

**PENGARUH PERSENTASE NATRIUM METOKSIDA DAN  
METANOL TERHADAP SIFAT FISIK MINYAK BAKAR  
DARI TRANSESTERIFIKASI MINYAK IKAN**

**SKRIPSI**

**KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

**FANDY PRASTOMO**

**NIM. 0310623039-62**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2010**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat dan karunia yang telah diberikan, juga sholawat dan salam penulis yang ditujukan kepada Nabi Besar Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pengaruh Persentase Natrium Metoksida Dan Metanol Terhadap Sifat Fisik Minyak Bakar Dari Transesterifikasi Minyak Ikan*”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung atau tidak langsung membantu menyelesaikan skripsi ini dengan baik :

1. Ibunda tercinta yang telah memberikan baik semangat maupun doa yang tak henti – hentinya kepada saya selama mengikuti proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
2. Bapak Ir. Djoko Sutikno, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, dan pengetahuan pada penulis selama menjadi mahasiswa serta selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc,CSE selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah banyak memberikan masukan, diskusi dan pengetahuan selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak I Made Gunadiarta, MT selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin.
5. Bapak Dr. H. Slamet Wahyudi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Mesin.
6. Bapak Dr. Eng. Anindito Purnowidodo, ST.,M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Mesin.
7. Seluruh Dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
8. Seluruh Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
9. Teman-teman angkatan 2002, 2003 dan angkatan 2004 yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa ilmu yang dimiliki masih jauh dari kesempurnaan, begitu pula dengan skripsi ini. Oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyusunan karya ilmiah yang lebih baik lagi.

Malang, Juli 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	x
<b>RINGKASAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penulisan .....	3
1.5 Manfaat Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	4
2.2 Minyak Ikan .....	4
2.3 Transesterifikasi Minyak Ikan .....	6
2.3.1 Pengaruh Persentase Metanol Dalam Proses Transeste .....	7
2.3.2 Metanol .....	8
2.3.3 Natrium Metoksida (CH <sub>3</sub> ONa) .....	9
2.4 Minyak Bakar .....	10
2.5 Minyak Tanah .....	11
2.6 Kompor Minyak .....	13
2.6.1 Kinerja Kompor Minyak Tanah .....	13
2.7 Pembakaran .....	16
2.8 Hipotesis .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Metode Penelitian .....	18
3.2 Variabel Penelitian .....	18
3.3 Bahan dan Peralatan Yang Digunakan .....	19
3.3.1 Bahan Yang Digunakan .....	19

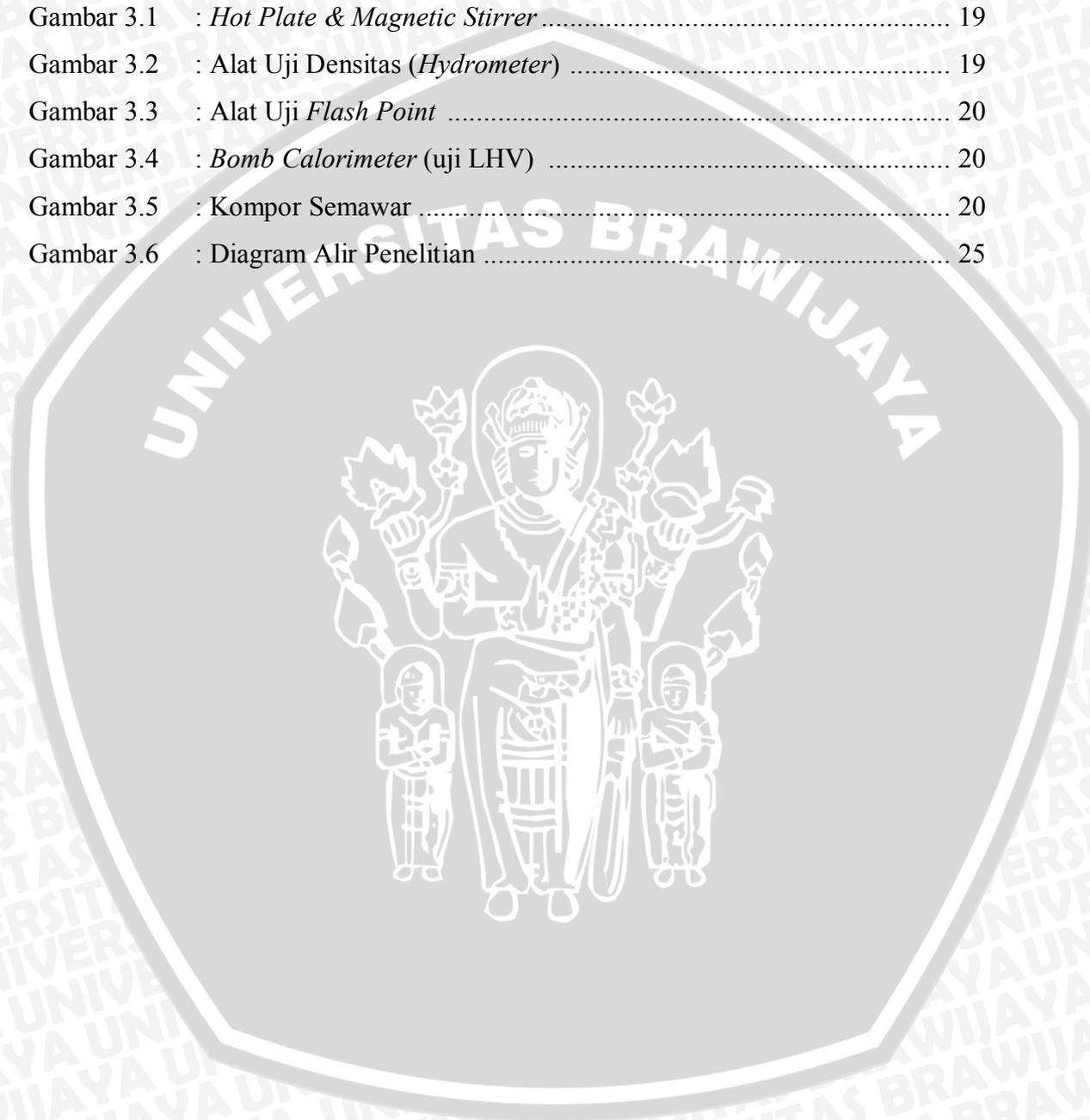
3.3.2	Peralatan Yang Digunakan .....	19
3.4	Tempat Penelitian .....	21
3.5	Prosedur Penelitian .....	21
3.6	Pengolahan dan Analisis Data .....	22
3.7	Diagram Alir Penelitian .....	25
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	26
4.1.1	Data Hasil Pengujian Sifat Fisik Minyak Bakar <i>Fish Oil</i> .....	26
4.1.2	Data Hasil Pengamatan Kinerja Kompor Semawar .....	27
4.2	Pembahasan .....	29
4.2.1	Grafik Hubungan Antara Persentase $\text{NaOCH}_3$ Terhadap Densitas Minyak Bakar Dari Minyak Ikan Pada Variasi Persentase Metanol Dengan Transesterifikasi .....	29
4.2.2	Grafik Hubungan Antara Persentase $\text{NaOCH}_3$ Terhadap <i>flash point</i> Minyak Bakar Dari Minyak Ikan Pada Variasi Persentase Metanol Dengan Transesterifikasi .....	30
4.2.3	Grafik hubungan antara persentase $\text{NaOCH}_3$ terhadap <i>Low Heating Value</i> (LHV) Minyak Bakar Dari Minyak Ikan Pada Variasi Persentase Metanol Transesterifikasi .....	31
4.2.4	Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Input Pembakaran Pada Kompor Semawar Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda .....	32
4.2.5	Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Output Pembakaran Pada Kompor Semawar Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda .....	34
4.2.6	Grafik Hubungan Antara Tinggi Sumbu Dengan Daya Pemasakan Pada Kompor Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda .....	35
4.2.7	Grafik Hubungan Antara Tinggi Sumbu Dengan Efisiensi Konversi Energi Pada Kompor Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda .....	37
4.2.8	Grafik Hubungan Antara Tinggi Sumbu Dengan Efisiensi Pemasakan Pada Kompor Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda .....	38

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	40
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	: Ikan Lemuru dan Minyak Ikan lemuru.....	5
Gambar 2.1	: Proses Transesterifikasi .....	7
Gambar 3.1	: <i>Hot Plate &amp; Magnetic Stirrer</i> .....	19
Gambar 3.2	: Alat Uji Densitas ( <i>Hydrometer</i> ) .....	19
Gambar 3.3	: Alat Uji <i>Flash Point</i> .....	20
Gambar 3.4	: <i>Bomb Calorimeter</i> (uji LHV) .....	20
Gambar 3.5	: Kompor Semawar .....	20
Gambar 3.6	: Diagram Alir Penelitian .....	25



## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	: Sifat Fisik Minyak Ikan Lemuru .....	6
Tabel 2.2	: Spesifikasi Metanol .....	9
Tabel 2.3	: Spesifikasi NaOH .....	10
Tabel 4.1	: Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar <i>Fish Oil</i> Pada Metanol 20% .....	26
Tabel 4.2	: Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar <i>Fish Oil</i> Pada Metanol 25% .....	26
Tabel 4.3	: Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar <i>Fish Oil</i> Pada Metanol 30% .....	27
Tabel 4.4	: Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar <i>Fish Oil</i> Pada Metanol 35% .....	27
Tabel 4.5	: Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Ikan Pada Tekanan Tabung 10 Psi .....	28
Tabel 4.6	: Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Ikan Pada Tekanan Tabung 30 Psi .....	28
Tabel 4.7	: Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Ikan Pada Tekanan Tabung 50 Psi .....	28
Tabel 4.8	: Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Tanah Pada Tekanan Tabung 10 Psi .....	28
Tabel 4.9	: Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Tanah Pada Tekanan Tabung 30 Psi .....	28
Tabel 4.10	: Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Tanah Pada Tekanan Tabung 50 Psi .....	28

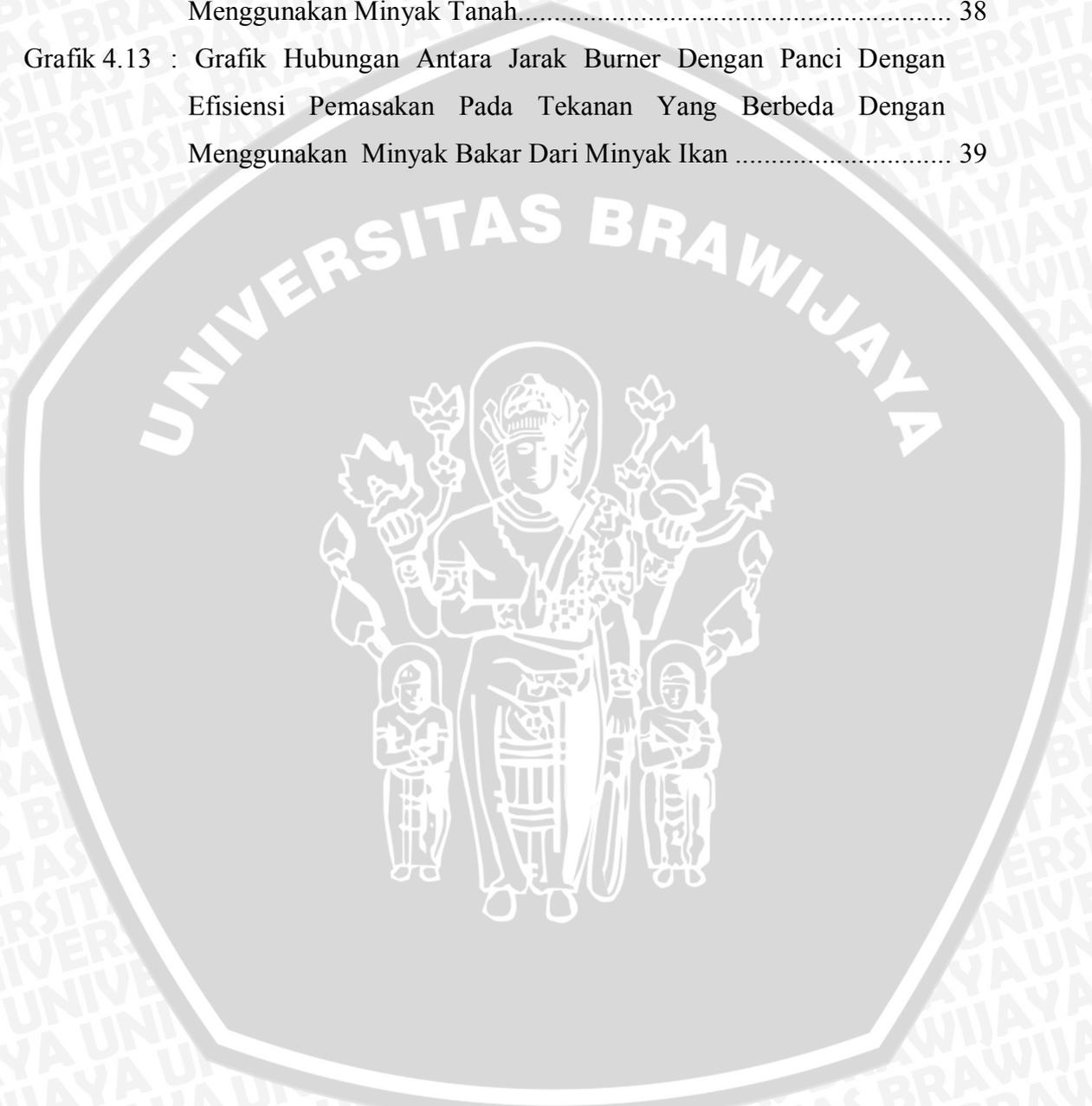
## DAFTAR GRAFIK

No.	Judul	Halaman
Grafik 4.1	: Grafik Hubungan Antara Persentase NaOCH <sub>3</sub> Terhadap Densitas Minyak Bakar Dari Minyak Ikan Pada Variasi Persentase Metanol Dengan Transesterifikasi .....	29
Grafik 4.2	: Grafik Hubungan Antara Persentase NaOCH <sub>3</sub> Terhadap <i>Flash Point</i> Minyak Bakar <i>Fish Oil</i> Pada Variasi Persentase Metanol Transesterifikasi .....	30
Grafik 4.3	: Grafik Hubungan antara Persentase NaOCH <sub>3</sub> terhadap <i>Low Heating Value</i> Minyak Bakar <i>Fish Oil</i> pada Variasi Persentase Metanol Transesterifikasi .....	31
Grafik 4.4	: Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Input Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah.....	32
Grafik 4.5	: Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Input Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar Dari Minyak Ikan .....	33
Grafik 4.6	: Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Output Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah .....	34
Grafik 4.7	: Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Output Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar Dari Minyak Ikan .....	34
Grafik 4.8	: Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah .....	35
Grafik 4.9	: Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Daya Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar Dari Minyak Ikan .....	36
Grafik 4.10	: Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Efisiensi Konversi Energi Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah .....	37

Grafik 4.11 : Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Efisiensi Konversi Energi Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar Dari Minyak Ikan ..... 37

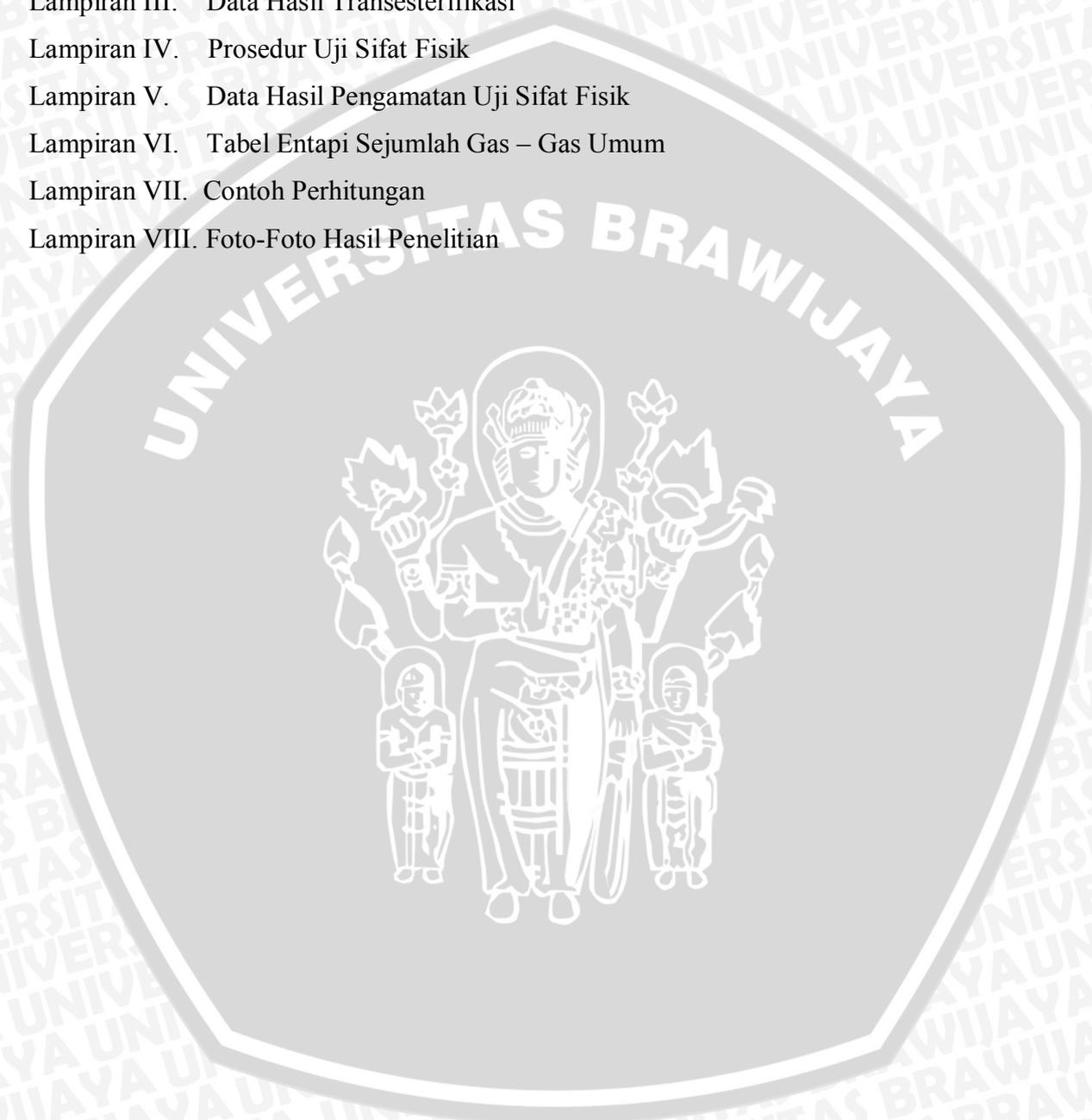
Grafik 4.12 : Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Efisiensi Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah..... 38

