

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**

**PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL**  
**DARI *Crude Palm Oil* (CPO) DAN METANOL**  
**KAPASITAS 700.000 TON/TAHUN**

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



Oleh:

**Hendri Susanto**  
**D 500 080 005**

Dosen Pembimbing:

**Rois Fatoni, ST. M.Sc. PhD**  
**Kusmiyati ST. M.T. PhD.**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2014**

**HALAMAN PENGESAHAN**

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

---

NAMA : Hendri Susanto  
NIM : D 500 080 005  
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Biodiesel Dari *Crude Palm Oil*  
(CPO) dan Metanol Kapasitas 700.000 Ton/Tahun  
DOSEN PEMBIMBING : 1. Rois Fatoni, ST., M.Sc., P.hD.  
2. Kusmiyati S.T., M.T., P.hD.

Surakarta, 24 Juli 2014

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Rois Fatoni, ST.,M.Sc.,P.hD  
NIDN. 0603027401

Kusmiyati, ST.,MT., P.hD  
NIDN. 06017037102

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan



Ir. Sri Sunarjono, M.T, P.hD. .  
NIDN. 0630126302

Rois Fatoni, ST.,M.Sc.,P.hD  
NIDN. 0603027401

## **PERNYATAAN ORIGINALITAS**

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah sebagai hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain atau telah dipergunakan dan diterima sebagai persyaratan menyelesaikan studi di Universitas ini, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang telah dinyatakan dalam teks.

Apabila tugas akhir ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah orang lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, 25 Juli 2014

Yang Menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hendri Susanto', written in a cursive style.

(Hendri Susanto)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaiikum Wr. Wb.*

Pertama-tama saya haturkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi Sarjana (S-1). Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Pembangunan Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO) dan Metanol Kapasitas 700.000 Ton/Tahun**. Dengan adanya pembangunan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya energi alternatif dari industri untuk masa depan bagi bangsa Indonesia.

Penyelesaian penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga, terutama kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberi dukungan, doa, semangat, serta cinta dan kasih sayang yang tiada hentinya kepada penulis.
2. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia dan selaku dosen pembimbing I, serta Ibu Kusmiyati, S.T., M.T., PhD. selaku dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktu kepada penulis untuk memberikan bimbingan, bantuan dan arahan selama pengerjaan sampai selesainya tugas akhir ini.

3. Heri Santoso selaku rekan penulis dalam mengerjakan laporan ini.
4. Teman-teman Teknik Kimia UMS atas dukungan semangat dan moril serta canda tawa dan rasa kekeluargaan yang kalian berikan.

***“Tak ada gading yang tak retak”*** penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan kerendahan hati atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada pada laporan ini. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini, semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaiikum Wr. Wb.*

Surakarta, 24 Juli 2014



Penyusun

## **MOTTO**

*“Allah SWT pemberi rahmat dan hidayah”*

*“Hidup adalah perjuangan”*

*“Ingin menggapai sebuah mimpi dan harapan”*

*“Raihlah mimpi dengan penuh keikhlasan dan kerjakeras”*

*“Ketika apa yang diinginkan tak sesuai harapan, maka bangkitlah dan  
berusahalah”*

*“Semua itu akan indah pada waktunya”*

*“Dengan sebuah doa”*

## **PERSEMBAHAN**

*Karya ini kupersembahkan kepada :*

*Ibu serta Bapak tercinta selaku orangtuaku, terimakasih atas segala dukungan do'a serta segala bentuk perhatian dan rasa kasih sayang.*

*Orang yang aku cintai yang selalu mendukungu terimakasih atas doanya.*

*Teman-teman Teknik Kimia 2008 seperjuangan terima kasih atas do'a dan dukungan kalian.*

*Teknik Kimia UMS angkatan 2008,2009,2010, terima kasih atas kebersamaannya selama ini. Semua kenangan indah saat kita bersama semoga bisa menjadi sebuah memori yang takkan pernah terlupakan.*

***Arigatto Gozaimash....!***

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>INTISARI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Pabrik .....	1
1.2. Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik .....	2
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik .....	4
1.4. Tinjauan Pustaka .....	5
1.4.1. Macam-macam proses .....	5
1.4.2. Kegunaan produk .....	9
1.4.3. Spesifikasi bahan baku dan produk .....	10
1.4.4. Tinjauan proses secara umum .....	13
<b>BAB II. DISKRIPSI PROSES</b>	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	14
2.1.1. Spesifikasi bahan baku .....	14
2.1.2. Spesifikasi produk .....	15
2.1.3. Spesifikasi katalis .....	15
2.2. Konsep Reaksi .....	17
2.2.1. Dasar reaksi .....	17



