

**ANALISIS PENCAMPURAN OLI BEKAS DENGAN SOLAR SEBAGAI  
BAHAN BAKAR TERHADAP KETEBALAN ASAP PADA MOTOR DIESEL**

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Pendidikan**



**Oleh:**

**IFFARIAL NANDA  
NIM 1306503/2013**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2018**

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

Judul : Analisis Pencampuran Oli Bekas dengan Solar Sebagai Bahan Bakar Terhadap Ketebalan Asap pada Motor Diesel  
Nama : IFFARIAL NANDA  
NIM : 130653/2013  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik

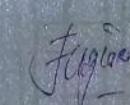
Padang, 31 Januari 2018

Disetujui Oleh

Pembimbing I

  
Drs. Martias, M.Pd  
NIP. 19640801 199203 1 003

Pembimbing II

  
Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si  
NIP. 19730213 199903 1 005

Ketua Jurusan

  
Drs. Martias, M.Pd  
NIP. 19640801 199203 1 003

**PENGESAHAN TIM PENGUJI**

Nama : Iffarial Nanda

NIM : 1306503/2013

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang  
dengan judul

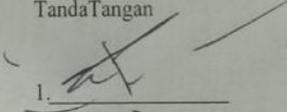
**Analisis Pencampuran Oli Bekas dengan Solar Sebagai Bahan Bakar  
Terhadap Ketebalan Asap pada Motor Diesel**

Padang, 31 Januari 2018

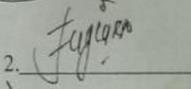
Tim Penguji

Tanda Tangan

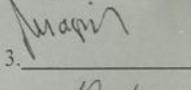
1. Ketua : Drs. Martias, M.Pd.

1. 

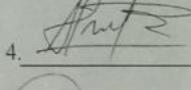
2. Sekretaris : Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si.

2. 

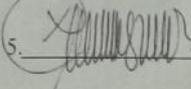
3. Anggota : Drs. M. Nasir, M.Pd.

3. 

4. Anggota : Dwi Sudarno Putra, ST, MT

4. 

5. Anggota : Nuzul Hidayat, S.Pd, MT.

5. 

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Sujud syukurku padaMU.. Ya Rabbi, Telah Engkau dengarkan Senandung pintaku selama ini Hanya Engkaulah berkuasa mengatur jalan hidupku Maka kepadaMulah aku berserah diri.. Ya Tuhanku.. Di dalam kekhilafanku kau berikan sinar cahaya yang menerangi hati dalam pelarianku.. Atas petunjuk dan hidayahMu Aku dapat menyelesaikan karya kecil ini...

...ALLHAMDULILLAH..

.YA ALLAH SWT.

Ku persembahkan skripsi ini untuk :

Orang tua ku tercinta ( MAMA) yang telah mendidik dan mendoakan ku sampai sejauh ini, sehingga ku bisa mendapatkan gelar S.Pd ini. Ya Allah berikanlah Kepada orang tua hamba balasan setimpal yaitu syurga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah dari panas api nerakamu.

Kemudian buat para keluarga terimakasih atas doanya selama ini yang telah diberikan sehingga bisa menyelesaikan studi ini.

Terima kasih ku ucapkan kepada teman sejawat saudara teknik otomotif 2013, tetap semangat dalam mengerjakan skripsi dan meraih gelar S.Pd nya teman-teman....

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul "Analisis Pencampuran Oli Bekas dengan Solar Sebagai Bahan Bakar Terhadap Ketebalan Asap pada Motor Diesel", adalah hasil karya saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing.
3. Didalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 31 Januari 2018  
Yang membuat pernyataan



Iffarial Nanda  
NIM 1306503/2013

## ABSTRAK

**Iffarial Nanda.** 2018 : “Analisi Pencampuran Oli Bekas dengan Solar Sebagai Bahan Bakar Terhadap Ketebalan Asap pada Motor Diesel” *skripsi*. Padang : Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini membahas tentang pengaruh ketebalan asap kendaraan motor diesel dengan memanfaatkan oli bekas yang di campur dengan solar sebagai bahan bakar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui campuran sampai berapa persen oli bekas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar terhadap ketebalan asap motor diesel sesuai dengan batas ambang peraturan kementerian lingkungan hidup nomor 05 tahun 2016

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 11 Januari 2018 s/d 15 Januari 2018, dengan menggunakan Mobil Isuzu Panther Tahun 2001, untuk pengujian Ketebalan Asap menggunakan alat ukur *opacity smokemeter*, sampel bahan bakar yang digunakan yaitu oli bekas 5% dicampur solar 95%, oli bekas 10% dicampur solar 90%, oli bekas 15% dicampur solar 85%, oli bekas 20% dicampur solar 80%, oli bekas 40% dicampur solar 60%, oli bekas 60% dicampur solar 40%, oli bekas 80% dicampur solar 20%, dan oli bekas 100%. pada putaran mesin Akselerasi dilakukan tiga kali pada tiap sampel kemudian dibandingkan untuk masing-masing sampel yang dilakukan pengujian.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa oli bekas 5% dicampur solar 95% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 53.9%. oli bekas 10% dicampur solar 90% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 58%. oli bekas 15% dicampur solar 85% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 58.8%. oli bekas 20% dicampur solar 80% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 59,6%. oli bekas 40% dicampur solar 60% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 65.6%. oli bekas 60% dicampur solar 40% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 76.2%. Oli bekas 80% dicampur solar 20% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 86.9%. oli bekas 100% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 96.7%. Kemudian Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase pencampuran oli bekas maka berpengaruh terhadap ketebalan asap pada motor diesel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketebalan asap yang dihasilkan oli bekas 5% sampai dengan 40% masih didalam ambang batas emisi gas buang sesuai dengan Peraturan kementerian lingkungan hidup nomor 5 tahun 2006 yaitu ketebalan asap di bawah 70%.

Kata kunci: *Ketebalan Asap, Solar, Oli Bekas dan Motor diesel Isuzu Phanter.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Analisis Pencampuran Oli Bekas dengan Solar Sebagai Bahan Bakar Terhadap Ketebalan Asap pada Motor Diesel”** yang mana merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan Skripsi ini, peneliti menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, peneliti belum tentu dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini. Untuk itu ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Ketua Jurusan Teknik Otomotif sekaligus sebagai Pembimbing I.
3. Bapak Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si. Pembimbing II yang telah mencurahkan ilmu, perhatian serta waktu untuk membimbing Proposal dalam menyelesaikan karya tulis ini.
4. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Wagino S.Pd M.Pd.T selaku Penasehat Akademik.
6. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

7. Seluruh kakanda dan rekan-rekan pada Organisasi tempat penulis belajar selama ini yakni keluarga besar PIPM UNP.
8. Teristimewa kepada kedua Orang Tua dan keluarga besar peneliti yang selalu memberi motivasi, semangat dan do'a dalam menyelesaikan Proposal Penelitian ini.
9. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberi motivasi serta semangat kepada peneliti.