Grafik 4.13 : Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dengan Panci Dengan Efisiensi Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar Dari Minyak Ikan ..... 39



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran I.	Lembar Hasil Pengujian Kandungan FFA Minyak Ikan
Lampiran II.	Sifat Fisik Minyak Ikan Lemuru
Lampiran III.	Data Hasil Transesterifikasi
Lampiran IV.	Prosedur Uji Sifat Fisik
Lampiran V.	Data Hasil Pengamatan Uji Sifat Fisik
Lampiran VI.	Tabel Entapi Sejumlah Gas – Gas Umum
Lampiran VII.	Contoh Perhitungan
Lampiran VIII.	Foto-Foto Hasil Penelitian



## DAFTAR SIMBOL

Besaran dasar	Satuan dan Singkatannya	Simbol
Massa	Kilogram atau kg	$m$
Putaran	<i>revolution per minute</i> atau rpm	$n$
Temperatur	derajat Celcius atau °C	$T$
Waktu	menit	$t$
nilai kalor bawah bahan bakar	kilojoule per kilogram atau kj/kg	$LHV$
Kalor laten	kilojoule per kilogram atau kj/kg	$H$
Kalor jenis	kilojoule per kilogram derajat Kelvin atau kJ/kg.K	$C$
Daya	kilojoule per detik atau kj/s	$P$



## RINGKASAN

**Fandy Prastomo**, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2010 PENGARUH PERSENTASE NATRIUM METOKSIDA DAN METANOL TERHADAP SIFAT FISIK MINYAK BAKAR DARI TRANSESTERIFIKASI MINYAK IKAN, Dosen Pembimbing: Ir. Djoko Sutikno, M.Eng., Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc, CSE

Cadangan energi fosil semakin berkurang, sedangkan kebutuhan bahan bakar fosil terus meningkat sehingga diperlukan langkah-langkah untuk mencari bahan bakar alternatif, guna menjaga ketersediaan energi bagi manusia. Minyak ikan dilakukan proses transesterifikasi untuk menghasilkan minyak bakar. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi penambahan natrium metoksida dan metanol terhadap sifat fisik minyak bakar yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak ikan.

Natrium metoksida yang ditambahkan pada proses transesterifikasi minyak ikan dapat mempercepat proses pembentukan metil ester atau minyak bakar. Sehingga dengan penambahan natrium metoksida, diharapkan ikatan hidrokarbon dalam ikan menjadi melemah dan reaksi pembentukan metil ester atau minyak bakar dapat berlangsung lebih cepat. Dengan penambahan metanol pada proses transesterifikasi minyak ikan maka kualitas metil ester yang dihasilkan akan semakin baik, hal ini ditunjukkan dengan semakin sedikitnya persentase metil ester yang terbentuk; sehingga dengan semakin sedikit metil ester yang dihasilkan maka berbagai jenis pengotor akan semakin banyak yang terikat dalam gliserol.

Minyak bakar dari minyak ikan yang telah jadi kemudian dilakukan uji sifat fisik yakni uji densitas, flash point dan LHV. Setelah itu dipilih satu dari 16 macam variasi minyak bakar yang memiliki nilai LHV yang tertinggi, kemudian dilakukan pengujian minyak bakar dari minyak ikan yang memiliki LHV tertinggi tersebut pada kompor, pada kompor dilakukan perhitungan kinerja kompor yakni kinerja kompor ketika menggunakan minyak bakar dari minyak ikan dengan LHV yang tertinggi dengan dibandingkan kinerja kompor ketika menggunakan minyak tanah. Penggunaan minyak bakar dari minyak ikan sebagai bahan bakar sebagai bahan bakar alternative pengganti minyak tanah memiliki kinerja yang hamper mendekati kinerja kompor ketika menggunakan minyak tanah, sehingga bahan bakar dari minyak ikan ini dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif sebagai pengganti minyak tanah.

Kata kunci : Minyak Ikan, Natrium Metoksida, Metanol, Minyak Ikan, Transesterifikasi.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Cadangan energi fosil semakin hari semakin berkurang, sedangkan kebutuhan bahan bakar fosil akan terus meningkat tanpa adanya aturan yang mengatur penggunaannya dengan baik, dan juga setiap hari jutaan barel minyak mentah bernilai jutaan dollar dieksploitasi dan minyak bumi tersebut merupakan hasil proses evolusi alam yang berlangsung selama ribuan bahkan jutaan tahun, yang proses evolusi yang tidak dapat berulang dalam waktu yang sebentar, hal inilah yang memacu ilmuwan untuk menemukan bahan bakar pengganti minyak bumi yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), ini sebenarnya sangat membuka peluang bagi ilmuwan dan pelaku bisnis untuk dapat membuka lapangan kerja khususnya disektor energi, sebagai contoh minyak ikan dapat diolah menjadi minyak bakar yang dapat menggantikan minyak tanah, minyak bakar industri, maupun minyak diesel.

Program konversi dari minyak tanah ke gas yang sedang dilakukan pemerintah Indonesia sekarang ini masih kurang efektif, disamping masih adanya kejadian meledaknya tabung elpiji, dan masih banyak rumah tangga, pedagang makanan, maupun industri yang masih membutuhkan minyak tanah sebagai alat untuk memenuhi kebutuhan ekonominya, dan masih langka LPG dan jika ada pun harganya menjadi tinggi dipasaran. Maka penggunaan minyak bakar sebagai pengganti minyak tanah masih sangat bermanfaat bagi masyarakat.

Kondisi yang demikian adalah peluang besar bagi bahan bakar alternatif untuk memasuki persaingan pasar, karena limbah ikan limbah ikan sangat melimpah sehingga dapat diolah untuk menghasilkan minyak bakar untuk menggantikan bahan bakar minyak tanah. Jumlah limbah ikan di Indonesia sangat melimpah. Sebagai gambaran, volume limbah pengalengan ikan di PT.MUNCAR, kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, saja mencapai 50-60 ton per bulan. Menurut Ir. Kristio Budiasmoro MSi, peneliti Universitas Sanata Darma (USD), Yogyakarta, Menurut kepala Pusat Studi Lingkungan Universitas Sanata Darma, 'limbah ikan kaya minyak'. Minyak ini jika diolah akan menghasilkan suatu senyawa kimia (*metil ester*) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah.

Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan minyak bakar dari minyak ikan dari ikan lemuru, kemudian dilakukan proses transesterifikasi, Proses transesterifikasi menggunakan katalis Natrium Metoksida dan metanol untuk merubah trigliserida menjadi *metil ester* dan *gliserol*. Pada proses transesterifikasi dilakukan variasi persentase Natrium Metoksida dan metanol. Diharapkan dalam penelitian ini dapat diperoleh sifat minyak bakar yang berkualitas, sehingga dapat digunakan menggantikan minyak tanah. kemudian dilakukan pengujian terhadap sifat fisik minyak bakar dan kemudian digunakan sebagai bahan bakar kompor minyak. Dengan tujuan untuk mengetahui kinerja kompor minyak bila menggunakan bahan bakar dari minyak ikan dan dengan minyak tanah.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dinyatakan rumusan masalah untuk penelitian ini ialah bagaimana:

1. Pengaruh variasi persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan metanol terhadap sifat fisik dari minyak bakar dari proses transesterifikasi minyak ikan yang dihasilkan?
2. Kinerja dari kompor semawar dengan menggunakan minyak bakar minyak ikan?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi agar penelitian ini lebih spesifik, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

- a. Kondisi lingkungan (udara, angin, kelembaban) saat pengambilan data dianggap tidak berpengaruh selama pembuatan minyak bakar.
- b. Minyak ikan yang digunakan diperoleh dari PT. Blambangan Raya, Banyuwangi dengan kandungan FFA  $< 1\%$ .
- c. Katalis basa yang digunakan dalam proses transesterifikasi adalah Natrium metoksida ( $\text{NaOCH}_3$ ) dengan persentase yang digunakan adalah 0,5%, 0,75%, 1% dan 1,25% dari volume minyak ikan, dan dengan persentase metanol yakni 20%, 25%, 30% dan 35% dari volume total.
- d. Alkohol yang digunakan adalah metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dengan kadar  $> 95\%$ .
- e. Temperatur, laju putaran pengaduk dan lama proses transesterifikasi adalah tetap  $60^\circ\text{C}$ , 600 rpm dan 30 menit.
- f. Sifat fisik minyak bakar yang akan dianalisa meliputi Flash Point, Densitas, dan Nilai Kalor Bawah.

- g. Kompor minyak yang digunakan adalah kompor semawar.
- h. Kompor diuji dengan menggunakan satu jenis minyak bakar dengan sifat yang terbaik dan minyak tanah.
- i. Kinerja kompor dinyatakan dalam daya input pembakaran, daya output pembakaran, daya pemasakan, efisiensi konversi energi dan efisiensi pemasakan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh persentase Natrium Metoksida dengan persentase metanol dan trigliserida yang bervariasi dari minyak bakar dari proses transesterifikasi minyak ikan terhadap sifat-sifat fisik minyak bakar yang dihasilkan. Dan untuk mengetahui kinerja kompor setelah menggunakan bahan bakar dari minyak ikan dibandingkan dengan minyak tanah.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Dapat memberikan sumbangan pemikiran terhadap pengolahan minyak ikan menjadi bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah.
2. Dapat mengetahui pengaruh persentase Natrium Metoksida yang sesuai dan persentase metanol yang diperlukan untuk proses transesterifikasi, sehingga bisa menghasilkan minyak bakar yang berkualitas dan dapat digunakan pada kompor minyak yang beredar di masyarakat.
3. Dapat memberikan sumbangan pemikiran terhadap usaha-usaha penghematan energi dengan menciptakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

**Rudi Rahmawan (2008)**, melakukan penelitian mengenai “*Pengaruh Persentase Metanol Dalam Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel*”. Dari hasil penelitiannya memperlihatkan bahwa Jumlah persentase metanol yang ditambahkan berpengaruh terhadap sifat fisik minyak biodiesel yang dihasilkan dan unjuk kerja yang baik serta emisi gas buang yang lebih rendah daripada solar. Persentase metanol yang baik dalam pembuatan biodiesel didapatkan pada persentase 35% metanol.

**Raditya Mahasputra Antara (2008)**, melakukan penelitian mengenai “*Pengaruh Konsentrasi NaOH Pada Transesterifikasi Biodiesel Minyak Jelantah terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Motor Diesel*”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa Jumlah konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses transesterifikasi berpengaruh terhadap sifat fisik minyak biodiesel yang dihasilkan. Selain itu konsentrasi NaOH yang baik didapatkan pada konsentrasi 1% NaOH, menghasilkan sifat fisik biodiesel yang baik.

**Triana Kusumaningsih S.Si,M.Si (2004)**, melakukan penelitian mengenai “*Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Dengan Menggunakan Metanol Dan Katalis Natrium Metoksida*”. Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa menggunakan metanol dengan katalis natrium metoksida menghasilkan biodiesel dan gliserol dengan konversi biodiesel sebesar 89,4%. Hasil pengujian sifat bahan bakar menurut metode pemeriksaan ASTM dapat disimpulkan bahwa metil ester hasil transesterifikasi minyak kelapa menggunakan metanol dengan katalis natrium metoksida ( $\text{NaOCH}_3$ ) dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar diesel dan karakter biodiesel ini mendekati spesifikasi minyak diesel.

#### 2.2 Minyak Ikan

Minyak ikan termasuk senyawa yang bersifat tidak larut dalam air (Winarno, 1995 dalam Purbosari, 1999). Minyak ikan ini dibagi dalam dua golongan, yaitu minyak hati ikan (*fish liver oil*) yang terutama dimanfaatkan sebagai sumber vitamin A dan D,

dan golongan lainnya adalah minyak tubuh ikan (*body oil*) seperti halnya minyak yang banyak terkandung pada ikan lemuru (Moeljanto, 1982 dalam Purbosari, 1999).

Ikan lemuru (*Sardinella sp.*) merupakan jenis ikan yang banyak ditemukan di perairan Indonesia. Ada dua jenis ikan lemuru yang secara ekonomis penting adalah *Sardinella sirm* dan *Sardinella longiceps*. Daerah penyebarannya terutama di laut Jawa. Tegal dan Pekalongan merupakan tempat pendaratan terbesar untuk jenis lemuru ini. Ikan lemuru didapatkan dalam jumlah besar di Selat Bali. Ikan ini merupakan produk perikanan utama perairan tersebut. Tempat pendaratan yang besar di Bali adalah Cupal, sedangkan di Jawa adalah Muncar. Muncar merupakan daerah yang mempunyai produksi perikanan terbesar di daerah Banyuwangi dimana lebih dari 90% dari seluruh produksi perikanan didaratkan di Muncar dan 80% hasil tangkapannya adalah ikan lemuru (*Sardinella longiceps*). Ikan lemuru termasuk ikan berkualitas rendah dan kurang mendapat perhatian di Indonesia, harganya relatif rendah dan cepat mengalami penurunan mutu (Burhanudin dkk, 1984).

Minyak ikan lemuru mengandung asam lemak berikatan rangkap, misalnya *Eicosa Pentanoat Acid* (EPA), dan *Deocosa Hexaenoat Acid* (DHA), dengan nama populernya asam lemak omega-3. Minyak ikan yang diperoleh sebagai hasil samping dari pengolahan tepung ikan dan ikan kaleng sering banyak mengandung banyak kotoran. Kotoran pada minyak ikan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu pertama adalah kotoran yang tidak larut dalam minyak (kotoran fisik, air dan protein), kedua adalah kotoran yang berbentuk suspensi koloid dalam minyak (fosfatida dan karbohidrat) dan ketiga adalah kotoran yang terlarut dalam (asam lemak bebas, pigmen, mono dan digliserida, senyawa hasil oksidasi, logam dan bahan-bahan yang tak tersabunkan (Irianto, 2002). Gambar ikan lemuru dan minyak ikan lemuru dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar2.1 : Ikan Lemuru dan Minyak Ikan lemuru

Minyak ikan dapat juga diperoleh dengan cara ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan. Cara ekstraksi yang biasa dilakukan, yaitu metode ekstraksi dengan aseton, metode ekstraksi dengan hidrolisa, metode *Dry Rendering*, metode *Wet Rendering* dan ekstraksi dengan silase.

Pada umumnya ekstraksi minyak ikan dilakukan dengan metode *Wet Rendering*, yaitu proses yang umumnya digunakan untuk membuat tepung ikan. Tahap proses ini meliputi kombinasi pemasakan dan pengeringan dengan menggunakan uap panas pada keadaan hampa. Pengadukan secara lambat dilakukan selama pengeringan tepung ikan dan dilakukan pengepresan untuk memisahkan tepung dan minyak ikan (Piggot, 1967 dalam Hakim, 1995).

Minyak ikan juga dapat diperoleh sebagai hasil samping pengolahan tepung ikan atau ikan kaleng disaring terlebih dahulu dengan penyaring kawat untuk memisahkan kotoran-kotoran visual seperti sisa daging dan gumpalan protein. Minyak yang telah bebas dari kotoran visual ditentukan kandungan asam lemak bebasnya (*free fatty acid/FFA*) (Irianto, 2002). Tabel sifat fisik minyak ikan lemuru sebelum dan sesudah pemurnian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat Fisik Minyak Ikan Lemuru

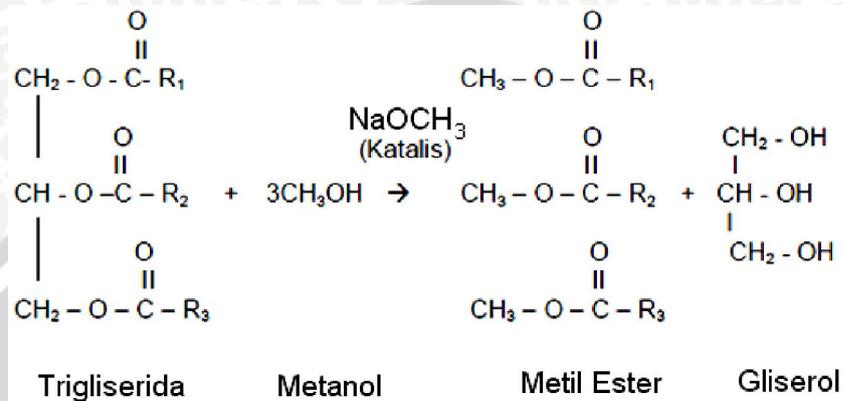
Sifat Fisik	Sebelum Pemurnian	Sesudah Pemurnian
Warna	Coklat muda	Kuning muda
Bau	Kuat	Lemah
Bilangan penyabunan (mg KOH/g)	50,239 - 51,191	51,311 - 52,507
Bilangan peroksida (meq/kg)	17,860 - 17,960	11,480 - 11,900
Bilangan asam (mg KOH/g)	15,820 - 15,900	14,794 - 14,795

Sumber: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI

### 2.3 Transesterifikasi Minyak Ikan

Minyak ikan diolah untuk menggantikan minyak tanah dengan dilakukan reaksi transesterifikasi, proses transesterifikasi banyak dikenal secara komersial dalam reaksi organik industri. Dalam reaksi ini, Transesterifikasi merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan *metil ester* (minyak bakar) dari minyak ikan. Prosesnya yaitu dengan menggunakan alkohol (metanol, etanol atau butanol) yang dicampur katalis seperti Natrium Hidroksida (NaOH), Potasium Hidroksida (KOH) atau Natrium Metoksida (NaOCH<sub>3</sub>), untuk memecah molekul dari minyak (trigliserida) secara kimia

menjadi *metil ester* atau *etil ester* dan gliserol. Dengan penambahan katalis, reaksi ini dapat berlangsung cepat, tetapi sangat sensitif terhadap keberadaan air. Adanya air dapat menyebabkan reaksi samping, yaitu reaksi penyabunan. Reaksi penyabunan adalah reaksi trigliserida dengan basa dalam air. Mekanisme yang terjadi saat reaksi transesterifikasi dengan katalis dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Proses Transesterifikasi  
Sumber : Schuchardt, 1998

Pada proses transesterifikasi gugus trigliserida yang terdiri dari R1, R2, R3 merupakan gugus asam lemak jenuh dan rantai panjang C, H, dan O merupakan gugus asam lemak tak jenuh. Trigliserida bereaksi dengan metanol kemudian menghasilkan metil ester (minyak bakar) dan gliserol. Setiap 1 mol trigliserida bereaksi dengan 3 mol metanol menghasilkan 3 mol metil ester dan 1 mol gliserol.

