



**PERBEDAAN KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN  
KEPEKATAN GAS BUANG MESIN DIESEL  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN  
CAMPURAN SOLAR DENGAN MINYAK CENGKEH**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh  
**Milad Falah Kamajaya**  
5202411027

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2016**

## PERNYATAAN

Penulis menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan dari tiruan karya orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Februari 2016



Milad Falah Kamajaya

5202411027



**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Milad Falah Kamajaya  
NIM : 5202411027  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1  
Judul : Perbedaan Konsumsi dan Kepekatan Gas Buang Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Campuran Solar Dengan Minyak Cengkeh

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif S1, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

### Panitia Ujian

Tanda Tangan Tanggal

Ketua : Dr. Rahmat Doni Widodo, ST, MT. )  
NIP. 197509272006041002

Sekretaris : Dr. Dwi Widjarnako S.Pd., ST., MT ( )  
NIP. 196901061994031003

### Dewan Penguji

Pembimbing : Drs. Winarno Dwi R. M.Pd.  
NIP. 195210021981031001

Penguji Utama I : Drs. Suprpto, M.Pd.  
NIP. 195508091982031002

Penguji Utama II : Drs. Masugino, M.Pd.  
NIP. 195809241994031002

Penguji Pendamping : Drs. Winarno Dwi R. M.Pd.  
NIP. 195210021981031001

Ditetapkan tanggal :



## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

1. Selalu bersyukur atas nikmat dan karunia yang telah diberikan oleh Allah SWT.
2. Memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya karena waktu tidak akan datang di lain kesempatan
3. Terus berusaha dan jangan pernah ragu untuk bertanya jika menghadapi kesulitan.
4. Terus bekerja dengan giat dan tidak lupa untuk selalu berdoa agar diberi kemudahan.

### PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Adapun skripsi ini saya persembahkan

untuk:

1. Kepada orang tua yang selalu berdoa, memberikan motivasi dan selalu mendukung dengan penuh kasih sayang.
2. Murfi Widyasari yang telah memberikan semangat dan motivasi.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbedaan Konsumsi dan Kepekatan Gas Buang Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Campuran Solar Dengan Minyak Cengkeh”. Kekurangan dan keterbatasan merupakan bagian dari kehidupan manusia. Oleh sebab itu tidak ada satupun manusia yang hidup tanpa bantuan orang lain. Maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih yang tulus, penulis sampaikan kepada pihak-pihak di bawah ini:

1. Dr Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd, M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Winarno Dwi Raharjo, M.Pd., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Drs. Suprpto, M.Pd., selaku dosen penguji 1 yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun.
5. Drs. Masugino, M.Pd., selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun.
6. Bapak Mukindar kepala bidang pengujian DISHUBKOMINFO kota Semarang, yang telah memberikan ijin penelitian.

7. Semua pihak yang turut membantu proses penyusunan skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran guna membangun kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna skripsi ini, semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, Februari 2015  
Penulis



Milad Falah Kamajaya



## ABSTRAK

**Kamajaya, Falah Milad.** 2016. *Perbedaan Konsumsi Dan Kepekatan Gas Buang Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Solar Dan Campuran Solar Dengan Minyak Cengkeh.* Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing Drs. Winarno Dwi Raharjo M.Pd.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan konsumsi bahan bakar dan kepekatan gas buang mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan campuran solar dengan minyak cengkeh. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu, melakukan uji coba untuk mengetahui hasil konsumsi bahan bakar dan kepekatan gas buang mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran solar ditambah minyak cengkeh dengan perbandingan campuran 98:2%, 96:4%, dan 94:6%. Data hasil pengujian yang diperoleh dibandingkan dengan data hasil pengujian menggunakan bahan bakar solar murni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran solar dengan minyak cengkeh lebih irit dan prosentase kepekatan gas buang lebih rendah dibandingkan menggunakan solar murni. Berdasarkan hasil pengujian, pada perbandingan campuran 98:2% mendapatkan hasil terbaik terkait konsumsi dan perbandingan 96:4% merupakan perbandingan terbaik untuk hasil dari kepekatan gas buang dibandingkan dengan campuran lainnya dan solar murni.

Kata kunci: konsumsi bahan bakar, kepekatan gas buang, minyak cengkeh.



## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii

### **BAB I PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. PembatasanMasalah.....	5
D. RumusanMasalah.....	5
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	6

### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

A. Landasan Teori .....	7
1. Mesin Diesel .....	7
2. Solar .....	9
3. Minyak Cengkeh.....	13



4.	Konsumsi Bahan Bakar .....	14
5.	Gas Buang.....	16
B.	Penelitian yang Relevan.....	19
C.	Kerangka Berfikir .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
A.	Bahan Penelitian .....	22
B.	Alat Penelitian.....	22
C.	Tempat dan Tanggal penelitian.....	22
D.	Prosedur Penelitian .....	23
1.	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian .....	23
2.	Proses Penelitian .....	24
3.	Data Penelitian.....	26
4.	Analisis Data.....	27
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b>		
A.	Hasil Penelitian .....	28
B.	Pembahasan .....	32
C.	Keterbatasan Penelitian.....	40
<b>BAB V PENUTUP</b>		
A.	Kesimpulan .....	42
B.	Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Prinsip kerja mesin 4 langkah .....	8
Gambar 2.2 Kerangka berfikir penelitian.....	21
Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian .....	23
Gambar 4.1 Grafik konsumsi bahan bakar (detik) vs putaran mesin (rpm).....	30
Gambar 4.2 Grafik kepekatan gas buang (%) vs putaran mesin (rpm).....	31



