

# TUGAS AKHIR

## PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR JELANTAH METHYL ESTER TERHADAP KEBISINGAN PADA MOTOR DIESEL



RSSP  
629 825 72  
Cat  
P-1  
2002

Disusun Oleh:

**BENY CAHYONO**

4298 100 039

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**2002**

Tgl. Terim	09 / 09 / 02
Terima	H
No. Agenda	115

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR JELANTAH  
METHYL ESTER TERHADAP KEBISINGAN PADA  
MOTOR DIESEL**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**Surabaya, Juli 2002**

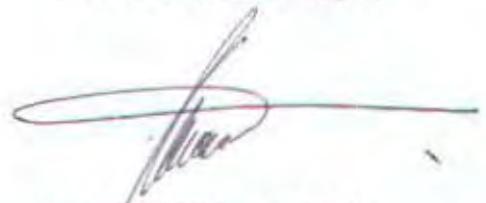
**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Agoes Santoso, M.Sc.**  
**NIP. 131.933.295**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Alim Widodo, M.Sc.**  
**NIP. 131.474.402**



## UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Perhiasan seorang pemuda di tengah masyarakatnya ialah kelulusan akalnya, meski sedikit kekayaannya. Dan keburukannya di tengah masyarakat adalah kekeerdilan akalnya, meski tinggi nasab keturunannya. (Ibrahim Bin Hasan).*

## UCAPAN TERIMAKASIH

*Assalamu'alaikum w.r. w.b.*

*Bismillahirrahmaanirrahim*

Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini kami tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Agung Zuhdi M.F, MEng, atas pemberian idenya dan konsultasinya dalam pembuatan proposal Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Agus Sutoto, MT, atas kesediannya untuk membimbing serta memberi dukungan, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Ir. Alim Widodo, atas kesediannya untuk membimbing serta memberi dukungan, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Siti Fatimah dan Bapak Mulyono serta Saudara – saudaraku (Aan, Luci dan Endah) yang telah memberi dukungan moral, material serta do'a hingga aku bisa menyelesaikan kuliah ini
5. Rekan-rekan Fc 62 yang telah memberikan dukungan, terutama mr Te dan putu yang telah memberikan pinjaman komputer.
6. Rekan-rekan penghuni kontrakan Kejawan Gebang 17B yang telah memberikan dukungan, dan pinjaman komputer.
7. Seluruh ciftas Mesin fluida terimakasih atas dukungan yang telah diberikan.
8. Seluruh angkatan 98 atas kekompakan dan dukungan yang diberikan pada penulis.

Dan tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada seluruh teman - teman yang tak dapat aku tuliskan dalam buku ini.

*Wassalaamu 'alaikum . Wv. Wk*

Surabaya , Juni 2002

Penulis



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Sebaik-baik pemberian Allah kepada seseorang adalah akalnyanya, tak ada sesuatu pun yang setara dengan-Nya. jika Dia telah memberi kesempurnaan bagi seseorang, maka sempurna pula akhlak perbuatannya. (Ibrahim Bin Hasan)*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

*Bismillahirrahmaanirrahim*

Puji syukur kehadirat Allah SWT., atas limpahan rahmat-Nya , sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan atas Nabi Muhammad Sallallaahu 'Alaihi Wasallama , sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Jelantah Methyl Ester Terhadap Tingkat Kebisingan Pada Motor Diesel*".

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan kelulusan program Sarjana (S-1) pada jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Bagi penulis selesainya Tugas Akhir dan selesainya masa perkuliahan ini adalah saat bersatu padunya bermacam-macam perasaan dan suasana hati, saat dimana batas antara gembira dan sedih, optimisme dan pesimisme susah untuk dibedakan. Perasaan tersebut memang selayaknya muncul pada diri penulis yang merasakan telah berhasil keluar dari suatu arena "*pertarungan*", baik itu pertarungan dengan birokrasi kampus, kode etik kampus, beban biaya, nilai-nilai, buku dan diktat-diktat, serta tugas-tugas kuliah selama kurang lebih empat tahun.

Dalam rentang waktu selama itu, penulis mengakui bahwa banyak sekali yang diperoleh. Penulis dapat mengerti tentang sistem permesinan, kelistrikan, menggambar dengan rapido, dan banyak lainnya. Kampus bagi penulis tetaplah bagaikan seorang ibu yang penyantun dan penyayang, yang telah bersusah payah mengandung dan melahirkan penulis sebagai Sarjana Teknik (*Insinyur ITS Cuk!*) yang merupakan hal yang dicita-citakan penulis sejak kecil.

Harapan dari penulis, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi civitas akademika Teknik Sistem Perkapalan pada khususnya, dan ITS pada umumnya. Hanya inilah karya penulis yang dapat diberikan kepada almamater.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangannya, sehingga kami berharap masukan-masukan, kritik serta saran yang bersifat membangun yang nantinya akan bermanfaat bagi pengembangan lebih lanjut.

*Wassalaamu 'alaikum. Wv. Wk*

Surabaya, Juli 2002

Penulis



## ABSTRAK

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Jika engkau merasakan terusik, oleh panasnya matahari, keringnya musim gugur dan dinginnya musim dingin, dan kau terlena oleh pesona musim semi, coba katakan padaku, kapan engkau dapat menuntut ilmu? (Ahmad Bin Faris Ar-Razy)*

## ABSTRAK

*Semakin meningkatnya taraf kemakmuran masyarakat memberikan tuntutan untuk memperoleh kenyamanan dalam hidupnya. Kebisingan yang berlebih dalam kehidupan sehari – hari dapat mengganggu kesehatan dan kenyamanan. Fenomena ini menunjukkan perlunya dilakukan pengontrolan terhadap sumber - sumbernya.*

*Kebisingan akibat proses pembakaran pada motor diesel tidak dapat dihindarkan sebab proses pembakaran pada mesin ini menggunakan tekanan dan temperatur yang tinggi. Bahan bakar terbakar dengan sendirinya didalam silinder, sehingga motor diesel memerlukan bahan bakar yang sfesifik. Berubahnya bahan bakar yang digunakan akan mempengaruhi tingkat kebisingan yang dihasilkan.*

*Dengan ditemukannya jelantah methyl ester sebagai bahan bakar solar maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar tingkat kebisingan yang dihasilkan. Jelantah methyl ester sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar diduga memiliki angka cetana yang lebih kecil dibandingkan dengan solar. Bahan bakar dengan angka setana yang lebih rendah akan menambah panjang ignition delay. Bertambahnya ignition delay akan menimbulkan hard combustion. Hard combustion pada mesin diesel merupakan salah satu sumber kebisingan pada mesin diesel.*



## DAFTAR ISI

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Gunakanlah malam sekehendak, hatimu sesungguhnya malam itu siang bagi orang yang berpikiran tajam. (Imam Al-Alusi)*

## DAFTAR ISI

JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-3
1.3. Batasan Masalah	I-4
1.4. Tujuan	I-5
1.5. Manfaat	I-5
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Karakteristik Motor Diesel	II-1
2.2 Proses Pembakaran Pada Motor Diesel	II-1
2.3 Pengaruh Bahan Bakar Pada Proses Pembakaran	II-5

2.3.1	Pengaruh Sifat Kimia Bahan Bakar	II-6
2.3.2	Pengaruh Sifat Fisika Bahan Bakar	II-6
2.4	Karakteristik Jelantah Methyl Ester Dibandingkan Solar	II-7
2.4.1	Biodiesel	II-7
2.4.2	Esterifikasi	II-8
2.4.3	Minyak Solar	II-10
2.4.3.1	Berat Jenis	II-11
2.4.3.2	Viskositas	II-11
2.4.3.3	Angka Setana	II-11
2.4.3.4	Titik Nyala	II-12
2.4.3.5	Titik Tuang	II-12
2.5	Prinsip Dasar Terjadinya Kebisingan Oleh Mesin	II-12
2.6	Tingkat Kebisingan Pada Mesin Empat Langkah	II-13
2.6.1.1	Hubungan Kebisingan dengan Kecepatan	II-14
2.6.1.2	Efek Beban Mesin Terhadap Kebisingan	II-15
2.6.1.3	Efek Ukuran Mesin	II-15
2.6.2	Kebisingan Pada Mesin Diesel dengan Turbocharge	II-16
2.7	Tingkat Kebisingan Pada Mesin Diesel Dua Langkah	II-17
2.8	Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan	II-18
<b>BAB III METODOLOGI</b>		
3.1	Umum	III-1
3.2	Esterifikasi	III-1
3.2.1	Penyiapan unit esterifikasi	III-1
3.2.2	Produksi jelantah methyl ester	III-2

