

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI CPO
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN**



KHAIRUL UMAM (1210017411015)

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

UNIVERSITAS BUNG HATTA

JUNI 2016

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari CPO”**.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang. Dalam melakukan penyusunan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapat bantuan serta bimbingan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih:

1. Bapak Drs. Mulyanef selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.
2. Ibu Dr. Eng Reni Desmiarti, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
3. Dr. Maria Ulfah, M.T selaku Pembimbing I.
4. Dr. Silvi Oktavia, M.T selaku Pembimbing II.
5. Orang tua dan saudaraku yang telah memberikan dukungan moril dan materil serta semangat dalam pembuatan tugas akhir ini.
6. Rekan – rekan Teknik Kimia dan semua pihak terkait sehingga selesainya penulisan laporan ini.

Penulis sadar penyusunan laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Juni 2016

Penulis

INTISARI

Pra rancangan pabrik Biodiesel dengan bahan baku CPO (Crude Palm Oil) dan methanol dengan bantuan katalis NaOH dan H₂SO₄. Proses beroperasi secara kontinu dengan menggunakan reaktor transesterifikasi dengan massa operasi 300 hari per tahun dan kapasitas produksi yang direncanakan 300.000 ton/tahun.

Pabrik ini direncanakan berdiri pada tahun 2021 yang berlokasi di Pasaman Barat. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas dengan struktur organisasi line and staf. Hasil analisa ekonomi Pra rancangan pabrik Biodiesel yang telah dihitung diperoleh sebagai berikut:

- Umur pabrik : 10 tahun
- Massa konstruksi : 2 tahun
- *Fixed Capital Investment (FCI)* : US \$ 63.885.745,06
- *Working Capital Investment (WCI)* : US \$ 11.273.955,61
- *Total Capital Investment (TCI)* : US \$ 75.159.700
- *Selling Price* : US \$ 209.969.370,9957
- *Rate Of Return (ROR)* : 37%
- *Pay Out Time (POT)* : 2 tahun 8 bulan 1 hari
- *Break Event Point (BEP)* : 58,4%

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

INTI SARI

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	3
1.3 Lokasi Pabrik.....	4
BAB II. TINJAUAN TEORI.....	7
2.1 Biodiesel	7
2.2 Trigliserida	10
2.3 Asam Lemak Bebas	10
2.4 Proses Pembuatan Biodiesel	11
2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biodiesel.....	14
2.6 Sifat Fisik dan Kimia.....	15
2.7 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	21
BAB III.TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES.....	24
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram.....	24
3.2 Deskripsi Proses.....	25
3.3 Flowsheet.....	27
BAB IV.NERACA MASSA DAN ENERGI.....	28
4.1 Neraca Massa.....	28
4.2 Neraca Energi.....	34
BABV. UTILITAS.....	36
5.1 Unit Penyediaan Listrik.....	36
5.2 Unit Pengadaan Air.....	36
BAB VI.SPESIFIKASI PERALATAN.....	41
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama.....	41
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	54
BAB VII. TATA LETAK PABRIK DAN K3LH	57
7.1 Tata Letak Pabrik.....	57
7.2 Keselamatan Kerja.....	60
BAB VIII. ORGANISASI PERUSAHAAN.....	64
8.1 Bentuk Perusahaan.....	64

8.2 Struktur Organisasi.....	65
8.3 Tugas dan Wewenang.....	67
8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	71
8.5 Sistem Kerja.....	72
BAB IX. ANALISA EKONOMI.....	73
9.1 <i>Total Capital Investment</i>	73
9.2 Biaya Produksi.....	74
9.3 Harga Jual.....	74
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik.....	74
BAB X. TUGAS KHUSUS.....	76
10.1 Pendahuluan.....	76
10.2 Ruang Lingkup Rancangan.....	77
10.3 Rancangan.....	78
BAB XI Kesimpulan.....	108
11.1 Kesimpulan.....	108
11.2 Saran.....	109