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Batasan sifat solar menurut Dirjen Migas.....	12
Tabel 4.1 Hasil uji laboratorium karakteristik bahan bakar .....	29
Tabel 4.2 Pengujian Konsumsi Bahan bakar .....	29
Tabel 4.3 Pengujian Kepekatan Gas Buang.....	31



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat ijin penelitian ke DISHUBKOMINFO

Lampiran 2. Surat ijin penelitian ke Teknik Kimia UGM

Lampiran 3. Lembar hasil uji Laboratorium LPPT UGM

Lampiran 4. Surat ijin penelitian dari Kesbangpol

Lampiran 5. Batasan sifat fisik bahan bakar solar Dirjen Migas

Lampiran 6. Peraturan ambang batas emisi kendaraan Permen LH

Lampiran 7. Dokumentasi



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Mesin diesel termasuk jenis mesin pembakaran dalam yaitu proses pembakaran bahan bakar dan udara terjadi di dalam sistem. Pada mesin diesel, proses pembakaran terjadi karena udara yang telah dikompresikan sampai *temperature* dan tekanan tinggi kemudian bahan bakar diinjeksikan atau disemprotkan ke dalam ruang bakar. Mesin diesel sangat digemari dalam dunia transportasi maupun industri. Hal ini dikarenakan mesin diesel dapat menghasilkan daya yang besar. Mesin diesel relatif lebih hemat bahan bakar dibandingkan mesin bensin.

Berkembangnya teknologi di dunia otomotif akan menghasilkan produk-produk kendaraan dengan kapasitas mesin besar. Kendaraan yang mempunyai kapasitas mesin besar harus diimbangi dengan pemakaian bahan bakar yang sesuai. Apabila bahan bakar yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan mesin yang digunakan akan mengganggu proses pembakaran sehingga dapat mengakibatkan gejala knocking atau detonasi. Saat ini bahan bakar yang dijual di pasaran umumnya mempunyai angka setana rendah dan cenderung tidak sesuai dengan kapasitas mesin yang digunakan. Kapasitas mesin besar tetapi menggunakan bahan bakar dengan angka setana rendah dapat mengakibatkan konsumsi bahan bakar berlebih. Tingkat konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh *temperature* bahan bakar atau mesin,

dan juga dipengaruhi oleh beban mesin. angka setana pada bahan bakar juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar.

Solar merupakan bahan bakar yang sering digunakan untuk kendaraan bermesin diesel, yang umumnya digunakan untuk jenis kendaraan transportasi ataupun kendaraan niaga. Selain itu solar juga digunakan untuk mesin diesel pada industri. Solar didapatkan melalui penyulingan minyak bumi. Selain sebagai bahan bakar, solar juga berfungsi sebagai pelumas pada komponen mesin diesel. Solar memiliki angka setana sebesar 45.

Bahan bakar solar yang beredar di pasaran mempunyai kandungan belerang, karbon, abu dan lain-lain. Solar yang mempunyai kandungan-kandungan tersebut apabila digunakan untuk proses pembakaran mesin diesel dapat menghasilkan gas buang yang bersifat racun, nantinya berdampak bagi kesehatan. Gas buang kendaraan berandil besar pada masalah polusi udara di kota-kota besar. Apabila jumlah kendaraan yang menggunakan bahan bakar tersebut terus meningkat, maka udara yang di hirup sudah tidak sehat dan membahayakan kesehatan. Emisi gas buang juga dipengaruhi oleh kebocoran oli pelumas di ruang bakar dan ikut terbakar. Pelumas yang terbakar akan menghasilkan asap berwarna putih. Menanggapi emisi gas buang yang berbahaya akibat residu-residu yang terkandung di dalam solar, maka diperlukan zat aditif yang terbuat dari bahan nabati yang dapat menghasilkan gas buang yang lebih ramah lingkungan.

Emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran mesin diesel dipengaruhi beberapa hal, salah satunya oleh sempurna atau tidaknya proses pembakaran yang terjadi. Sempurnanya proses pembakaran berhubungan dengan

angka setana pada bahan bakar tersebut. Angka setana yang rendah dapat mengakibatkan terjadinya detonasi, karena bahan bakar sukar terbakar dengan sendirinya. Sedangkan angka setana yang tinggi menyebabkan bahan bakar lebih mudah terbakar, dan memungkinkan proses pembakaran terjadi lebih lama sehingga proses pembakaran dapat terjadi lebih baik. Maka diperlukan bahan bakar dengan angka setana yang sesuai dengan kondisi mesin yang digunakan agar menghasilkan proses pembakaran yang lebih baik.