3.3	Uji karakteristik jelantah methyl ester	III-4
3.4	Pra Eksperimen	III-5
3.4.1	Spesifikasi Mesin Diesel	III-5
3.4.2	Spesifikasi Generator	III-6
3.5	Komposisi pemakaian bahan bakar jelantah methyl ester	III-10
3.6	Eksperimen di Engine Test bed	III-10
3.7	Analisa unjuk kerja motor diesel dengan bahan bakar jelantah methyl ester	III-12
3.8	Kesimpulan	III-12

**BAB IV ANALISA DATA**

4.1	Produksi jelantah methyl ester	IV-1
4.2	Karakteristik jelantah methyl ester	IV-3
4.3	Pencampuran jelantah methyl ester dengan minyak solar	IV-4
4.4	Tingkat Kebisingan	IV-5
4.4.1	Hubungan Max Pressure dengan Putaran Dan Beban	IV-5
4.4.2	Hubungan Antara Kebisingan dengan Putaran	IV-14

**BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dan Dia telah menundukkan malam dan siang, matahari dan bulan untukmu. dan binatang-binatang itu ditundukkan (untukmu) dengan perintah-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda kekuasaan Allah bagi kaum yang mempergunakan akalnya.*  
(Q.S. An-Nahf:12)

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan OSHA 1981	II-19
Tabel 2.2	Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan OSHA 1984	II-20
Tabel 2.3	Tingkat Getaran untuk Kenyamanan dan Kesehatan	II-21
Tabel 3.1	Karakteristik bahan bakar minyak solar Pertamina	III-8



## DAFTAR GAMBAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Sesungguhnya seburuk-buruk binatang melata dalam pandangan Allah ialah orang-orang yang pekak dan tuli, yang tidak mau menggunakan akalnyanya. (Q.S. Al-Anfal:22)*

**DAFTAR GAMBAR**

Gb.2.1 Pembagian Proses Pembakaran	II-2
Gb.2.2 Proses Reaksi Bahan Bakar dengan Udara Pembakaran	II-4
Gb.2.3 Reaksi Esterifikasi	II-9
Gb.2.7 Prosentase input-output proses esterifikasi	II-10
Gb.3.1 Skema pengujian motor diesel	III-6
Gb.3.2 Peralatan pengujian motor diesel	III-7
Gb.3.3 Flowchart pembuatan jelantah methyl ester	III-13
Gb.3.4 Flowchart pengujian di engine test bed	III-14
Gb.3.5 Flowchart metodologi pengerjaan Tugas Akhir	III-15
Gb.4.1 Hasil proses esterifikasi	IV-2
Gb.4.2 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan yang Menggunakan Bahan Bakar Solar Murni	IV-5
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan yang Menggunakan Jelantah Methyl Ester 10%	IV-7
Gb.4.4 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan yang Menggunakan Jelantah Methyl Ester 20%	IV-8
Gb.4.5 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan yang Menggunakan Jelantah Methyl Ester 30%	IV-9
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan yang Menggunakan Beban 400 Watt pada Berbagai Bahan Bakar	IV-10

Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan yang Menggunakan Beban 800 Watt pada Berbagai Bahan Bakar	IV-11
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan yang Menggunakan Beban 1200 Watt pada Berbagai Bahan Bakar	IV-12
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Max pressure untuk Percobaan Tanpa Beban pada Berbagai Bahan Bakar	IV-13
Gb.4.2 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan yang Menggunakan Bahan Bakar Solar Murni	IV-15
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan yang Menggunakan Jelantah Methyl Ester 10%	IV-17
Gb.4.4 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan yang Menggunakan Jelantah Methyl Ester 20%	IV-18
Gb.4.5 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan yang Menggunakan Jelantah Methyl Ester 30%	IV-19
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan yang Menggunakan Beban 400 Watt pada Berbagai Bahan Bakar	IV-20
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan yang Menggunakan Beban 800 Watt pada Berbagai Bahan Bakar	IV-21
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan yang Menggunakan Beban 1200 Watt pada Berbagai Bahan Bakar	IV-22
Gb.4.3 Hubungan Antara Putaran dengan Kebisingan untuk Percobaan Tanpa Beban pada Berbagai Bahan Bakar	IV-24



## DAFTAR NOTASI

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*(Al-Quran ini adalah penjelasan yang sempurna bagi manusia agar mereka diberi peringatan dengannya, agar mereka mengetahui bahwa Dia adalah Tuhan Yang Maha Esa, dan agar orang-orang berakal mengambil pelajaran (Q.S. Ibrahim 14:52))*

## DAFTAR NOTASI

$P_e$	= Daya efektif	(Kw)
$V_a$	= Tegangan armatur	(Volt)
$I_a$	= Arus armatur	(Ampere)
$\eta_g$	= Efisiensi generator	(Generator MINDONG $\eta = 0.9$ )
$mep$	= Tekanan efektif rata-rata	(N/m <sup>2</sup> )
$V_l$	= Volume langkah.	(m <sup>3</sup> )



## DAFTAR LAMPIRAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Yang mendengarkan perkataan lalu mengikuti apa yang paling baik, diantaranya. Mereka itulah orang-orang yang telah diberi Allah petunjuk dan mereka itulah orang-orang yang mempunyai akal. (Q.S. Az-Zumar: 18).*

## DAFTAR LAMPIRAN

- Tabel 1 Data Percobaan Dengan Bahan Bakar Solar
- Tabel 2 Data Percobaan Dengan Bahan Bakar Jelantah Methyl Ester 10%
- Tabel 3 Data Percobaan Dengan Bahan Bakar Jelantah Methyl Ester 20%
- Tabel 4 Data Percobaan Dengan Bahan Bakar Jelantah Methyl Ester 30%
- Tabel 5 Data Percobaan Dengan Bahan Bakar Jelantah Methyl Ester 100%
- Gambar 1. Hubungan Bmep dengan Kebisingan pada Putaran 2000rpm
- Gambar 2. Hubungan Bmep dengan Kebisingan pada Putaran 2400rpm
- Gambar 3. Hubungan Bmep dengan Kebisingan pada Putaran 2600rpm
- Gambar 4. Hubungan Beban dengan Kebisingan untk Bahan Bakar Solar
- Gambar 5. Hubungan Beban dengan Kebisingan untk JME. 10%
- Gambar 6. Hubungan Beban dengan Kebisingan untk JME. 20%
- Gambar 7. Hubungan Beban dengan Kebisingan untk JME. 30%
- Gambar 8. Hubungan Bmep dengan Kebisingan untuk Bahan Bakar solar
- Gambar 9. Hubungan Bmep dengan Kebisingan untuk Bahan Bakar Jelantah  
Methyl Ester 10%
- Gambar 10. Hubungan Bmep dengan Kebisingan untuk Bahan Bakar Jelantah  
Methyl Ester 20%
- Gambar 11. Hubungan Bmep dengan Kebisingan untuk Bahan Bakar Jelantah  
Methyl Ester 30%



## BAB I PENDAHULUAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Bacalah! Dengan nama Tuhanmu yang menciptakan, Menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah! Tuhanmulah yang mulia, Yang mengajarkan manusia dengan kalam, Mengajar manusia apa yang tiada ia ketahui. (Q.S. Al Alaq)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Motor diesel saat ini memberikan kontribusi yang sangat besar pada perkembangan ekonomi di Indonesia dimana seluruh kegiatan industri dan transportasi bertumpu pada mesin ini. Semakin bertambahnya penggunaan mesin untuk mempermudah kegiatan akan membawa dampak berupa semakin menipisnya kandungan minyak didalam perut bumi. Upaya untuk mendapatkan bahan bakar alternatif sebagai bahan bakar pengganti minyak dari fraksi hidro karbon perlu dilakukan.