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Cadangan minyak Indonesia.....	1
Tabel 1.2 Produksi minyak sawit didunia.....	2
Tabel 1.3 Pabrik penghasil CPO di Pasaman Barat.....	2
Tabel 1.4 Produksi biodiesel di dunia.....	2
Tabel 1.5 Ekspor minyak biodiesel Indonesia.....	3
Tabel 1.6 Analisa SWOT.....	4
Tabel 2.1 Beberapa tanaman penghasil minyak di Indonesia.....	7
Tabel 2.2 Kandungan dan komposisi minyak nabati beberapa tumbuhan.....	8
Tabel 2.3 Perbandingan sifat fisik dan kimia biodiesel dan solar.....	8
Tabel 2.4 Perbandingan emisi pembakaran biodiesel dengan solar.....	9
Tabel 2.5 Standar biodiesel menurut SNI.....	9
Tabel 2.6 Perbandingan proses pirolisis, Esterfikasi-Transesterfikasi.....	14
Tabel 2.7 Spesifikasi CPO.....	21
Tabel 2.8 Spesifikasi Methanol.....	21
Tabel 2.9 Spesifikasi Biodiesel.....	21
Tabel 2.10 Spesifikasi Gliserol.....	22
Tabel 2.11 Spesifikasi NaOH.....	22
Tabel 2.12 Spesifikasi H ₂ SO ₄	23
Tabel 4.1 Neraca Massa reaktor esterfikasi.....	29
Tabel 4.2 Neraca Massa Washer.....	29
Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Vacum Dryer</i>	30
Tabel 4.4 Neraca Massa Mixer.....	30
Tabel 4.5 Neraca Massa reaktor Transesterfikasi.....	31
Tabel 4.6 Neraca Massa Sentrifuge.....	32
Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Vacum Dryer 2</i>	33
Tabel 4.9 Neraca Energi Tangki <i>CPO</i>	34
Tabel 4.10 Neraca Energi Reaktor Esterfikasi.....	34
Tabel 4.11 Neraca Energi <i>Vacum Dryer</i>	34
Tabel 4.12 Neraca Energi Heater.....	34
Tabel 4.13 Neraca Energi Reaktor Transesterfikasi.....	35

Tabel 4.14 Neraca Energi Cooler	35
Tabel 4.15 Neraca Energi Washer	35
Tabel 4.16 Neraca Energi Cooler 2	35
Tabel 4.17 Neraca Energi Vacum Dryer.....	35
Tabel 5.1 Spesifikasi air yang di gunakan sebagai sumber air bersih	37
Tabel 5.2 Persyaratan air umpan Boiler	38
Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki CPO.....	41
Tabel 6.2 Spesifikasi Tangki penyimpanan methanol.....	42
Tabel 6.3 Spesifikasi Tangki penyimpanan <i>NaOH</i>	42
Tabel 6.4 Spesifikasi Tangki penyimpanan Biodiesel	43
Tabel 6.5 Spesifikasi Bin Feeder	44
Tabel 6.6 Spesifikasi Mixer	45
Tabel 6.7 Spesifikasi Reaktor Esterfikasi	46
Tabel 6.8 Spesifikasi Reaktor Transesterfikasi.....	47
Tabel 6.9 Spesifikasi Heater	48
Tabel 6.10 Spesifikasi Sentrifuge.....	48
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Vacum Dryer</i>	49
Tabel 6.12 Spesifikasi <i>Continous flow Conveyor</i>	49
Tabel 6.13 Spesifikasi pompa CPO	50
Tabel 6.14 Spesifikasi Pompa methanol.....	51
Tabel 6.15 Spesifikasi pompa <i>Washer</i>	51
Tabel 6.16 Spesifikasi pompa <i>Vacum Dryer-</i>	51
Tabel 6.17 Spesifikasi pompa reaktor Transesterfikasi.....	52
Tabel 6.18 Spesifikasi pompa Sentrifuse.....	52
Tabel 6.19 Spesifikasi Pompa <i>Vacum Dryer 2</i>	53
Tabel 6.20 Spesifikasi Pompa Sentrifuse 2.....	53
Tabel 6.21 Spesifikasi Pompa Tangki Biodiesel.....	53
Tabel 6.22 Spesifikasi Bak penampung air bersih.....	54
Tabel 6.23 Spesifikasi Reverse Osmosis.....	54
Tabel 6.24 Spesifikasi Cooling Tower.....	55
Tabel 6.25 Spesifikasi Dearator.....	55
Tabel 6.26 Spesifikasi Boiler.....	56