Emisi gas buang pada mesin diesel umumnya sama dengan emisi gas buang pada mesin bensin, hanya saja persentasenya yang lebih sedikit atau kecil. Senyawa-senyawa emisi gas buang dari mesin diesel yaitu HC, CO dan NOx. Senyawa-senyawa tersebut bersifat racun, dan apabila udara tercemar oleh senyawa-senyawa tersebut dan bereaksi dengan oksigen dapat mengganggu kesehatan manusia. Emisi lain yang dihasilkan oleh mesin diesel adalah asap hitam. Pada mesin diesel asap gas buang yang dikeluarkan dari knalpot dapat dilihat secara visual dengan jelas. Asap yang sangat hitam atau pekat menunjukkan proses pembakaran yang kurang sempurna. Asap hitam yang dihasilkan mesin diesel dapat mengganggu pandangan mata dan kesehatan manusia. Pengukuran kepekatan gas buang atau *opasitas* dinyatakan dalam prosentase (%). Permasalahan emisi gas buang dapat diatasi dengan cara meningkatkan kualitas bahan bakar yang digunakan. Kualitas bahan bakar yang baik dapat membuat proses pembakaran menjadi lebih sempurna. Proses pembakaran yang sempurna dapat menghasilkan tenaga yang optimal dan emisi gas buang yang lebih baik. Karena senyawa-senyawa emisi pada mesin diesel persentasenya lebih kecil dibandingkan dengan mesin bensin, maka pengujian gas buang pada mesin diesel

lebih diutamakan pada pengujian kepekatan gas buang. Hal ini dilakukan mengingat gas buang pada mesin diesel terkandung zat karsinogen yang dapat menyebabkan kanker.

Minyak atsiri dapat dibuat dari berbagai macam jenis tumbuhan melalui proses destilasi atau penyulingan sehingga dapat menghasilkan minyak atsiri. Minyak atsiri dapat digunakan sebagai bio aditif untuk campuran pada bahan bakar. Penggunaan bio aditif dari minyak atsiri dapat meningkatkan kualitas dari bahan bakar tersebut dan dapat mengurangi polusi udara akibat emisi gas buang hasil pembakaran mesin kendaraan. Pada umumnya zat aditif yang digunakan pada bahan bakar yaitu *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dan *Tetra Methyl Lead* (TML) mengandung logam berat Pb yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Salah satu minyak atsiri yang dapat digunakan sebagai bio aditif adalah minyak cengkeh. Minyak cengkeh didapat dari proses destilasi atau penyulingan daun cengkeh, bunga dan batang bunga cengkeh.

Melimpahnya tanaman cengkeh di Negara Indonesia sehingga dapat diolah menjadi minyak cengkeh. Minyak cengkeh termasuk dalam golongan minyak atsiri. Kandungan utama pada minyak cengkeh adalah eugenol sekitar 80%. Bagian dari tanaman cengkeh yang dapat disuling menjadi minyak antara lain, daun, bunga dan tangkai bunga cengkeh. Sifat dari minyak cengkeh yang dapat larut pada bahan bakar, dapat menjadikan minyak cengkeh sebagai bio aditif bahan bakar yang berguna untuk meningkatkan kualitas bahan bakar dan pembakaran.



Berdasarkan latar belakang tersebut maka diadakan penelitian tentang pengaruh penambahan bioaditif dari minyak cengkeh pada solar terhadap konsumsi bahan bakar, kepekatan gas buang mesin diesel.

### **B. Identifikasi Masalah**

Bedasarkan uraian latar belakang diatas maka identifikasi masalah yang muncul yaitu solar yang umum digunakan pada kendaraan bermesin diesel mempunyai kualitas yang kurang baik, yang dapat mengakibatkan konsumsi bahan bakar cenderung lebih boros. Kandungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh proses pembakaran dari bahan bakar solar bersifat racun dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, dan asap yang dihasilkan dapat mengganggu pernafasan dan penglihatan manusia. Asap dan emisi gas buang dapat dikendalikan dengan cara memperbaiki proses pembakaran meningkatkan kualitas bahan bakar yang digunakan. Untuk memperbaiki proses pembakaran dapat dilakukan dengan cara menaikkan angka setana pada solar.

### **C. Pembatasan Masalah**

Untuk memperjelas masalah yang akan dikaji pada penelitian ini maka diberikan batasan masalah yaitu bahan bakar yang digunakan adalah solar yang dicampur dengan dengan minyak cengkeh dengan prosentasi perbandingan 98:2%, 96:4% dan 94:6% yang akan diperoleh hasil terkait dengan konsumsi bahan bakar dan kepekatan gas buang mesin diesel.

#### **D. Rumusan Masalah**

Bedasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konsumsi bahan bakar mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dicampur minyak cengkeh dibandingkan menggunakan solar murni ?
2. Bagaimana kepekatan gas buang mesin diesel apabila menggunakan bahan bakar solar dicampur minyak cengkeh dibandingkan menggunakan solar murni ?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini mempunyai tujuan, antara lain:

1. Untuk membandingkan konsumsi bahan bakar bila menggunakan bahan bakar solar dicampur minyak cengkeh dengan solar murni.
2. Mengetahui perbandingan kepekatan gas buang jika menggunakan bahan bakar solar murni dan campuran solar yang dicampur minyak cengkeh.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi bahwa menggunakan bahan bakar solar yang dicampur minyak cengkeh dapat menurunkan konsumsi bahan bakar mesin diesel.
2. Memberikan informasi bahwa menggunakan bahan bakar solar yang dicampur minyak cengkeh dapat menurunkan kepekatan gas buang pada mesin diesel.
3. Dapat mengembangkan pembuatan bioaditif dari potensi tanaman-tanaman yang ada di sekitar kita.