Jelantah methyl ester yang diharapkan menjadi bahan bakar pengganti solar pada saat-saat mendatang diperkirakan memiliki nilai setan yang relatif kecil bila dibanding dengan bahan bakar solar. Nilai setan pada bahan bakar untuk motor diesel memegang peranan penting dalam proses pembakaran

Penggunaan bahan bakar dengan nilai setan yang lebih rendah akan membutuhkan temperatur dan tekan yang lebih tinggi untuk dapat terbakar sendiri. Dengan bertambahnya temperatur dan tekanan akan menimbulkan hard combustion pada mesin diesel dan hard combustion ini akan meningkatkan nilai kebisingan.

Makin bertambah majunya teknologi membuat permintaan masyarakat akan kenyamanan lingkungan juga bertambah. Meningkatnya kebisingan dalam

lingkungan kerja dapat mengganggu para pekerja dan menambah stres mereka. Dalam jangka panjang tingkat kebisingan ini akan meningkatkan jumlah ketulian pada pekerja. Sehingga dalam penggunaan mesin diesel dalam dunia industri dan transportasi dituntut agar tidak menimbulkan tingkat kebisingan yang tinggi.

Untuk mengetahui tingkat kebisingan akibat penggunaan bahan bakar maka perlu dilakukan pengukuran terhadap mesin dengan menggunakan bahan bakar solar, jelantah methyl ester dan beberapa komposisi campuran antara kedua bahan bakar ini. Untuk meminimalkan tingkat kebisingan pada mesin diesel perlu diadakan set-up ulang pada mesin selain itu dapat juga melakukan penyampuran bahan bakar dan penambahan aditif pada bahan bakar agar proses pembakaran menjadi lebih sempurna.

## 1.2 Batasan Masalah

Kesadaran manusia akan menipisnya cadangan minyak bumi membuat mereka berusaha untuk mencari bahan bakar alternatif. Dimana bahan bakar alternatif ini harus memenuhi beberapa syarat agar memenuhi kriteria sebagai bahan bakar. Jelantah methyl ester merupakan hasil esterifikasi dari minyak jelantah sisa penggorengan yang sudah tidak dipergunakan diharapkan dapat menggantikan posisi minyak solar sebagai bahan bakar motor diesel.

Bahan bakar jelantah methyl ester memiliki angka setana lebih rendah dan nilai viskositas lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan bakar solar.

Penggunaan bahan bakar dengan nilai setana yang rendah pada mesin diesel akan menambah waktu ignition delay sehingga menyebabkan hard combustion. Hard combustion yang lebih besar pada mesin diesel akan menambah tingkat kebisingan pada mesin tersebut sehingga akan mengganggu kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Dengan dipromosikannya jelantah sebagai biodiesel serta telah diberlakukannya peraturan kebisingan maka perlu eksperimen tentang besarnya angka kebisingan motor diesel yang menggunakan jelantah methyl ester. Meskipun angka kebisingan diperkirakan lebih tinggi namun diharapkan masih tetap memenuhi persyaratan. Dalam penelitian ini akan dicari komposisi bahan bakar (campuran solar dan jelantah methyl ester) ideal yang memenuhi standard sekaligus tetap handal dalam performance enginanya. Apabila dengan berbagai komposisi tidak memenuhi persyaratan maka perlu memberikan rekomendasi untuk memodifikasi sistem injeksi bahan bakar.

### 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk :

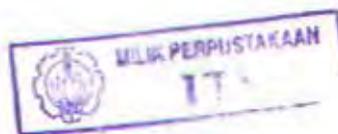
1. Mengetahui tingkat kebisingan motor diesel dengan menggunakan bahan bakar solar.
2. Mengetahui tingkat kebisingan pada motor diesel yang menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester

3. Mengetahui tingkat kebisingan akibat penambahan minyak jelantah methyl ester pada bahan bakar solar yang digunakan sebagai bahan bakar motor diesel.
4. Membandingkan tingkat kebisingan pada motor diesel akibat menggunakan bahan bakar minyak jelantah methyl ester dengan tingkat kebisingan yang menggunakan bahan bakar solar.

#### 1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui tingkat kebisingan motor diesel dengan bahan bakar solar.
2. Mengetahui tingkat kebisingan akibat penggunaan bahan bakar minyak jelantah methyl ester.
3. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat tingkat kebisingan motor diesel akibat penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester.





## BAB II DASAR TEORI

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Katakanlah: Kalau sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis) kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula). (Q.S. Al-Kahfi: 109)*

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Karakteristik Motor Diesel**

Karakteristik utama motor diesel yang membedakan dengan motor bakar lain adalah proses pembakaran. Motor diesel tidak menggunakan alat kusus untuk mencampur bahan bakar, jadi dalam mesin ini bahan bakar diinjeksikan langsung kedalam ruang bakar yang memiliki suhu dan tekanan yang tinggi. Penginjeksian ini dilakukan pada saat mesin melakukan kompresi sehingga tekanan udara dalam selinder meningkat. Dengan alasan ini maka mesin diesel disebut juga dengan mesin kompresi.

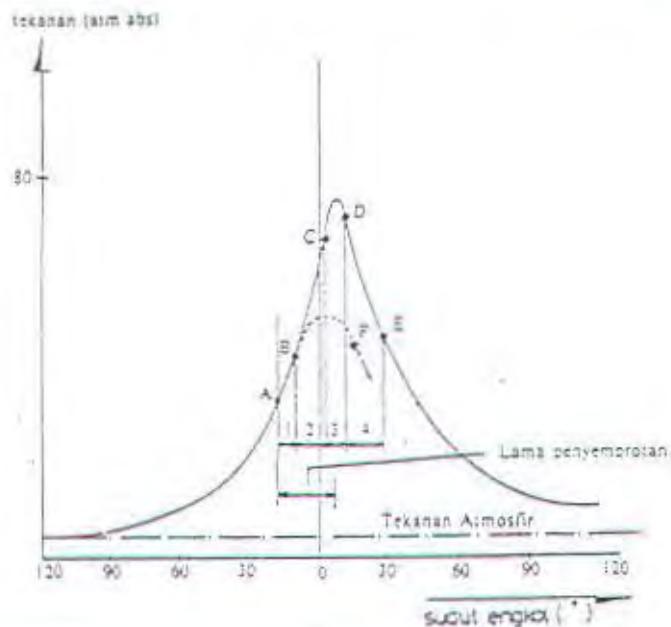
Kelebihan mesin diesel yang lain adalah efisiensinya yang tinggi sehingga masyarakat lebih banyak memilih mesin ini sebagai penggerak dalam dunia industri. (RWL Mathur, 1980)

#### **2.2. Proses Pembakaran Pada Mesin Diesael**

Mesin diesel menginjeksikan bahan bakar kedalam selinder langsung. Belum tercampurnya bahan bakar dengan udara maka bahan bakar yang akan masuk kedalam silinder memerlukan tekanan dan suhu yang tinggi untuk melakukan pembakaran. Bahan bakar yang diinjeksikan kedalam silinder berbentuk butiran – butiran halus. Karena dalam silinder terjadi tekanan

yang tinggi akibat tahap kompresi maka bahan bakar tersebut menguap dan bercampur dengan udara.

