

TUGAS AKHIR

PRA RENCANA PABRIK BIODIESEL DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS PADAT



No. INDUK	
TGL TERIMA	
Buku	
KOP. KE	

Diajukan Oleh :

AMANDA T Z	5203002011
REYNALDY S	5203002012
IDA K	5203002022

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
S U R A B A Y A

2006

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **TUGAS AKHIR** dengan judul " Pra Rencana Pabrik Biodiesel dengan menggunakan katalis padat", bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

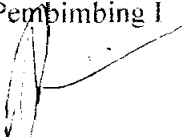
Nama : Amanda Teresa Zulkiflie

NRP : 5203002011

Telah diselenggarakan pada tanggal 7 Juni 2006, oleh karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 7 Juni 2006

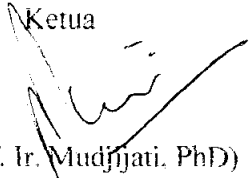
Pembimbing I



(Ir. Setiyadi, MT.)
NIK. 521.88.0137

Dewan Penguji

Ketua



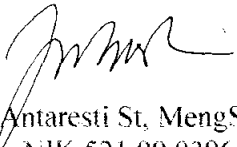
(Prof. Ir. Mudijati, PhD)
NIK. 521.65.0005

Sekretaris



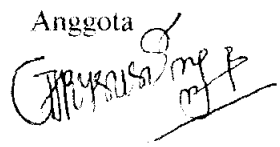
(Ir. Setiyadi, MT)
NIK. 521.88.0137

Anggota



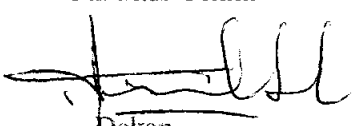
(Antaresti St, MengSc.)
NIK. 521.99.0396

Anggota



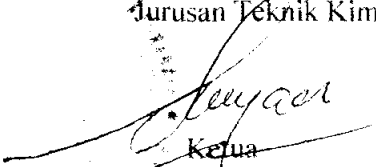
(Ery Susiany R. ST., MT.)
NIK. 521.98.0348

Fakultas Teknik



(Ir. Rasional Sitepu, M.Eng.)
NIK. 511.89.0154

Jurusan Teknik Kimia



(Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D.)
NIK. 521.93.0198

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **TUGAS AKHIR** dengan judul "Pra Rencana Pabrik Biodiesel dengan menggunakan katalis padat", bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

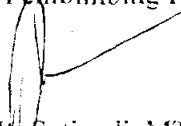
Nama : Reynaldy S.

NRP : 5203002012

Telah diselenggarakan pada tanggal 7 Juni 2006, oleh karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 7 Juni 2006

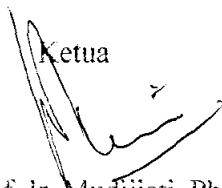
Pembimbing I



(Ir. Setiyadi, MT.)
NIK. 521.88.0137

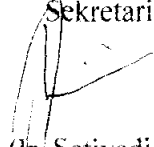
Dewan Penguji

Ketua



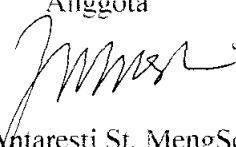
(Prof. Ir. Mudjijati, PhD)
NIK. 521.65.0005

Sekretaris



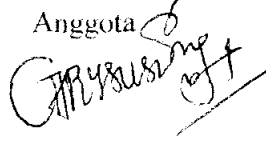
(Ir. Setiyadi, MT.)
NIK. 521.88.0137

Anggota



(Antaresti St, MengSc.)
NIK. 521.99.0396

Anggota



(Ery Susiany R. ST., MT.)
NIK. 521.98.0348

Fakultas Teknik



Dekan
(Ir. Rasional Sitepu, M.Eng.)
NIK. 511.89.0154

Jurusan Teknik Kimia



Ketua
(Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D.)
NIK. 521.93.0198

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **TUGAS AKHIR** dengan judul " Pra Rencana Pabrik Biodiesel dengan menggunakan katalis padat", bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

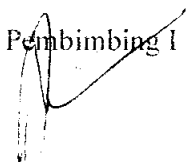
Nama : Ida Kurniawan

NRP : 5203002022

Telah diselenggarakan pada tanggal 7 Juni 2006, oleh karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 7 Juni 2006

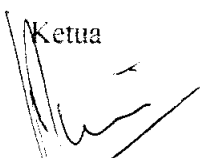
Pembimbing I



(Ir. Setiyadi, MT.)
NIK. 521.88.0137

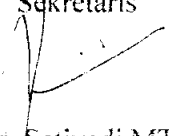
Dewan Penguji

Ketua



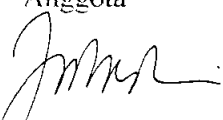
(Prof. Ir. Mudjijati, PhD.)
NIK. 521.65.0005