Dalam proses transesterifikasi persentase metanol sangat mempengaruhi sifat fisik dan volume dari metil ester yang dihasilkan. Apabila semakin banyak jumlah metanol, maka volume metil ester yang dihasilkan akan berkurang dibandingkan metanol dengan volume yang lebih sedikit.

### 2.3.1 Pengaruh Persentase Metanol Dalam Proses Transesterifikasi

Banyaknya metanol yang diberikan pada transesterifikasi berpengaruh terhadap jumlah metil ester yang terbentuk. Jika jumlah metanol yang diberikan sesuai maka jumlah metil yang dihasilkan baik kualitas sifatnya. Apabila jumlah metanol yang diberikan berlebih maka selain merubah sifat fisiknya juga ternyata akan meningkatkan volume gliserol yang dihasilkan. Untuk hasil yang optimal reaksi dijaga pada suhu dibawah titik didih (*boiling point*) metanol (sekitar 65 °C) dan dengan katalisator yakni NaOCH<sub>3</sub> guna mempercepat reaksi.

### 2.3.2 Metanol

Metil alkohol atau yang dikenal dengan Metanol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$  merupakan senyawa turunan dari alkana yang mempunyai rumus empiris  $\text{CH}_4$ . Pada keadaan atmosfer metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun. Pada transesterifikasi metanol berfungsi untuk memecah molekul dari minyak ikan (trigliserida) secara kimia menjadi metil ester dan gliserol. Selain metanol, jenis alkohol lain juga bisa digunakan seperti etanol dan butanol.

Metanol merupakan salah satu jenis alkanol atau yang biasa disebut sebagai alkohol. Penggunaan metanol sebagai bahan bakar mulai mendapat perhatian ketika krisis minyak bumi terjadi ditahun 1970-an karena ia mudah tersedia dan murah. Pembuatannya sangat mudah dan murah karena bahan baku pembuatnya melimpah. Metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar

Sifat metanol antara lain bersifat asam lemah sampai-sampai bisa menganggapnya bukan sebagai asam. Selain itu metanol juga memiliki sifat mudah terbakar. Metanol dihasilkan dengan proses fermentasi atau peragian bahan makanan yang mengandung pati atau karbohidrat, seperti beras, dan umbi. Metanol yang dihasilkan dari proses fermentasi biasanya berkadar rendah. Untuk mendapatkan metanol dengan kadar yang lebih tinggi diperlukan proses pemurnian melalui penyulingan atau distilasi. Untuk jenis metanol dari industri yang dalam skala lebih besar dihasilkan dari fermentasi tetes, yaitu hasil samping dalam industri gula tebu.

Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh persentase metanol pada transesterifikasi minyak ikan. Pada transesterifikasi minyak ikan digunakan alkohol berupa metanol. metanol disini digunakan untuk mengganti gliserin dari trigliserida sehingga terbentuk alkil ester, pada suhu dan katalis tertentu. Metanol digunakan sebagai pereaksi dalam proses transesterifikasi minyak ikan.

Metanol yang dipergunakan juga harus diperhatikan kandungan airnya, jika kandungan airnya terlalu tinggi maka kualitas minyak bakar yang dihasilkan rendah. Pada penelitian ini menggunakan variasi persentase metanol yaitu 20%; 25%; 30%; dan 35%. Spesifikasi metanol dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi Metanol

Keterangan	Sifat Fisik
Rumus Molekul	CH <sub>3</sub> OH
Massa molar	32.04 g/mol
Densitas	0.7918 g/cm <sup>3</sup> , liquid
Titik didih	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
Viskositas	0.59 mPa·s at 20 °C

Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/Metanol>

### 2.3.3 Natrium Metoksida (CH<sub>3</sub>ONa)

Natrium Metoksida merupakan larutan yang terbuat dari campuran Natrium Hidroksida (NaOH) dengan methanol (CH<sub>3</sub>OH). Natrium Metoksida merupakan basa kuat, sehingga dapat digunakan sebagai katalis dalam proses transesterifikasi. Proses pembentukan Natrium Metoksida adalah sebagai berikut.



Natrium atau sodium adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Na dan nomor atom 11. Ciri dan sifat natrium itu sendiri diantaranya, logam reaktif yang lunak, keperakan, dan seperti lilin. Unsur ini sangat reaktif, apinya berwarna kuning, beroksidasi dalam udara, dan bereaksi kuat dengan air, sehingga harus disimpan dalam minyak. Natrium mengapung di air, menguraikannya menjadi gas hidrogen dan ion hidroksida. Jika digerus menjadi bubuk, natrium dapat meledak dalam air secara spontan. Namun, biasanya ia tidak meledak di udara bersuhu di bawah 388 °K. Karena sangat reaktif, natrium hampir tidak pernah ditemukan dalam bentuk unsur murni.

Hidroksida adalah suatu ion poliatomik yang terdiri dari oksigen dan hidrogen (OH<sup>-</sup>). Ion ini bermuatan -1 dan merupakan salah satu ion poliatomik yang paling sederhana. Sebagian besar hidroksida tidak larut dalam air. Suatu kelompok basa yang mengandung hidroksida disebut basa hidroksida. Secara umum hidroksida-hidroksida dan ion-ion hidroksida agak banyak didapati. Banyak bahan dan proses kimia melibatkan hidroksida atau ion hidroksida, umpamanya Natrium Hidroksida (NaOH) yang digunakan dalam perindustrian dan Kalium Hidroksida (KOH) yang digunakan untuk pertanian.

Natrium Hidroksida merupakan suatu oksida logam kumpulan 1 dan juga senyawa ion. Oleh itu natrium oksida boleh larut dalam air. Apabila dimasukkan sekeping kertas lakmus merah didapati kertas itu berwarna biru. Ini menunjukkan

bahwa larutan yang terhasil bersifat alkali. Katalis Natrium Hidroksida (NaOH) ini bersifat basa kuat karena basa yang derajat ionisasinya sama dengan 1 atau mengalami ionisasi sempurna.



Bentuknya padat kristalin, butiran, batangan. Senyawa ini bersifat korosif, tidak stabil bila berada di udara terbuka dan cenderung membentuk karbonat, selain itu juga tidak berwarna serta mudah menimbulkan panas bila direaksikan dengan asam, dan mampu mengadsorpsi dengan cepat  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . NaOH banyak digunakan sebagai bahan baku laboratorium, industri dan farmasi. Selain beberapa hal di atas, pada dasarnya senyawa NaOH ini memiliki fungsi utama yaitu sebagai aktivator kimiawi. Spesifikasi NaOH dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi NaOH

Sifat	Satuan/Unit	Nilai	Keterangan
massa molar	g/mol	39.9971	-
Massa jenis/densitas	g/cm <sup>3</sup>	2.1	Fase padat
melting point	°C	318	-
Berat jenis			

Sumber : [www.wikipedia.com/Sodium\\_hydroxide.htm](http://www.wikipedia.com/Sodium_hydroxide.htm)

#### 2.4 Minyak Bakar

Minyak bakar ini dibuat menggunakan reaksi Transesterifikasi. Transesterifikasi minyak ikan dapat menghasilkan senyawa *metil ester* yang dapat digunakan sebagai minyak bakar sebagai pengganti minyak tanah. Minyak bakar disini dibuat dari lemak hewan yaitu minyak ikan. Namun tidak semua jenis ikan dapat menghasilkan minyak yang berkualitas untuk digunakan sebagai minyak bakar. Pada penelitian ini, minyak ikan diambil dari jenis ikan lemuru (*Sardinella longiceps*). Minyak ikan lemuru merupakan hasil sampingan dari pengalengan ikan. Minyak bakar diperoleh dari reaksi transesterifikasi lemak hewan (minyak ikan lemuru) dengan metanol atau etanol dan dengan keberadaan katalis untuk mempercepat memulai reaksi dan menghasilkan gliserol (residu dari reaksi kimia) dan minyak bakar (*metil ester*). Kinerja minyak bakar tidak berbeda dengan minyak tanah, menurut dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma (USD) Yogya Ir. FX Agus Unggul Santoso, "Kekentalan (viskositas) memang agak tinggi, tapi dari nilai kalorinya mencukupi sebagai minyak bakar, selain itu kandungan airnya juga agak tinggi. Kandungan air untuk minyak tanah 0,25%, sedangkan kandungan air dari minyak bakar mencapai 10,4%. Tapi jika hanya digunakan sebagai minyak bakar biasa, dapat diterapkan sebagai bahan bakar rumah

tangga atau penerangan”. Untuk kalangan masyarakat menengah kebawah, transesterifikasi minyak dan alkohol dengan katalis basa merupakan metode yang sederhana dalam pembuatannya. Secara umum minyak bakar juga dapat digunakan untuk pembakaran langsung dapur – dapur industri, sistem tenaga uap dan alat – alat yang lebih menguntungkan dengan penggunaan bahan bakar minyak bakar. Minyak bakar juga dapat dipakai sebagai bahan bakar angkutan laut.

Salah satu keuntungan dari minyak bakar diantaranya ialah merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui, selain jumlah limbah ikan Indonesia melimpah seperti volume limbah pengalengan ikan pada PT. MAYA MUNCAR, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, saja mencapai 50 – 60 ton per bulan. Menurut Ir. Kristio Budiasmoro MSi, peneliti Universitas Sanata Darma (USD), Yogyakarta, “Perusahaan farmasi dan makanan memang menyuling limbah itu menjadi senyawa aktif omega 3, Namun, jumlahnya masih tetap melimpah”.

Keuntungan lainnya yaitu selisih harga antara minyak tanah dan minyak bakar dari minyak ikan tidak terpaut jauh. Satu liter minyak bakar dari minyak ikan membutuhkan biaya sekitar Rp 6.800, dengan dasar perhitungan, minyak ikan seharga Rp 8.100 per liter, metanol seharga Rp 8.000 per liter dan sisanya untuk katalis NaOH dan proses transesterifikasi. Sedangkan minyak tanah per liternya sekitar Rp 3.500 – Rp.5.000 plus subsidi. Minyak bakar ini dapat lebih ekonomis seiring semaki sulit dan langkanya bahan bakar fosil tak terbarukan.

Selain digunakan sebagai minyak bakar yang dapat digunakan untuk menggantikan minyak tanah ada beberapa alternatif penggunaan minyak bakar:

1. Sebagai alat penerangan
2. Sebagai pengganti solar atau biodiesel
3. Sebagai bahan bakar model pesawat radio
4. Sebagai pembakar keramik dalam tungku

## 2.5 Minyak Tanah

Minyak tanah atau *kerosene* merupakan bagian dari minyak mentah yang memiliki titik didih sekitar 300°C dan tidak berwarna. Digunakan selama bertahun-tahun sebagai alat bantu penerangan, memasak, water heating, dll yang umumnya merupakan pemakaian domestik (rumahan). Beberapa parameter penting yang seringkali digunakan sebagai tolok ukur kualitas bahan bakar minyak tanah adalah:

### 1. Densitas (*Density*)

Densitas dari suatu cairan seperti minyak tanah, adalah perbandingan berat minyak tanah terhadap berat air pada volume yang sama, satuannya adalah kilogram per meter kubik ( $\text{kg/m}^3$ ). Diukur menggunakan alat yang disebut *hydrometer* yang menggunakan acuan **ASTM D 1298**. Densitas ini berpengaruh pada nilai kandungan kalor dari bahan bakar minyak. Minyak dengan densitas yang lebih besar mempunyai nilai kalor yang lebih rendah. Nilai densitas kemudian dicari *specific gravity* atau SG 60/60°F.

### 2. Titik Nyala (*Flash Point*)

*Flash point* atau titik nyala merupakan temperatur terendah dari uap campuran bahan bakar dan udara untuk menyala dan terbakar sesaat ketika disinggung dengan suatu sumber nyala api. Titik nyala yang terlampaui tinggi dapat menyebabkan susah untuk melakukan penyalaan, sementara apabila titik nyala terlampaui rendah sehingga menyebabkan bahan bakar terlalu mudah terbakar dengan sedikit percikan api atau mudah menguap pada suhu kamar. Dalam hal ini menggunakan acuan **IP 170**.

### 3. Nilai Kalor (*Heating Value*)

Nilai kalor adalah suatu sifat yang menunjukkan jumlah energi panas yang terkandung dalam suatu massa atau volume bahan bakar melalui proses pembakaran sempurna. Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan dalam suatu periode. Nilai kalor diklasifikasikan menjadi 2 macam, yaitu nilai kalor tertinggi (*higher heating value / HHV*) dan nilai kalor terendah (*lower heating value / LHV*). Nilai kalor tertinggi / HHV adalah banyaknya panas yang diperoleh pada pembakaran sempurna oleh satu satuan massa bahan bakar dengan memperhitungkan panas kondensasi uap air. Sedangkan nilai kalor terendah / LHV adalah banyaknya panas yang diperoleh pada pembakaran sempurna satu satuan massa bahan bakar tanpa memperhitungkan panas kondensasi uap air. Nilai kalor dapat diukur dengan *bomb calorimeter*. Nilai kalor ini dinyatakan dalam kalori per gram atau *british thermal unit per pound* (cal/g atau btu/lb).

## 2.6 Kompor Minyak

Di masyarakat sudah banyak hasil minyak bakar alternatif yang akhirnya digunakan sebagai bahan bakar untuk kompor, selain ada kompor yang membutuhkan modifikasi, ada juga yang tidak perlu dimodifikasi, sehingga bahan bakar tersebut sudah

bisa langsung digunakan pada kompor. sekarang ini terdapat berbagai jenis kompor minyak diantaranya:

### **1. Kompor Sumbu**

Kompor jenis lama / konvensional yang menggunakan sumbu. Jenis – jenisnya berdasarkan banyaknya sumbu, biasanya 8, 16, 18, dll.

### **2. Kompor Semawar**

Kompor dengan tangki bertekanan tinggi digunakan oleh banyak pedagang kaki lima, kompor ini dirancang untuk bahan bakar minyak tanah. Masyarakat mengenal kompor jenis ini dengan nama "Semawar". Dalam pengoperasiannya, tangki setelah diisi minyak tanah kemudian dipompa. Untuk menyalakan api kompor diperlukan pemanasan awal, biasanya menggunakan spiritus, sebagaimana halnya menyalakan lampu petromaks.

#### **2.6.1 Kinerja Kompor Minyak Tanah**

Kinerja kompor minyak tanah adalah besar kemampuan kompor dengan bahan bakar tertentu untuk dapat dapat mengkonversi energi kimia yang tersimpan dalam bahan bakar menjadi energi kalor untuk kemudian ditransfer ke beban, yang mana hasil akhir dari kinerja kompor minyak tanah akan berujung pada efisiensi. Pada dasarnya tingkat efisiensi dari penggunaan kompor minyak tanah sumbu dapat dibagi atas dua yaitu efisiensi dari kompor serta efisiensi dari alat masak yang digunakan. Efisiensi pada kompor dapat dipengaruhi oleh faktor desain/bentuk dari kompor itu sendiri, sedangkan efisiensi dari alat masak dapat dipengaruhi oleh ukuran dari perabot masak serta jumlah volume beban masak. Efisiensi alat masak merupakan tingkat kemampuan pada perabot masak yang digunakan untuk menyerap energi yang dikeluarkan dari hasil pembakaran pada kompor. Setiap jenis kompor memiliki kinerja yang berbeda-beda. Kompor minyak tanah sumbu yang beredar di masyarakat memiliki tingkat efisiensi berkisar antara 44% - 60% (Anwar; 2006: Skripsi no. 1268 mengenai Kaji Eksperimental Kompor Minyak Tanah Type Sumbu 20 Dalam Upaya Peningkatan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar; Sistem Informasi Perpustakaan Teknik Mesin FT-Undip). Kompor minyak tanah sumbu sebagai alat konversi energi (alat masak) masih banyak digunakan oleh masyarakat khususnya golongan menengah ke bawah. Jenis kompor minyak tanah yang beredar di masyarakat sangat beragam, baik dari segi desain maupun dilihat dari segi harga.