Proses penguapan berlangsung secara terus menerus selama temperatur mencukupi. Jadi pembakaran dalam mesin diesel berlangsung secara berangsur-angsur dimana proses pembakaran awal terjadi pada temperatur yang relative rendah dan laju pembakaran akan lebih cepat. Penomena ini terjadi akibat pembakaran berlangsung pada temperatur yang lebih tinggi. (Wiranto, 1983)



Gambar 2.1 Pembagian proses pembakaran

Pada motor diesel proses pembakarannya dibagi dalam empat periode yaitu:

- o Periode persiapan pembakaran (ignition delay)

Tahap ini diawali dengan penginjeksian bahan bakar kedalam silinder, dimana proses penginjeksian terjadi pada saat beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, sehingga terlihat adanya self ignition yang ditandai

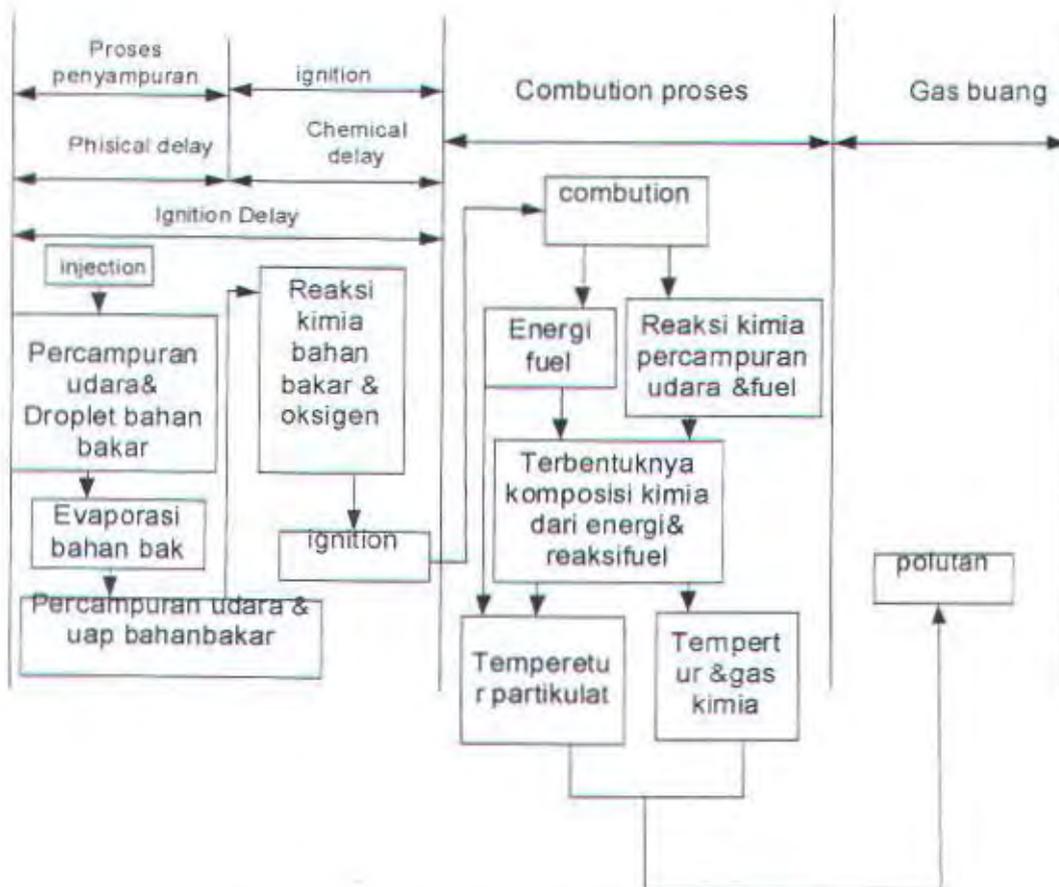
dengan naiknya tekanan. Bahan bakar yang diinjeksikan kedalam silinder berbentuk kabut sehingga bahan bakar akan mudah menguap dan bercampur dengan udara yang terkompresi. Waktu yang dibutuhkan dalam proses ini cukup panjang, membuat penyampuran bahan bakar dengan udara pada mesin diesel kurang sempurna. Lama waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan bahan bakar sangat dipengaruhi oleh mutu penyalaan bahan bakar, kecepatan masuk bahan bakar, temperatur dan tekanan udara masuk, perbandingan kompresi, kecepatan percampuran bahan bakar dan perbandingan udara dengan bahan bakar. Periode ini fisik dan chemical delay selama terjadinya perpindahan panas dari udara ke spray bahan bakar,

- Periode pembakaran cepat (rapid combustion atau premixed combustion)  
Phase pembakaran cepat terjadi pada volume konstan. Phase ini dimulai dari proses pembakaran (ignition) hingga flame berkembang. Pada phase ini bahan bakar yang sudah bercampur dengan udara akan terbakar dengan cepat dan diikuti pula oleh peningkatan tekanan yang sangat cepat (pada titik C). Heat release pada phase ini mencapai maksimum. Phase ini akan berakhir dengan pembakaran yang terkendali dimana heat release sudah mulai menurun.
- Periode pembakaran terkendali (controlet combustion)  
Periode pembakaran terkendali ditandai dengan mulai menurunnya tekanan dalam silinder dan pada periode ini bahan bakar yang belum sempat terbakar pada periode pembakaran cepat akan terbakar. Pada

periode ini tekanan yang tinggi pada silinder sudah menurun sehingga disebut dengan pembakaran terkendali.

- o Periode pembakaran lanjutan (final burning up)

Dengan berakhirnya penginjeksian bahan bakar ke dalam silinder dan heat release mencapai nol sehingga keadaan ini disebut pembakaran lanjut. Selama periode ini penurunan partikel mulai padam namun difusi dari oksigen tetap terkontrol proses pembakarannya. Tahap ini tekanan yang terjadi akibat proses pembakaran menurun dengan drastis dan tidak besar sehingga didalam grafik akan menyerupai garis yang landai. Periode ini diakhiri dengan pembuangan gas buang. (Wiranto, 1988)



Gambar 2.2 Proses reaksi bahan bakar dengan udara pembakaran

Pada mesin diesel periode persiapan pembakaran (ignition delay) dibedakan dalam dua phase yaitu:

- Physical delay

Physical delay merupakan proses penyampuran bahan bakar dengan udara bertekanan yang berada dalam silinder, proses penyampuran ini tidak berhubungan dengan sifat kimia jadi hanya akibat proses fisik saja. Physical delay dimulai saat bahan bakar diinjeksikan kedalam ruang bakar hingga pertama kali menyala. Proses yang terjadi pada periode ini adalah berawal dari injeksi bahan bakar, penyampuran bahan bakar dengan udara, penguapan bahan bakar dan pencampuran uap bahan bakar dengan udara.

- Chemical delay

Periode ini disebut dengan chemical delay karena pada periode ini terjadi reaksi kimia antara bahan bakar dengan udara sebelum terjadi pembakaran local. Bahan bakar yang diinjeksikan kedalam silinder berbentuk kabut dengan dibantu oleh suhu panas akibat proses kompresi didalam silinder mengakibatkan ion – ion bahan bakar akan mudah bercampur dengan ion – ion dari gas dan proses penyampuran ini akan membutuhkan waktu yang cukup panjang. Setelah melalui tahap ini akibat suhu yang tinggi maka bahan bakar dengan sendirinya akan terbakar dan dimulailah tahap rapid combustion. (John B, Heywood, 1988)

### **2.3. Pengaruh Bahan Bakar Pada Proses Pembakaran**

Mesin diesel dengan proses pembakaran kompresi membutuhkan bahan bakar khusus dimana bahan bakar ini harus dapat terbakar dengan sendirinya dalam tekanan dan temperature yang tinggi. Dimana yang berpengaruh dalam bahan bakar adalah Sifat fisik dan sifat kimia.

#### **2.3.1. Pengaruh Sifat Kimia Bahan Bakar**

Qualitas bahan bakar pada mesin diesel ditentukan oleh jumlah kandungan niali setan dalam bahan bakar, nilai setan bahan bakar berbanding terbalik dengan niali oktan. Angka setan adalah rantai karbon yang molekulnya mudah untuk dipecah sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara akan lebih mudah.

Nilai setan sangat berpengaruh dalam proses pembakaran. Bahan bakar dengan nialai setan yang tinggi akan mempercepat proses ignition delay. Dengan berkurangnya ignition delay dalam proses pembakaran akan mengurangi hard kombution pada mesin. Berkurangnya hard kombution pada proses pembakaran akan mengurangi tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh mesin.