2.2.2. Kondisi operasi .....	18
2.2.3. Tinjauan termodinamika .....	18
2.2.4. Tinjauan kinetika .....	19
2.2.5. Langkah proses .....	19
2.3. Neraca Massa dan Neraca Panas .....	22
2.3.1. Diagram alir neraca massa .....	22
2.3.2. Neraca massa komponen di sekitar tiap alat .....	23
2.3.3. Neraca panas komponen di sekitar tiap alat .....	27
2.4. Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	33
2.4.1. Tata letak pabrik .....	33
2.4.2. Tata letak peralatan .....	35
<b>BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES</b>	
3.1. Spesifikasi Alat Utama .....	40
3.2. Spesifikasi Alat Pendukung .....	46
<b>BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM</b>	
4.1. Unit Pendukung Proses .....	65
4.1.1. Unit penyediaan dan pengolahan air .....	66
4.1.2. Unit penyediaan <i>steam</i> .....	79
4.1.3. Unit penyediaan listrik .....	80
4.1.4. Unit penyediaan bahan bakar .....	83
4.1.5. Unit penyediaan udara tekan .....	84
4.1.6. Unit pengolahan limbah .....	84
4.2. Laboratorium .....	85
4.2.1. Program kerja laboratorium .....	86
4.2.2. Peralatan laboratorium .....	87
4.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	88
<b>BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN</b>	
5.1. Bentuk Perusahaan .....	89
5.2. Struktur Organisasi .....	90

5.2.1. Pemegang saham .....	90
5.2.2. Dewan komisaris .....	90
5.2.3. Direktur .....	91
5.2.4. Kepala bagian .....	91
5.2.5. Karyawan .....	92
5.2.6. Sekretaris .....	94
5.2.7. Staf ahli .....	94
5.3. Sistem kepegawaian dan sistem gaji.....	94
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	95
5.4.1. Karyawan <i>non shift</i> .....	95
5.4.2. Karyawan <i>shift</i> .....	95
5.5. Penggolongan jabatan, jumlah karyawan dan gaji.....	96
5.5.1. Penggolongan jabatan.....	96
5.5.2. Jumlah karyawan dan gaji.....	97
5.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	99
5.7. Manajemen Produksi .....	100
5.7.1. Perencanaan produksi.....	100
5.7.2. Pengendalian produksi .....	101
<b>BAB VI. ANALISIS EKONOMI</b>	
6.1. Perhitungan Biaya .....	106
6.2. <i>Total Fixed Capital Investment</i> .....	109
6.3. <i>Working Capital</i> .....	110
6.4. <i>Manufacturing Cost</i> .....	110
6.5. <i>General Expense</i> .....	111
6.6. Analisis Ekonomi .....	111
<b>BAB VII. KESIMPULAN.....</b>	<b>118</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>119</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Kebutuhan Biodiesel dari Produksi CPO.....	3
Tabel 2._Neraca Massa mixer.....	24
Tabel 3._Neraca Massa di Reaktor 1.....	24
Tabel 4._Neraca Massa di Reaktor 2.....	25
Tabel 5._Neraca Massa di Reaktor 3.....	25
Tabel 6._Neraca Massa di Dekanter 1.....	26
Tabel 7._Neraca Massa Tangki Pencuci.....	26
Tabel 8._Neraca Massa di Dekanter 2.....	27
Tabel 9._Neraca Massa Netralizer.....	27
Tabel 10._Neraca Massa Flash Drum.....	28
Tabel 11._Neraca Massa Total.....	29
Tabel 12. Neraca Panas Mixer.....	30
Tabel 13._Neraca Panas Heat Exchanger 1.....	30
Tabel 14._Neraca Panas Heat Exchanger 2.....	30
Tabel 15._Neraca Panas di Reaktor 1.....	31
Tabel 16._Neraca Panas di Reaktor 2.....	31
Tabel 17._Neraca Panas di Reaktor 3.....	32
Tabel 18._Neraca Panas di Dekanter 1.....	32
Tabel 19._Neraca Panas di Dekanter 2.....	33
Tabel 20._Neraca Panas Netralizer.....	33
Tabel 21._Neraca Panas Flash Drum.....	34
Tabel 22. Daftar kebutuhan air untuk <i>steam</i> .....	78
Tabel 23. Daftar kebutuhan listrik untuk keperluan proses.....	81
Tabel 24. Daftar kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas.....	81
Tabel 25. Sistem pembagian kerja.....	96
Tabel 26. Penggolongan jabatan perusahaan.....	96
Tabel 27. Jumlah karyawan sesuai dengan jabatan dan gaji.....	97