Beberapa parameter kinerja kompor dengan menggunakan minyak bakar dari minyak ikan yang akan diamati adalah :

### 1. Daya Input Pembakaran

Daya input pembakaran adalah besar energi yang diperlukan untuk melakukan suatu pembakaran per satuan waktu. Rumus yang digunakan adalah :

$$P_i = LHV \times \dot{m}_f \quad ; \quad (\text{P. Pallawagau La; 1989})(2-1)$$

Keterangan :

$P_i$  = daya input pembakaran (kJ/s)

$LHV$  = nilai kalor bawah bahan bakar (kJ/kg)

$\dot{m}_f$  = laju massa alir bahan bakar (kg/s)

### 2. Daya Output Pembakaran

Daya output pembakaran adalah besar energi yang dihasilkan oleh suatu pembakaran per satuan waktu. Rumus yang digunakan adalah :

$$P_o = \frac{m_g \times C_{p_g} \times T_f}{\Delta t} \quad (2-2)$$

Keterangan :

$P_o$  = energi output pembakaran (kJ/s)

$m_g$  = massa gas (bahan bakar dan udara) (kg)

$C_{p_g}$  = kalor jenis gas (bahan bakar dan udara) (kJ/kg.K)

$T_f$  = temperatur rata – rata api pembakaran (K)

$\Delta t$  = lama pembakaran (s)

### 3. Daya Pemasakan

Daya pemasakan adalah besar energi yang diterima oleh air untuk menaikkan suhu air hingga 100 °C (*boiling point*) per satuan waktu. Rumus yang digunakan adalah :

$$P_c = \frac{(m_{wl} \times C_{wl})(T_{1wl} - T_{0wl}) + (m_{ww} \times h_w)}{\Delta t} \quad (\text{P. Pallawagau La; 1989: 23})(2-3)$$

Keterangan :

$P_c$  = besar energi total yang diserap air per satuan waktu (kJ/s)

$m_w$  = massa air (kg)

$C_{wl}$  = kalor jenis air (kJ/kg.K)

- $T_{1wl}$  = temperatur akhir air (K)  
 $T_{0wl}$  = temperatur awal air (K)  
 $m_{wv}$  = massa air yang menguap (kg)  
 $h_w$  = kalor laten penguapan air (kJ/kg)  
 $\Delta t$  = waktu yang dibutuhkan hingga boiling point (s)

#### 4. Efisiensi Konversi Energi

Efisiensi konversi energi adalah besar kemampuan kompor untuk dapat mengkonversi energi yang tersimpan dalam bahan bakar menjadi energi kalor pembakaran. Rumus yang digunakan yaitu :

$$\eta_{KE} = \frac{P_o}{P_i} \times 100\% \quad (\text{Yunus; 1989: 79}) \quad (2-4)$$

dengan :

- $\eta_{KE}$  = efisiensi konversi energi (%)  
 $P_o$  = energi output pembakaran (kJ/s)  
 $P_i$  = energi input pembakaran (kJ/s)

#### 5. Efisiensi pemasakan

Efisiensi pemasakan adalah perbandingan antara energi pembakaran terhadap energi penyerapan oleh air. Rumus yang digunakan yaitu :

$$\mu_c = \frac{(m_{wl} \times C_{wl})(T_{1wl} - T_{0wl}) + (m_{wv} \times h_w)}{m_f \times LHV} \times 100\% \quad (\text{P. Pallawagau La; 1989: 23})(2-5)$$

Keterangan :

- $\mu_c$  = Efisiensi kompor (%)  
 $m_{wl}$  = massa air (kg)  
 $C_{wl}$  = kalor jenis air (kJ/kg.K)  
 $T_{1wl}$  = temperatur akhir air (K)  
 $T_{0wl}$  = temperatur awal air (K)  
 $m_{wv}$  = massa air yang menguap (kg)  
 $h_w$  = kalor laten penguapan air (kJ/kg)  
 $m_f$  = massa bahan bakar (kg)  
 $LHV$  = LHV / energi pembakaran (kJ/kg)

Rumus di atas menyatakan bahwa energi input yang dilepas kompor tidak sepenuhnya diterima oleh air, melainkan terdapat sebagian energi yang hilang saat

konversi bentuk energi, ke badan kompor, ke udara lingkungan dan saat sebagian air terevaporasi.

## 2.7 Pembakaran

Pembakaran merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen sebagai oksidator yang menyebabkan naiknya temperatur dan timbul nyala api. Elemen utama bahan bakar adalah karbon, hidrogen, dan sulfur. Pembakaran dikatakan sempurna jika semua kandungan karbon (C) dalam bahan bakar terbakar habis membentuk karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), semua hidrogen (H) terbakar membentuk air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan semua sulfur (S) terbakar membentuk sulfurdioksida ( $\text{SO}_2$ ). Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi, berarti pembakaran tidak sempurna.

Ditinjau secara aerodinamika ada dua jenis pembakaran, yaitu:

### 1. Pembakaran premixed

Pembakaran premixed adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara (oksigen) dicampur terlebih dahulu secara mekanik (misalnya dengan karburator), kemudian baru dibakar. Contohnya adalah pembakaran pada motor bensin.

### 2. Pembakaran difusi

Pembakaran difusi adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara pengoksidasi tidak dicampur secara mekanik, melainkan bercampur secara alami melalui proses difusi, kemudian baru dibakar. Contohnya adalah pembakaran pada motor diesel, pembakaran lilin, kompor minyak.

Pada proses pembakaran, ada empat syarat yang harus dipenuhi agar terjadi pembakaran yang sempurna, yaitu :

1. Bahan bakar menguap secara cepat dan sempurna
2. Digunakan cukup udara pembakaran
3. Adanya campuran udara dan bahan bakar yang homogen
4. Tercapainya temperatur udara yang cukup tinggi

Jika syarat-syarat di atas tidak terpenuhi, maka pembakaran yang terjadi dapat tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan oksida yang menimbulkan polusi udara dan menurunkan efisiensi serta secara ekonomis dapat merugikan.

## 2.8 Hipotesis

Semakin besar persentase Natrium Metoksida pada proses transesterifikasi maka pembentukan *metil ester* akan semakin cepat dan semakin banyak persentase metanol yang ditambahkan maka *metil ester* yang dihasilkan akan semakin sedikit sehingga sifat fisik minyak bakar yang dihasilkan semakin berkualitas. Sifat fisik minyak bakar yang berkualitas akan meningkatkan kinerja kompor minyak.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental, yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk mencari data sebab-akibat melalui eksperimen sehingga didapatkan data empiris. Dalam hal ini objek penelitian yang diamati adalah pengaruh variasi persentase Natrium Metoksida dan variasi persentase metanol pada transesterifikasi minyak ikan lemuru untuk diteliti pengaruhnya terhadap karakteristik kompor minyak tanah.

#### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

##### 1. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dikonstantakan pada waktu penelitian. Variabel terkontrol dalam penelitian pada proses reaksi transesterifikasi adalah reaksi dilakukan selama 30 menit dengan suhu 60°C dan laju putaran pengaduk 600 rpm.

##### 2. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Besar variabel bebas dapat diubah-ubah dengan metode tertentu, sehingga didapatkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah:

- a. Persentase  $\text{NaOCH}_3$  : 0,5%; 0,75%; 1%; dan 1,25%
- b. Persentase metanol : 20%, 25%, 30% dan 35%

##### 3. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari nilai variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah:

- Densitas
- Flash Point
- LHV

### 3.3 Bahan dan peralatan yang digunakan

#### 3.3.1 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Minyak Ikan lemuru  $\pm$  15 liter (FFA 0,2%)
2. Metanol 95%  $\pm$  4 liter
3. NaOH  $\pm$  100 gram
4. Minyak Tanah

#### 3.3.2 Peralatan yang digunakan

Peralatan Gambar 3.1 s/d 3.5 merupakan gambar alat penelitian yang digunakan dalam penelitian:

1. Hot Plate Magnetic Stirrer berfungsi untuk melakukan proses transesterifikasi



Gambar 3.1. *Hot Plate & Magnetic Stirrer*

Sumber : Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian

2. Alat Uji Densitas



Gambar 3.2 Alat Uji Densitas (*Hydrometer*)

Sumber: Laboratorium Unit Pelumas Pertamina Surabaya

3. Alat Uji Flash Point



Gambar 3.3 Alat Uji *Flash Point*

Sumber: Laboratorium Unit Pelumas Pertamina Surabaya

4. Alat Uji Nilai Kalor Bawah



Gambar 3.4 *Bomb Calorimeter* (uji LHV)

Sumber: Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin UB

5. Kompor Semawar



Gambar 3.5 Kompor Semawar

- Gelas ukur berfungsi untuk mengukur jumlah takaran dari minyak ikan dan metanol.
- Gelas beker berfungsi untuk tempat proses transesterifikasi.
- Tabung *erlenmeyer* berfungsi sebagai tempat untuk mereaksikan metanol dengan NaOH.
- Timbangan digital berfungsi untuk mengukur bahan yang akan digunakan.
- *Stop watch* berfungsi untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengetahui waktu transesterifikasi
- Termometer berfungsi untuk mengukur temperatur minyak selama penelitian

### 3.4 Tempat Penelitian

1. Laboratorium Pengujian Mutu PT. Blambangan FoodPackers Indonesia untuk mengetahui kandungan FFA pada minyak ikan.
2. Laboratorium Teknik Prosesing Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya untuk transesterifikasi minyak ikan.
3. Laboratorium Unit Pelumas Pertamina Surabaya untuk mengetahui karakteristik minyak bakar.
4. Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin untuk pengujian nilai kalor (LHV) minyak bakar dari minyak ikan dan pengujian karakteristik kompor.

### 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pembuatan dan pengujian minyak bakar dari minyak ikan adalah sebagai berikut:

1. Membuat larutan Natrium Metoksida ( $\text{NaOCH}_3$ ) dengan mencampurkan 30 gram NaOH ke dalam metanol sebanyak 98,6 ml.
2. Volume total yang dipergunakan 800 ml. Masukkan 80% minyak ikan dari volume total atau sekitar 640 ml ke dalam gelas beker.
3. Siapkan Natrium Metoksida 0,5% dari berat minyak ikan (sekitar 3,2 ml  $\text{NaOCH}_3$ ) kemudian tuangkan ke dalam gelas beker yang telah terisi minyak ikan.
4. Masukkan metanol sebanyak 20% dari volume total atau sekitar 160 ml ke dalam gelas beker.
5. Kemudian lakukan proses transesterifikasi dengan waktu 30 menit, temperatur  $60^\circ\text{C}$ , dan laju putaran pengadukan 600 rpm.

6. Setelah proses reaksi selesai, diamkan selama  $\pm$  8-12 jam.
7. Setelah diperoleh senyawa metil ester (minyak bakar) dengan warna lebih terang dan jernih dibagian atas dan gliserol berwarna gelap dan pekat dibagian bawahnya. Lalu pisahkan biodiesel ini dari gliserol dengan jalan menuangkan ke dalam gelas secara perlahan-lahan.
8. Kemudian lakukan proses pencucian dengan menggunakan aquades (100 % volume) sampai  $\pm$  2 kali pengulangan pada suhu kamar dengan tujuan untuk mengikat kandungan senyawa alkohol dan katalis yang tersisa pada minyak bakar.
9. Selanjutnya lakukan proses pengeringan biodiesel dari air bekas pencucian dengan cara memanaskan biodiesel sampai suhu  $\pm$  100 °C selama  $\pm$  10 menit.
10. Lakukan kembali proses pembuatan minyak bakar dari minyak ikan tersebut dengan persentase NaOH 0,75%,1% dan 1,25% dari berat minyak ikan dan volume methanol 160 ml. Kemudian dilanjutkan dengan proses masing – masing NaOCH<sub>3</sub> 0,5%; 0,75%; 1%; dan 1,25% untuk tiap – tiap persentase 25%, 30%, dan 35% dari volume total.
11. Lakukan pengujian sifat fisik minyak bakar pada masing-masing variasi yakni uji densitas, flash point, dan nilai kalor.
12. Dipilih satu dari enam belas variasi minyak bakar yang paling baik sifat fisiknya, kemudian lakukan pengujian perbandingan kualitas antara minyak tanah dan minyak bakar dari minyak ikan pada kompor minyak tanah yang meliputi daya input pembakaran, daya output pembakaran, daya pemasakan, dan efisiensi pemasakan.

### 3.6 Pengolahan dan Analisis Data

Dalam penelitian dilakukan pengambilan data dengan variabel bebas persentase NaOH pada tiap-tiap variasi persentase metanol. Dalam bentuk tabel dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3.1 Contoh Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar Dengan Persentase Metanol 20%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 20%			
			NaOCH <sub>3</sub> 0,50%	NaOCH <sub>3</sub> 0,75%	NaOCH <sub>3</sub> 1%	NaOCH <sub>3</sub> 1,25%
Densitas						
Flash Point						
Nilai kalor						

Tabel 3.2 Contoh Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar Dengan Persentase Metanol 25%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 25%			
			NaOCH <sub>3</sub> 0,50%	NaOCH <sub>3</sub> 0,75%	NaOCH <sub>3</sub> 1%	NaOCH <sub>3</sub> 1,25%
Densitas						
Flash Point						
Nilai kalor						

Tabel 3.3 Contoh Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar Dengan Persentase Metanol 30%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 30%			
			NaOCH <sub>3</sub> 0,50%	NaOCH <sub>3</sub> 0,75%	NaOCH <sub>3</sub> 1%	NaOCH <sub>3</sub> 1,25%
Densitas						
Flash Point						
Nilai kalor						

Tabel 3.4 Contoh Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar Dengan Persentase Metanol 35%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 35%			
			NaOCH <sub>3</sub> 0,50%	NaOCH <sub>3</sub> 0,75%	NaOCH <sub>3</sub> 1%	NaOCH <sub>3</sub> 1,25%
Densitas						
Flash Point						
Nilai kalor						

Data yang didapat setelah diolah kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga mempermudah dalam mengamati pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Adapun grafik yang dapat dibuat sebagai berikut ini:

1. Grafik hubungan antara persentase NaOCH<sub>3</sub> terhadap densitas minyak bakar fish oil pada variasi persentase methanol pada proses transesterifikasi.
2. Grafik hubungan antara persentase NaOCH<sub>3</sub> terhadap flash point minyak bakar fish oil pada variasi persentase methanol pada proses transesterifikasi.
3. Grafik hubungan antara persentase NaOCH<sub>3</sub> terhadap LHV minyak bakar fish oil pada variasi persentase methanol pada proses transesterifikasi.

Tabel 3.5 Contoh Tabel Hasil Pengamatan Karakteristik Kompor Minyak Dengan Masing tekanan tabung minyak 10 psi, 30 psi, dan 50 psi

Karakteristik Kompor Minyak	Minyak Tanah			Minyak Ikan		
	h = 3 cm	h = 5 cm	h = 7 cm	h = 3 cm	h = 5 cm	h = 7 cm
Daya Input Pembakaran (kJ/s)						
Daya Output Pembakaran (kJ/s)						
Daya Pemasakan (kJ/s)						
Efisiensi Konversi Energi (%)						
Efisiensi Pemasakan (%)						

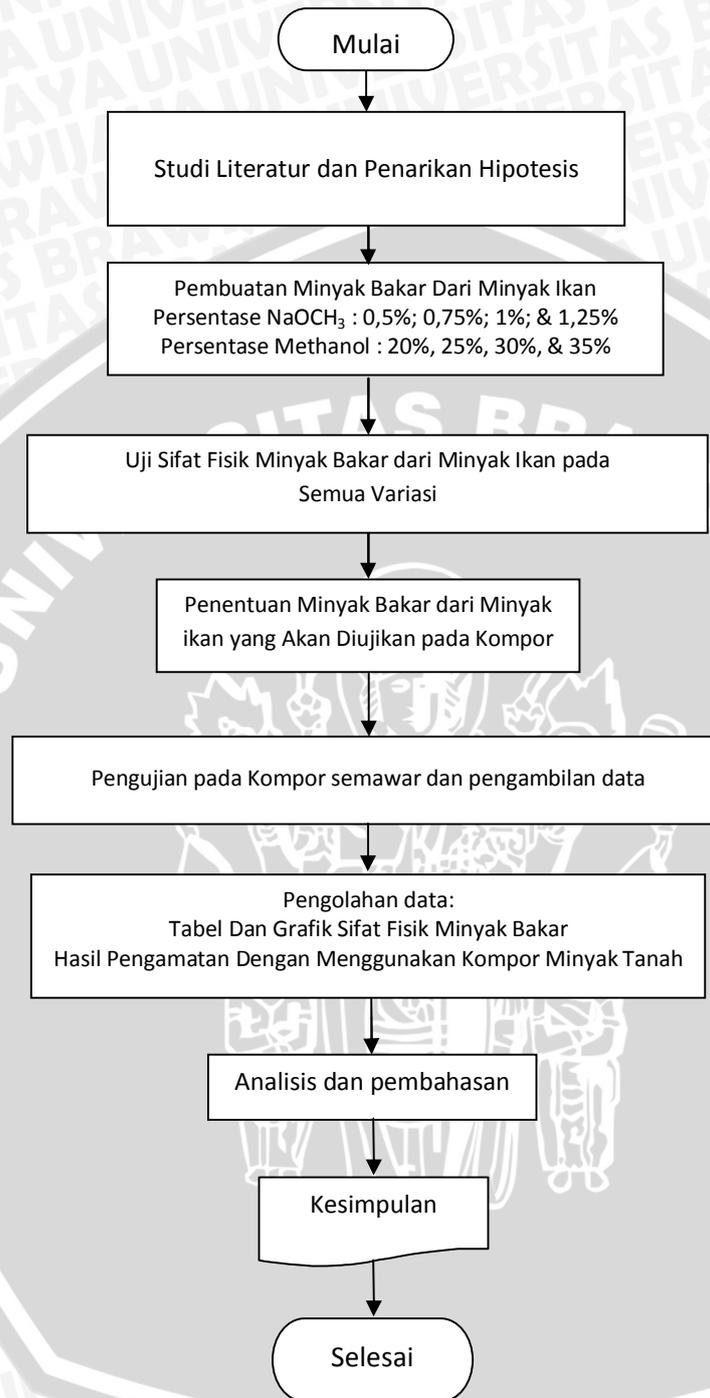
Sedangkan grafik untuk hubungan dari variasi tinggi sumbu kompor dengan bahan bakar minyak tanah dan minyak bakar fish oil terhadap karakteristik kompor sumbu adalah :

1. Grafik hubungan antara tinggi Burner dengan daya input pembakaran pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda pada tekanan tabung yang berbeda.
2. Grafik hubungan antara tinggi Burner dengan daya output pembakaran pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda pada tekanan tabung yang berbeda.
3. Grafik hubungan antara tinggi Burner dengan daya pemasakan pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda pada tekanan tabung yang berbeda.
4. Grafik hubungan antara tinggi Burner dengan efisiensi konversi energi pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda pada tekanan tabung yang berbeda.
5. Grafik hubungan antara tinggi Burner dengan efisiensi pemasakan pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda pada tekanan tabung yang berbeda.