Semoga bantuan, bimbingan dan arahan yang Bapak/Ibu dan Teman-teman berikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Peneliti mengharapkan kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian ini. Semoga karya tulis ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 31 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II. KAJIAN TEORI</b>	
A. Kajian Pustaka .....	6
1. Ketebalan Asap.....	6
2. Bahan Bakar.....	7
3. Motor Diesel .....	22
B. Penelitian Yang Relevan.....	24
C. Kerangka Konseptual.....	25
D. Pertanyaan Penelitian.....	26
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Metode Penelitian .....	27
B. Jenis dan Sumber Data.....	27
C. Desain Penelitian .....	28
D. Variabel Penelitian.....	29
E. Tempat Penelitian .....	29
F. Objek Penelitian.....	29
G. Instrumen Penelitian .....	30

H. Prosedur Penelitian .....	31
I. Prosedur Pengujian .....	31
J. Teknik Pengambilan Data.....	32
K. Teknik Analisis Data .....	33
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	36
1. Data Hasil Ketebalan Asap Gas Buang Pada Motor Diesel .	36
2. Grafik Hasil Pengujian Ketebalan Asap Gas Buang .....	38
B. Analisis Data.....	39
1. Analisis Rata-rata .....	39
2. Analisis Data Dengan Menggunakan Uji <i>t-test</i> .....	40
C. Pembahasan .....	42
1. Analisis Ketebalan Asap.....	42
D. Keterbatasan Penelitian .....	44
<b>BAB V. KESIMPULAN</b>	
A. Kesimpulan .....	45
B. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	47
<b>LAMPIRAN</b> .....	49

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kategori M, N dan O .....	3
Tabel 2. Spesifikasi Solar.....	14
Tabel 3. Data Hasil Pengujian Karakteristik Solar campur 5% Oli bekas .....	17
Tabel 4. Data Hasil Pengujian Karakteristik Solar campur 10% Oli bekas .....	17
Tabel 5. Data Hasil Pengujian Karakteristik Solar campur 15% Oli bekas .....	18
Tabel 6. Data Hasil Pengujian Karakteristik Solar campur 20% Oli bekas .....	18
Tabel 7. Pola Penelitian.....	28
Tabel 8. Pengambilan Data Hasil Pengujian Ketebalan Asap Buang .....	36
Tabel 9. Rata-rata Pengujian Ketebalan Asap Motor Diesel Panther .....	40
Tabel10. Analisis Data Hasil Pengujian Ketebalan Asap Motor Diesel Panther Dengan menggunakan Uji <i>t</i> .....	41

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Kekentalan Oli atau Viskositas Oli .....	12
Gambar 2. Tahapan pembakaran motor diesel.....	22
Gambar 3. Mobil Isuzu Panther .....	30
Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Ketebalan Asap Gas Buang Motor Diesel Panther .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Surat Izin Melakukan Penelitian.....	50
Lampiran 2. Surat Bukti Penelitian.....	51
Lampiran 3. Hasil Penelitian.....	52
Lampiran 4. Rata-rata Ketebalan Asap pada Mesin Diesel .....	55
Lampiran 5. Analisa Persentasi Perbandingan Ketebalan Asap .....	59
Lampiran 6. Analisa Data Standar Deviasi .....	62
Lampiran 7. Analisa Uji Beda <i>t-test</i> .....	76
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian .....	77

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Perkembangan teknologi membawa dampak sangat cepat. Salah satu yang berkembang cepat adalah dunia otomotif. Hampir semua masyarakat menggunakan teknologi otomotif setiap harinya, seperti kendaraan dengan mobil, sepeda motor dan lain-lain. Dalam penggunaan mesin kendaraan dan mesin-mesin industri memerlukan minyak pelumas atau sering disebut juga dengan oli. Minyak pelumas adalah suatu zat yang berada di antara dua permukaan yang bergerak secara relative agar dapat mengurangi gesekan antara dua permukaan.

Sejalan banyaknya mesin-mesin yang menggunakan minyak pelumas membuat jumlah limbah oli bekas meningkat. Tercatat bahwa bengkel-bengkel mobil dan motor setiap harinya menghasilkan oli bekas rata-rata 26,4 liter perhari. Banyaknya oli bekas yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dan mobil seringkali menimbulkan permasalahan yang baru. Penanganan minyak pelumas atau oli yang sudah tidak terpakai seringkali dilakukan dengan cara asal-asalan (dengan cara disimpan atau dibuang sembarangan), dan cenderung terabaikan.

Minyak pelumas bekas sendiri, sebenarnya mengandung jumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik. Berdasarkan kandungan dan sifatnya, pelumas bekas

termasuk kategori limbah “bahan berbahaya dan beracun (B3)” yang dikeluarkan oleh kementerian lingkungan hidup (Wahyunisri, 2012).

Berdasarkan sumber dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas (Ditjen Migas), konsumsi minyak pelumas (oli) di Indonesia, baik untuk otomotif maupun mesin-mesin industri mencapai 650 juta liter per tahun dengan peningkatan sekitar 7-10 persen per tahun. Dengan asumsi oli yang terbakar atau terbuang dalam pemakaian mencapai 20%, maka dalam satu tahun diperoleh *supply* oli bekas sebesar 520 juta liter per tahun atau 1.420 kiloliter per hari dengan harga Rp. 1.000 – 2.000 perliternya. Pelumas atau oli bekas yang mengandung sejumlah zat bisa mengotori udara, tanah dan air.

Minyak pelumas bekas mengandung logam, larutan klorin, dan zat-zat pencemar lainnya. Satu liter minyak pelumas bekas dapat merusak jutaan liter air segar dari sumber air dalam tanah. Berdasarkan, kriteria limbah yang dikelurkan oleh kementerian lingkungan hidup, minyak pelumas bekas termasuk ketegori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Meski minyak pelumas bekas dapat dimanfaatkan, tapi bila tidak dikelola dengan baik maka bisa membahayakan lingkungan (Wahyuni Sri, 2012). Sebenarnya jika dikaji lebih jauh lagi pelumas atau oli bekas yang dihasilkan oleh bengkel-bengkel kendaraan bermotor maupun industri produksi dapat dipakai menjadi alternatif bahan bakar, mengingat karakteristik setelah dilakukan proses pembersihan dari kotoran mirip dengan *light diesel oil* (Wahyu , 2007).