Tabel 7.1 Perencanaan Luas area pabrik.....	60
Tabel 8.1 Waktu kerja karyawan non Shift.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Ekspor Biodiesel	3
Gambar 1.2 Peta Kabupaten Pasaman Barat	5
Gambar 2.1 Rumus bangun ester	7
Gambar 2.2 Rumus bangun rigliserida	10
Gambar 2.3 Reaksi asam lemak dengan katalis basa	10
Gambar 2.4 Fenomena reaksi pirolisis	12
Gambar 2.5 Skema reaksi esterfikasi asam lemak dengan methanol	13
Gambar 2.6 Skema reaksi transesterfikasi	13
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan biodiesel dari CPO	24
Gambar 3.2 Flowsheet Proses Pembuatan Biodiesel dari CPO.....	27
Gambar 5.1 Blok diagram pengolahan air umpan boiler.....	39
Gambar 7.1 Tata letak area Pabrik.....	59
Gambar 8.1 Struktur organisai perusahaan.....	66
Gambar 9.1 Grafik break event point.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA	LA-1
LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA ENERGI.....	LB-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN DAN UTILITAS	LC-1
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....	LD-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menipisnya cadangan minyak merupakan isu global yang meresahkan manusia dalam kurun waktu beberapa dekade terakhir. Hal ini berakibat melonjaknya harga minyak dunia yang memberikan dampak besar terhadap perekonomian dunia tak terkecuali negara berkembang seperti Indonesia. Kenaikan harga BBM secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri, dan pembangkitan tenaga listrik. Pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat berdampak pada makin meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Hal ini tentu saja menyebabkan kebutuhan akan bahan bakar cair juga akan semakin meningkat. Karena itu diperlukan sumber energi alternatif yang bisa menggantikan BBM (bahan bakar minyak) dari fosil. Untuk mengatasi permasalahan tentang sumber energi yang semakin berkurang yang terjadi, banyak para peneliti yang mengembangkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Cadangan minyak bumi yang terdapat di Indonesia tiap tahun mengalami penurunan, hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Cadangan Minyak Indonesia

Tahun	Potensial (juta barel)	Terbukti (juta barel)
2009	3.095,40	4.303,10
2010	3.534,30	4.230,20
2011	3.692,70	4.039,60
2012	3.666,90	3.741,30
2013	3.857,30	3.692,50

Sumber : Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar diesel, kelebihan biodiesel karena bersifat dapat diperbaharui (*renewable*), dapat terurai (*biodegradable*) dan memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin dan termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non-drying oil*) dan mampu mengurangi emisi karbon dioksida dan efek rumah kaca.

Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodiesel antara lain kelapa sawit, jarak pagar, kedelai, tebu dan berbagai jenis tumbuhan lainnya. Dari beberapa bahan baku tersebut yang memiliki prospek untuk dapat diolah menjadi biodiesel adalah kelapa sawit karena indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar didunia dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Produksi Minyak Sawit didunia

Negara	(1000) tons	%
Indonesia	15900	44
Malaysia	15881	42
Thailand	820	2
Nigeria	815	2
Kolumbia	711	2
Lain-lain	2718	7