### 3.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada gambar 3.6



Gambar. 3.6 Diagram Alir Penelitian.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data – data berupa sifat fisik minyak bakar *fish oil* tiap variasi persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan metanol transesterifikasi minyak ikan. Dan didapatkan data hasil pengamatan kinerja kompor semawar dengan menggunakan bahan bakar minyak bakar *fish oil* yang memiliki nilai LHV tertinggi dari seluruh variasi dan minyak tanah sebagai pembanding. Selanjutnya data – data tersebut diolah dalam bentuk grafik Gambar 4.1 s/d Gambar 4.8 agar mudah dipahami maknanya.

##### 4.1.1 Data Hasil Pengujian Sifat Fisik Minyak Bakar *Fish Oil*

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan data sifat fisik minyak bakar *fish oil* yang dapat dilihat pada Tabel 4.1; Tabel 4.2; Tabel 4.3; dan Tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 4.1 Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar *Fish Oil* Pada Variasi metanol 20%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah	$\text{NaOCH}_3$ yang dipakai			
			$\text{NaOCH}_3$ 0,50%	$\text{NaOCH}_3$ 0,75%	$\text{NaOCH}_3$ 1%	$\text{NaOCH}_3$ 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max. 0,8350	0,90006	0,89806	0,8969	0,89312
Flash Point [°C]	IP 170	Min. 38	80	75	61	54,5
LHV [Cal/gr]		10161.64	9248,78	9464,98	9753,26	9657,17

Tabel 4.2 Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar *Fish Oil* Pada Variasi Metanol 25%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah	$\text{NaOH}$ yang dipakai			
			$\text{NaOH}$ 0,5%	$\text{NaOH}$ 0,75%	$\text{NaOH}$ 1%	$\text{NaOH}$ 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max. 0,8350	0,89502	0,89412	0,89412	0,89162
Flash Point [°C]	IP 170	Min. 38	102.5	99	100,5	79
LHV [Cal/gr]		10161.64	9537,05	9513,03	10065,55	9080,62

Tabel 4.3 Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar *Fish Oil* Pada Variasi Metanol 30%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah	NaOCH <sub>3</sub> yang dipakai			
			NaOH 0,5%	NaOH 0,75%	NaOH 1%	NaOH 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max. 0,8350	0,89162	0,89286	0,89224	0,89032
Flash Point [°C]	IP 170	Min. 38	57	54	68	57
LHV [Cal/gr]		10161.64	9272,80	9056,59	9320,84	9513,03

Tabel 4.4 Tabel Sifat Fisik Minyak Bakar *Fish Oil* Pada Variasi Metanol 35%

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah	NaOCH <sub>3</sub> yang dipakai			
			NaOH 0,5%	NaOH 0,75%	NaOH 1%	NaOH 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max. 0,8350	0,89412	0,89136	0,89142	0,89154
Flash Point [°C]	IP 170	Min. 38	98	108	110	99.5
LHV [Cal/gr]		10161.64	9176,71	10113,59	10137,62	9873,37

#### 4.1.2 Data Hasil Pengamatan Kinerja Kompor Semawar

Setelah mendapatkan data – data sifat fisik minyak bakar dari minyak ikan untuk setiap variasi, dari keseluruhan sampel minyak bakar *fish oil* diambil salah satu sampel minyak bakar yang memiliki *Low Heating Value* (LHV) tertinggi dari hasil pengujian dengan *bomb calorimeter*, dengan pembandingan minyak tanah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap Kinerja Kompor Semawar dengan menggunakan bahan bakar yang berbeda. Dalam hal ini diambil sampel minyak bakar *fish oil* dengan temperatur transesterifikasi 60°C, reaksi dilakukan selama 30 menit dan persentase katalis NaOCH<sub>3</sub> 1%. Pengujian kinerja pada kompor semawar dengan mengatur jarak antara burner dengan panci yakni 3 cm, 5 cm, dan 7 cm, dan tekanan pada tabung minyak diatur 10 psi, 30 psi, dan 50 psi. Contoh perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 7, berdasarkan pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh data kinerja kompor semawar seperti pada Tabel 4.5 s/d tabel 4.10 dibawah ini pada masing – masing tekanan.

Tabel 4.5 Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Ikan Pada Tekanan Tabung 10 Psi

No.	Ketinggian (cm)	Pi	Po	$\eta$ (%)	Daya pemasakan (qw)	Effisiensi Pemasakan (%)
1	3	4.51	3.54	78.55	1.35	30.04
2	5	4.22	3.25	77.10	1.07	25.36
3	7	4.32	3.31	76.67	1.04	24.02

Tabel 4.6 Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Ikan Pada Tekanan Tabung 30 Psi

No.	Ketinggian (cm)	Pi	Po	$\eta$ (%)	Daya pemasakan (qw)	Effisiensi Pemasakan (%)
1	3	7.15	5.44	76.11	1.61	22.52
2	5	6.20	4.67	75.27	1.16	18.65
3	7	6.18	4.65	75.15	1.09	17.56

Tabel 4.7 Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Ikan Pada Tekanan Tabung 50 Psi

No.	Ketinggian (cm)	Pi	Po	$\eta$ (%)	Daya pemasakan (qw)	Effisiensi Pemasakan (%)
1	3	9.69	7.26	74.94	1.65	16.99
2	5	9.06	6.77	74.74	1.42	15.65
3	7	8.27	6.18	74.65	1.29	15.56

Tabel 4.8 Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Tanah Pada Tekanan Tabung 10 Psi

No.	Ketinggian (cm)	Pi	Po	$\eta$ (%)	Daya pemasakan (qw)	Effisiensi Pemasakan (%)
1	3	4.45	3.63	81.72	1.54	34.66
2	5	3.68	2.96	80.45	1.24	33.59
3	7	3.55	2.82	79.48	1.09	30.73

Tabel 4.9 Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Tanah Pada Tekanan Tabung 30 Psi

No.	Ketinggian (cm)	Pi	Po	$\eta$ (%)	Daya pemasakan (qw)	Effisiensi Pemasakan (%)
1	3	6.84	5.40	78.95	1.79	26.17
2	5	6.71	5.26	78.49	1.67	24.87
3	7	6.63	5.19	78.28	1.62	24.49

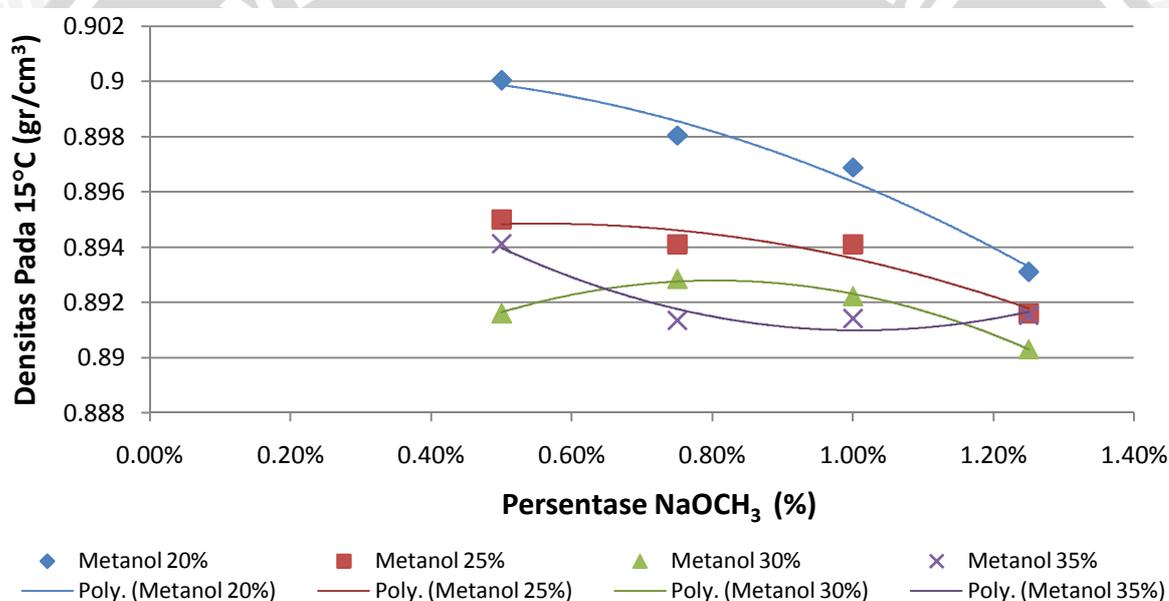
Tabel 4.10 Tabel Kinerja Kompor Semawar Dengan Menggunakan Minyak Tanah Pada Tekanan Tabung 50 Psi

No.	Ketinggian (cm)	Pi	Po	$\eta$ (%)	Daya pemasakan (qw)	Effisiensi Pemasakan (%)
1	3	9.74	7.62	78.28	2.41	24.70
2	5	8.50	6.64	78.08	2.09	24.56
3	7	8.47	6.54	77.13	1.78	21.03

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Grafik Hubungan Antara Persentase $\text{NaOCH}_3$ Terhadap Densitas Minyak Bakar Dari Minyak Ikan Pada Variasi Persentase Metanol Dengan Transesterifikasi

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara persentase  $\text{NaOCH}_3$  terhadap densitas minyak bakar dari minyak ikan pada variasi persentase metanol dengan proses transesterifikasi. Pada grafik gambar 4.1 tersebut densitas minyak bakar dari minyak ikan tertinggi terdapat pada persentase  $\text{NaOCH}_3$  0,5% dan pada persentase metanol 20% yaitu 0.90006 gram/cm<sup>3</sup>. Titik terendah densitas minyak bakar *fish oil* terdapat pada persentase  $\text{NaOCH}_3$  1.25% dan pada persentase methanol 30% yaitu 0,89032 gram/cm<sup>3</sup>.



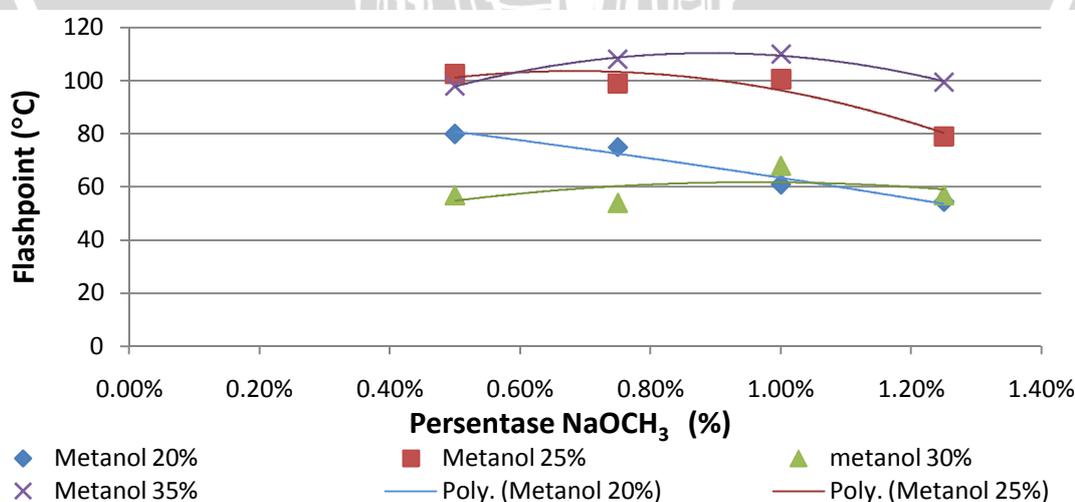
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Persentase  $\text{NaOCH}_3$  Terhadap Densitas Minyak Bakar Dari Minyak Ikan Pada Variasi Persentase Metanol Dengan Transesterifikasi

Dari seluruh kurva dapat dinyatakan bahwa semakin besar persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan semakin banyak persentase metanol yang digunakan untuk transesterifikasi maka semakin rendah pula densitas minyak bakar yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena semakin besar persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan proses reaksi terjadi lebih cepat, karena keberadaan  $\text{NaOCH}_3$  membantu proses penguraian senyawa minyak ikan menjadi *metil ester* dan *gliserol*. Dan semakin banyak persentase metanol maka jarak antar atom akan semakin renggang sehingga ikatan antar atom pada senyawa minyak ikan akan rendah,

hal ini menyebabkan senyawa trigliserida mudah terurai dan dapat mudah berikatan dengan metanol untuk membentuk *metil ester*. Hal ini membuktikan bahwa variasi persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan metanol pada proses transesterifikasi berpengaruh terhadap massa jenis minyak bakar *fish oil*. Sehingga semakin besar persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan persentase metanol pada proses transesterifikasi maka densitas minyak bakar *fish oil* semakin rendah.

#### 4.2.2 Grafik Hubungan Antara Persentase $\text{NaOCH}_3$ Terhadap *Flash Point* Minyak Bakar Dari Minyak Ikan Pada Variasi Persentase Metanol Dengan Transesterifikasi

Gambar 4.2 menunjukkan hubungan antara persentase  $\text{NaOCH}_3$  terhadap *flash point* minyak bakar *fish oil* pada variasi persentase metanol transesterifikasi. Dari grafik gambar 4.2 dapat dinyatakan bahwa *flash point* minyak bakar tertinggi terdapat pada persentase  $\text{NaOCH}_3$  1% dengan persentase methanol yang digunakan sebesar 35% dengan *flash point* sebesar  $110^\circ\text{C}$ . Sedangkan *flash point* minyak bakar terendah terdapat pada persentase  $\text{NaOCH}_3$  0.75% dengan besar persentase metanol yang digunakan sebesar 30% dengan *flash point* sebesar  $54^\circ\text{C}$ . Dari seluruh kurva, dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi persentase  $\text{NaOCH}_3$  maka *flash point* minyak bakar *fish oil* akan mengalami penurunan, hal ini terjadi karena pemberian  $\text{NaOCH}_3$  yang berlebih (diatas 1%) menyebabkan  $\text{NaOCH}_3$  yang tersisa dapat bereaksi dengan air dalam trigliserida membentuk sabun (reaksi penyabunan) yang mengakibatkan turunnya kadar air dalam metil ester sehingga *flash point* minyak bakar *fish oil* akan menurun juga.

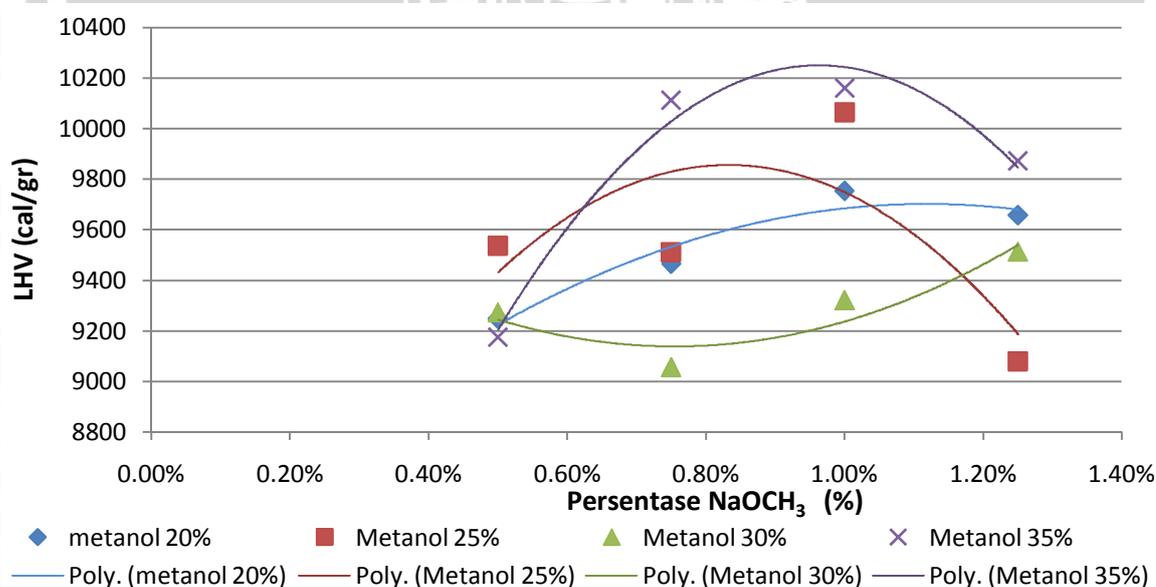


Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Persentase  $\text{NaOCH}_3$  Terhadap *Flash Point* Minyak Bakar *Fish Oil* Pada Variasi Persentase Metanol Transesterifikasi

Sedangkan pada minyak bakar *fish oil* dengan persentase  $\text{NaOCH}_3$  yang tetap tetapi berbeda persentase metanol transesterifikasi terlihat *flash point*nya cenderung meningkat, hal ini terjadi karena seiring dengan peningkatan persentase methanol transesterifikasi maka trigliserida dan metanol dapat berikatan dengan baik sehingga menghasilkan metil ester semakin baik. Dengan minyak ikan yang telah terkonversi dengan optimum menjadi minyak bakar *fish oil*, ikatannya akan semakin kompleks sehingga butuh energi yang lebih besar untuk memutuskan ikatannya pada saat pembakaran sehingga titik nyalanya cenderung lebih tinggi. Penetapan pemilihan *flash point* minyak bakar *fish oil* adalah dengan mempertimbangkan keamanan penyimpanan dan kemudahan penggunaan.

#### 4.2.3 Grafik Hubungan Antara Persentase $\text{NaOCH}_3$ Terhadap *Low Heating Value* (LHV) Minyak Bakar *fish oil* Pada Variasi Persentase Metanol Transesterifikasi

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara persentase  $\text{NaOCH}_3$  terhadap *Low Heating Value* (LHV) minyak bakar *fish oil* pada variasi persentase methanol transesterifikasi. Dari grafik gambar 4.3 dapat dinyatakan bahwa *Low Heating Value* minyak bakar tertinggi terdapat pada persentase  $\text{NaOCH}_3$  1% dengan besar persentase methanol 35% yaitu sebesar 10137,62 Kalori/gram. Sedangkan *Low Heating Value* minyak bakar terendah terdapat pada persentase  $\text{NaOCH}_3$  0,5% dengan persentase metanol 25% yaitu sebesar 9056.59 kalori/gram.