#### **2.3.2. Pengruh Sifat Fisika Bahan Bakar**

Sifat fisika didalam bahan bakar tidak memiliki pengaruh yang besar dalam proses pembakaran. Dalam beberapa pengujian dengan penggunaan viskositas yang berbeda tetapi tidak memiliki perbedaan yang menyolok. Tetapi

proses pemanasan, atomisasi bahan bakar, proses penyemprotan bahan bakar pengaruhnya cukup signifikan dalam waktu proses pembakaran.

## 2.4 Karakteristik Jelantah Methy Esater Dibandingkan Solar

### 2.4.1. Biodiesel

Biodiesel merupakan nama yang diberikan untuk bahan bakar yang terdiri dari *mono-alkyl ester* yang dapat terbakar dengan bersih. Biodiesel juga dapat ditulis sebagai B100. B100 menunjukkan bahwa biodiesel tersebut murni 100 % terdiri atas mono-alkyl ester.

Campuran biodiesel (*biodiesel blend*) merupakan campuran biodiesel dengan bahan bakar fosil lainnya. Campuran ini ditulis sebagai **Bxx**, dimana **xx** menyatakan persen komposisi biodiesel dalam total campuran tersebut. Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif, mulai diteliti sebagai akibat makin sadarnya manusia akan pencemaran yang ditimbulkan bahan bakar konvensional serta persediaan minyak bumi yang terus menipis. Sebagai bahan bakar yang dapat diperbaharui, biodiesel mempunyai keuntungan antara lain karena mudah digunakan karena hanya memerlukan sedikit atau bahkan tidak memerlukan sama sekali modifikasi dari diesel engine yang telah ada (*National Biodiesel Board, 1998*), dapat diurai oleh alam secara alamiah, dan dapat diproduksi secara domestik hasil pertanian.

Dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel dapat menghasilkan jumlah power, dan torsi yang sama dengan diesel oil dalam jumlah yang sama. Hal ini dikarenakan umumnya biodiesel mempunyai angka setana yang lebih tinggi dari

diesel oil. Selain itu biodiesel juga mempunyai efek pelumasan yang lebih baik dari pada diesel oil. Biodiesel juga sesuai dengan komponen dalam diesel engine yang menggunakan diesel oil.

Sebagai produk alam biodiesel diolah dengan bahan baku minyak atau lemak yang diperoleh dari berbagai hasil pertanian dan peternakan. Pengolahan bahan baku menjadi faktor penting untuk menghasilkan biodiesel yang berkualitas yang memenuhi standar. Untuk menghasilkan *methyl ester* dari minyak dan lemak ada tiga tahap yang dilakukan yaitu:

1. Katalisasi minyak dengan methanol dalam rangka transesterisasi,
2. Katalisasi asam minyak dengan methanol dalam rangka esterifikasi.
3. Mengubah minyak dari asam lemak menjadi *metil ester*.

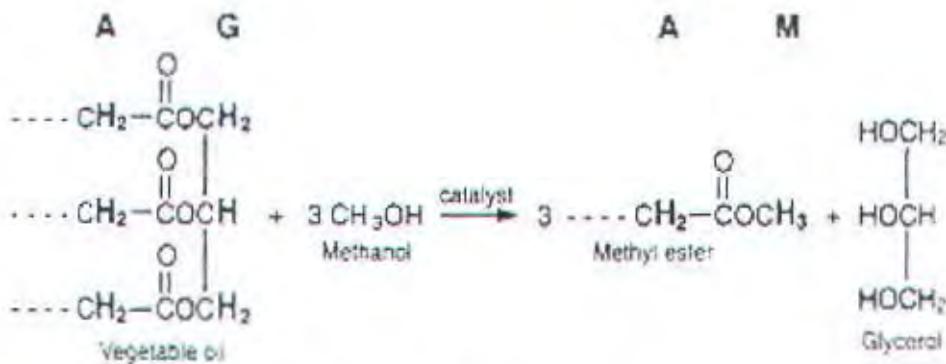
Sedangkan istilah jelantah methyl ester merupakan nama untuk biodiesel yang didapat dari pengubahan minyak jelantah (*Waste Vegetable Oil*) ke dalam bentuk ester melalui proses esterifikasi. Proses pengubahan minyak jelantah ke dalam bentuk ester tersebut dapat diadopsi dari metode pembuatan yang dilakukan *Mike Pelly dan Aleks Kac*.

#### 2.4.2 Esterifikasi

Alat untuk memproduksi biodiesel disebut dengan transesterifikasi. Ada dua jenis transesterifikasi yaitu sistem *batch* dan *continues* (*Graboski dan McCormick, 1998*), (*Allen and Watts, 1996*). Dalam skala laboratorium tipe *batch* lebih cocok karena produksinya tidak terlalu besar (*Allen and Watts, 1996*).

Sedangkan untuk kapasitas yang lebih besar tipe continues lebih baik. Tipe semacam ini lebih cocok untuk proses komersial.

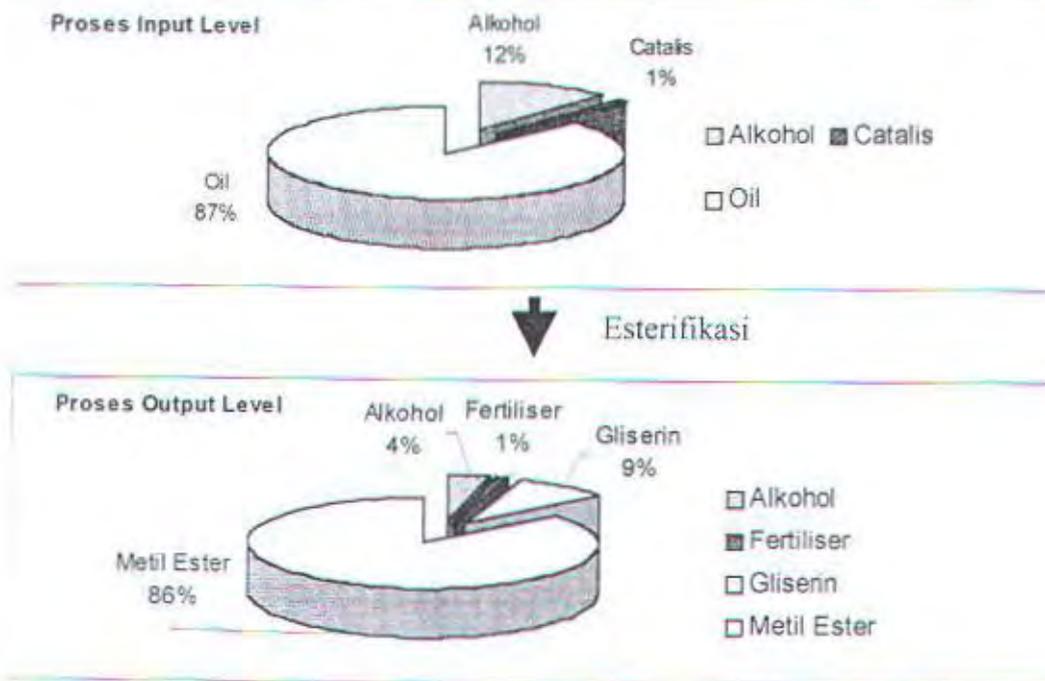
Pada dasarnya proses pembuatan biodiesel adalah merubah minyak nabati kedalam bentuk ester. Untuk memperoleh ester, minyak nabati direaksikan dengan alkohol (*methanol* atau *ethanol*). Untuk mempercepat reaksi maka digunakan KOH atau Sodium Hidroksida sebagai katalisator. Dalam kesetimbangan stokiometri, reaksi ini dapat ditulis sebagai berikut :



SCHEME 1

Gambar 2.3. Reaksi esterifikasi

Pada proses esterifikasi juga tidak dihasilkan residu yang berbahaya. Pada gambar 2.7. dapat dilihat bahwa pada proses esterifikasi tersebut tidak ada bahan yang tersisa.



Gambar 2.4 Proses dan Produk Esterifikasi.



