

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK
BIODIESEL DARI MINYAK BIJI NYAMPLUNG
DENGAN PROSES ESTERIFIKASI-
TRANSESTERIFIKASI
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**



Oleh:
SRI HIDAYATI
D 500 100 005

Dosen Pembimbing:
KUSMIYATI, S.T, M.T, Ph.D
Dr. Ir. AHMAD M. FUADI, MT.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2015**

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

NAMA : Sri Hidayati
NIM : D 500 100 005
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Biodiesel Dari Minyak
Nyamplung dengan Proses Esterifikasi-
Transesterifikasi Kapasitas 15.000 ton/tahun
DOSEN PEMBIMBING : 1. Kusmiyati, S.T, M.T, Ph.D
2. Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi M.T

Surakarta, 7 Oktober 2015

Menyetujui,

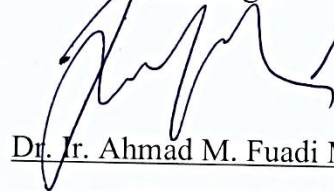
Pembimbing I



Kusmiyati, S.T, M.T, Ph.D

NK. 683

Pembimbing II



Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi M.T

NIK. 618

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunariono, MT., Ph.D

NIK. 682

Ketua Program Studi
Teknik Kimia



Rois Fatoni S.T, M.Sc, Ph.D

NIK. 892

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sri Hidayati

NIM : D 500 100 005

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung
dengan Proses Esterifikasi-Transesterifikasi kapasitas
15.000 ton/tahun

Tanggal Sidang : 12 Agustus 2015

Tanggal Lulus : 12 Agustus 2015

menyatakan bahwa tulisan ini adalah merupakan hasil karya saya sendiri. Segala kutipan dalam bentuk apa pun telah mengikuti kaidah, etika yang berlaku. Mengenai isi dan tulisan adalah merupakan tanggung jawab Penulis, bukan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan dengan penuh kesadaran.

Surakarta, September 2015



(Sri Hidayati)

MOTTO

“Dan Kalian tidak mampu (menempuh jalan itu), kecuali bila dikehendaki Allah.” (Q.S AL-Insan: 30)

Janganlah hanya disibukkan oleh urusan dunia, jika itu terjadi maka akhirat akan meninggalkanmu. Berjalanlah di muka bumi ini untuk menggapai akhirat dan dunia yang akan terus mengikutimu.

Pencapaian yang didasarkan atas apa yang Allah kehendaki itulah pencapaian yang nyata dan abadi, bukan pencapaian menurut cara pandang manusia yang fana dan terbatas.

PERSEMBAHAN

TIADA DAYA UPAYA KECUALI DENGAN PERTOLONGAN ALLAH

Karya sederhana ini saya persembahkan kepada:

- **Ibu bapak tercinta, terimakasih telah mencurahkan kasih sayang dan doa yang tulus untuk keberhasilan semua anaknya.**
- **Ukong (adikku) tersayang, terimakasih telah memberi semangat dan dukungan**
- **TAP tersayang, terimakasih selalu menemani dan memberi nasihat**
- **Bapak dan Ibu dosen, terimakasih telah membimbing dan memberi pengarahan yang terbaik**
- **Oryza, teman seperjuangan terimakasih atas kerja samanya.**
- **Teman-teman teknik kimia terimakasih atas motivasi yang telah kalian berikan**
- **Almamaterku**

INTISARI

Biodiesel merupakan salah satu jenis bahan bakar alternatif pengganti solar yang terbuat dari bahan alam. Kebutuhan biodiesel akan terus bertambah seiring dengan kebijakan penggunaan biodiesel sebagai bahan tambahan Bahan Bakar Minyak. Standar kualitas biodiesel mengacu pada SNI 7182:2012 dan keputusan Dirjen EBTKE No. 723 K/10/DJE/2013. Pabrik ini berkapasitas 15.000 ton per tahun yang direncanakan akan didirikan di Kalimantan Timur tepatnya di Kariangau Kecamatan Balikpapan Barat yang beroperasi selama 330 hari per tahun. Biodiesel dari minyak biji nyamplung yang direaksikan melalui proses esterifikasi – transesterifikasi yang dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan reaktan metanol serta katalis H_2SO_4 dan NaOH pada tekanan 1 atm, suhu $60\text{ }^{\circ}C$. Proses ini berjalan pada fase cair-cair, *reversible*, *eksotermis* dan *isothermal*.

Kebutuhan minyak biji nyamplung untuk pabrik ini sebanyak 1893,9394 kg/jam, dan metanol sebanyak 378,7879 kg/jam. Produk berupa biodiesel sebanyak 1749,3826 kg/jam. Pada unit utilitas, kebutuhan air untuk air proses sebanyak 874,6913 kg/jam dari Waduk Wain Kalimantan Timur. Sedangkan pada unit pembangkit steam dibutuhkan steam 74,70 kg/jam, kebutuhan alat kontrol pneumatik sekitar 3,09 kmol/jam. Untuk pembangkit listrik bagian proses sebanyak 26,5965 Kw diperoleh dari PT PLN dan *generator set*.