## BAB II

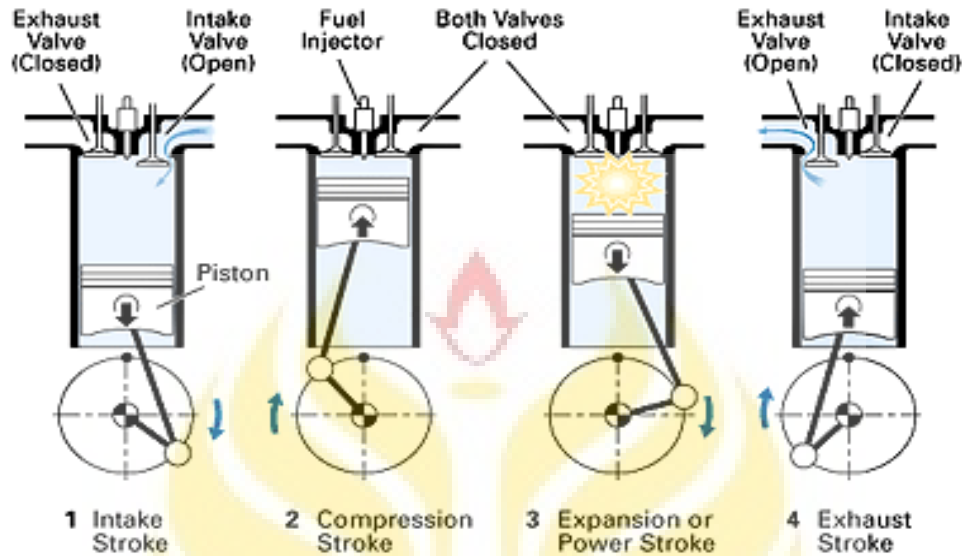
### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

##### 1. Mesin Diesel

Menurut Arismunandar dan Tsuda (2002: 5) mesin diesel disebut juga mesin dengan penyalaan kompresi, karena cara membakar bahan bakarnya dengan menyemprotkan bahan bakar oleh injektor kedalam ruang bakar yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi akibat langkah kompresi piston yang menekan udara murni. Mesin diesel termasuk jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion*). Pemakaian mesin diesel lebih hemat bahan bakar sekitar 25% dibandingkan dengan mesin bensin. Harga bahan bakar mesin diesel lebih murah dibandingkan harga bahan bakar mesin bensin. Akan tetapi perbandingan kompresi pada mesin diesel lebih tinggi dari pada mesin bensin tekanan kerja mesin dieselpun lebih tinggi. Maka bahan pembuatan mesin diesel dibuat lebih kuat yang mengakibatkan mesin diesel lebih berat. Harga komponen mesin diesel terutama pompa-pompa yang sangat mahal menyebabkan harga mesin diesel lebih mahal dibandingkan harga mesin bensin. Ciri khas mesin diesel yaitu mengeluarkan bunyi yang keras serta menimbulkan getaran yang besar. Selain itu gas buang yang dihasilkan mesin diesel berwarna pekat dan berbau. Akan tetapi gas buang pada mesin diesel tidak banyak mengandung racun dibandingkan gas buang pada mesin bensin.

Prinsip kerja mesin diesel 4 langkah terjadi pada 2 kali putaran engkol dan terdiri dari 4 kali gerakan dan proses.



Gambar 2.1 Prinsip kerja motor 4 langkah

- Pertama Langkah hisap, yaitu piston bergerak ke bawah dari TMA menuju TMB dengan menghisap udara dari *intake* manifold. Pada langkah hisap keadaan katup *in* terbuka sedangkan katup *ex* tertutup.
- Kedua langkah kompresi, yaitu piston bergerak dari TMB menuju TMA dengan keadaan kedua katup tertutup. Piston bergerak keatas untuk mengkompresi atau menekan udara murni sehingga tekanan mencapai 32 bar dan *temperature* meningkat mencapai 550°C. Setelah piston mencapai atas atau TMA bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar oleh injektor atau *nozzle*. Dengan adanya *temperature* dan tekanan yang tinggi pada ruang bakar maka bahan bakar akan terbakar.

- c. Ketiga, setelah terjadinya pembakaran maka hasil pembakaran akan menghasilkan gaya dorong untuk mendorong piston ke bawah atau TMB yang juga bisa disebut langkah usaha atau langkah ekspansi, dimana akan terjadi kerja mekanik yaitu memutar poros engkol. Kedua katup dalam keadaan tertutup.
- d. Keempat adalah langkah buang, pada saat langkah buang piston bergerak keatas dari TMB ke TMA dengan katup buang dalam keadaan terbuka. Pergerakan piston ke atas akan mendorong atau membuang gas buang hasil pembakaran ke luar melalui katup buang. Pada saat langkah buang tekanan dalam silinder lebih tinggi dibandingkan tekanan luar (*atmosfer*)

