negeri dan untuk diekspor. Fenol formaldehid resin dibuat dengan menerapkan reaksi substitusi aromatik elektrofilik dari fenol dan formaldehid dengan bantuan katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).

Proses pembuatan fenol formaldehid resin di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Reaksi berlangsung pada fase cair, dimana masing-masing reaksi dijalankan pada suhu  $94^{\circ}C$  dan tekanan 1 atm. Untuk memurnikan fenol formaldehid resin dilakukan proses dekantasi dan destilasi sehingga dapat diperoleh produk dengan kemurnian 98%. Pabrik fenol formaldehid resin dengan kapasitas 35.000 ton per tahun ini membutuhkan bahan baku fenol sebanyak 29.182,5061 ton per tahun, formaldehid sebanyak 29.117,1477 ton per tahun, dan asam sulfat sebanyak 5.443,1597 ton per tahun. Utilitas yang dibutuhkan dalam setiap tahunnya meliputi 40.839.208,5185 liter air per tahun, 42.100,648 ton steam per tahun, 5.403,928 ton per tahun batu bara, 786.671,741 kW listrik per tahun, dan 804.038,40  $m^3$  udara tekan.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh parameter-parameter ekonomi sebagai berikut: *Fixed Capital Investment* sebesar Rp 211.087.891.589,42 dan *Working Capital Investment* sebesar Rp 155.902.882.398,58; *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 84,11% dan setelah pajak sebesar 58,87%; *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,06 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,45 tahun; *Break Even Point* (BEP) sebesar 56,14%; *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,72%; dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 31,36%. Berdasarkan data di atas maka pabrik ini layak untuk didirikan.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikumWr. Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Fenol Formaldehid Resin dari Fenol dan Formaldehid Kapasitas 35.000 Ton per Tahun”.

Tugas Prarancangan Pabrik merupakan syarat terakhir yang wajib ditempuh untuk menyelesaikan program strata 1 di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini. Adapun pihak-pihak tersebut, antara lain:

1. Dr. Ahmad M Fuadi, sebagai dosen pembimbing I,
2. Eni Budiyati, ST. M. Eng, sebagai dosen pembimbing II,
3. Emi Erawati, ST. M.Eng, selaku koordinator tugas akhir,
4. Seluruh dosen dan staf Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Penyusun berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

*Wassalamu'alaikumWr. Wb.*

Surakarta, Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan .....	2
1.3 Lokasi Pabrik.....	4
1.4 Tinjauan Pustaka .....	7
1.4.1 Macam-macam proses.....	7
1.4.2 Kegunaan produk .....	9
1.4.3 Sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk .....	9
1.4.4 Tinjauan proses secara umum .....	11
<b>BAB II. DESKRIPSI PROSES</b> .....	12
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	12
2.2 Konsep Proses .....	13
2.2.1 Dasar reaksi .....	13
2.2.2 Mekanisme reaksi.....	13
2.2.3 Tinjauan termodinamika .....	13
2.2.4 Tinjauan kinetik .....	15
2.2.5 Diskripsi proses .....	16
2.3 Diagram Alir Proses .....	18
2.4 Diagram Air Neraca Massa dan Neraca Panas.....	20



2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	27
2.5.1 Tata letak pabrik.....	27
2.6.2 Tata letak peralatan proses .....	29
<b>BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....</b>	<b>32</b>
3.1 <i>Accumulator</i> .....	32
3.2 <i>Cooler</i> .....	33
3.3 <i>Decanter</i> .....	35
3.4 <i>Heater</i> .....	35
3.5 Kondensor .....	38
3.6 Menara Distilasi .....	40
3.7 Pompa.....	42
3.8 Reaktor .....	52
3.9 <i>Reboiler</i> .....	52
3.10Tangki.....	54
<b>BAB IV. UNIT PENDUKUNG DAN LABORATORIUM.....</b>	<b>57</b>
4.1 Unit Pendukung Proses .....	57
4.1.1 Unit penyediaan dan pengolahan air .....	58
4.1.2 Spesifikasi alat pengolah air.....	65
4.1.3 Kebutuhan air .....	75
4.1.4 Unit penyediaan steam .....	77
4.1.5 Unit penyediaan listrik .....	79
4.1.6 Unit penyediaan bahan bakar .....	81
4.1.7 Unit udara tekan .....	82
4.2 Unit Pengolahan Limbah.....	83
4.2.1 Bahan buangan cair .....	83
4.2.2Bahan buangan padatan.....	85
4.2.3Bahan buangan gas.....	86
4.3 Unit Laboratorium.....	86
4.3.1 Menganalisa bahan baku .....	87
4.3.2Menganalisa kadar limbah .....	87
<b>BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN .....</b>	<b>88</b>