Sekretaris



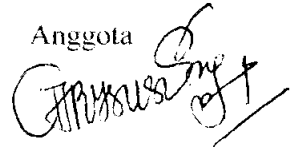
(Ir. Setiyadi, MT.)
NIK. 521.88.0137

Anggota



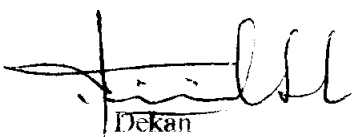
(Antaresti St, MengSc.)
NIK. 521.99.0396

Anggota



(Ery Susiany R. ST., MT.)
NIK. 521.98.0348

Fakultas Teknik



(Ir. Rasional Sitepu, M.Eng.)
NIK. 511.89.0154

Jurusan Teknik Kimia



(Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D.)
NIK. 521.93.0198

LEMBAR PERSETUJUAN

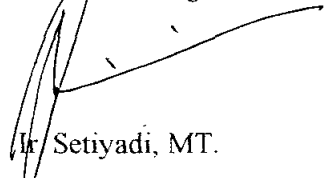
Tugas akhir dengan judul **“Prarencana Pabrik Biodiesel dari CPO dengan katalis padat”** oleh mahasiswa tersebut di bawah ini :

1. Nama/Nrp. : Amanda T.Z / 5203002011
2. Nama/Nrp. : Reynaldy S. / 5203002012
3. Nama/Nrp. : Ida K. / 5203002022

Telah disetujui untuk diajukan dalam sidang.

Surabaya, 2 Mei 2006

Pembimbing I



Ir. Setiyadi, MT.
NPK. 521.88.0137

KATA PENGANTAR

Atas berkat rahmat Tuhan yang Maha Esa penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Prarencana Pabrik Biodiesel dengan katalis padat. Pabrik berkapasitas 45 ton / hari.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan yang harus ditempuh dalam kurikulum pendidikan S1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia, Unika Widya Mandala Surabaya. Laporan disusun berdasarkan hasil kuliah dan pendalaman pustaka selama beberapa bulan.

Atas terselesaikannya tugas akhir ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya pada :

1. Ir. Suryadi Ismadji, MT, PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Ir. Setiyadi selaku dosen pembimbing.
3. Prof. Ir. Mudjijati ST., PhD., Yohanes S., dan Antaresti ST., MT., selaku pembimbing tugas khusus.
4. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir prarencana pabrik ini.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna. Karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang ditujukan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 24 Mei 2006

Penyusun

INTISARI

Produksi minyak bumi di Indonesia semakin lama mengalami penurunan, dampaknya adalah biaya yang dikeluarkan pemerintah makin bertambah karena harus mengimpor minyak dan menaikkan harga BBM.

Saat ini beberapa jenis tanaman seperti minyak dari kelapa, kedelai, lobak, dan sawit, telah diteliti untuk digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Solar yang berasal dari minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, artinya suatu saat nanti persediannya akan menipis dan habis, maka perlu melakukan pembuatan bahan bakar alternatif pengganti solar. Bahan yang dapat digunakan atau dimanfaatkan sebagai bahan bakar mesin diesel dan berasal dari minyak nabati (tanam-tanaman) disebut biodiesel.

Pembuatan biodiesel pada dasarnya adalah dengan cara mereaksikan antara trigliserida dan metanol. Pada proses ini terbagi menjadi tiga tahap yaitu proses degumming, proses transesterifikasi, dan proses pemurnian.

Pabrik Biodiesel ini didirikan di Makasar, Ujung Pandang, Sulawesi. Prarencana Pabrik Biodiesel dengan menggunakan katalis padat dengan kapasitas 13.500 ton per tahun dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut :

Proses :

Rencana Operasi	: 2 Batch per hari , 300 hari per tahun
Produk Utama	: Biodiesel
Produk sampingan	: Gliserol
Bahan Baku	:
a. CPO	: 39.025.2329 kg/ batch
b. Metanol	: 3.064.1069 kg / batch
c. CaO	: 16.7251 kg / batch
d. H_3PO_4	: 26.0168 kg / batch

Utilitas

a. Air	: 20.8548 m ³ / hari
b. Listrik	: 355.9176 KW/hari
c. Solar	: 3.4052 kg / tahun
d. Batu Bara	: 117.183.8112 kg / tahun

Ekonomi :

• Metode Linier :

Break Even Point (BEP)	: 47,4806 %
Waktu pengembalian Modal (POT) sebelum dan sesudah pajak	: 1 tahun 7 bulan dan 2 tahun 4 bulan

• Metode Cash Flow :

Break Even Point (BEP)	: 61,0783 %
Waktu pengembalian Modal (POT) sebelum dan sesudah pajak	: 2 tahun 4 bulan dan 2 tahun 5 bulan