## 2. Solar

Bahan bakar mesin diesel atau solar mempunyai sifat mudah terbakar sendiri. Ketika bahan bakar diinjeksikan atau disemprotkan kedalam ruang bakar, bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya tanpa diberi percikan bunga api oleh busi tetapi dengan udara yang bertekanan tinggi dalam silinder. Kualitas bahan bakar mesin diesel disebut dengan bilangan setana. Bilangan setana bahan bakar mesin diesel harus lebih dari 30 dan *volalitas* bahan bakar yang rendah agar proses pembakar dalam silinder lebih sempurna (Arifin, 2008: 26). Bahan bakar mesin diesel dapat menjadi pelumas pada komponen-komponen sistem bahan bakar. Pada solar terdapat kandungan belerang yang dapat menyebabkan dinding silinder aus. Kandungan karbon pada solar dapat menimbulkan endapan pada *nozzle* dan ruang bakar. Bahan bakar mesin diesel harus mempunyai viskositas yang rendah agar mampu mengalir dengan mudah melalui saluran bahan bakar.

Menurut Suhartanto dan Arifin (2008: 22) bahan bakar yang baik untuk mesin diesel harus memenuhi persyaratan sifat-sifat bahan bakar diesel. Dikutip dari Arismunandar (2002: 16-17) sifat-sifat bahan bakar mesin diesel yang perlu diperhatikan ialah:

a. Bilangan setana

Bilangan setana adalah suatu angka yang digunakan untuk menunjukkan kualitas bahan bakar. Atau angka yang menunjukkan ketahanan terhadap detonasi.  $\alpha$ -methyl-naphtalene ( $C_{10}H_7CH_3$ ) merupakan bahan bakar standar pengukur setana normal ( $C_{16}H_{36}$ ).

b. Nilai kalor

Nilai kalor bahan bakar diukur menggunakan kalorimeter dan harga analitik dari kalor hidrogen. Nilai kalor bahan bakar mesin diesel sekitar 10.000 kcal/kg.

Sifat-sifat lain bahan bakar yang baik menurut Nugroho (2006: 16-17) antara lain:

a. Viskositas

*Viskositas* atau kekentalan adalah kemampuan *fluida* untuk dapat mengalir. Pengukuran derajat viskositas sebuah fluida dinyatakan dalam waktu alir (detik) yang dibutuhkan untuk menghabiskan sejumlah fluida pada volume tertentu yang diukur mengalirkan fluida tersebut pada sebuah pipa dengan ukuran tertentu pada kondisi standar dibandingkan dengan waktu alir air murni pada temperatur standar atau sama. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan fluida tersebut atau semakin sukar untuk

mengalir maka semakin tinggi pula *viskositasnya*. *Viskositas* pada bahan bakar juga dapat dipengaruhi oleh atom-atom karbon yang terkandung pada bahan bakar.

Rendahnya *viskositas* pada bahan bakar dapat menghasilkan butiran-butiran halus atau kabut ketika disemprotkan kedalam ruang bakar, sehingga dapat memudahkan pembakaran bahan bakar tersebut. Apabila *viskositas* pada bahan bakar tinggi maka bahan bakar yang disemprotkan kedalam ruang bakar akan berberntuk butiran-butiran besar atau kasar dan dapat menyulitkan pembakaran bahan bakar tersebut. Akibatnya pembakaran kurang sempurna. Untuk *viskositas* bahan bakar pada mesin diesel disesuaikan dengan spesifikasi mesin diesel yang diproduksi.

b. Titik nyala

Titik nyala adalah mulai terbakarnya bahan bakar pada suhu rendah dimana uap dari bahan bakar tercampur dengan udara dan akan menyala atau terbakar apabila diberi percikan bunga api. Atau terbakar dengan sendirinya oleh udara yang bertekanan tinggi pada ruang bakar.

c. Berat jenis

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat sejumlah minyak dengan berat sejumlah air pada jumlah atau volume yang sama. Pengukuran berat jenis dilakukan pada kondisi yang sama yaitu pada *temperature* 15,6°C (60°F).

Bahan bakar pada mesin diesel yaitu solar mempunyai titik nyala 60-70°C, *viskositas* 2.0-5.0 mm<sup>2</sup>/s, nilai pembakaran 10.000 kal/kg dan suhu didih pada 250-

300°C. Untuk menghindari korosi maka kadar belerang pada solar tidak lebih dari 1%. Minyak untuk bahan bakar mesin diesel mempunyai sifat penyalaan yang relatif lambat atau lama. Kualitas bahan bakar untuk mesin diesel dinyatakan dengan kadar cetana ( $C_{10}H_{34}$ ) yang mempunyai nilai 40-70.

Tabel 2.1. Batasan sifat bahan bakar solar menurut Dirjen Migas.