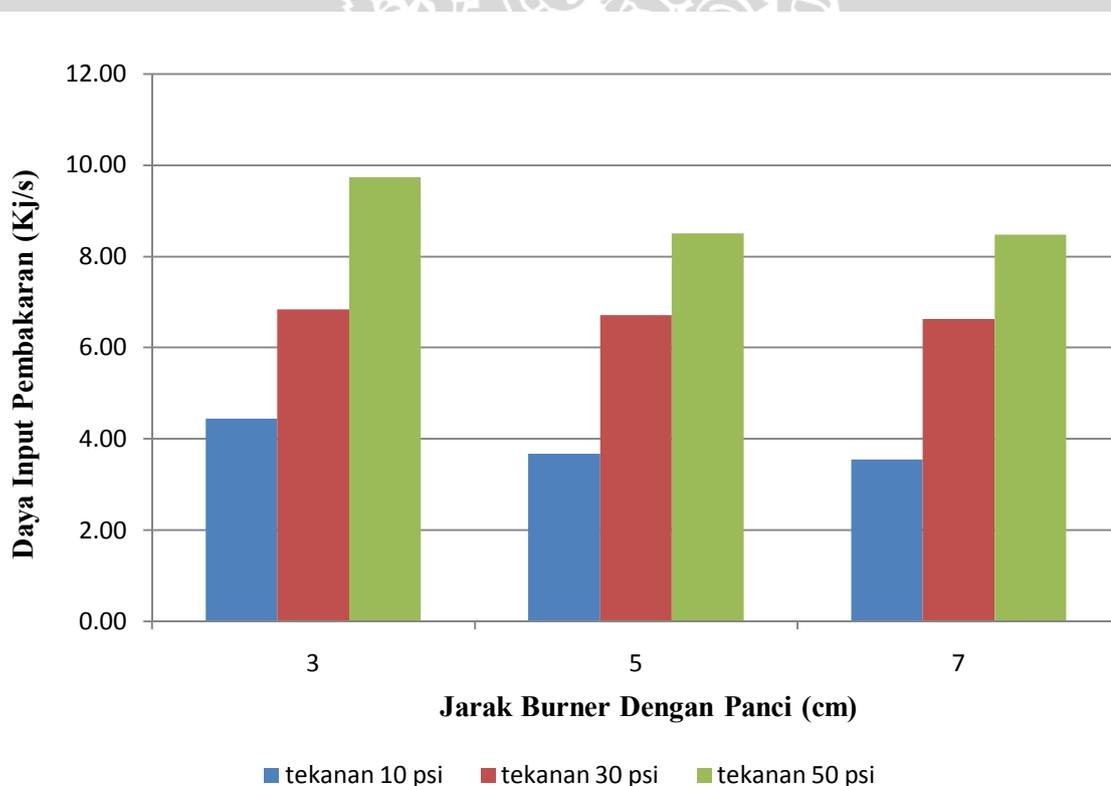


Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara Persentase  $\text{NaOCH}_3$  Terhadap *Low Heating Value* Minyak Bakar *Fish Oil* pada Variasi Persentase Metanol Transesterifikasi

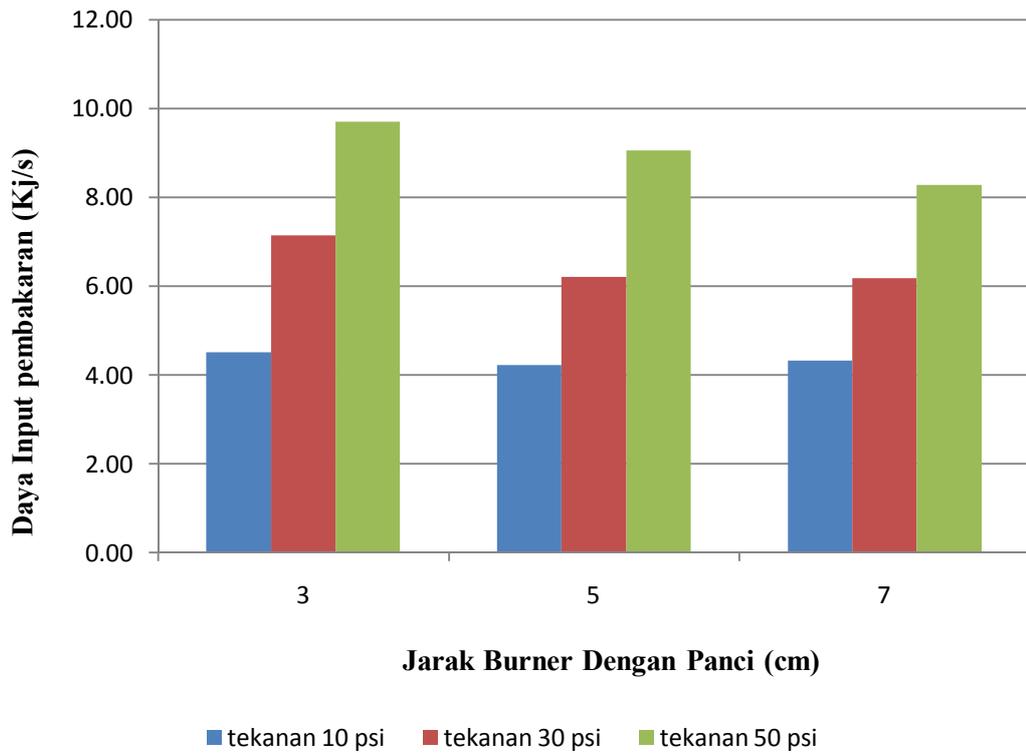
Dari seluruh kurva, dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi persentase  $\text{NaOCH}_3$  maka *Low Heating Value* minyak bakar *fish oil* akan semakin tinggi, hal ini dikarenakan semakin tinggi persentase  $\text{NaOCH}_3$  maka reaksi transesterifikasi semakin cepat sehingga konversi minyak bakar *fish oil* semakin baik. Sedangkan pada minyak bakar *fish oil* dengan persentase  $\text{NaOCH}_3$  yang tetap tetapi berbeda persentase methanol, terlihat *Low Heating Value* cenderung naik seiring dengan kenaikan persentase methanol, hal ini terjadi karena seiring dengan penambahan jumlah metanol transesterifikasi menyebabkan trigliserida dan metanol dapat berikatan dengan baik sehingga menghasilkan metil ester yang optimal. Penetapan pemilihan LHV minyak bakar *fish oil* adalah yang mendekati LHV minyak tanah.

#### 4.2.4 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Input Pembakaran Pada Kompur Semawar Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda

Gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan hubungan antara jarak burner dengan panci dengan daya input pembakaran pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda, yaitu berbahan bakar minyak tanah dan minyak bakar.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Input Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Input Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar Dari Minyak Ikan

Dari grafik tersebut dapat dinyatakan bahwa pada kompor semawar dengan bahan bakar minyak tanah maupun minyak bakar, semakin tinggi jarak antar burner dengan panci maka semakin rendah daya input pembakaran yang diterima oleh panci, hal ini dikarenakan semakin tinggi jarak maka semakin banyak konsumsi bahan bakar yang digunakan. Pernyataan tersebut sesuai dengan rumus daya input pembakaran yaitu :

$$P_i = LHV \times \dot{m}_f \quad (\text{kJ/s})$$

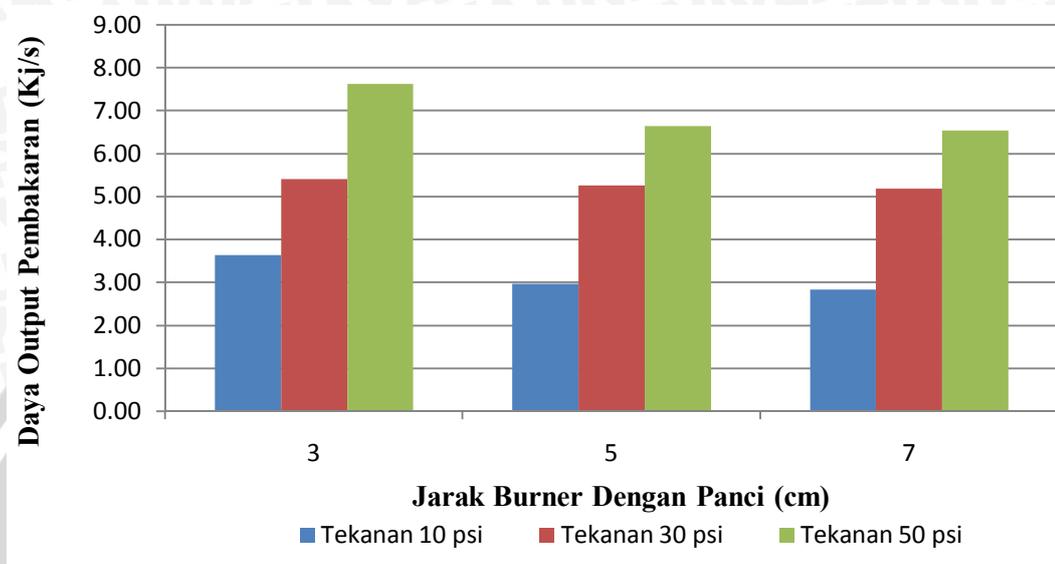
Dimana :  $LHV$  = nilai kalor bawah bahan bakar (kJ/kg)

$\dot{m}_f$  = konsumsi bahan bakar (kg)

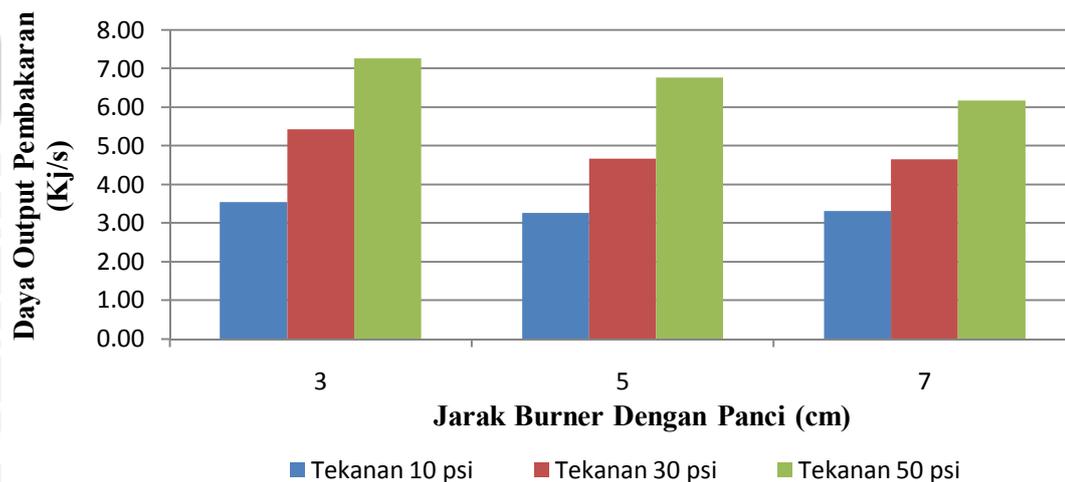
Sedangkan untuk jarak burner dengan panci yang sama, daya input minyak tanah lebih tinggi dibandingkan minyak bakar, hal ini dikarenakan LHV minyak tanah lebih tinggi dibandingkan minyak bakar.

#### 4.2.5 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Output Pembakaran Pada Kompor Semawar Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda

Gambar 4.6 dan 4.7 menunjukkan hubungan antara jarak burner dari panci dengan daya output pembakaran pada kompor semawar dengan bahan bakar yang berbeda.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Output Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Output Pembakaran Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar

Dari grafik tersebut dapat dinyatakan bahwa pada kompor semawar dengan bahan bakar minyak tanah maupun minyak bakar, semakin jauh jarak antar burner dari panci maka semakin rendah daya output pembakaran yang dihasilkan. Dalam hal ini

daya output pembakaran tertinggi dihasilkan pada jarak 3 cm dengan tekanan pada tabung 50 psi dengan bahan bakar minyak tanah. Hal ini dikarenakan dekat jarak antara burner dengan panci maka semakin banyak bahan bakar yang terbakar sehingga kalor yang diterima panci akan semakin baik. Temperatur yang tinggi menyebabkan nilai kalor jenis ( $C_p$ ) dari gas pembakaran meningkat. Pernyataan tersebut sesuai dengan rumus daya output pembakaran berikut ini :

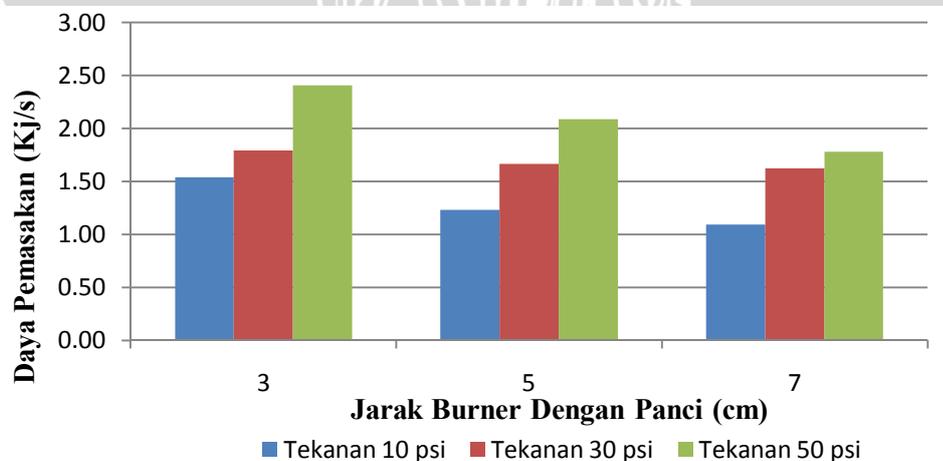
$$P_o = \frac{m_g \times C_{p_g} \times T_f}{t} \quad (\text{kJ/s})$$

Dimana :  $m_g$  = massa gas (bahan bakar dan udara) (kg)  
 $C_{p_g}$  = kalor jenis gas (bahan bakar dan udara) (kJ/kg.K)  
 $T_f$  = temperatur rata – rata api pembakaran (K)  
 $t$  = lama pembakaran (s)

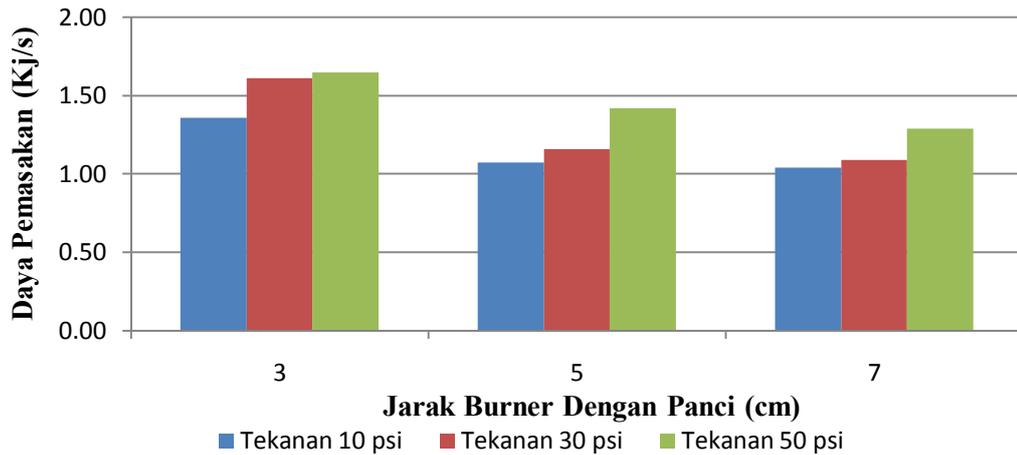
Pembakaran yang baik terjadi bila bahan bakar yang terbakar mendapat suplai udara pembakaran yang cukup, pembakaran yang baik ditunjukkan oleh warna api yang kebiru – biruan, tetapi pembakaran yang kurang sempurna api berwarna merah. Daya output pembakaran yang tinggi dapat menghasilkan lebih banyak energi kalor yang dapat ditransfer ke beban yang dimasak, sehingga kebutuhan pemasakan lebih cepat.

#### 4.2.6 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Pemasakan Pada Kompor Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda

Gambar 4.8 dan 4.9 menunjukkan hubungan antara jarak burner dari panci dengan daya pemasakan pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda. Daya pemasakan tertinggi dihasilkan pada kompor dengan jarak antar burner dengan panci 3cm dan berbahan bakar minyak tanah.



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Daya Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar Dari Minyak Ikan

Dari grafik gambar 4.8 dapat dinyatakan bahwa semakin dekat jarak antar burner dengan panci maka semakin tinggi pula daya pemasakan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin dekat jarak antar burner dengan panci maka semakin cepat laju massa alir bahan bakar sehingga banyak bahan bakar yang terbakar yang dapat menghasilkan daya output pembakaran yang tinggi dan juga api pembakaran semakin dekat dengan beban yang dimasak, sehingga menghasilkan lebih banyak energi kalor yang dapat ditransfer ke beban yang dimasak. Hal tersebut menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk pemasakan sedikit dan selain itu air yang menguap akan lebih banyak.

Pernyataan tersebut sesuai dengan rumus daya pemasakan berikut :

$$P_c = \frac{(m_{wl} \times C_{wl})(T_{1wl} - T_{0wl}) + (m_{wv} \times h_w)}{\Delta t}$$

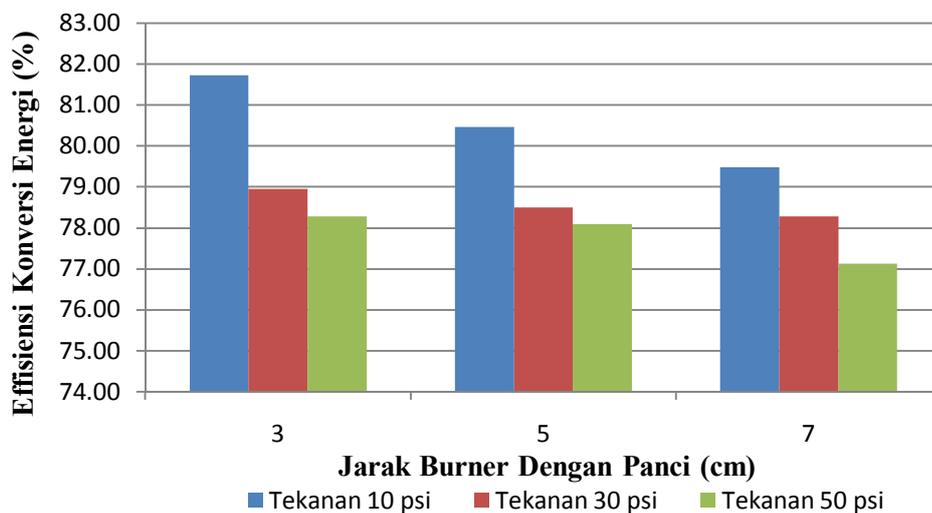
- Dimana :  $m_w$  = massa air (kg)
- $C_{wl}$  = kalor jenis air (kJ/kg.K)
- $T_{1wl}$  = temperatur akhir air (K)
- $T_{0wl}$  = temperatur awal air (K)
- $m_{wv}$  = massa air yang menguap (kg)
- $h_w$  = kalor laten penguapan air (kJ/kg)
- $\Delta t$  = waktu yang dibutuhkan hingga boiling point (s)

Sehingga dapat dinyatakan bahwa kompor dengan bahan bakar dan tinggi sumbu yang berbeda berpengaruh terhadap kinerja kompor sumbu.