### 2.4.3 Minyak Solar

Minyak solar adalah campuran molekul hidrokarbon yang kompleks, sebagai hasil suatu proses destilasi minyak bumi. Pada umumnya minyak solar merupakan campuran dari beberapa produk pengilangan yang sebagian besar merupakan hasil unit destilasi primer. Namun untuk menghasilkan produk minyak solar sering kali produk dari pengilangan lainnya dikonversi menjadi minyak solar.

Dari sejumlah karakteristik minyak solar, beberapa diantaranya sangat mempengaruhi proses pembakaran pada motor diesel. Karakteristik tersebut antara lain :

#### 2.4.3.1. Berat jenis

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari volume tertentu suatu benda terhadap berat dari volume yang sama dari air. Berat jenis erat kaitannya dengan nilai kalori dan jumlah tenaga yang dihasilkan per satuan bahan bakar tersebut. Sebelum minyak solar masuk ke dalam ruang bakar, minyak tersebut harus disedot dari tangki melalui filter dan dialirkan dengan tekanan rendah ke pompa injeksi bahan bakar dan dalam jumlah tertentu ditekan dan diinjeksikan sebagai butiran-butiran halus yang akan menyala dan terbakar di ruang bakar. Besar butiran, penetrasi maupun kapasitas pompa injeksi tersebut sangat dipengaruhi oleh berat jenis minyak yang bersangkutan. Dengan demikian berat jenis bahan bakar akan mempengaruhi desain pompa injeksi, filter maupun injektor yang akan digunakan. Nilai dari berat jenis minyak solar menurut peraturan DITJEN MIGAS adalah 0,82 – 0,87 pada suhu 60° F.

#### 2.4.3.2. Viskositas

Viskositas fluida diukur dari tahanan atau gesekan dalamnya. Viskositas minyak dinyatakan oleh jumlah detik yang digunakan oleh volume tertentu dari minyak untuk mengalir melalui lubang dengan diameter tertentu. Semakin singkat waktu yang diperlukan berarti semakin rendah viskositasnya. Nilai dari viskositas minyak solar adalah 35 – 45 secs pada suhu 100° F.

#### 2.4.3.3. Angka Setana

Angka setana bahan bakar akan mempengaruhi kualitas penyalaan bahan bakar. Angka setana minyak yang semakin tinggi maka suhu yang diperlukan

untuk penyalaan bahan bakar akan semakin rendah. Angka setana juga mempengaruhi penyiapan penyalaan bahan bakar (*ignition delay*), semakin besar angka setana penyiapan penyalaan semakin sedikit, demikian pula sebaliknya. Hubungan tersebut dapat digambarkan seperti grafik dibawah ini:

#### 2.4.3.4. Titik Nyala

Titik nyala dapat diartikan sebagai suhu yang paling rendah untuk menimbulkan uap yang dapat terbakar dalam jumlah yang cukup untuk menyala atau terbakar sesaat ketika disinggungkan dengan nyala api. Titik nyala dari minyak solar adalah minimal 150° F.

#### 2.4.3.5. Titik Tuang

Titik tuang adalah suhu dimana minyak mulai membeku. Titik tuang penting untuk menstart dingin suatu mesin dan untuk penanganan penyimpanan minyak. Titik tuang minyak solar maksimal pada suhu 65° F.

### 2.5. Prinsip Dasar Terjadinya Kebisingan Oleh Mesin

Pada dasarnya kebisingan yang timbul pada mesin diakibatkan oleh dua komponen besar yaitu

1. komponen yang menerima beban langsung diantaranya adalah piston, connecting rod, camshaft dan komponen yang lain
2. komponen yang menerima beban dari luar diantaranya adalah silinder blok.

Proses pembakaran menimbulkan gaya akibat tekanan yang cepat dari laju panas yang timbul akibat pembakaran. Tekanan ini akan beresilasi dengan cember. Tekanan ini menimbulkan tekanan berbentuk pulsa pada bodi mesin. Hal ini dapat dimodelkan secara linier yaitu:

$$M \ddot{x} + C \dot{x} + Kx = P(t)$$

dimana

$P(t)$  adalah fluktuasi tekanan

$M$  = masa

$C$  = koefisien peredaman

$K$  = konstanta pegas

Adanya gaya ini menimbulkan kebisingan akibat struktur. Karena dengan adanya gaya besar yang bekerja pada mesin akan menimbulkan hentakan atau gesekan yang menimbulkan suara akibat adanya clearance diantara komponen mesin.

Sir Harry Ricardo mendefinisikan hubungan antara kecepatan proses pembakaran dengan kebisingan. Kebisingan diakibatkan oleh pukulan putar pada dinding silinder. Ini timbul akibat tekanan cepat yang timbul akibat gas.

Tekanan ini timbul pada waktu proses injeksi dimulai dengan dimulainya injeksi bahan bakar kedalam mulai juga proses pembakaran secara cepat. Dengan adanya proses pembakaran yang cepat maka tingkat tekanan yang timbul akan lebih rendah. Bertambahnya ignition delay menyebabkan tingkat tekanan yang lebih besar pada mesin.

## 2.6. Tingkat Kebisingan Pada Mesin Diesel Empat Langkah

### 2.6.1. Dengan Proses Pembakaran Normal

#### 2.6.1.1. Hubungan Kebisingan Dan Kecepatan

Bertambahnya kecepatan pada mesin akan meningkatkan kebutuhan bahan bakar. Ini terjadi karena dengan kecepatan bertambah maka ia membutuhkan energi yang lebih besar. Meningkatnya jumlah bahan bakar yang masuk kedalam silinder akan menambah ignition delay. Proses pembakaran yang memiliki ignition delay panjang menimbulkan pressure didalam silinder menjadi meningkat. Dengan bertambahnya tekanan pada silinder akibat bertambahnya kecepatan. Penambahan dua kali lipat kecepatan akan menambah tingkat kebisingan sebesar 9,7dB atau 32 dB pada penambahan dengan kelipatan sepuluh penambahan kecepatan. Kita dapat memperoleh garis lurus dari hubungan antara tingkat kebisingan dengan kecepatan.

Pengaruh kecepatan terhadap kebisingan pada mesin diesel dapat kita lihat melalui kecepatan timbulnya tekanan, dari sini dapat kita menghitung laju dari penambahan kebisingan akibat dari tekanan dari silinder.

Intensitas (laju sound power setiap luasan area) akibat radiasi kebisingan pada mesin dapat kita hitung melalui formula sebagai berikut:

$$I \approx N^n$$

Dimana :

(n) menunjukkan index dari pembakaran, pada mesin diesel nilai n dapat divariasikan mulai dari 2,5 sampai 4,5.

Dengan semakin halusya prases pembakaran akan menurunkan tingkat kebisingan yang ditimbulkan, hanya saja laju akibat kecepatan akan bertambah dengan sangat tinggi.

#### **2.6.1.2. Efek Beban Mesin Terhadap Kebisingan**

Penurunan beban mesin berarti akan menurunkan puncak tekanan pada silinder. Dimana tekanan initial timbul pada kondisi beban penuh. Ini akan menurunkan tingkat tekanan pada silinder pada frekuensi yang rendah. Dan ini merupakan alasan mengapa beban pada mesin akan mempengaruhi kebisingan sebesar 1-4 dB(A). Dengan sistem pembakaran yang sama dimana combustion chambers yang lebih mudah terpengaruh terhadap proses pendinginan, kebisingan yang ditimbulkan oleh beban pada mesin ini akan lebih besar.

#### **2.6.1.3. Efek Ukuran Mesin**

Pada mesin diesel dengan menggunakan Rpm yang sama dan mengalami perubahan ukuran akan meningkatkan kebisingan. Jadi pada dasarnya kebisingan pada mesin akan bertambah 17,5 dBA setiap kapasitas silinder dinaikkan dengan kelipatan sepuluh. Lalu hubungan antara ukuran mesin dengan intensitas kebisingan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I \approx V^{1.75}$$

Dimana kecepatan yang digunakan adalah kecepatan pada crankshaft, dan  $V$  adalah volume total dari silinder.