Sifat	Batasan Min	Batasan Max
<i>Specific gravity at 60/60°F</i>	0,820	0,870
<i>color ASTM</i>	45	3,0
<i>Cetane number, or alternatiely</i>	48	-
<i>Calculate cetane index</i>	-	-
<i>Cinematic viscosity at 100° F</i>	1,6	5,8
<i>Viscosity SSU at 100° F. sec</i>	35	45
<i>Pour Point° C</i>	-	65
<i>Sulfur content % wt</i>	-	0,5
<i>Conradson carbon residu % wt</i>	-	0,1
<i>Water content % wt</i>	-	0,05
<i>Sediment % wt</i>	-	0,01
<i>Ash content % wt</i>	-	0,01
<i>Total acid number mg KOH /gr</i>	-	0,6
<i>Flash Point PM cc°F</i>	150	-
<i>Recovery at 300°C % vol</i>	40	-



### 3. Minyak Cengkeh

Menurut Hadi (2012: 1) minyak cengkeh didapat dari proses penyulingan/destilasi dari bungai, tangkai atau gagang bunga dan daun cengkeh. Minyak cengkeh termasuk dalam jenis minyak atsiri, dan kandungan minyak atsiri pada minyak cengkeh mencapai 21,3%. Kandungan terbesar pada minyak cengkeh adalah *eugenol* yang mencapai 78-85%. *Eugenol* dapat bermanfaat dalam pembuatan *vanilin*, *eugenil metil eter*, *eugenil asetat* dll.

Tawaha (2012: 84) mengatakan bahwa *eugenol* merupakan kandungan utama pada minyak cengkeh. *Eugenol* dan senyawa-senyawa lainnya mempunyai macam-macam manfaat pada industri, seperti industri nabati, farmasi, kosmetik dll. Turunan senyawa *eugenol* yaitu *eugenol asetat* dapat digunakan sebagai bioaditif bahan bakar solar yang dapat meningkatkan kualitas pembakaran bahan bakar.

Minyak atsiri dapat larut atau bercampur dengan solar. Dari hasil analisis, komponen penyusun minyak atsiri mengandung atom oksigen yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas bahan bakar sehingga pembakaran bahan bakar pada mesin dapat menjadi lebih sempurna.

Minyak cengkeh diperoleh dengan cara destilasi uap dari buah atau daun cengkeh yang telah gugur. Buah cengkeh yang kering mengandung sekitar 18,32% minyak atsiri dengan kandungan *eugenol* sebesar 80,94%. Sedangkan daun cengkeh mengandung sekitar 2,97% minyak atsiri dengan kandungan *eugenol* sebesar 82,13%. Minyak cengkeh hasil destilasi uap berwarna coklat gelap, tetapi setelah didestilasi ulang akan diperoleh cairan berwarna kekuningan jernih dengan indeks bias pada  $20^{\circ}\text{C} = 1,530$ , massa jenis pada  $30^{\circ}\text{C} = 0,9994$ .

Minyak cengkeh memiliki tingkat kelarutan yang tinggi pada solar. Tingginya tingkat kelarutan ini dapat mengurangi kekakuan struktur bahan bakar dengan cara menurunkan kekuatan ikatan antar molekul penyusun bahan bakar solar, sehingga dapat meningkatkan reaktifitas pembakaran bahan bakar. Cengkeh juga dapat berperan sebagai “penyedia oksigen” secara internal sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna, serta atom oksigen dalam bahan bakar dapat mengoksidasi jelaga dan gas karbon monoksida (CO) sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna.

Tabel 2.2. Standar mutu minyak cengkeh SNI 1991

Minyak Cengkeh	Karakteristik
Berat Jenis pada 15°C	1,03-1,06
Putaran Optik (ad)	-1°35
Indeks Refraksi pada 20°C	1,52-1,54
Kadar Eugenol	78-93%
Kelarutan dalam Alkohol 70%	Larut dalam dua volume

Sumber : <http://agribisnis.deptan.go.id>

#### 4. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan banyaknya jumlah bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin untuk melakukan proses pembakaran di dalam ruang bakar dengan jangka waktu tertentu. Pengukuran konsumsi bahan bakar dapat dilakukan dengan cara mengukur aliran sejumlah volume bahan bakar kemudian dihitung pada satuan waktu (detik) dikutip dari Aditya dan Warju (2014: 13).

Menurut Widiyanto (2014:44) konsumsi bahan bakar merupakan pengukuran sejumlah bahan bakar yang digunakan mesin pada jangka waktu tertentu. Pengukuran konsumsi bahan bakar dapat menjadi suatu pertanda efisiensi kerja pada mesin. Tingkat konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Putaran Mesin

Konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan putaran mesin. Apabila putaran mesin tinggi, maka konsumsi bahan bakar akan meningkat. Apabila putaran mesin rendah maka konsumsi bahan bakar relatif lebih hemat.

b. Beban Mesin

Beban mesin sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar mesin. Beban mesin yang berat mengakibatkan konsumsi bahan bakar meningkat. Contoh beban mesin yang berat adalah menyalakan AC, kendaraan berjalan pada kondisi jalan menanjak dan penumpang kendaraan yang melebihi batas.

c. Suhu Bahan Bakar

Tingginya suhu bahan bakar dapat mengakibatkan konsumsi bahan lebih boros dibandingkan bahan bakar dengan suhu normal.

d. Kapasitas Mesin

Konsumsi bahan bakar pada mesin juga dipengaruhi oleh kapasitas mesin tersebut. Misal mesin dengan volume silinder atau cc yang besar cenderung lebih boros bahan bakar dibandingkan mesin dengan volume silinder lebih kecil.

e. Angka setana

Angka setana merupakan angka yang menunjukkan kualitas bahan bakar solar. Angka setana yang tinggi memudahkan bahan bakar terbakar dalam kompresi sehingga banyak memberikan waktu untuk proses pembakaran dan kemungkinan terjadinya detonasi dapat dihindari.