Sumber: Oil World, GAPKI 2013

Tabel 1.3 Pabrik Penghasil CPO di Pasaman Barat

No	Nama Pabrik	Kapasitas	
		ton/jam	ton/tahun
1	PT. Perkebunan Nusantara VI	50	360.000
2	PT. Pasaman Marama Sejahtera	60	432.000
3	PT. Agrowiratama	40	288.000
4	PT. Bakrie Pasaman Plantation	40	288.000
5	PT. Gersindo Minang Plantation	80	576.000
6	PT. Andalas Agro Industri	60	432.000
7	PT. Sari Buah Sawit	60	432.000
8	PT. Sawita Pasaman Jaya	40	288.000
9	PT. Inkud Agritama	30	216.000
10	PT. Bintara Tani Nusantara	30	216.000
Total			3.528.000

Sumber: pasamanbaratkab.go.id

Tabel 1.1 menjelaskan bahwa indonesia merupakan negara penghasil minyak sawit terbesar didunia dengan persentase produksi 42%. Dilain pihak, jika

ditinjau dari hasil produksi biodiesel dunia, ternyata Indonesia merupakan penghasil ke 4 terbesar didunia. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.4 Produksi Biodiesel Di Dunia

Negara	% Produksi Biodiesel
USA	14,3
Brazil	11,3
Jerman	9,4
Indonesia	8,6
Prancis	7,8
Lain-lain	48,5

Sumber : ManajemenEnergi,2013

1.2 Kapasitas

Kapasitas produksi pabrik yang ingin didirikan adalah sebesar 300.000 ton/tahun. Angka ini didapatkan dari perhitungan nilai ekspor biodiesel Indonesia sejak tahun 2006-2013, yang dapat dilihat pada Tabel 1.5 dan Gambar 1.1.

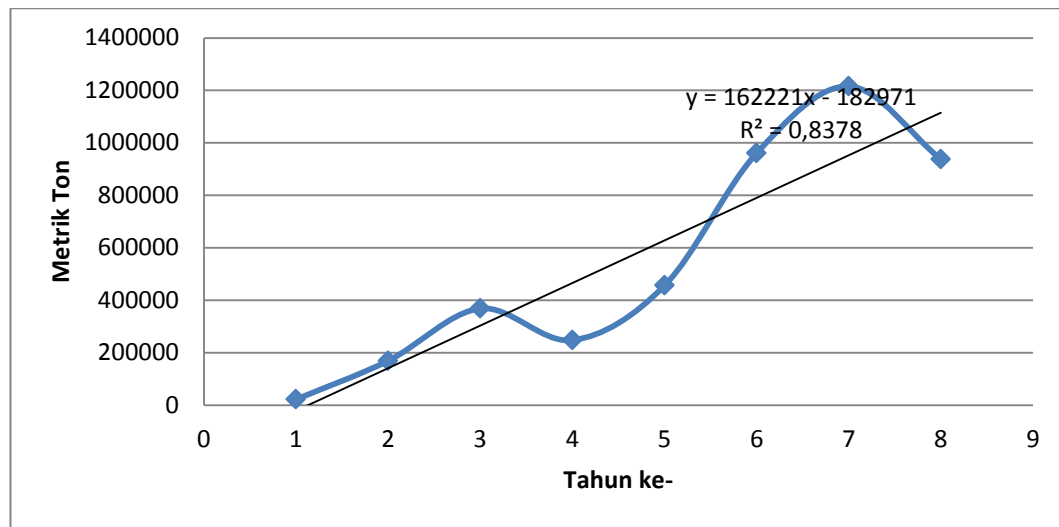
Pada Gambar 1.1 menunjukkan nilai regresi linier ekspor biodiesel indonesia adalah mengikuti persamaan $y = 16222x-18297$. Dari persamaan ini dapat diprediksi nilai ekspor biodiesel pada tahun 2021 adalah sebesar **313633,5** ton/tahun. Oleh karena itu pabrik yang akan didirikan pada tahun 2021 ini dimaksudkan untuk dapat memenuhi nilai ekspor biodiesel sebesar $\pm 13\%$.