Hasil analisa ekonomi pabrik kapasitas produksi 15.000 ton per tahun adalah hasil penjualan rata-rata pertahun sebesar Rp. 305.759.650.970,4000. Adapun keuntungan sebelum membayar pajak sebesar Rp. 52.018.646.492,6500 dan keuntungan setelah dipotong pajak 30% sebesar Rp. 36.413.052.544,8550. Biaya produksi rata-rata pertahun sebesar Rp. 6.973.255.273.292,14. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 4,8 tahun dan setelah pajak selama 4,7 tahun, *Rate Of Return Investement (ROI)* sebelum pajak sebesar 16,0626 % dan setelah pajak sebesar 11,2438 %, *Break Even Point (BEP)* sebesar 56,0639 %. *Shut Down Point (SDP)* sebesar 23,2403 %. Umur pabrik selama 10 tahun dan *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 37,9 %. Dari segi proses yang sederhana dan dari data perhitungan evaluasi ekonomi memenuhi standar, maka pabrik ini layak didirikan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah tugas akhir ini. Sholawat serta salam semoga tercurah kepada nabi akhir zaman kita Nabi Muhammad SAW.

Penyusunan naskah tugas akhir yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung dengan Proses Esterifikasi- Transesterifikasi kapasitas 15.000 ton/tahun”**, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan naskah ini penulis telah banyak menerima bantuan, petunjuk dan bimbingan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Rois Fatoni ST, M.SC, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dan dosen pembimbing II yang sabar telah membimbing, memberi arahan.
2. Ibu Kusmiyati, S.T, M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing penulis hingga terselesaikannya naskah tugas akhir ini.
3. Kepada kedua orang tua dan keluarga besar penulis, atas segala kasih sayang, kepercayaan dan doa yang tiada hentinya.
4. Teman-taman teknik kimia UMS yang telah membantu dan mensupport dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan naskah tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga naskah tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk semua pihak yang berkepentingan.

Wassalamualaikum Wr., Wb

Surakarta, September 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORIGINALITAS.....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik Pabrik	1
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	4
1.4 Tinjauan Pustaka	5
1.4.1 Tanaman Nyamplung.....	5
1.4.2 Biodiesel.....	10
1.4.3 Standar Mutu Biodiesel.....	11
1.4.4 Macam-macam Proses	12
1.4.5 Kegunaan Produk.....	13
1.4.6 Sifat Fisis-Kimia Bahan Baku dan Produk.....	14
1.4.7 Tinjauan Proses secara umum.....	16
BAB II. DISKRIPSI PROSES.....	18
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	18
2.2. Konsep Reaksi.....	19
2.2.1. Reaksi Dasar	19
2.2.2. Kondisi Operasi	21
2.2.3. Mekanisme reaksi	21

2.2.4.	Tinjauan Kinetika.....	22
2.2.5.	Tinjauan Termodinamika	22
2.2.6.	Langkah Proses	24
2.3.	Diagram Alir Proses.....	28
2.4.	Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas.....	30
2.4.1.	Neraca Massa.....	30
2.4.2.	Neraca Panas.....	37
2.5.	Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	46
2.5.1.	Tata Letak Pabrik.....	46
2.5.2.	Tata Letak Peralatan.....	50
BAB III.	SPEKIFIKASI ALAT PROSES.....	52
BAB IV.	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	80
4.1.	Utilitas.....	80
4.1.1.	Unit Penyedia dan Pengolahan Air.....	80
4.1.2.	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	86
4.1.3.	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	87
4.1.4.	Unit Pembangkit Listrik.....	87
4.1.5.	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	89
4.1.6.	Spesifikasi Alat-alat Utilitas.....	90
4.2.	Laboratorium.....	101
BAB V.	MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	103
5.1.	Bentuk Perusahaan.....	103
5.2.	Struktur Organisasi.....	104
5.3.	Tugas dan Wewenang.....	107
5.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	110
5.5.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	112
5.6.	Kesejahteraan Karyawan.....	114
5.7.	Manajemen Produksi.....	115
BAB VI.	ANALISIS EKONOMI.....	118
6.1.	Tujuan analisi ekonomi.....	118
6.2.	Penaksiran Harga Peralatan.....	119

6.3. Perhitungan Biaya.....	121
6.3.1. <i>Total Capital Investment</i>	123
6.3.2. <i>Working Capital</i>	124
6.3.3. <i>Manufacturing cost</i>	124
6.3.4. <i>General expenses</i>	125
6.3.5. <i>Analisis keuntungan</i>	125
6.3.6. <i>Analisis Kelayakan</i>	125
6.3.7. <i>Discounted Cash Flow</i>	128
KESIMPULAN.....	130
DAFTAR PUSTAKA	131