Salah satu yang menjadi standar mutu bahan bakar adalah tidak menimbulkan sisa pembakaran yang menimbulkan dampak berbahaya

terhadap lingkungan. Apabila bahan bakar Oli bekas dicampur dengan solar akan terjadi kenaikan ketebalan asap pada mesin diesel . Pada motor diesel gas sisa pembakaran yang dikeluarkan dari saluran buang kendaraan yang menonjol adalah asap atau yang disebut juga dengan opasitas. Opasitas mempunyai nilai ambang batas yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006.

**Tabel 1. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kategori M, N dan O**

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (% HSU)	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007	4,5	1200		Idle
	2007	1,5	200		
Berpenggerak motor bakar penyalaan kompresi (diesel)	- GVW 3.5 ton	< 2010		70	Percepatan bebas
		2010		40	
	- GVW > 3.5 ton	< 2010		70	
		2010		50	

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2006

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa ambang batas ketebalan asap opasitas pada motor diesel atau kendaraan kategori M, N dan O. Dari beberapa pendapat dan peraturan menteri lingkungan hidup di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang **“Analisis Pencampuran Oli Bekas dengan Solar Sebagai Bahan Bakar Terhadap Ketebalan Asap pada Motor Diesel”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Oli bekas termasuk ke dalam limbah berbahaya dan beracun (B3) sehingga dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan.
2. Kurangnya pemanfaatan oli bekas yang tidak sebanding dengan peningkatan oli bekas yang dihasilkan oleh industri besar maupun industri kecil.
3. Adanya pengaruh oli bekas yang dicampur dengan solar sebagai bahan bakar terhadap ketebalan asap motor diesel.

## **C. Pembatasan Masalah**

Dalam penelitian ini peneliti perlu membatasi pembahasan masalah, dalam hal ini peneliti hanya meneliti tentang “Analisis Pencampuran Oli Bekas dengan Solar Sebagai Bahan Bakar Terhadap Ketebalan Asap pada Motor Diesel”. Serta mengetahui berapa besar pencampuran oli bekas terhadap ketebalan asap yang layak di perbolehkan berdasarkan peraturan kementerian lingkungan hidup Nomor 05 Tahun 2006.

## **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah Pengaruh oli bekas yang dicampur dengan solar sebagai bahan bakar terhadap ketebalan asap pada motor diesel?

### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang dicapai adalah untuk menganalisis penggunaan oli bekas yang dicampur dengan solar sebagai bahan bakar terhadap ketebalan asap pada motor diesel.

### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan sumber informasi kepada masyarakat tentang penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar dan pengaruhnya terhadap ketebalan asap pada motor diesel.
2. Bagi peneliti, sebagai persyaratan menyelesaikan starata satu pada Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bagi perguruan tinggi, sebagai wacanana dan referensi untuk penelitian yang lebih lanjut.

## **BAB II KAJIAN TEORI**

### **A. Kajian Pustaka**

#### **1. Ketebalan Asap**

Menurut kamus besar bahasa Indonesia asap adalah uap yang dapat terlihat yang dihasilkan dari pembakaran. Wiki pedia menjelaskan asap adalah suspense partikel kecil diudara atau (aerosol) yang berasal dari pembakaran taksempurna dari suatu bahan bakar. Granholm (2007: 1) mengemukakan bahwa *“Opacity is a measurement of how dense the particulates are in the air and takes into account how much light is obscured by the rising dust. Opacity is measured in percentages from 0 to 100 percent”*. Dari pernyataan tersebut dijelaskan ketebalan asap adalah ukuran seberapa tebal partikel asap di udara mampu menyerap seberapa banyak cahaya, sehingga cahaya dikaburkan oleh asap. Ketebalan asap diukur dalam persentase dari 0 hingga 100 persen.

Pendapat lain yang lebih spesifik ke mesin diesel dikemukakan oleh Couver (2006:1) *“Opacity is a measure of the amount of light obscured by the particulate matter (PM) or soot in the exhaust from diesel engines, measured under normal operating conditions”*. Dari pernyataan ini dijelaskan ketebalan asap adalah ukuran jumlah cahaya yang dikaburkan oleh partikulat (PM) atau jelaga yang dihasilkan oleh gas buang mesin diesel yang diukur di bawah kondisi normal.

Dari pendapat ahli di atas, ketebalan asap dapat dikatakan bahwa ukuran seberapa tebal partikel asap atau jelaga (partikulat) di udara yang dihasilkan oleh gas buang yang mampu menkaburkan jumlah cahaya yang diukur dibawah kondisi normal.

## **2. Bahan Bakar**

### **a. Oli**

#### **1) Pengertian Oli**

Oli biasanya diperoleh dari pengolahan minyak bumi yang dilakukan melalui proses destilasi bertingkat berdasarkan titik didihnya. Menurut Harwanda (2015: 04) “oli atau pelumas (lubricant atau sering disebut lube) adalah suatu bahan (biasanya berbentuk cairan) yang berfungsi untuk mereduksi kehausan antara dua permukaan benda bergerak yang saling bergesekan”. Albi (2016: 11) “oli pelumas adalah zat kimia berbentuk cairan yang berada diantara dua permukaan benda yang sedang bergerak untuk mengurangi gaya gesek”. Lebih lanjut Febrianto (2012: 5) menjelaskan “oli pelumas adalah zat yang disisipkan diantara dua permukaan yang sedang bergerak untuk mengurangi gesekan antara dua permukaan tersebut”.

Berdasarkan kutipan diatas dapat disimpulkan bahwa oli adalah zat kimia berbentuk cairan yang melumasi antara dua benda yang bergesekan.

## 2) Klasifikasi Oli

Menurut Asriandi (2012: 58) “pelumas dapat digolongkan berdasarkan bahan dasar (*base oil*), bentuk fisik, dan tujuan penggunaan”.

- 1) Dilihat dari bentuk fisiknya
  - a) Liquid (pelumas cair)
  - b) Semi liquid
  - c) Solid (pelumas padat)
- 2) Dilihat dari bahan dasarnya:
  - a) Pelumas mineral.

Mukhibin (2011: 28-29), “oli mineral berbahan bakar oli dasar yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan disempurnakan:.

- b) Pelumas sintetik

Mukhibin (2011: 28-29), “oli sistetis biasanya terdiri dari *polyalphaolilins* yang datang dari bagian pembersih pemilahan dari oli mineral yakni gas senyawa ini kemudian di campur dengan oli mineral”.