5.1 Bentuk Perusahaan .....	88
5.2 Struktur Organisasi.....	88
5.2.1 Pemegang saham .....	90
5.2.2 Dewan komisaris .....	90
5.2.3 Dewan direksi.....	90
5.2.4 Staf ahli .....	91
5.2.5 Penelitian dan pengembangan (litbang) .....	91
5.2.6 Kepala bagian.....	92
5.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	95
5.3.1 Sistem kepegawaian .....	95
5.3.2 Pembagian jam kerja karyawan .....	95
5.3.3 Sistem gaji .....	97
5.4 Kesejahteraan Karyawan.....	100
5.5 Manajemen Produksi.....	101
5.5.1 Perencanaan produksi.....	101
5.5.2 Pengendalian proses .....	103
<b>BAB VI. ANALISIS EKONOMI .....</b>	<b>105</b>
6.1 Penaksiran Harga Peralatan.....	108
6.2 <i>Fixed Capital Investment</i> .....	109
6.3 <i>Working Capital</i> .....	110
6.4 <i>Manufacturing Cost</i> .....	110
6.5 <i>General Expenses</i> .....	111
6.6 Analisis Kelayakan.....	111
6.6.1 <i>Return On Investment</i> .....	112
6.6.2 <i>Pay Out Time</i> .....	112
6.6.3 <i>Break Event Point</i> .....	113
6.6.4 <i>Shut Down Point</i> .....	114
6.6.5 <i>Discounted Cash Flow</i> .....	114
<b>BAB VII. KESIMPULAN .....</b>	<b>116</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>117</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>120</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kebutuhan ekspor impor novolak resin (tahun 2005-2011) .....	3
Tabel 2.2. Harga energi Gibbs untuk beberaa komponen.....	14
Tabel 2.2. Tabel komponen yang ada pada tiap arus .....	20
Tabel 2.3. Neraca massa reactor 1 (R-01).....	21
Tabel 2.4. Neraca massa reactor 2 (R0-2).....	21
Tabel 2.5. Neraca massa dekanter (H) .....	21
Tabel 2.6. Neraca massa menara destilasi 1(D-1).....	22
Tabel 2.7. Neraca massa menaradestilasi 2 (D-2).....	22
Tabel 2.8. Neraca massa <i>overall</i> .....	23
Tabel 2.9. Neraca panas reaktor 1 (R-1) .....	23
Tabel 2.10. Neraca panas reaktor 2 (R-2) .....	24
Tabel 2.11. Neraca panas dekanter (H).....	24
Tabel 2.12 Neraca panas menara destilasi 1 (MD-1).....	25
Tabel 2.13 Neraca panas menara destilasi 2 (MD-2).....	25
Tabel 2.14 Neraca panas <i>overall</i> .....	26
Tabel 4.1 Kebutuhan air pendingin .....	75
Tabel 4.2 Kebutuhan air umpan <i>boiler</i> .....	75
Tabel 4.3Kebutuhan air domestik .....	76
Tabel 4.4 Data kebutuhan <i>steam</i> .....	77
Tabel 4.5 Kebutuhan listrik untuk proses .....	78
Tabel 4.6 Konsumsi listrik untuk utilitas .....	79
Tabel 4.7 Data limbah yang akan diolah.....	83
Tabel 4.8 Data bahan baku dan produk.....	84
Tabel 5.1 Pembagian <i>shift</i> karyawan .....	96
Tabel 5.2 Perincian gaji pegawai .....	99
Tabel 6.1 Indeks harga alat .....	108
Tabel 6.2 <i>Fixed capital investment</i> .....	109
Tabel 6.3 <i>Working capital</i> .....	110

Tabel 6.4	<i>Manufacturing Cost</i> .....	110
Tabel 6.5	<i>General expenses</i> .....	111
Tabel 6.6	<i>Fixed cost</i> .....	113
Tabel 6.7	<i>Variable cost</i> .....	113
Tabel 6.8	<i>Regulated cost</i> .....	113
Tabel 7.1	Hasil analisis kelayakan ekonomi .....	116

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram alir kualitatif .....	18
Gambar 2.2. Diagram alir kuantitatif .....	19
Gambar 2.3. Diagram alir proses. ....	20
Gambar 2.4. Tata letak pabrik.....	30
Gambar 2.5. Tata letak peralatan proses .....	31
Gambar 4.1. Unit pengolahan air utilitas .....	61
Gambar 4.2. Skema instalasi pengolahan air limbah (IPAL) .....	84
Gambar 5.1. Struktur organisasi.....	104
Gambar 6.1. Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i> .....	108
Gambar 6.2. Grafik analisis ekonomi.....	115