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Kebutuhan Biodiesel.....	2
Tabel 1.2	Potensi Budidaya Nyamplung di Indonesia.....	3
Tabel 1.3	Pabrik Biodiesel di Indonesia.....	3
Tabel 1.4	Kondisi Lingkungan untuk pertumbuhan nyamplung.....	7
Tabel 1.5	Komponen trigliserida minyak biji nyamplung.....	8
Tabel 1.6	Karakteristik minyak <i>callophyllum inophyllum</i> L.....	9
Tabel 1.7	Syarat Mutu Biodiesel Ester Alkil.....	11
Tabel 2.1	Harga ΔH_f^0 masing-masing komponen.....	22
Tabel 2.2	Harga ΔG_f^0 masing-masing komponen.....	23
Tabel 2.3	Neraca Massa di <i>Mixer-01</i>	30
Tabel 2.4	Neraca Massa di <i>Decanter 1</i>	31
Tabel 2.5	Neraca Massa di <i>Mixer-02</i>	31
Tabel 2.6	Neraca Massa di <i>reaktor esterifikasi</i>	32
Tabel 2.7	Neraca Massa di <i>dekanter 2</i>	32
Tabel 2.8	Neraca Massa di <i>reaktor esterifikasi 2</i>	33
Table 2.9	Neraca Massa di <i>dekanter 3</i>	33
Table 2.10	Neraca Massa di <i>Mixer-03</i>	34
Table 2.11	Neraca Massa di <i>reaktor transesterifikasi</i>	34
Tabel 2.12	Neraca Massa di <i>dekanter 4</i>	35
Tabel 2.13	Neraca Massa di <i>Mixer-04</i>	35
Tabel 2.14	Neraca Massa di <i>Decanter 5</i>	35
Tabel 2.15	Neraca Massa di <i>Menara distilasi</i>	36
Tabel 2.17	Neraca Panas di sekitar <i>mixer-01</i>	37
Tabel 2.18	Neraca Panas di sekitar <i>dekanter 1</i>	37
Tabel 2.19	Neraca Panas di sekitar <i>mixer-02</i>	38
Tabel 2.20	Neraca Panas di sekitar <i>reaktor esterifikasi 1</i>	38
Tabel 2.21	Neraca Panas di sekitar <i>dekanter 2</i>	39
Tabel 2.22	Neraca Panas di sekitar <i>reaktor esterifikasi 2</i>	40

Tabel 2.23	Neraca Panas di sekitar <i>dekanter 3</i>	41
Tabel 2.24	Neraca Panas di sekitar <i>mixer-03</i>	41
Tabel 2.25	Neraca Panas di sekitar <i>reaktor transesterifikasi</i>	42
Tabel 2.26	Neraca Panas di sekitar <i>dekanter 4</i>	43
Tabel 2.27	Neraca Panas di sekitar <i>HE-04</i>	43
Tabel 2.28	Neraca Panas di sekitar <i>dekanter 5</i>	44
Tabel 2.29	Neraca Panas di sekitar <i>Menara distilasi</i>	44
Tabel 2.30	Neraca Panas di <i>Cooler top produk</i>	45
Tabel 2.31	Neraca Panas di <i>Cooler bottom produk</i>	45
Tabel 2.32	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	48
Tabel 4.1	Daftar Kebutuhan Listrik untuk Proses	88
Tabel 4.2	Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	88
Tabel 5.1	Jabatan dan Prasyarat	112
Tabel 5.2	Perincian Jumlah Karyawan	113
Tabel.5.3	Pengolongan Gaji Karyawan	114
Tabel 6.1.	<i>Cost Index Chemical Plant</i>	119
Tabel 6.2.	<i>Total Capital Investement</i>	123
Tabel 6.3.	<i>Working Capital</i>	124
Tabel 6.4.	<i>Manufacturing Cost</i>	124
Tabel 6.5.	<i>General Expenses</i>	125
Tabel 6.6.	<i>Fixed Cost</i>	126
Tabel 6.7.	<i>Regulated Cost</i>	127
Tabel 6.8.	<i>Variable Cost</i>	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kariangau, Kalimantan Timur	4
Gambar 1.2 Diagram Alir Proses Produksi Biodiesel	17
Gambar 2.1 Diagram Alir Kuantitatif	28
Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif	29
Gambar 2.3 Tata Letak Pabrik.....	49
Gambar 2.5. Tata Letak Peralatan Pabrik	51
Gambar 4.1. Proses Pengolahan Air Sungai	100
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	106
Gambar 6.1. Grafik Hubungan Tahun dengan <i>Cost index</i>	120
Gambar 6.2. Grafik BEP	129