### 2.6.2. Kebisingan Pada Mesin Diesel Dengan Turbocharge

Tingginya peningkatan penggunaan mesin diesel dengan turbocharge dikarenakan mesin ini memiliki putaran yang lebih bagus. Turbocharge menyebabkan output pada mesin akan lebih besar, konsumsi bahan bakar akan lebih baik, memudahkan pengontrolan terhadap emisi gas buang dan akan mengurangi berat mesin sehingga pengaruh terhadap kebisingan akan menurun. (Leo L. Baranek, 1992)

Bagian dari beban penuh tekanan puncak silinder menyebabkan mesin dengan turbocharge menimbulkan tingkat kebisingannya lebih tinggi 30 – 60% bila dibandingkan dengan mesin dengan meyerep udara secara alami. Tingginya puncak tekanan pada silinder menyebabkan tingkat kebisingan pada mesin akan meningkat. Berkembangnya tekanan silinder yang halus hanya terjadi pada kondisi tertentu dan untuk area kecil yang terbuka dengan kecepatan dan beban.

Dengan berkurangnya kecepatan dan bebandari laju tekanan silinder yang berbentuk pulsa yang timbul secar alami, membuat kita harus mendesain ulang mesin agar sama dengan mesin dengan udara masuk secara normal. Sebab dengan timbulnya tekanan turbocharge pada mesin ini akan menambah tingkat kebisingan yang lebih besar dari pada mesin yang normal.

Effect dari pembakaran mesin yang halus pada kebisingan adalah:

- a) dengan penggunaan tekanan didalam silinder yang halus, akan menurunkan kebisingan yang ditimbulkan, hal ini akan terjadi pada mesin yang menggunakan turbocharge hanya saja tanpa pengaruh dari perubahan kecepatan dan beban.
- b) Tingginya puncak tekanan silinder menyebabkan komponen mesin yang lain ikut menimbulkan kebisingan.

Dua kombinasi yang ditimbulkan dari dua sumber kebisingan (mekanik dan kebisingan), kecepatan terhadap kebisingan pada mesin dengan turbocharge dapat kita hitung dengan rumus:

$$\text{Beban penuh: } I \approx N^{1.6-2}$$

$$\text{Setengah beban: } I \approx N^{1.5-1.8}$$

$$\text{Tanpa beban: } I \approx N^{2.6-3.5}$$

Tingkat kebisingan pada mesin dengan turbocharge tanpa beban sama besarnya dengan tingkat kebisingan pada mesin diesel dengan injeksi langsung yang tanpa turbocharge.

## 2.7. Tingkat Kebisingan Pada Mesin Diesel Dua Langkah

Tingkat kebisingan mesin diesel dua langkah pada prinsipnya adalah hamper sama dengan tingkat kebisingan pada mesin diesel empat langkah hanya saja perbedaan yang mendasar adalah banyaknya kompresi yang digunakan, dimana mesin diesel dua langkah hanya menggunakan satu kali langkah kompresi dan pada empat langkah menggunakan dua kali langkah kompresi.

Dengan berbedanya jumlah komprsi pada mesin diesel dua langkah dan empat langkah sehingga tingkat keharmonisan component berbeda. Dengan meneliti power yang sama akan kita dapatkan hal – hal sebagai berikut:

- Frekuensi rendah pada mesin dua langkah akan timbul lebih tinggi, ini akan menyebabkan component lebih harmonic.
- Tingkat kebisingan pada mesin dua langkah tingkat kebisingannya akibat tekanan silinder 6 dB lebih rendah dari pada mesin empat langkah.

Jika dibandingkan dengan kecepatan atau putaran yang sama tekanan silinder pada mesin dua langkah menyebabkan tingkat kebisingannya 6 dB lebih besar bila disbanding dengan mesin empat langkah. (Richard Lyon, 1987)

## 2.8 Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan

Kebisingan sangat berpengaruh pada fisik dan kejiwaan manusia, pada fisik manusia akan menyebabkan ketuliandan berkurangnya pendengaran. Pengaruh kebisingan pada kejiwaan manusia adalah:

1. Bunyi keras secara tiba-tiba akan mempercepat gerakan seseorang.
2. Mempengaruhi ketepatan dalam melakukan pengerjaan pengukuran.
3. Mengganggu komunikasi.

Pengaruh kebisingan pada seseorang akan berbeda karena tergantung pada daya tahan seseorang. (OSHA, 1981)

Kebisingan akibat penggunaan mesin diesel tidak dapat kita hindarkan karena pada proses pembakaran dengan tempertur dan tekanan tinggi akan lebih tinggi tingkat kebisingannya dibandingkan dengan motor bensin. Tetapi

kebisingan akibat penggunaan mesin ini masih diperbolehkan asal tetap dibawah ambang batas yang telah ditentukan. Pada tahun 1981 Occupational Safety and Health Act (OSHA), melakukan kebijakan untuk pengaturan kebisingan yaitu:

1. para pekerja tidak diperbolehkan berada di tempat kebisingan lebih 90 dB (A) selama 8 jam.
2. bunyi impulsif (pukulan) tidak boleh lebih dari 140 dB.
3. para pekerja harus menggunakan pelindung telinga.
4. perlu adanya pemeriksaan audiometrik untuk pekerja yang berada ditempat kebisingan 85 dB(A) dalam 8 jam perhari.

OSHA juga memberi batasan tingkat kebisingan yang diperbolehkan yaitu:

Tabel 2.1 *Tingkat kebisingan yang diperbolehkan (OSHA 1981).*

Duration per day (hourse)	Sound level dB(A)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0,25	115

Dan diperbaharui pada tahun 1984 :

Tabel 2.2 *Tingkat kebisingan yang diperbolehkan OSHA.*

Sound level dB(A)	Time Permitted Hours-Minutes	Sound level dB(A)	Time Permitted Hours-Minutes
85	16-0	101	1-44
86	13-56	102	1-31
87	12-8	102	1-19
88	10-34	104	1-9
89	9-11	105	1-0
90	8-0	106	0-52
91	6-58	107	0-46
92	6-4	108	0-40
93	5-17	109	0-34
94	4-36	110	0-30
95	4-0	111	0-26
96	3-29	112	0-23
97	3-2	113	0-20
98	2-50	114	0-17
99	2-15	115	0-15
100	2-0		

Pada tahun 1996 di Indonesia mulai memberlakukan kebijakan tingkat kebisingan melalui keputusan menteri lingkungan hidup NO KEP-49/MENLH/11/1996 yaitu :

Tabel 2.3 *Tingkat Getaran untuk Kenyamanan dan Kesehatan*

Frekuensi (Hz)	Nilai Tingkat Getaran, dalam mikron			
	Tidak menggangu	menggangu	Tidak nyaman	Menyakitkan
4	< 100	100 - 500	> 500 - 1000	> 1000
5	< 80	80 - 350	> 350 - 1000	> 1000
6,3	< 70	70 - 275	> 275 - 1000	> 100
8	< 50	50 - 160	> 160 - 500	> 500
10	< 37	37 - 120	> 120 - 300	> 300
12,5	< 32	32 - 90	> 90 - 220	> 220
16	< 25	25 - 60	> 60 - 120	> 120
20	< 20	20 - 40	> 40 - 85	> 85
25	< 17	17 - 30	> 30 - 50	> 50
31,5	< 12	12 - 20	> 20 - 30	> 30
40	< 9	9 - 15	> 15 - 20	> 20
50	< 8	8 - 12	> 12 - 15	> 15
63	< 6	6 - 9	> 9 - 12	> 12



### BAB III METODOLOGI

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Allah akan meninggikan rang-rang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.  
(Q.S. Al-Mujadillah: 11)*

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Umum**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian dimulai dengan pembuatan Jelantah Methyl Ester melalui proses esterifikasi. Untuk mengetahui karakteristiknya maka dilakukan pengujian sifat kimia dan fisiknya. Tingkat kebisingan akibat penggunaan bahan bakar Jelantah Methyl Ester diukur dalam pengujian pada mesin diesel 1 (satu) silender.