DAFTAR ISI

Lembar Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Intisari	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar.....	x
Bab I. Pendahuluan.....	I-1
I.1.Latar Belakang	I-1
I.2.Bahan Baku dan Produk.....	I-2
I.2.1. Bahan Baku	I-2
I.2.2. Produk	I-4
I.3. Perkembangan Industri Biodiesel.....	I-5
I.4. Teori	I-6
Bab II.Uraian dan Pemilihan Proses	II-1
II.1. Pemilihan Kapasitas	II-1
II.2. Pertimbangan Pemilihan Proses.....	II-1
II.2.1. Transesterifikasi CPO dan metanol menggunakan katalis basa. II-1	
II.2.2. Tranesterifikasi CPO dan metanol menggunakan katalis asam . II-2	
II.3. Uraian singkat proses	II-2
II.3.1. Proses Degumming.....	II-3
II.3.2 Reaksi Transesterifikasi.....	II-3
II.3.3. Pemisahan produk	II-3
Bab III. Neraca Massa	III.1
III.1. Tangki Pembuatan H_3PO_4 (F112).....	III-1
III.2. Tangki Degumming I (F-115A).....	III-1
III.3. Tangki Pembuatan CaO dan Air Panas.....	III-2
III.4. Tangki Degumming II (F-115B).....	III-2
III.5. Decanter (H-117)	III-2
III.6. Reaktor (R-110)	III-3

III.7. Destilasi I (D-120).....	III-3
III.8. Destilasi II (D-130)	III-4
Bab IV. Neraca Panas	IV-1
IV.01. Heater CPO (E-114A)	IV-1
IV.02. Tangki Degumming I (F-115A).....	IV-1
IV.03. Tangki Degumming II (F-115B)	IV-1
IV.04. Heater Air (E-114B).....	IV-2
IV.05. Reaktor (R-110)	IV-2
IV.06. Destilasi I (D-120)	IV-2
IV.07. Condensor I ().....	IV-2
IV.08. Destilasi II (D-130).....	IV-3
IV.09 Condensor II ().....	IV-3
IV.10 Heat Exchanger Ethylene glycol I	IV-3
IV.11 Heat Exchanger Ethylene glycol II.....	IV-3
IV.12. Reboiler I.....	IV-4
IV.13. Reboiler II.....	IV-4
Bab V. Spesifikasi Alat.....	V-1
Bab VI. Utilitas	VI-1
VI.1. Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air	VI-1
VI.2. Unit Penyediaan Steam	VI-27
VI.3. Unit Penyediaan Listrik.....	VI-29
VI.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	VI-33
Bab VII. Lokasi, Tata Letak Pabrik dan Instrumentasi Peralatan	VII-1
VII.1. Penentuan Lokasi Pabrik.....	VII-1
VII.2. Tata Letak Pabrik.....	VII-3
VII.3. Tata letak Peralatan.....	VII-5
VII.4. Instrumentasi	VII-7
Bab VIII. Analisa Ekonomi	VIII-1
VIII.1. Penentuan Modal Total / <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	VIII-1
VIII.2. Penentuan Biaya Produksi Total/ <i>Total Production Cost</i> (TPC). VIII-3	
VIII.3. Analisa Ekonomi dengan metode Linear.....	VIII-3