- 3) Klasifikasi Oli Berdasarkan Kekentalan dan Kualitasnya

Oli pelumas mesin diklasifikasikan berdasarkan kualitas dan kekentalan

- a) Klasifikasi Kekentalan

Kekentalan merupakan salah satu unsur

kandungan oli paling rawan karena berkaitan dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistansinya untuk mengalir. Kekentalan atau berat oli dinyatakan oleh angka yang disebut indeks kekentalan. Semakin rendah indeksnya, maka olinya semakin encer, dan semakin tinggi indeksnya, maka olinya semakin kental (Febrianto, 2013: 31)

Standarisasi oli pelumas untuk mesin kendaraan bermotor pertama kali dilakukan oleh *Society of Automotive Engineers (SAE)* pada tahun 1911 dengan kode SAE J 300. Oli pelumas dikelompokkan berdasarkan tingkat kekentalannya. Dalam kemasan atau kaleng oli pelumas, dapat ditemukan kode angka yang menunjukkan tingkat kekentalannya, seperti SAE 10, SAE 20, SAE 30, SAE 40, SAE 90, dan lain-lain. Semakin tinggi angka setelah SAEnya, maka oli pelumasnya juga semakin kental (Wijaya dalam Agung, 2012).

Ada juga kode angka *multi grade* seperti SAE 10W-50, yang dapat diartikan bahwa oli pelumas memiliki tingkat kekentalan sama dengan SAE 10 pada suhu udara dingin (*Winter*) dan SAE 50 pada suhu udara panas (Wijaya dalam Nugroho, 2012).

## b) Klasifikasi Kualitas Oli

Kualitas oli mesin diklasifikasikan sesuai dengan standar API (*American Petroleum Institute*). Klasifikasi API tercantum pada masing-masing kemasan oli mesin untuk menambahkan tingkatan SAE, sehingga pemilihan akan lebih mudah bila dilihat dari perbandingan kondisi pengoperasian kendaraan (Toyota, 1972: 46).

Febrianto (2013: 15) menyatakan ada dua tipe API, yaitu yang pertama S (*Service*) atau bisa juga S diartikan *Spark-Plug Ignition* (sistem pengapian dengan busi) untuk mesin bensin, dan yang kedua C (*Commercial atau Compression*) untuk truk *Heavy Duty* dan mesin diesel. Klasifikasi oli pelumas untuk mesin bensin ditandai dengan kode klasifikasi API seperti SA, SB, SC, SD, SE, SF, dan seterusnya. Sedangkan oli pelumas untuk mesin diesel harus mempunyai daya/kekuatan untuk menetralsir gejala asam pada mesin dengan *detergent-dispersent* yang baik. Oli pelumas untuk mesin diesel ditandai dengan kode klasifikasi API seperti CA, CB, CC, CD, CE, CF dan seterusnya.

### 3) Karakteristik Oli

#### 1) Viskositas atau Kekentalan

Menurut Deshpande (2013: 51) "*Viscosity is a*

*principal parameter when any flow measurements of fluids, such as Liquids, semi- solids, and gases, viscosity is the measure of the internal friction of a fluid”* yang berarti viskositas adalah parameter utama untuk mengukur aliran fluida, seperti cairan, fluida semi-padat, dan gas yang merupakan ukuran dari gesekan internal fluida.

Lebih lanjut Rigol (2011: 23) menerangkan *“The viscosity is a measure of the inner friction of a liquid and defines the required relative speed of two surfaces at which a stable hydrodynamic lubrication film is formed”* yang berarti viskositas adalah ukuran dari gesekan internal fluida, dan kecepatan relatif yang diperlukan untuk membentuk lapisan oli film atau pelumasan hidrodinamis yang stabil pada dua permukaan benda.

Samdara, dkk (2008: 342-343) menjelaskan:

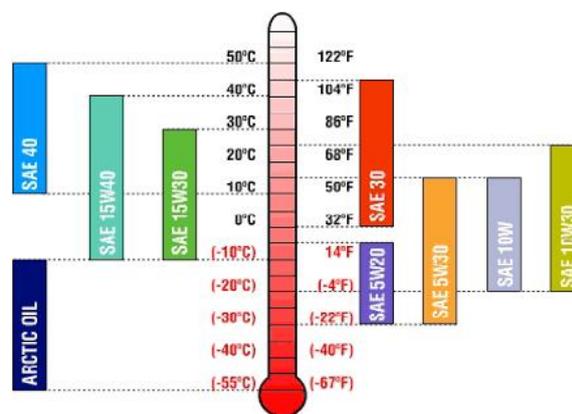
“Viskositas dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul–molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi.”

Berdasarkan kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa viskositas adalah parameter utama untuk mengukur aliran fluida, seperti cairan, fluida semi- padat, dan gas yang dinyatakan sebagai tahanan aliran internal fluida, yaitu gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain

serta kecepatan relative yang diperlukan untuk pelumasan hidrodinamis yang stabil pada dua permukaan benda. Jenis cairan yang mudah mengalir memiliki nilai viskositas rendah, dan jenis cairan yang sulit mengalir memiliki nilai viskositas yang tinggi.

## 2) Perubahan Kekentalan Terhadap Perubahan Suhu

Parmin (2016: 33) mengatakan “semakin tinggi suhu maka semakin kecil nilai viskositas oli dan oli akan semakin encer”. Stefan (2012: 4) “semakin besar suhu pada suatu cairan maka ikatan antar molekul zat cair tersebut akan semakin renggang sehingga zat cair akan lebih encer daripada sebelumnya”.



Gambar 1. Kekentalan Oli atau Viskositas Oli

Sumber: <https://encrypted-tbn1.gstatic.com>

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan terhadap oli maka viskositasnya akan semakin rendah. Dengan rendahnya

viskositas maka kemungkinan oli berbentuk kabut akan semakin besar sehingga lebih mudah terbakar.

### 3) Titik Nyala atau *Flash Point*

Flash Point atau titik nyala adalah suhu terendah yang diperlukan untuk mengubah atau menghasilkan sejumlah uap siap untuk terbakar bila ada sumber nyala. Wahyudi (2014: 8) menyatakan “*flash point* atau titik nyala merupakan suhu terendah pada waktu minyak pelumas menyala seketika”. Menurut Hedi (2015), “oli mempunyai titik nyala (*flash point*) di atas rata – rata 320 °C - 500 °C”.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat dikatakan bahwa flash point oli merupakan suhu terendah oli di atas rata (320 °C - 500 °C) sehingga oli dapat menyala seketika. Untuk itu, syarat terjadinya pembakaran pada motor diesel dengan menggunakan bahan bakar dari oli bekas yang disaring maka perlu terlebih dahulu ruang bakar dipanaskan hingga mencapai titik nyala oli.