## 5. Gas Buang

Menurut Rabiman (2011: 17) emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran kendaraan merupakan polutan yang dapat mengotori udara. Emisi gas buang terbentuk akibat beberapa faktor, antara lain :

### a. Sulfur atau Belerang

Kandungan sulfur atau belerang pada bahan bakar fosil dapat menghasilkan sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) pada saat proses pembakaran. Sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) akan sangat berbahaya apabila bertemu dengan uap air di udara yang dapat mengakibatkan terjadinya hujan asam.

### b. Bahan Bakar Tidak Terbakar

Apabila selama proses pembakaran terdapat bahan bakar yang tidak terbakar, maka akan menimbulkan asap gas buang yang berwarna hitam pekat. Bahan bakar yang tidak terbakar berupa karbon (C).

### c. Minyak Pelumas Terbakar

Kebocoran cincin oli pada piston dapat mengakibatkan minyak pelumas naik dan terbakar di dalam silinder. Minyak pelumas atau oli yang terbakar dapat menimbulkan asap gas buang berwarna putih. Apabila asap warna putih sangat banyak, maka minyak pelumas yang terbakar semakin banyak. Asap yang timbul akibat minyak pelumas terbakar mengandung susunan karbon (C dan H).

d. Kotoran atau Residu

Partikel-partikel yang terkandung pada bahan bakar semisal kadar abu dan debu, berkontribusi besar terhadap partikulat yang terdapat pada gas buang hasil pembakaran.

Gas buang mesin diesel (asap) sangat dominan dalam pencemaran udara. Campuran udara kompresi dengan bahan bakar yang tidak sebanding dapat menghasilkan partikulat yang berlebih pada gas buang. Untuk mengatur gas buang pada mesin diesel maka diadakan pengujian kepekatan gas buang atau *opasitas*. Kepekatan gas buang atau *opasitas* merupakan kemampuan asap untuk meredam atau menghambat cahaya. Kepekatan gas buang 100% yaitu cahaya tidak dapat menembus asap sama sekali. Cahaya dapat menembus asap tanpa mengurangi intensitas cahaya maka kepekatan gas buang tersebut dinyatakan 0% (Suhartanto dan Arifin, 2008: 28).

Asap gas buang berwarna hitam pekat yang dihasilkan oleh mesin diesel sangat berbahaya karena membuat udara menjadi keruh dan dapat mengganggu pernafasan. Akan tetapi asap gas buang mesin diesel tidak menutup kemungkinan mengandung karsinogen, yang dapat menyebabkan penyakit kanker. Batas kepekatan gas buang dinilai secara objektif dan diukur secara kuantitatif. Pengukuran kepekatan gas buang dilakukan dengan menggunakan semacam kertas saringan yang dialiri asap gas buang. Warna yang terdapat pada kertas saringan tersebut dibandingkan dengan standard warna yang telah ditentukan kemudian dibaca hasilnya (Arismunandar, 2002: 52).

Asap atau gas buang hasil pembakaran dapat mengganggu pernafasan dan mengurangi jarak pandang mata. Partikulat padatan pada gas buang dapat menyerap

dan memecah cahaya. Karena ukuran diameter partikulat yang sangat kecil yaitu sekitar 0,5-1 $\mu$ m, oleh sebab itu partikulat dapat masuk kedalam paru-paru sampai ke bagian dalam dan akan mengganggu sistem pernafasan manusia (Sumarsono, 2008: 142).

Kepekatan gas buang atau opasitas yang dihasilkan oleh mesin diesel dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Putaran mesin

Putaran mesin yang rendah cenderung menghasilkan asap yang lebih pekat, karena jumlah udara yang terkompresi tidak sebanding dengan jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder sehingga menimbulkan asap yang lebih pekat.

b. Kualitas bahan bakar

Kualitas bahan bakar sangat berpengaruh terhadap kepekatan gas buang mesin diesel. kualitas bahan bakar yang baik membuat proses pembakaran menjadi lebih sempurna. Proses pembakaran yang sempurna dapat menghasilkan asap yang tidak terlalu pekat sehingga tidak membuat udara menjadi keruh.

Dikutip dari Sitepu (2009: 65) gas sisa proses pembakaran juga mengandung senyawa-senyawa lain, diantaranya :

- a. Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)
- b. Karbon Monoksida (CO)
- c. Hidrokarbon (HC)
- d. Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)

e. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

f. Dan lain lain

## B. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan merupakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya guna mendukung atau sebagai acuan untuk melakukan penelitian serupa. Penelitian pertama, Towaha (2012: 84) dari penelitian tersebut dapat disimpulkan minyak cengkeh dari hasil penyulingan daun, bunga dan batang bunga cengkeh mempunyai kandungan terbesarnya yaitu *eugenol*. Besar kandungan *eugenol* pada minyak cengkeh sekitar 70-96%. Kandungan *eugenol* pada minyak cengkeh sangat bermanfaat untuk berbagai macam industri, antara lain, industri farmasi, makanan, minuman, rokok, perikanan pertambangan dan industri kimia lainnya. Turunan senyawa *eugenol* yaitu *eugenol asetat* dapat digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar untuk meningkatkan kualitas bahan bakar sehingga dapat meningkatkan proses pembakaran pada kendaraan.