Tabel 28. Pembagian karyawan proses tiap <i>shift</i> .....	99
Tabel 29. <i>Cost index chemical plant</i> .....	103
Tabel 30. <i>Total fixed capital investment</i> .....	109
Tabel 31. <i>Working capital</i> .....	110
Tabel 32. <i>Manufacturing cost</i> .....	110
Tabel 33. <i>General Expenses</i> .....	111
Tabel 34. Harga penjualan produk/ <i>Sales (Sa)</i> .....	113
Tabel 35. <i>Fixed cost (Fa)</i> .....	114
Tabel 36. <i>Variabel cost (Va)</i> .....	114
Tabel 37. <i>Regulated cost (Ra)</i> .....	114

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram alir kualitatif.....	22
Gambar 2. Diagram alir kuantitatif.....	23
Gambar 3. Tata letak pabrik.....	37
Gambar 4. Tata letak peralatan.....	39
Gambar 5. Unit pengolahan air sungai.....	71
Gambar 6. Struktur organisasi perusahaan.....	101
Gambar 7. Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i> .....	105
Gambar 8. Grafik analisis ekonomi.....	117

## INTISARI

Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dan akan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Namun laju konsumsi BBM tersebut diperparah dengan semakin menurunnya produksi minyak bumi dalam negeri. Sebuah fakta menyatakan bahwa Indonesia telah menjadi net importir minyak dari tahun 2005. Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini juga memberikan dampak yang besar bagi perekonomian nasional. Salah satu solusi untuk menanggulangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil adalah dengan mendirikan pabrik biodiesel yang berasal dari *Crude Palm Oil* dan Metanol dengan kapasitas 700.000 ton/tahun dan direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Pabrik akan didirikan di Barito Kuala, Kalimantan Selatan dengan luas tanah 27.500m<sup>2</sup>.

Biodiesel dibuat dengan cara transesterifikasi antara *Crude Palm Oil* dan metanol dengan katalis NaOH pada suhu 60°C dan tekanan 1 atmosfer, perbandingan mol trigliserida : metanol sebesar 1 : 6, dan konversi 98%. Reaksi berjalan dengan menggunakan tiga buah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk yang dipasang secara seri. Reaksi berlangsung pada fase cair-cair, dengan sifat reaksi *reversible*, kondisi *isothermal*, *non adiabatic*. Reaksi berjalan eksotermis sehingga untuk mempertahankan suhu agar tetap 60°C reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Pendingin yang digunakan adalah air. Berdasarkan dari kondisi operasinya, pabrik biodiesel ini dikategorikan pabrik beresiko rendah. Bahan baku yang dibutuhkan adalah *Crude Palm Oil* sebanyak 777.777,7778 ton/tahun dan metanol sebesar 2813,338375 ton/tahun.

Dari analisis ekonomi, didapatkan data yaitu pabrik biodiesel ini membutuhkan modal tetap sebesar Rp.1.127.152.919.468 sedangkan modal kerjanya sebesar Rp.417.426.212.722. Biaya produksi total per tahun adalah sebesar Rp.2.272.597.888.334. Maka keuntungan yang diperoleh sebelum pajak adalah Rp.642.969.645.866 pertahun, sedangkan keuntungan sesudah pajak sebesar Rp.450.078.752.106 pertahun. Evaluasi ekonomi ini menunjukkan bahwa *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 57,044%, sesudah pajak 39,931%, *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak yaitu 1,492 tahun, sesudah pajak yaitu 2,003 tahun, *Break Event Point (BEP)* 42,35%, *Shut Down Point (SDP)* 25,84% dan *Discounted Cash Flow (DCF)* 43,89%. Dari hasil evaluasi ekonomi tersebut, pabrik biodiesel dari *Crude Palm Oil* dan metanol dengan kapasitas 700.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.