### 4) Oli Bekas

Menurut Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan *commit to user* (Bapedal) No. KEP-225/BAPEDAL/ 08/ 1996, “oli bekas atau selanjutnya disebut minyak pelumas bekas adalah sisa pada suatu kegiatan dan/atau proses produksi”. Oli bekas merupakan limbah kimia berbentuk cairan yang berasal dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian,

pencegahan korosi atau *inhibitor* korosi, pelarutan kerak, dan pengemasan.

## b. Solar

Solar adalah bahan bakar Jenis distilat berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Minyak solar ini biasa disebut juga Gas Oil, *Automotive Diesel Oil* Atau *Hing Speed Diesel*. Penggunaan minyak solar pada umumnya adalah untuk bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi (diatas 1.000 RPM), Juga dapat dipergunakan sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur kecil, yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih.

Tabel 2. Spesifikasi Solar

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
			Max	Min	
1	Angka Cetane	-	45	-	D-613
2	Indeks Cetane	-	48	-	D-4737
3	Berat Jenis pada 15°C	KG/M3	815	870	D-1298/D-4737
4	Viskositas pada 40°C	Mm2/sec	2.0	5.0	D-445
5	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0.35	D-1552
6	Distilasi : T95	°C	-	370	D-8
7	Titik nyala	°C	60	-	D-93
8	Titik Tuang	°C		18	D-97
9	Karbon Residu	Menit	-	Kelas	D-4530

10	Kandungan Air	Mg/kg	-	500	D-1744
11	Biological Growth	-	Nihil		
12	Kandungan FAME	% v/v	-	10	
13	Kandungan Metanol & Etanol	% v/v	Tak Terdeteksi		D-4815
14	Krosi Bilah Tembaga	Merit	-	Kelas	D-130
15	Kandungan Abu	% m/m	-	0,01	D-482
16	Kandungan Sendimen	% m/m	-	0,01	D-473
17	Bilangan Asam Kuat	MgKOH /gr	-	0	D-664
18	Bilangan Asam Total	MgKOH /gr	-	0.6	D-664
19	Partikulat	Mg/l	-	-	D-2276
20	Penampilan Visual	-	Jernih dan Terang		-
21	Warna	No.AST M		3.0	D-1500

Sumber: <http://repository.usu.ac.id>

Syarat-syarat yang harus dimiliki solar terdiri dari (Toyota, Step 2: 2-5), Yaitu:

- 1) Sifat nyala yang baik (*Flash point*). Sifat nyala yang baik adalah sifat yang mudah menyala pada saat kompresi tinggi dari mesin diesel, dengan temperatur yang tinggi bahan bakar

yang disemprotkan akan lebih mudah terbakar, karena dengan bahan bakar solar yang baik titik nyalanya, maka mesin akan lebih mudah dihidupkan dan jalannya mesin lebih halus karena *diesel knock* (detonasi) lebih kecil.

- 2) Viskositas yang tepat. Viskositas dari solar bukan hanya mempengaruhi Kemampuan mesin saja tetapi juga akan mempengaruhi *injection Pump*. Bila viskositas terlalu tinggi, solar akan di alirkan lambat, beban dari *injection pump* menjadi besar sehingga lebih sukar terbakar, kemudian bila angka initerlalu kecil sifat lumasnya menjadi buruk yang mengakibatkan pelumasan pada *injection pump* menjadi kecil sekali, dapat menimbulkan panas yang berlebihan pada *injection pump*. Kemudian apabila viskositas terlalu kecil disemprotkan kedalam selinder, butiran uapnya akan menjadi terlalu kecil sehingga jarak terbang dari udara yang ditekan menjadi lebih pendek, jadi tenaga tekannya menjadi lebih kecil sehingga campuran dengan udara menjadi jelek dan mengakibatkan pembakaran tidak sempurna.
- 3) Penguapan adalah Titik penguapan yang tinggi dengan sisa karbon yang sekecil mungkin, bila bagian menguap sedikit, meskipun tidak mempengaruhi terhadap mesin akan menyebabkan gas buang menjadi bau an hitam, apabila sisa

karbon sesudah pembakaran terlalu banyak diruang bakar maka akan menutup lubang *injection nozzle*.

- 4) Mengandung sulfur yang rendah. Sulfur dari bahan bakar solar akan menambah *deposite* pada silinder dan torak yang mempercepat rusaknya silinder dan pegas torak.

### c. Karakteristik Bahan Bakar Solar Campur Oli Bekas

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di PT. Pertamina untuk karakteristik bahan bakar solar bercampur oli bekas, Haris (2017: 42-43)

Tabel 3. Data hasil pengujian karakteristik Solar campur 5% Oli Bekas.

No.	PROPERTIES	METHOD	LIMITS	RESULT
1	Density @ 15	ASTM D 1298-99	815 - 870	823.5
2	Appreance *)	VISUAL	Clear & Bright	Clear & Bright
3	Colour ASTM	ASTM D 1500-07	Max. 3.0	3.0
4	Flash Point, °C	ASTM D 93-11	Min. 52	60
5	Sulfur Content *) % m/m	ASTM D 4294-10	Max. 0.35	0.0296
6	Distilation 90 % Recovery °C	ASTM D 86-11a	Max. 370	355
7	Viscositas ( pada suhu 40 °C), Cst	ASTM D 445-11a	2.0 - 4.5	3.2
8	Water Content ppm	ASTM D 6304-07	Mak. 500	119

Tabel 4. Data hasil pengujian karakteristik Solar campur 10% Oli Bekas.

No.	PROPERTIES	METHOD	LIMITS	RESULT
1	Density @ 15	ASTM D 1298-99	815 - 870	829.0
2	Appreance *)	VISUAL	Clear & Bright	Clear & Bright
3	Colour ASTM	ASTM D 1500-07	Max. 3.0	3.0
4	Flash Point, °C	ASTM D 93-11	Min. 52	61
5	Sulfur Content *) % m/m	ASTM D 4294-10	Max. 0.35	0.0287
6	Distilation 90 % Recovery °C	ASTM D 86-11a	Max. 370	357
7	Viscositas ( pada suhu 40 °C), Cst	ASTM D 445-11a	2.0 - 4.5	3.7
8	Water Content ppm	ASTM D 6304-07	Mak. 500	155

Tabel 5. Data hasil pengujian karakteristik Solar campur 15% Oli Bekas.