Penelitian kedua Sumarsono (2008: 144-147) mengemukakan bahwa menambahkan minyak jarak dapat meningkatkan nilai *flash point* dan *viskositas* pada bahan bakar campuran tersebut. Sehingga kepekatan gas buang hasil pembakaran dapat diturunkan dibandingkan menggunakan bahan bakar solar 100%.

Penelitian ketiga Widiyanto (2014: 44) pada penelitian ini menyimpulkan bahwa menambahkan biodiesel pada solar dapat menurunkan konsumsi bahan bakar mesin diesel

Penelitian keempat Suhartanto dan Zainal Arifin (2008: 41) pada penelitian ini menyimpulkan bahwa biodiesel yang dicampurkan pada solar dapat menurunkan prosentase kepekatan gas buang mesin diesel.

### C. Kerangka Berfikir

Bahan bakar yang baik untuk mesin diesel yaitu yang dapat mencegah terjadinya detonasi. Semakin tinggi angka setana atau semakin baiknya kualitas bahan bakar maka semakin baik pula proses pembakaran yang terjadi. Proses pembakaran yang baik berdampak pada emisi gas buang yang tidak berbahaya. Selain itu proses pembakaran yang baik dapat menghasilkan tenaga yang maksimal.

Bio aditif dari minyak cengkeh dapat meningkatkan kualitas bahan bakar. Karena terbuat dari bahan nabati maka penambahan bio aditif minyak cengkeh menghasilkan gas buang yang ramah lingkungan, yang ditandai dengan menurunnya prosentase kepekatan gas buang (*opasitas*).



Gambar 2.2. Kerangka berfikir penelitian



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsumsi bahan bakar mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran solar dengan minyak cengekeh lebih irit dibandingkan menggunakan solar murni.
2. Prosentase kepekatan gas buang mesin diesel berbahan bakar campuran solar dengan minyak cengekeh lebih rendah dibandingkan menggunakan solar murni.
3. Menggunakan bahan bakar campuran solar dengan minyak cengekeh, perbandingan campuran 98:2% merupakan perbandingan terbaik jika digunakan untuk menurunkan konsumsi bahan bakar dan pada perbandingan 96:4% merupakan perbandingan terbaik untuk menurunkan prosentase kepekatan gas buang mesin diesel dibandingkan dengan perbandingan campuran yang lain.

## B. Saran

1. Jika ingin menghemat konsumsi bahan bakar mesin diesel dapat menambahkan minyak cengkeh pada solar dengan perbandingan 98:2% untuk mendapatkan hasil terbaik terkait konsumsi bahan bakar mesin diesel.
2. Menambahkan minyak cengkeh pada solar dapat menurunkan kepekatan gas buang hasil pembakaran mesin diesel dengan menggunakan perbandingan campuran 96:4% untuk mendapatkan hasil yang optimal.
3. Apabila ingin melakukan uji laboratorium sifat fisik bahan bakar, untuk mendapatkan hasil penelitian terkait konsumsi bahan bakar dan kepekatan gas buang maka sifat fisik bahan bakar yang perlu diuji antara lain :
  - a) *Flash Point*
  - b) *Cetana Number*
  - c) *Viscosity Kinematic*
  - d) *Residu Carbon*
  - e) *Sulfur Content*

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya.Warju. 2014. Rancang bangun Fuel Meter Untuk Mengukur Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Isuzu C 190. *JRM*. 1(3).
- Arismunandar, W. Dan K. Tsuda. 2002. *Motor Diesel Putaran Tinggi*.Pradnya Pramita. Jakarta.
- Fathoni, A. 2006.*Metode Penelitian & Teknik Penyusunan Skripsi*. Edisi Pertama. Rineka Cipta. Jakarta
- Hadi, S. 2012. Pengambilan Minyak Atsiri Bunga cengkeh (Clove Oil) Menggunakan Pelarut n-Heksana dan Benzena. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 1(2).
- Nugroho, Astri. 2006. *BIOREMEDIASI Hidrokarbon Minyak Bumi*. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Jakarta.
- Rabiman, danZ. Arifin.2011. *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel*.Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sitepu, T. 2009. Kajian Eksperimental Pengaruh Bahan Aditif Octane Booster Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel. *Jurnal Dinamis*. 1(5).
- Suhartanto, dan Z. Arifin. 2008. Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel. *Jurnal Penelitian Saintek*. 13(1).
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarsono, M. 2008. Analisa Pengaruh Campuran Bahan Bakar solar-Minyak Jarak Pagar Pada Kinerja Motor Diesel Dan Gas Buang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 9(2).
- Towaha, J. 2012. *Manfaat Eugenol Cengkeh Dalam Berbagai Industri di Indonesia*. Perspektif. 11( 2).
- Widianto, A. dan Muhaji. 2014. Uji Kemampuan Campuran Bahan Bakar Solar-Biodiesel Dari Minyak Biji Jarak Terhadap Unjuk Kerja Dan Opasitas Mesin Diesel 4 Langkah. *JTM* . 2(3).