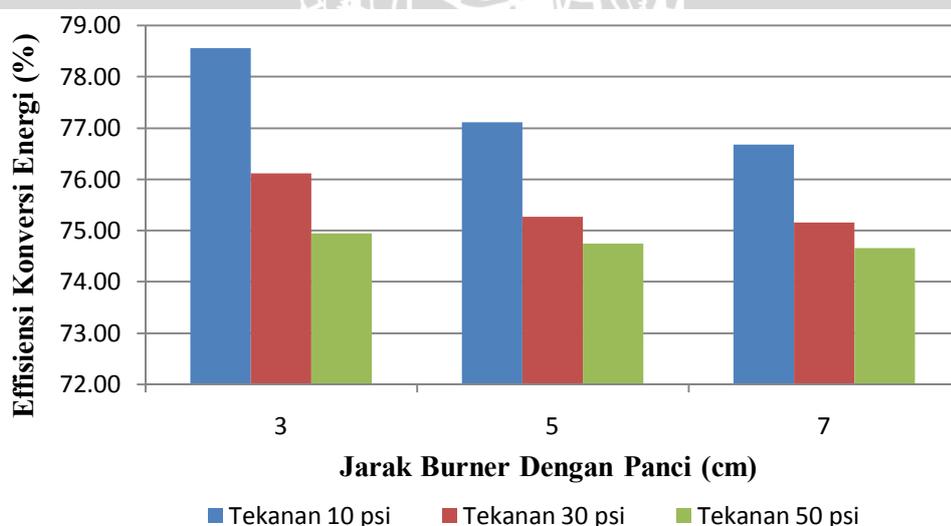


#### 4.2.7 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Efisiensi Konversi Energi Pada Kompor Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda

Gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan hubungan antara jarak burner dengan panci dengan efisiensi konversi energi pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda. Dari grafik dapat dinyatakan bahwa pada bahan bakar minyak tanah maupun minyak bakar, semakin dekat jarak antara burner dengan panci maka semakin tinggi efisiensi konversi energi yang dihasilkan.



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Efisiensi Konversi Energi Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah

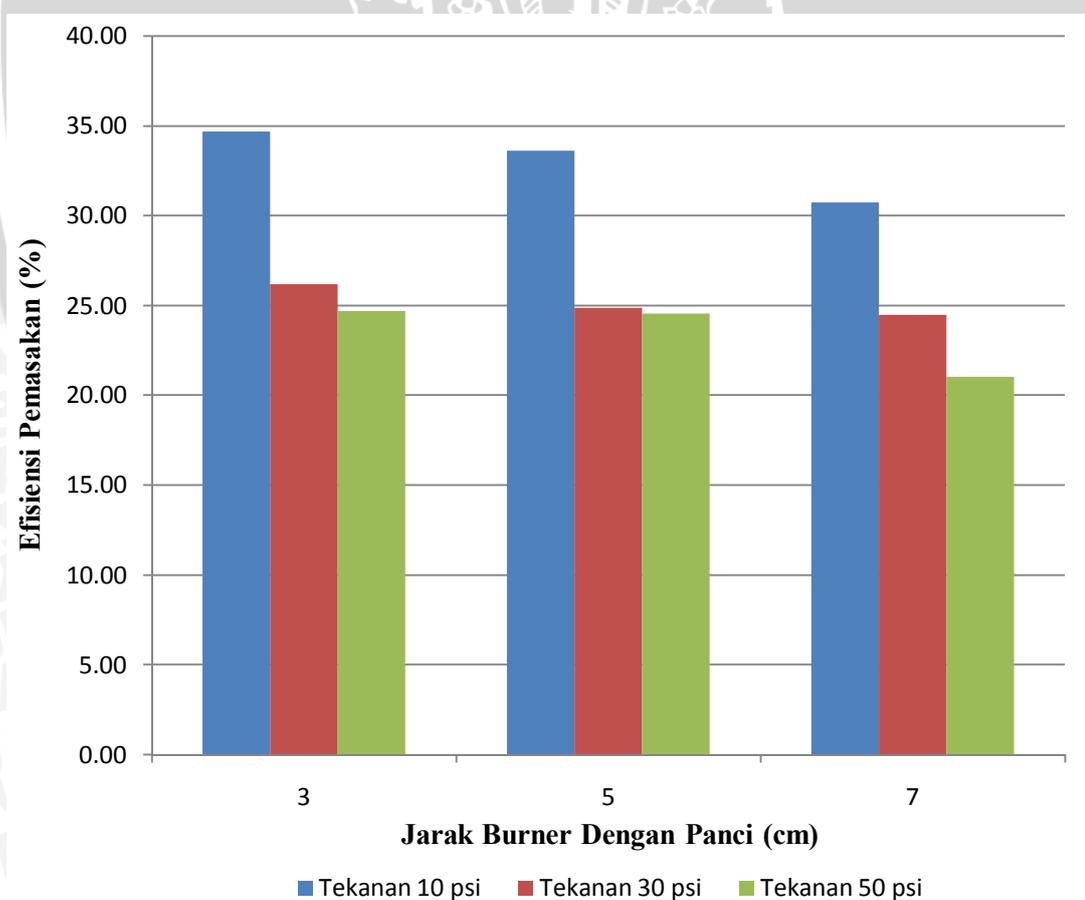


Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Efisiensi Konversi Energi Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar

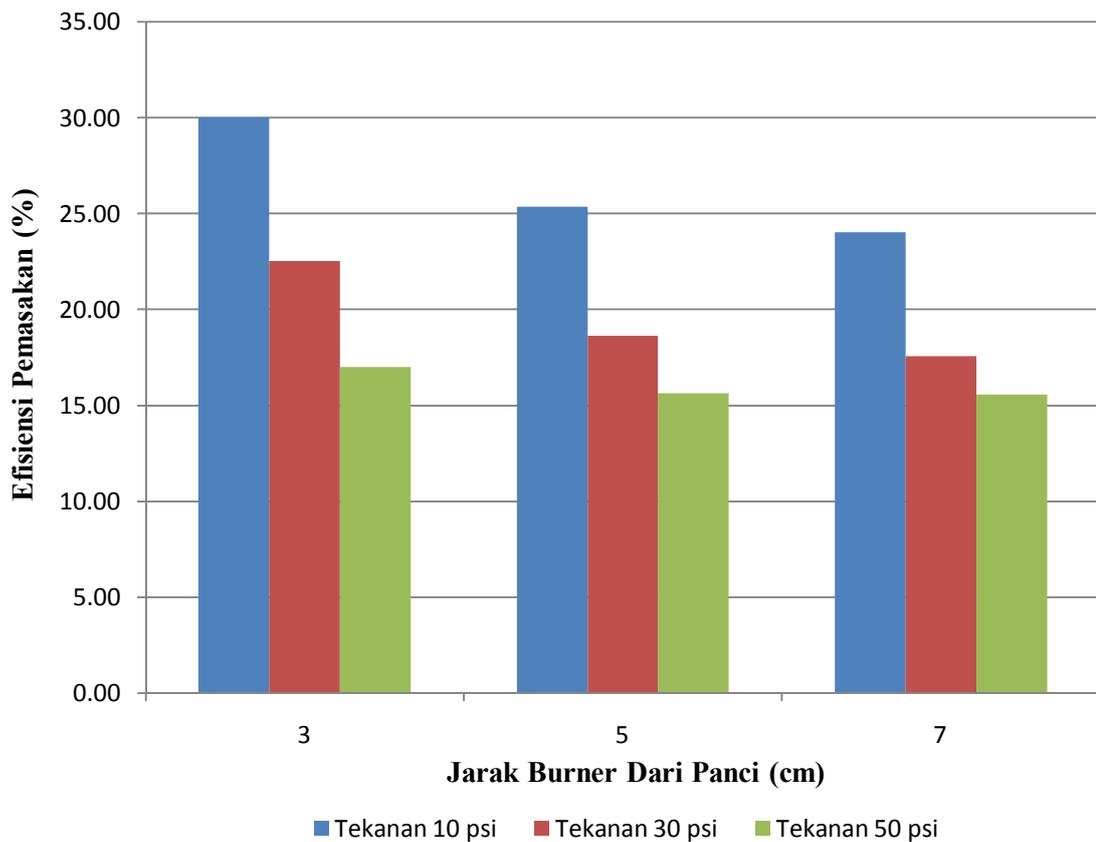
Efisiensi konversi energi tertinggi dihasilkan pada kompor dengan bahan bakar minyak tanah dengan jarak burner dari panci 3 cm, sedangkan kompor dengan bahan bakar minyak bakar *fish oil* selalu sedikit lebih rendah, hal ini terjadi karena proses konversi energi pada kompor dengan bahan bakar minyak tanah dengan jarak antara burner dengan panci 3 cm dari energi kimia bahan bakar menjadi energi kalor pembakaran lebih baik, besar efisiensi konversi energi ditunjukkan oleh perbandingan daya output pembakaran terhadap daya input pembakaran.

#### 4.2.8 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Efisiensi Pemasakan Pada Kompor Dengan Bahan Bakar Yang Berbeda

Gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan hubungan antara jarak panci dan burner dengan efisiensi pemasakan pada kompor dengan bahan bakar yang berbeda. Dari grafik gambar dapat dinyatakan bahwa pada bahan bakar minyak tanah maupun minyak bakar, semakin dekat antara jarak burner dengan panci maka semakin tinggi efisiensi pemasakan yang dihasilkan.



Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Efisiensi Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Tanah



Gambar 4.13 Grafik Hubungan Antara Jarak Burner Dari Panci Dengan Efisiensi Pemasakan Pada Tekanan Yang Berbeda Dengan Menggunakan Minyak Bakar

Efisiensi pemasakan tertinggi dihasilkan pada kompor dengan bahan bakar minyak tanah dengan jarak antara burner dengan panci sebesar 3 cm, hal ini terjadi karena energi kimia bahan bakar yang dikonversi menjadi energi kalor dalam pembakaran dapat diterima lebih banyak oleh beban yang dimasak. Besar efisiensi pemasakan dipengaruhi oleh energi yang diserap air, LHV bahan bakar dan konsumsi bahan bakar.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) transesterifikasi minyak ikan mempengaruhi sifat fisik minyak bakar minyak ikan serta mempengaruhi kinerja kompor semawar.

- Semakin besar persentase  $\text{NaOCH}_3$  dan semakin besar pemakaian metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) pada proses transesterifikasi minyak ikan maka semakin baik sifat fisik minyak bakar *fish oil* yang dihasilkan. Dalam hal ini sifat fisik terbaik di dapat pada persentase  $\text{NaOCH}_3$  1% dengan metanol 35%, yaitu densitas  $0,89142 \text{ gr/cm}^3$ , *flash point*  $110^\circ\text{C}$  dan LHV  $10137.62 \text{ cal/gr}$ .
- Pada penggunaan sebagai bahan bakar kompor semawar, kinerja yang dihasilkan sudah cukup baik, hampir mendekati kinerja kompor jika menggunakan bahan bakar minyak tanah. Tetapi tetap lebih baik minyak tanah karena LHV dari minyak tanah masih lebih tinggi dibandingkan minyak bakar dari minyak ikan.

#### 5.2 Saran

1. Proses pencucian minyak bakar dari minyak ikan perlu dilakukan dengan baik, karena mempengaruhi sifat fisik dari minyak bakar yang dihasilkan.
2. Diperlukan mesin lebih mudah, cepat, murah, dalam menghasilkan minyak bakar fish oil dengan sifat fisik yang lebih baik agar minyak yang dihasilkan lebih murah
3. Perlunya penelitian mengenai desain kompor yang sesuai dengan minyak bakar dari minyak ikan. Karena sering membuat lubang spuyer menjadi tersumbat
4. Dilakukan uji coba pencampuran minyak bakar *fish oil* dan minyak tanah untuk menghemat penggunaan bahan bakar fosil serta mengetahui pengaruhnya pada kinerja kompor minyak tanah dengan perbandingan misal 50% : 50%, 60% : 40%, 70% : 30%, 80% : 20%, 90% : 10%, dll.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. *PPT MIGAS*. Surabaya : Pertamina
- Anonim. 2008; Informasi teknis mengenai proses pengilangan; [www.wikipedia.com/Kilang\\_minyak.htm](http://www.wikipedia.com/Kilang_minyak.htm)
- Anonim. 2008; *Mengenal Jenis Bahan Bakar Minyak (BBM)*; <http://www.pertamina.com>
- Anonim. 2008; Sodium Methoxide; [www.wikipedia.com/Sodium\\_methoxide.htm](http://www.wikipedia.com/Sodium_methoxide.htm)
- Anonim. 2008; Sodium Hydroksida; [www.wikipedia.com/Sodium\\_hydroxide.htm](http://www.wikipedia.com/Sodium_hydroxide.htm)
- Anonim. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia. UNEP. [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)
- Anggraeni Sues, 1999. Biodiesel dari Minyak Jelantah. [http://www.PT\\_%20Kreatif%20Energi%20Indonesia.htm](http://www.PT_%20Kreatif%20Energi%20Indonesia.htm)
- Baharta, Ridwan. 2005. "Pengolahan minyak goreng bekas pakai menjadi biodiesel sebagai energi alternatif". <http://www.google.co.id>
- Antara, Raditya M. 2008. Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Transesterifikasi Biodiesel Minyak Jelantah terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Motor Diesel. skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Astuti, Dwi. 2008. *Penemuan Dosen Teknik Mesin USD ; Limbah Ikan Jadi Minyak Bakar*.Yogya: Universitas Sanata Dharma. Kedaulatan Rakyat.com.
- Burhanuddin, M. Hutomo, S. Martosewojo, dan R. Moeljanto. 1984. *Sumber Daya Ikan Lemuru*. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional.
- Fauzi, Muhamad R. 2008. *Proses Pembuatan Minyak Ikan*. [http://www.Ozenjoy.com/proses\\_pembuatan\\_minyak\\_ikan.html](http://www.Ozenjoy.com/proses_pembuatan_minyak_ikan.html). akses tanggal 8 Juni 2008.
- Fitri, Arfian Y. 2008. *Pengaruh Konsentrasi NaOH Dalam Pembakaran Droplet Minyak Jarak Dengan Dialiri Arus Listrik Terhadap Karakteristik Pembakaran Difusi*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Indartono, Yuli Setyo. 2006. *Bidang Energi dan Sumber Daya Alam*. Artikel Iptek.com
- Irianto, H. E. 2002. *Diversifikasi Pengolahan Produk Perikanan*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan

Jaya, Hidayat P. 2008. Blog : *Mengenal Jenis Bahan Bakar Minyak (BBM)* (diakses 19 September 2008).. <http://www.pertamina.com>

Kusumaningsih, Triana. 2004. "*Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Menggunakan Metanol dan Katalis Natrium Metoksida*". <http://www.google.co.id>

Nur Alam Syah, Andi; 2005: *Biodiesel Jarak pagar bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan*; PT AgroMedia Pustaka, Indonesia

Prastowo, Bambang. 2007. *Kompur Berbahan Bakar Minyak Nabati*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

R. Moeljanto, 2005. *Hubungan Kandungan Lemak Ikan Lemuru Dengan Beberapa Sifat Biologinya*. Desertasi tidak dipublikasikan. Bandung: Institut Teknologi Bandung

Schuchardt, dkk. 1998. *Transesterification of Vegetable Oils: a Review* [http://www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/gen/19900901\\_gen-257.pdf](http://www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/gen/19900901_gen-257.pdf)



**LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU**  
**PT. BLAMBANGAN FOODPACKERS INDONESIA**  
Jl. Sampangan No. 1 Kedungrejo, Muncar-Banyuwangi  
Telp. 0333-593479, 590443 Fax. 0333-593056

**LAPORAN HASIL ANALISA**  
No. 014/LAB/XI/2008

1. Nama Barang : Minyak Mentah
2. Pemilik : PT. BFPI
3. Tanggal penerimaan contoh : 31 Oktober 2008
4. Tanggal pemeriksaan : 31 Oktober 2008
5. Tanggal produksi : 30 Oktober 2008
6. Hasil pemeriksaan

Parameter uji	Biaya Analisa	Hasil Analisa				Metode Pengujian
FFA			0.2 %			Modifikasi AOAC

Muncar, .1 November 2008  
Dikeluarkan Oleh



Pujiastuti,  
Quality Control

Menyetujui,



Ditu G Wiriana  
Operational Manager

**Lampiran II.** Tabel Spesifikasi Minyak Bakar Jenis Minyak Tanah

Properties	SATUAN/UNIT	Limit		Test Methods	
		Min	Max	ASTM	LAIN
Specific Gravity at 60/60°C			0.835	D-1298	
Color Livibond 18" cell, or			2.5		IP 17
Color Saybolt		9		D-156	
Smoke point mm	mm	15		D-1322	
Char Value	mm/kg		40		IP 10
Distillation:				D-86	
- Recovery at 200°C	% vol	18			
- End point	°C		310		
Flash point Abel, or	°F	100			
Alternative Flash point TAG	°F	105			
Sulphur Content	% wt		0.2	D-1266	
Copper Strip Corrosion (3 hrs/50°C)			No.1	D-130	
Odour		Marketable			

Sumber : SK Dirjen Migas no. 002/DM/MIGAS/1979 tanggal 25 Mei 1979.