No.	PROPERTIES	METHOD	LIMITS	RESULT
1	Density @ 15	ASTM D 1298-99	815 - 870	838.5
2	Appreance *)	VISUAL	Clear & Bright	Clear & Bright
3	Colour ASTM	ASTM D 1500-07	Max. 3.0	2.5
4	Flash Point, °C	ASTM D 93-11	Min. 52	68
5	Sulfur Content *) % m/m	ASTM D 4294-10	Max. 0.35	0.0245
6	Distilation 90 % Recovery °C	ASTM D 86-11a	Max. 370	359
7	Viscositas ( pada suhu 40 °C), Cst	ASTM D 445-11a	2.0 - 4.5	4.4
8	Water Content ppm	ASTM D 6304-07	Mak. 500	254

Tabel 6. Data hasil pengujian karakteristik Solar campur 20% Oli Bekas.

No.	PROPERTIES	METHOD	LIMITS	RESULT
1	Density @ 15	ASTM D 1298-99	815 - 870	839.4
2	Appreance *)	VISUAL	Clear & Bright	Clear & Bright
3	Colour ASTM	ASTM D 1500-07	Max. 3.0	2.5
4	Flash Point, °C	ASTM D 93-11	Min. 52	70
5	Sulfur Content *) % m/m	ASTM D 4294-10	Max. 0.35	0.0244
6	Distilation 90 % Recovery °C	ASTM D 86-11a	Max. 370	361
7	Viscositas ( pada suhu 40 °C), Cst	ASTM D 445-11a	2.0 - 4.5	4.5
8	Water Content ppm	ASTM D 6304-07	Mak. 500	268

karakteristik bahan bakar mulai dari densitas, kandungan sulfur, flash point dan viskositas. Haris (2017: 51-53)

#### 1) Densitas

Densitas atau berat jenis adalah Perbandingan antara berat perstuan volume. Pada Solar campur 5% Oli bekas menunjukkan angka 830,8 kg/m<sup>3</sup>, untuk batas nilai densitas bahan bakar yang telah ditetapkan adalah 815-870 hasil pengujian untuk sampel lebih rendah dari yang ditetapkan. Pada Solar campur 10% Oli bekas menunjukkan angka lebih tinggi dari

sebelumnya dimana didapatkan angka  $832,6 \text{ kg/m}^3$  lebih tinggi dari sampel sebelumnya tetapi masih berada dalam rentang batas yang ditetapkan untuk densitas bahan bakar. Untuk Solar campur 15% Oli bekas angka yang didapatkan pada densitas bahan bakar adalah  $834,3 \text{ kg/m}^3$ , juga masih tetap berada dalam rentang batas yang ditetapkan. Untuk campuran 20% didapat hasil  $836,1 \text{ kg/m}^3$ . Kemudian terakhir untuk Solar campur 25% Oli bekas didapatkan angka pada densitas bahan bakar sebesar  $838,7 \text{ kg/m}^3$  lebih tinggi sedikit dari sampel sebelumnya tetapi masih berada dalam rentang angka yang ditetapkan untuk densitas. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa masing-masing sampel berada dalam batas yang ditetapkan untuk tingkat densitas yaitu pada  $815\text{-}870 \text{ kg/m}^3$ .

## 2) Kandungan sulfur

Kandungan sulfur pada masing-masing sampel mengalami perubahan yang lebih banyak dimana pada sampel Solar campur 5% Oli bekas didapatkan angka 0.074, untuk sampel Solar campur 10% Oli bekas mengalami perubahan pada angka yang didapatkan adalah 0.083 lebih tinggi dari sampel pertama, pada sampel Solar campur 15% Oli bekas didapatkan angka yang menunjukkan pada 0.091 lebih tinggi dari kedua sampel yang sebelumnya, kemudian untuk sampel Solar campur 20% Oli bekas didapatkan hasil pengujian yang menunjukkan angka pada 0.10 lebih tinggi dari sampel sebelumnya tetapi masih

dalam limit Max yaitu 0,25, dan campuran yang terakhir yaitu solar campur 25% oli bekas didapat hasil 0,11. Hasil pengujian untuk kandungan sulfur pada bahan bakar yang telah dilakukan menunjukkan bahwa masing-masing sampel masih berada pada rentang maksimal yang ditetapkan yaitu pada angka 0.25.

### 3) *Flash Point*

*Flash Point* untuk masing-masing sampel tidak terlalu berubah secara drastis tetapi secara bertahap dimana pada Solar campur 5% Oli bekas menunjukkan angka 67 untuk rentang angka yang telah ditetapkan adalah minimal 52 lebih tinggi dari angka yang telah ditetapkan, untuk Solar campur 10% Oli bekas didapatkan angka *flash point* adalah 68 juga lebih tinggi dari sampel sebelumnya, pada Solar campur 15% Oli bekas didapatkan angka pada 72 lebih tinggi dari angka yang didapatkan pada dua sampel sebelumnya, selanjutnya adalah Solar campur 20% Oli bekas didapatkan angka yang menunjukkan pada 75, dan yang terakhir campuran 25% didapat hasil 77 jauh lebih tinggi dari sampel-sampel sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk masing-masing sampel berada di atas angka batas minimal untuk *flash point* yaitu 52.

### 4) Viskositas

Viskositas pada masing-masing sampel menunjukkan angka yang berbeda dimana pada Solar campur 5% Oli bekas

didapatkan angka 3,562, untuk sampel Solar campur 10% Oli bekas terjadi kenaikan angka dimana didapatkan pada angka 4,096 lebih tinggi dari angka yang ditunjukkan pada sampel sebelumnya dan masih dalam limit yaitu 2,0-4,5, untuk sampel Solar campur 15% Oli bekas didapatkan angka pada 4,630 terjadi kenaikan lebih tinggi dari kedua sampel sebelumnya dan pada sampel ini viskositasnya telah melebihi batas maksimum yaitu 4,5, kemudian pada sampel Solar campur 20% Oli bekas didapatkan angka yang menunjukkan pada 4,841 terjadi kenaikan yang lebih tinggi dari sampel sebelumnya, dan pada sampel terakhir Solar campur 25% oli bekas didapat hasil 5,12 dimana telah melebihi rentang angka yang ditetapkan yaitu 2.0-4.5. Hasil pengujian untuk masing-masing sampel menunjukkan bahwa sampel solar campur oli bekas 5% dan 10% masih berada pada rentang yang ditetapkan yaitu 2.0-4.5