Tabel 1.5 Ekspor Minyak Biodiesel Indonesia

No	Tahun	Ekspor (metrik Ton/Tahun)
1	2006	21700
2	2007	169000
3	2008	368200
4	2009	247600
5	2010	456100
6	2011	961100
7	2012	1215600
8	2013	936900

Sumber : BPS, 2014

Dari Tabel 1.5 dapat ditentukan grafik Ekpor biodiesel dari CPO yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Ekspor Biodiesel

Dari produksi pabrik yang akan didirikan ini diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan ekspor biodiesel di Indonesia dan tentu saja juga dapat mengurangi krisis energi di Indonesia.

1.3 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam mendirikan suatu industri dimana penentuan ini berdasarkan pada faktor teknis maupun ekonomis yaitu di harapkan memberikan keuntungan yang maksimum bagi pendiri pabrik maupun bagi masyarakat di sekitar pabrik yang didirikan.

Tabel 1.6 Analisa SWOT

No	Lokasi	Variabel	Internal		Eksternal	
			Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Keuntungan)	Threat (Tantangan)
	Kota Padang	Bahan baku	Jauh dengan bahan baku CPO		Bahan baku bleaching earht mudah didapat	Butuh biaya transportasi yang besar
		Pemasaran	Transportasi darat dan laut		Berada di pusat kota	

		Utilitas		Belum ada pabrik yang sama untuk bekerjasama		Harus merancang unit utilitas sendiri
		SDM	SDM yang berkualitas bisa didapat SDM Univ. Sumbar			
		Kondisi Daerah		Sering terjadi gempa bumi dan banjir		
2.	Pasaman Barat	Bahan baku	Dekat dari pabrik CPO sebagai bahan baku		Bisa memanfaatkan batang Pasaman sebagai bahan baku air	
		Pemasaran	Transportasi laut dan darat terjangkau			
		Utilitas	Banyak terdapat sungai	Belum ada pabrik yang sama untuk bekerjasama		Harus merancang unit utilitas sendiri
		SDM	Sumber daya manusia memadai baik untuk SDM profesional maupun buruh.			
		Kondisi Daerah	Cuaca dan iklim di daerah ini relatif stabil			



Gambar 1.2 Peta Kabupaten Pasaman Barat

Berdasarkan tabel 1.5 maka Pra rancangan pabrik ini direncanakan akan didirikan di Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat yang terlihat pada Gambar 1.2. Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi ini adalah :

1. Sumber bahan baku

Bahan baku CPO berasal dari kelapa sawit yang di peroleh dari perkebunan sawit rakyat dan perusahaan pengolahan CPO yang ada di sekitar Pabrik yang di suplai dari PT PMS, PT PN, PT GMP dan pabrik CPO lainnya yang berada disekitar Pasaman Barat.

2. Tenaga kerja

Tenaga kerja akan di tempatkan sesuai dengan bidang, pendidikan dan keterampilan masing-masing. Tenaga kerja ini dapat berasal dari dalam maupun luar Kabupaten Pasaman Barat.

3. Utilitas

Kebutuhan air berasal dari kawasan industri. Di kawasan industri pasaman ini kebutuhan utilitas diperoleh dengan memanfaatkan air sungai. Air diperoleh dari Batang Pasaman kemudian diolah melalui unit pengolahan air.

4. Transportasi

Lokasi yang dipilih dalam Pra Rancangan Pabrik ini dekat dengan kawasan industri pengolahan CPO. Sehingga transportasi yang digunakan adalah truk yang merupakan transportasi darat. Sedangkan untuk pemasaran digunakan transportasi darat untuk pasar yang dekat dan transportasi laut untuk pemasaran ke luar negeri (ekspor).

5. Cuaca dan Iklim

Lokasi ini merupakan daerah yang cukup stabil, temperatur udara sekitar normal. Bencana lain seperti gempa bumi dan banjir besar jarang terjadi sehingga kemungkinan operasi pabrik berjalan lancar.