**Lampiran III. Tabel Data Hasil Transesterifikasi**

A. Transesterifikasi dengan metanol 20% (volume 160ml) Pada Volume Total 800 ml

Spesimen	NaOH (%)	Volume Metil Ester (ml)	Volume Gliserol (ml)
1	0.5	735	65
2	0.75	705	95
3	1	710	90
4	1.25	705	95

B. Transesterifikasi dengan metanol 25% (volume 200ml) Pada Volume Total 800 ml

Spesimen	NaOH (%)	Volume Metil Ester (ml)	Volume Gliserol (ml)
5	0.5	685	115
6	0.75	685	115
7	1	675	125
8	1.25	675	125

C. Transesterifikasi dengan metanol 30% (volume 240ml) Pada Volume Total 800 ml

Spesimen	NaOH (%)	Volume Metil Ester (ml)	Volume Gliserol (ml)
9	0.5	660	140
10	0.75	645	155
11	1	650	150
12	1.25	635	165

D. Transesterifikasi dengan metanol 35% (volume 280ml) Pada Volume Total 800 ml

Spesimen	NaOH (%)	Volume Metil Ester (ml)	Volume Gliserol (ml)
13	0.5	655	145
14	0.75	660	140
15	1	635	165
16	1.25	620	180

## Lampiran IV. Prosedur Uji Sifat Fisik

- **Pengujian Densitas**



Gambar : *Hydrometer Density*  
(Sumber : Laboratorium Uji Pelumas Pertamina Surabaya)

a. Metode acuan

Metode acuan yang digunakan ASTM D 1298

b. Peralatan yang digunakan

1. *Hydrometer density*
2. Termometer type ASTM 12 C
3. Gelas silinder 500 ml
4. *ASTM-IP measurement table*

c. Prosedur

1. Kocok sampel minyak dalam kemasan supaya homogen.
2. Tuang sampel minyak kedalam gelas ukur yang dipegangi miring.
3. Diamkan 5 – 10 menit agar gelembung udara naik.
4. Masukkan hidrometer yang sesuai kedalam sampel minyak dengan perlahan – lahan, masukkan pula termometer.
5. Biarkan hidrometer tercelup selama 15–20 menit, baru lakukan pembacaan skala hidrometer dan temperatur.
6. Merubah hasil pembacaan ke *ASTM-IP measurement table*

Lampiran IV. (lanjutan)

- Pengujian *Flash Point*



Gambar : *Flash Point Pensky-martens Close Cup*  
(Sumber : Laboratorium Uji Pelumas Pertamina Surabaya)

a. Metode acuan

Metode acuan yang digunakan ASTM D 93

b. Peralatan yang digunakan

1. *Flash point pensky-martens close cup.*
2. Termometer type ASTM 7 C.

c. Prinsip

Uji *flash point pensky-martens close cup* (PMCC) dilakukan dengan cara mengukur temperatur sampel minyak pada saat terjadi flash yang dipanaskan dengan kondisi tertentu menggunakan alat *pensky-martens close cup*

d. Prosedur

1. Isi cawan dengan sampel samapi tanda pengisian yang ada dibagian dalam cawan.
2. Gunakan pemanas dengan kecepatan kenaikan  $5 - 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $9 - 11 \text{ }^{\circ}\text{F}$ ).
3. Nyalakan api penguji atur diameter nyala  $3,2 - 4,8 \text{ mm}$  ( $0,126 - 0,189 \text{ inch}$ ).
4. Jalankan pengaduk minyak
5. Jika sampel diperkirakan mempunyai titik nyala  $110 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $230 \text{ F}$ ) atau lebih rendah, gunakan sumber pengapian saat temperatur sampai  $23 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $41 \pm 9 \text{ }^{\circ}\text{F}$ ), di bawah titik nyala yang diperkirakan. Dan sesuai itu setiap saat pada pembacaan

#### Lampiran IV. (lanjutan)

temperatur dengan kelipatan  $1^{\circ}\text{C}$  ( $2^{\circ}\text{F}$ ). Hentikan pengadukan sampel dan gunakan sumber pengapian dengan mengoperasikan mekanisme tutup yang mengatur shutter sehingga sumber pengapian diturunkan ke dalam ruang uap didalam sampai dalam waktu 0,5 detik. Biarkan dalam proses ini selama 1 detik kemudian cepat naikan ke atas.

6. Catat sebagai nyala pengamatan. Pembacaan pada peralatan pengukur temperatur pada saat api pengujian menyebabkan nyala sesaat yang jelas dibagian dalam cawan.
7. Bila sumber pengapian menggunakan nyala api pemakaian api uji dapat menyebabkan lingkaran nyala yang sebenarnya, ini bukan titik nyala, maka abaikan.
8. Bila peralatan sudah digunakan sampai temperatur aman  $< 55^{\circ}\text{C}$  ( $130^{\circ}\text{F}$ ), ambil cawan dan tutup, serta bersikan alat.

- **Pengujian LHV**



Gambar : *Bomb Calorimeter*

(Sumber : Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin UB)

#### Lampiran IV. (lanjutan)

##### a. Mengetahui Standard Benzoid

1. Siapkan 2 liter aquades/air, kemudian masukkan ke dalam *oval bucket*.
2. Timbang 1 gram benzoid, kemudian masukkan ke dalam *combustion capsule*.
3. Pasang kawat sepanjang 10 cm sehingga mengenai benzoid tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsule* dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*.
4. Masukkan 1 gram benzoid dalam *combustion capsule* tadi bersama dengan kawat, ke dalam *oxygen bomb*.
5. Hubungkan semua peralatan *bomb calorimeter* dengan listrik.
6. Isi *oxygen bomb* dengan oksigen yang bertekanan 15 atm menggunakan bantuan *auto charger*.
7. Setelah selesai, masukkan *oxygen bomb* ke dalam *oval bucket* yang telah terisi aquades/air.
8. Kemudian masukkan *oval bucket* ke dalam *adiabatic calorimeter*, lalu tutup.
9. Pindahkan posisi *switch* ke posisi *on*.
10. Sterilkan/samakan suhu dari aquades/air di *oval bucket* dengan suhu *water jacket* dengan menggunakan *switch hot/cold*.
11. Setelah sama, catat suhu yang terjadi.
12. Kemudian, bakar benzoid tersebut.
13. Beberapa saat kemudian, catat kembali suhu yang terjadi pada aquades/air (catat temperatur maksimum yang tercapai).
14. Setelah itu hitung selisih temperatur di aquades/air pada kondisi awal dengan kondisi setelah terjadi pembakaran.
15. Selisih tersebut bagikan dengan standard benzoid.
16. Setelah dilakukan pengukuran, didapat nilai  $1^P = 2402,28 \text{ cal/gr}$ .

**Lampiran IV. (lanjutan)**

- b. Mengetahui Nilai Kalor dari Bahan Bakar yang Diuji
  1. Siapkan 2 liter aquades/air, kemudian masukkan ke dalam *oval bucket*.
  2. Timbang 1 gram dari bahan bakar yang diuji, kemudian masukkan ke dalam *combustion capsule*.
  3. Pasang kawat sepanjang 10 cm sehingga mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsule* dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*.
  4. Masukkan 1 gram bahan bakar yang diuji dalam *combustion capsule* tadi bersama dengan kawat, ke dalam *oxygen bomb*.
  5. Hubungkan semua peralatan *bomb calorimeter* dengan listrik.
  6. Isi *oxygen bomb* dengan oksigen yang bertekanan 15 atm menggunakan bantuan *auto charger*.
  7. Setelah selesai, masukkan *oxygen bomb* ke dalam *oval bucket* yang telah terisi aquades/air.
  8. Kemudian masukkan *oval bucket* ke dalam *adiabatic calorimeter*, lalu tutup.
  9. Pindahkan posisi *switch* ke posisi *on*.
  10. Sterilkan/samakan suhu dari aquades/air di *oval bucket* dengan suhu *water jacket* dengan menggunakan *switch hot/cold*.
  11. Setelah sama, catat suhu yang terjadi.
  12. Kemudian, bakar bahan bakar yang diuji tersebut.
  13. Beberapa saat kemudian, catat kembali suhu yang terjadi pada aquades/air (catat temperatur maksimum yang tercapai).
  14. Setelah itu hitung selisih temperatur di aquades/air pada kondisi awal dengan kondisi setelah terjadi pembakaran.
  15. Selisih tersebut kalikan dengan standard benzoid (2402,28 cal/gr).
  16. Dari situlah nilai kalor dari bahan bakar yang diuji diketahui.

Lampiran V. DATA HASIL PENGAMATAN UJI SIFAT FISIK DI LAB. P.U.S.

**DATA HASIL PENGAMATAN UJI SIFAT FISIK DI LAB. P.U.S**

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 20%			
			NaOH 0,50%	NaOH 0,75%	NaOH 1%	NaOH 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max, 0,8350	0,9001	0,89806	0,8969	0,89312
Flash Point Abel [°C]	IP 170	Min. 38	80	75	61	54,5
Nilai kalor Atas [btu/lb]*	ASTM D 240	19681,96	19254,39	19264,32	19275,86	19301,46

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 25%			
			NaOH 0,5%	NaOH 0,75%	NaOH 1%	NaOH 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max, 0,8350	0,89502	0,89412	0,89324	0,89162
Flash Point Abel [°C]	IP 170	Min. 38	102,5	99	100,5	79
Nilai kalor Atas [btu/lb]*	ASTM D 240	19681,96	19289,42	19294,7	19300,05	19311,58

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 30%			
			NaOH 0,5%	NaOH 0,75%	NaOH 1%	NaOH 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max, 0,8350	0,89612	0,89286	0,89224	0,89032
Flash Point Abel [°C]	IP 170	Min. 38	57	54	68	57
Nilai kalor Atas [btu/lb]*	ASTM D 240	19681,96	19281,15	19303,21	19307,40	19320,34

Sifat Fisik	Metode Acuan	Minyak Tanah**	Transesterifikasi Dengan Persentase Methanol 35%			
			NaOH 0,5%	NaOH 0,75%	NaOH 1%	NaOH 1,25%
Densitas 15°C [kg/l]	ASTM D 1298	Max, 0,8350	0,89412	0,89136	0,89142	0,89154
Flash Point Abel [°C]	IP 170	Min. 38	98	108	110	99,5
Nilai kalor Atas [btu/lb]*	ASTM D 240	19681,96	19294,7	19313,33	19312,03	19312,12p

\*) Perhitungan berdasarkan hubungan antara nilai kalor dan SG 60/60 (Tabel ASTM) yaitu Gross Heat of Combustion = ( 12400 - 2100 SG<sup>2</sup> ) x 1,8 (ASTM D 240)

( Kutipan dari PERTAMINA DIREKTORAT PPDN EDISI 1998 )

\*\*) Sesuai dengan Spesifikasi Dirjen Migas No. 17. K/72/DDJM/1999, tanggal 16 April 1999

Surabaya, Desember 2008  
Kepala Laboratorium P.U.S,



SLAMET RAHARDI

Lampiran VI. Tabel Entapi Sejumlah Gas – Gas Umum

Tabel Entapi Sejumlah Gas – Gas Umum

Table D.1 Enthalpy (Btu/lb-mole)

TEMPERATURE		ENTHALPY (Btu/lb-mole)					
R	K	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	C	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
0	0	-3736	-3730	-452	-3730	-4028	-3643
180	100	-2486	-2481	-426	-2482	-2777	-2352
360	200	-1234	-1229	-286	-1230	-1469	-1193
536.7	298.15	0	0	0	0	0	0
540	300	23	23	7	23	30	23
720	400	1301	1278	447	1280	1722	1273
900	500	2617	2543	1017	2552	3573	2530
1080	600	3977	3826	1696	3847	5553	3791
1260	700	5377	5135	2459	5172	7638	5055
1440	800	6812	6473	3286	6529	9811	6325
1620	900	8278	7840	4161	7916	12059	7604
1800	1000	9767	9234	5074	9331	14368	8897
1980	1100	11277	10652	6018	10770	16728	10204
2160	1200	12803	12093	6987	12231	19133	11528
2340	1300	14345	13553	7976	13710	21574	12871
2520	1400	15899	15030	8982	15205	24047	14232
2700	1500	17466	16522	10004	16714	26546	15612
2880	1600	19044	18028	11038	18234	29069	17011
3060	1700	20632	19544	12085	19766	31612	18428
3240	1800	22230	21071	13142	21307	34172	19862
3420	1900	23839	22607	14208	22860	36748	21313
3600	2000	25458	24151	15283	24412	39338	22780
3780	2100	27086	25702	16367	25974	41940	24263
3960	2200	28725	27259	17458	27542	44553	25759
4140	2300	30373	28822	18557	29118	47177	27270
4320	2400	32030	30390	19662	30684	49809	28793
4500	2500	33698	31963	20774	32259	52450	30329
4680	2600	35374	33540	21893	33846	55098	31877
4860	2700	37059	35122	23018	35436	57754	33436
5040	2800	38753	36707	24148	37030	60416	35006
5220	2900	40455	38295	25285	38627	63084	36586
5400	3000	42166	39887	26427	40226	65759	38177

Sumber: Module 2 : Chase, M.W. Jr., Davies, C.A., Downey, Jr., Fruip D.J., McDonald R.A., JANAF Thermochemical Tables, Third Edition, Part 1 (1985)

**Lampiran VII. Contoh Perhitungan, Daya Input Pembakaran, Energi Output Pembakaran, Daya Pemasakan Dan Efisiensi Pemasakan Dengan Minyak Tanah (jarak panci dari burner 3 cm)**

Diketahui:

- Temperatur api minyak tanah: 1508 °K
- Temperatur api minyak bakar dari minyak ikan: 1478 °K
- Densitas minyak tanah: 0,802 kg/m<sup>3</sup>
- Densitas minyak bakar dari minyak ikan: 0,89142 kg/m<sup>3</sup>
- LHV minyak tanah: 10161,64 cal/gr
- LHV minyak bakar dari minyak ikan: 10137,62 cal/gr

Reaksi secara stoikiometri :



a. Daya Input Pembakaran :

Diketahui :

$$LHV_{mitan} = 10161,64 \text{ Cal/gr}$$

$$\dot{m}_{mitan} = 0,10455 \text{ gr/detik}$$

$$P_{kompiler} = LHV_{mitan} \times \dot{m}_{mitan}$$

$$P_{kompiler} = 10161,64 \times 0,10455$$

$$P_{kompiler} = 1062,414 \text{ Cal/detik} = 4,448 \text{ kJ/detik}$$

b. Daya Output Pembakaran :

Diketahui :

$$m_g = 0,02835 \text{ kg}$$

$$Cp_g = 21,737 \text{ kJ/kg.K}$$

$$T_f = 1508 \text{ K}$$

$$\Delta t = 255,67 \text{ detik}$$

$$P_o = \frac{m_g \times Cp_g \times T_f}{\Delta t}$$

$$P_o = \frac{0,02835 \times 21,737 \times 1508}{255,67} = \frac{973,31}{255,67}$$

$$P_o = 3,80924 \text{ kJ/s}$$

c. Daya Pemasakan :

Diketahui :

$$m_{wl} = 1 \text{ kg}$$

$$C_{wl} = 4,186 \text{ kJ/kg.}^\circ\text{C}$$

$$T_{1wl} = 96 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{0wl} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

### Lampiran VII. (lanjutan)

$$m_{wv} = 46,67 \text{ gr} = 0,04667 \text{ kg}$$

$$h_w = 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta t = 255,67 \text{ detik}$$

$$q_w = \frac{(m_{wl} \times C_{wl})(T_{1wl} - T_{0wl}) + (m_{wv} \times h_w)}{\Delta t}$$

$$q_w = \frac{(1 \times 4,186)(96 - 27) + (0,04667 \times 2257)}{255,67} = \frac{394,168}{255,67}$$

$$q_w = 1,54171 \text{ kJ/detik}$$

d. Efisiensi konversi Energi :

Diketahui :

$$P_{\text{kompore}} = 4,944 \text{ KJ/detik}$$

$$P_o = 3,80924 \text{ KJ/detik}$$

$$\eta_{KE} = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

$$\eta_{KE} = \frac{4,448}{3,80924} \times 100\%$$

$$\eta_{KE} = 81,72\%$$

e. Efisiensi Pemasakan :

Diketahui :

$$m_{wl} = 1 \text{ kg}$$

$$C_{pwl} = 4,186 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_{1wl} = 96 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{0wl} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_{wv} = 46,67 \text{ gr} = 0,04667 \text{ kg}$$

$$h_w = 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta t = 255,67 \text{ detik}$$

$$m_{\text{mitan}} = 26,731 \text{ gr}$$

$$LHV_{\text{mitan}} = 10161,64 \text{ Cal/gr}$$

$$\mu_k = \frac{(m_{wl} \times C_{wl})(T_{1wl} - T_{0wl}) + (m_{wv} \times h_w)}{m_{\text{mitan}} \times LHV_{\text{mitan}}} \times 100\%$$

$$\mu_k = \frac{(1 \times 4,186)(96 - 27) + (0,04667 \times 2257)}{26,731 \times 10161,64} \times 100\%$$

$$\mu_k = \frac{394,168 \text{ kJ}}{271631 \text{ Cal}} \times 100\% = \frac{394,168 \text{ kJ}}{1137,26 \text{ kJ}} \times 100\%$$

$$\mu_k = 34,66 \%$$

Lampiran VIII. Foto-Foto Selama Penelitian



Gambar : Bahan Baku Minyak Ikan Lemuru



Gambar : Proses Transesterifikasi dengan Suhu 60°C



Gambar : Proses Transesterifikasi dengan Laju Putaran Pengaduk 600 rpm



Lampiran VIII. (lanjutan)



Gambar : Proses Transesterifikasi



Gambar : Proses Pengendapan

Lapisan metil ester/minyak bakar (atas) dan gliserol (bawah)



Gambar : Minyak Tanah (kiri) dan Minyak Bakar (kanan)