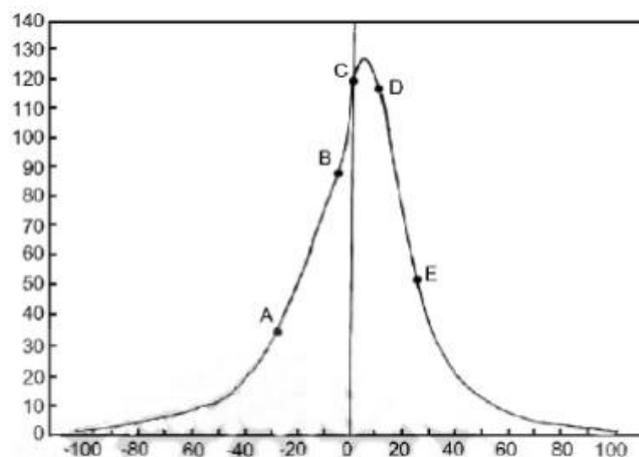
### **3. Motor Diesel**

#### **a. Proses Pembakaran Motor Diesel**

Menurut Muhamad (2012) untuk terjadinya pembakaran pada ruang bakar, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, antara lain: adanya campuran yang dapat terbakar, adanya sesuatu yang menyulut terjadinya pembakaran, stabilisasi dan propagasi dari api dalam ruang bakar. Proses pembakaran pada motor diesel memiliki beberapa

tahapan yang digambarkan dalam diagram P- seperti pada gambar 1.

Tahapan pembakarannya yaitu:



Gambar 2. Tahapan pembakaran motor diesel.  
Sumber: Tesis Magister, Muhamad.

#### 1) Tahapan Pertama

Tahap ini disebut juga *Ignition Delay Periode* yaitu area dalam rentang A-B pada gambar 4. Tahapan ini merupakan periode atau rentang waktu yang dibutuhkan bahan bakar ketika saat pertama kali bahan bakar diinjeksikan (titik A) hingga saat pertama kali muncul nyala pembakaran (titik B). Artinya, selama periode tersebut tidak terjadi proses pembakaran. Panjangnya periode ini biasanya dipengaruhi oleh *properties* yang dimiliki bahan bakar yaitu temperatur terbakar sendiri bahan bakar, tekanan injeksi atau ukuran *droplet*, sudut awal injeksi, rasio kompresi, temperatur udara masuk, temperatur cairan pendingin, temperatur bahan bakar, tekanan udara masuk (*supercharge*),

kecepatan/putaran motor diesel, rasio udara-bahan bakar, ukuran motor, dan jenis ruang bakar.

## 2) Tahapan Kedua

Pada tahap ini terjadi *Rapid or Uncontrolled Combustion*, yang maksudnya adalah periode awal pembakaran hingga *flame* mulai berkembang yang diindikasikan oleh area B-C pada gambar 4. Bahan bakar berupa *droplet-droplet* di selubungi oleh udara bertemperatur tinggi, sehingga panas yang diterima akan menguapkan *droplet-droplet* bahan bakar tersebut. Bagian terluar *droplet-droplet* tersebut yang lebih dulu menerima panas dan menguap kemudian terbakar. Panas yang ditimbulkan oleh pembakaran tersebut naik sangat drastis dan memicu proses yang sama pada bagian lain yang belum terbakar dengan cepat dan tidak beraturan. Proses ini menyebabkan kenaikan tekanan yang sangat besar.

## 3) Tahapan Ketiga

Pada tahap ini terjadi *Controlled Combustion* seperti yang diindikasikan oleh area C-D pada gambar 4, dimana bahan bakar segera terbakar setelah diinjeksikan. Hal ini disebabkan nyala pembakaran yang terjadi pada periode sebelumnya bergerak bersama menuju *droplet-droplet* yang baru diinjeksikan. Pembakaran dapat dikontrol dengan sejumlah bahan bakar yang

diinjeksikan pada periode ini. Periode ini berakhir setelah injektor berhenti menginjeksikan bahan bakar ke ruang bakar.

#### 4) Tahapan Keempat

Meskipun pada tahap ketiga telah selesai proses injeksi bahan bakar, kenyataannya masih ada bahan bakar yang belum terbakar seluruhnya. Dalam hal ini nyala pembakaran terus berkembang membakar bahan bakar yang tersisa pada ruang bakar. Periode ini disebut juga *after burning* yang diindikasikan oleh area setelah titik D pada gambar 2. Apabila kenyataannya masih ada bahan bakar yang belum terbakar sementara *piston* telah bergerak dari TMB ke TMA untuk melakukan langkah buang, maka sisa-sisa bahan bakar tersebut akan ikut keluar bersama gas buang sebagai *unburn fuel*.