VIII.3.1. Rate of Return Investment (ROR).....	VIII-4
VIII.3.2. Waktu Pengembalian Modal (POT)	VIII-4
VIII.4. Analisa Ekonomi dengan metode <i>Discounted cash flow</i>	VIII-5
VIII.4.1. Perhitungan Rate of return Investment (ROR).....	VIII-9
VIII.4.2. Waktu Pengembalian Modal (POT)	VIII-10
VIII.4.3. Penentuan Titik Impas/ Break even Point (BEP)	VIII-11
Bab IX. Tugas Khusus – Pemilihan Katalis Padat	IX-1
Bab X. Tugas Khusus – Karakteristik Biodiesel.....	X-1
Bab XI. Tugas Khusus – Pengolahan Limbah	XI-1
Bab XII. Diskusi dan kesimpulan.....	XII-1
Daftar Pustaka	
Appendix A. Neraca Massa	A-1
Appendix B. Neraca Panas.....	B-1
Appendix C. Spesifikasi Alat.....	C-1
Appendix D. Perhitungan Analisa Ekonomi.....	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit.....	I-3
Tabel I.2. Komponen dalam CPO	I-3
Tabel I.3. Sifat Fisika Kimia minyak kelapa sawit	I-3
Tabel I.4. Sifat Fisika Kimia Metanol	I-4
Tabel I.5. kapasitas produksi Biodiesel di Negara Erops	I-6
Tabel 1. Rencana Jam Kerja Alat Proses.....	II-5
Tabel 2. Rencana Jam Kerja Alat Utilitas.....	II-6
Tabel VI.1. Perhitungan Ka.V/L	VI-23
Tabel VI.2. Penentuan Jumlah Deck	VI-24
Tabel VI.3. Tabel Kebutuhan Listrik untuk keperluan proses.....	VI-39
Tabel VI.4. Tabel kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas	VI-39
Tabel VI.5. Tabel Kebutuhan listrik untuk penerangan	VI-32
Tabel VII.1. Pembagian area tanah	VII-4
Tabel VII.2. Instrumentasi Pabrik Biodiesel.....	VII-8
Tabel VIII.1. Modal Tetap/ <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	VIII-2
Tabel VIII.2. Biaya Produksi/ <i>Manufacturing cost</i>	VIII-3
Tabel VIII.3. Biaya Pengeluaran Umum/ <i>General Expenses</i>	VIII-3
Tabel VIII.4. Besar Pendapatan per tahun	VIII-4
Tabel VIII.5. <i>Cash flow</i>	VIII-7
Tabel VIII.6. Tabel ROR sebelum pajak	VIII-9
Tabel VIII.7. Tabel ROR sesudah pajak.....	VIII-10
Tabel IX.1. Karakteristik dari HZSM-5	IX-1
Tabel IX.2. Karakteristik dari WZA.....	IX-2
Tabel IX.3. Karakteristik dari Amorphous Zirconia	IX-2
Tabel X.1. Standar biodiesel menurut ASTM D6751	X-1
Tabel X.2. Kondisi Operasi Gas Kramotografi.....	X-12
Tabel X.3. Waktu Retensi Relatif	X-13
Tabel XI.1. Komponen masuk Plate and frame Filter Press.....	XI-2
Tabel XI.2. Komponen keluar Plate and frame Filter Press	XI-3
Tabel A.1. Neraca massa Tangki pembuatan H ₃ PO ₄	A-2

Tabel A.2. Neraca massa Tangki degumming I.....	A-2
Tabel A.3. Neraca massa Tangki Pembuatan CaO dan Air panas	A-3
Tabel A.4. Neraca massa Tangki degumming II.....	A-5.
Tabel A.5. Neraca massa Decanter.....	A-6
Tabel A.6. Neraca massa Reaktor	A-6
Tabel A.7. Neraca massa Destilasi I.....	A-10
Tabel A.8. Neraca massa Destilasi II	A-13
Tabel B.1. Neraca Panas pada Heater CPO	B-2
Tabel B.2. Neraca Panas pada Tangki degumming I	B-6
Tabel B.3. Neraca Panas pada Tangki degumming II.....	B-11
Tabel B.4. Neraca Panas pada Heater Air	B-13
Tabel B.5. Nilai ΔH_f^0 untuk berbagai ikatan yang ada dalam CPO	B-14
Tabel B.6. Neraca Panas pada Reaktor.....	B-17
Tabel B.7. Neraca Panas pada Destilasi I	B-19
Tabel B.8. Neraca Panas pada Kondensor I.....	B-21
Tabel B.9. Neraca Panas pada Destilasi II.....	B-23
Tabel B.10. Neraca Panas pada Kondensor II.....	B-25
Tabel B.11. Neraca Panas pada Heat Exchanger Ethylene glycol I	B-26
Tabel B.12. Neraca Panas pada Heat Exchanger Ethylene glycol II.....	B-27
Tabel B.13. Neraca Panas pada Reboiler I	B-27
Tabel B.14. Neraca Panas pada Reboiler II	B-28
Tabel D.1. Tabel harga Alat Proses.....	D-2
Tabel D.2. Tabel harga Alat Utilitas.....	D-3
Tabel D.3. Harga bahan baku.....	D-4
Tabel D.4. Biaya Listrik dari lampu	D-5
Tabel D.5. Biaya listrik dari alat	D-5
Tabel D.6. Biaya Utilitas	D-5
Tabel D.7. Tabel Harga Produk	D-6
Tabel D.8. Shift Pergantian kerja	D-7
Tabel D.9. Perhitungan gaji karyawan	D-7

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Proses Transesterifikasi	I-7
Gambar II.1. Bagan Pembentukan Biodiesel melalui Proses Transesterifikasi	II-4
Gambar VI.1. Diagram Alir Utilitas	VI-4
Gambar VI.2. Sistem Perpipaan Air sungai ke bak penampung	VI-5
Gambar VI.3. Sand Filter	VI-9
Gambar VI.4. Carbon Filter	VI-11
Gambar VI.5. Penentuan $\int \frac{1}{H_{yi} - H_y} dT_w$	VI-25
Gambar VII.1. Tata Letak Pabrik	VII-5
Gambar VII.2. Tata Letak Peralatan	VII-6
Gambar XI.1. <i>Plate and Frame Filter Press</i>	XI-1