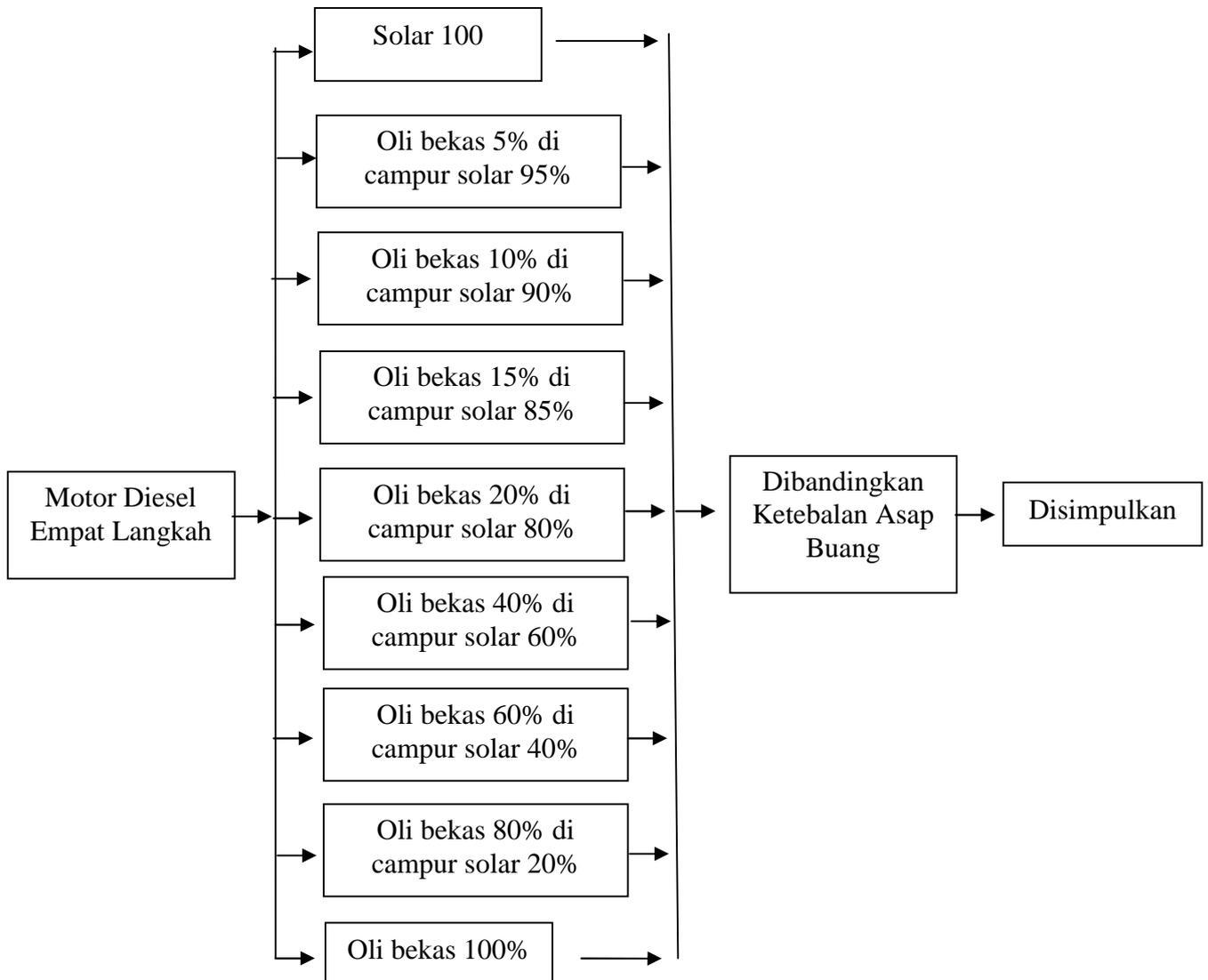
### **B. Penelitian Yang Relevan**

1. Dewa (2016) melakukan penelitian dengan judul “analisis unjuk kerja bahan bakar hasil pengolahan oli bekas pada motor diesel” dengan hasil penelitian sampel bahan bakar Bahan Bakar Oli 40, 50 dan 60 yang diuji masih memiliki karakteristik sifat fisik yang mendekati solar, unjuk kerja mesin dan kadar emisi juga tidak terpaut terlalu jauh dibandingkan bahan bakar solar.
2. Nyoman (2015) melakukan penelitian dengan judul “Daur Ulang Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Diesel dengan Proses Pemurnian Menggunakan Media Asam Sulfat dan Natrium Hidroksida” Hasil

penelitian menunjukkan bahwa hasil daur ulang oli bekas menggunakan  $H_2SO_4$  sebesar 5% memiliki sifat-sifat yang paling mendekati bahan bakar mesin diesel. Nilai viskositas dan flash point hasil daur ulang berada dalam rentang bahan bakar solar standar, densitas sedikit lebih rendah dan nilai kalor bakar sekitar 14% lebih rendah dari standar solar.

### **C. Kerangka Konsptual**

Kerangka berfikir pada dasarnya untuk menunjukkan secara teoritis pertautan antara variabel yang diteliti. Pada penelitian ini kerangka berfikir berfungsi untuk memberikan gambaran secara lebih jelas mengenai analisis Pencampuran oli bekas dan solar sebagai bahan bakar terhadap ketebalan asap motor diesel. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan yang berbeda pada motor diesel. Perlakuan yang diberikan berupa penggunaan solar dan oli bekas sebagai bahan bakar motor diesel, dapat dilihat pada kerangka berfikir di bawah ini:



#### D. Pertanyaan Penelittian

Pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh oli bekas sebagai bahan bakar terhadap ketebalan asap motor diesel?

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa oli bekas 5% dicampur solar 95% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 53.9%. oli bekas 10% dicampur solar 90% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 58%. oli bekas 15% dicampur solar 85% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 58.8%. oli bekas 20% dicampur solar 80% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 59,6%. oli bekas 40% dicampur solar 60% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 65.6%. oli bekas 60% dicampur solar 40% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 76.2%. Oli bekas 80% dicampur solar 20% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 86.9%. oli bekas 100% mengalami peningkatan ketebalan asap sebesar 96.7%.

Kemudian Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase pencampuran oli bekas maka berpengaruh terhadap ketebalan asap pada motor diesel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketebalan asap yang dihasilkan oli bekas 5% sampai dengan 40% masih didalam ambang batas emisi gas buang sesuai dengan kementerian lingkungan hidup nomor 5 tahun 2006 yaitu ketebalan asap di bawah 70%.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya mengukur ketebalan asap, Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan penelitian terhadap daya dan torsi motor diesel empat langkah.
2. Untuk penelitian selanjutnya penulis sarankan agar dilakukan suatu metode penyaringan oli bekas agar didapatkan karakteristik yang mendekati solar, dan meneliti karakteristik oli bekas yang sudah di saring.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung Nugroho. 2007. *Belajar Pemrograman Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Bascom-8051*. Laboratorium Mekatronika. Universitas Islam Indonesia
- Ahmad Albi. 2016. *Pengembangan Viskometer Rotasi Concentric Cylinder Sebagai Alat Uji Viskositas Oli Pelumas Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler Atmega 16*. Skripsi: FT UNP.
- Asriandi, dkk. 2012. “Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Pelumas Dan Konsumsi Bahan Bakar”. (<http://media.neliti.com>), diakses 20 Okt 2017. Momentum, Vol. 8, No. 1, April 2012. JTM FT Universitas Wahid Hasyim.
- Haris Munandar, 2017. “*pengaruh pencampuran oli bekas dengan solar terhadap konsumsi bahan bakar dan ketebalan asap gas buang Mesin diesel yanmar tf 55h-di*”. Skripsi: FT UNP.
- Couver, Van. 2006. *Air Pollution*. Department of Motor Vehicle.
- Deshpande, Sonali A. 2013. “ARM Based Design of Density and Viscosity Measuring Instrument For Petroleum.” *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. Vol. 3 Issue. Hal 50-55.
- Dewa Gede Angga Pranaditya dkk. 2016. “Analisa Unjuk Kerja Bahan Bakar Hasil Pengolahan Oli Bekas Pada Motor Diesel” (<http://download.portalgaruda.org/article.php?article>), diakses 07 Oktober 2017. Jurnal METTEK. Vol 02.
- Febrianto, Teguh, dkk. 2013. “Rancang Bangun Alat Uji Kelayakan Pelumas Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler.” *Unnes Physics Journal FMIPA*. UPJ 2 (I). Hal. 30 – 34.
- Granholm, Jennifer M. 2007. *Diesel exhaust Emissions*. New Jarsey: University of Wisconsin.
- Harwanda. 2015. (<http://eprints.polsri.ac.id/1912/3/BAB%20II.pdf>). diakses 10 Oktober 2017.
- <https://encrypted-tbn1.gstatic.com>
- Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. 1996. “Tata Cara Dan Persyaratan Penyimpanan Dan Pengumpulan Minyak Pelumas Bekas”