Penelitian ini dilakukan bersama dengan saudara taufan yang bertepatan mengambil tugas akhir dengan judul unjuk kerja motor diesel dengan bahan bakar biodiesel. Sehingga dalam beberapa hal ada kemiripan.

#### **3.2. Esterifikasi**

##### **3.2.1. Penyiapan Unit Esterifikasi.**

Proses esterifikasi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang ada sebelumnya. Alat yang digunakan dalam penelitian inipun mengacu pada penelitian yang sudah ada. Adanya keterbatasan dana kami mencoba melakukan proses esterifikasi dengan menggunakan alat – dapur. Walaupun menggunakan alat yang relatif sederhana tetapi pada prinsipnya penggunaan alat ini sama dengan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya. Sebagai catatan alat yang digunakan tidak boleh ikut bereaksi dalam proses

esterifikasi, maka dipilih alat yang terbuat dari stainless steel. Adapun alat yang perlu dipersiapkan dalam percobaan ini adalah:

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. Kompor        | 7. Stopwatch     |
| 2. Panci         | 8. Alat pengaduk |
| 3. Thermometer   | 9. Pipet         |
| 4. Alat saring   | 10. Masker       |
| 5. Gelas ukur    | 11. Gelas reaksi |
| 6. Sarung tangan |                  |

Bahan - bahan yang perlu dipersiapkan adalah kita perlu persiapkan antara lain :

1. Methanol
2. KOH
3.  $H_2SO_4$
4. Asam cuka
5. Deswater
6. Minyak jelantah

### 3.2.2. Produksi Jelantah Methyl Ester.

Proses transesterifikasi jelantah methyl ester secara prinsip mengacu pada proses esterifikasi yang dilakukan oleh *Mike Pelly dan Aleks Kac (2000)*. Pada penelitian ini. Langkah - langkah dalam pembuatan jelantah methyl ester adalah sebagai berikut :

- a. penyaring minyak jelantah untuk memisahkan kotoran dari sisa makanan atau partikel padat lainnya akibat proses penggorengan. Tahap ini dilakukan pada

suhu 35° C. Setelah didapatkan jelnatah yang bersih dari partikel padat, minyak jelantah dipanaskan sampai suhu 100° C pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan kandunagan air didalamnya.

b. minyak jelantah yang sudah bersih dari kotoran dan air dapat diesterifikasi setelah dingin. Tahap esterifikasi dimulai dengan menambahkan methoxide. Metoxide diperoleh dengan melakukan penyampuran KOH kedalam methanol. Dalam esterifikasi untuk minyak jelantah dari KFC diperlukan 25% methanol dari volume minyak sedangkan KOH yang dibutuhkan adalah 6gr untuk setiap 100ml methanol. Pada step pertama ini methoxide yang di reaksiin kedalam minyak hanya 75%nya saja. Agar didapatkan campuran yang lebih sempurna methoxide yang dimasukkan kedalam minyak jelantah diaduk selama 60 menit, proses ini dilakukan pada suhu 48-55<sup>o</sup>C. Setelah selesai maka didinginkan selama 6-12 jam. Pada waktu ini, akan terjadi pemisahan gliserol karena perbedaan gaya beratnya. Gliserol yang berda dibawah dikeluarkan, sebelum reaksi dihentikan.

c. untuk menyempurnakan dari reaksi dan memastikan bahwa gliserol yang terdapat dalam miyak habis maka dilakukan tahap kedua. Tahap ini dilakukan dengan menambahkan sisa metoxide kedalam minyak dimana tahap ini sama dengan tahap pertama.

d. minyak yang dihasilkan dari tahap esterifikasi biasanya memiliki sifat basa. Untuk menurunkan pH dapat dilakukan pencucian dengan *destilated water*. Selama pencucian ini biasanya terbentuk emulsi. Untuk mengurangi ataupun menghilangkan emulsi digunakan 2% sodium sulfat. Pengaduk hanya diputar pada putaran rendah untuk mencegah pembentukan emulsi. Untuk menggantikan

sodium sulfat kita bisa juga dengan menggunakan asam cuka. Gunakan cuka yang cukup kuat, untuk cuka 25% kita bisa campurkan dengan komposisi 7 mL dalam komposisi dest water. Kadang-kadang dalam penambahan asam ini tidak kita peroleh PH normal, dianjurkan untuk mencoba sebagian kecil dari jelantah methyl ester yang telah dipisahkan dari gliserolnya. Tanda-tanda yang paling mudah diamati adalah, apabila terjadi emulsi pada jelantah methyl ester berarti kekurangan asam sehingga kita perlu menambahkan asam. Sebaliknya apabila dest water anda jernih sekali itu menandakan kebanyakan asam yang dilarutkan. Untuk meyakinkan kita bisa menggunakan kertas lakmus untuk mengukur Ph-nya.

f. Lapisan ester kemudian dikeringkan sampai kurang lebih  $130^{\circ}\text{C}$  untuk memisahkan kandungan air didalamnya. Yang perlu diperhatikan dalam pemanasan ini adalah sebelum dipanaskan minyak jangan sampai mengandung minyak yang cukup besa. Kandungan air yang besar dalam minyak, pada waktu pemanasan akan terjadi ledakan dan proses pemanasan ini akan gagal.

### 3.3. Uji Karakteristik Jelantah Methyl Ester.

Jelantah methyl ester yang dihasilkan melalui esterifikasi dengan unit esterifikasi yang telah disiapkan kemudian diuji karakteristiknya. karakteristik yang diuji dalam penelitian ini hanya sebatas pada viskositas dan tingkat keasaman. Pengujian ini mutlak perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses esterifikasi, dan juga untuk keperluan analisa data yang akan dihasilkan dari percobaan motor.

### 3.4. Pra Eksperimen

Pra Eksperimen dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan motor diesel itu sendiri akibat menggunakan solar. Dengan demikian, dapat dianggap bahwa tingkat kebisingan pada tahap ini, merupakan tingkat kebisingan setandar yang dihasilkan oleh mesin. Untuk keperluan ini digunakan sebuah motor diesel empat langkah dengan satu silinder. Untuk pembebanan motor diesel dikopel dengan sebuah generator satu phase untuk mengukur besarnya *brake power* dari engine. Spesifikasi mesin dan generator dapat dilihat sebagai berikut:

#### 3.4.1. Spesifikasi Mesin Diesel.

Merek	: DONG FENG
Model	: R175A
Konstruksi motor	: Single silinder, hoizontal, water cooled
Jumlah langkah	: 4 langkah
Diamater silinder	: 75 mm
Langkah piston	: 80 mm
Kompresi rasio	: 22 : 1
Kecepatan rata-rata piston	: 6.93 m/s
Volume displacement	: 353000 mm <sup>3</sup>
Putaran maksimum	: 2600 rpm
Daya maksimum	: 6 KW



### BAB III

## METODOLOGI

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Allah akan meninggikan rang-rang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan. (Q.S. Al-Mujadillah: 11).*

## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1. Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian dimulai dengan pembuatan Jelantah Methyl Ester melalui proses esterifikasi. Untuk mengetahui karakteristiknya maka dilakukan pengujian sifat kimia dan fisiknya. Tingkat kebisingan akibat penggunaan bahan bakar Jelantah Methyl Ester diukur dalam pengujian pada mesin diesel 1 (satu) silender.

Penelitian ini dilakukan bersama dengan saudara taufan yang bertepatan mengambil tugas akhir dengan judul unjuk kerja motor diesel dengan bahan bakar biodiesel. Sehingga dalam beberapa hal ada kemiripan.

#### 3.2. Esterifikasi

##### 3.2.1. Penyiapan Unit Esterifikasi.

Proses esterifikasi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang ada sebelumnya. Alat yang digunakan dalam penelitian inipun mengacu pada penelitian yang sudah ada. Adanya keterbatasan dana kami mencoba melakukan proses esterifikasi dengan menggunakan alat - dapur. Walaupun menggunakan alat yang relatif sederhana tetapi pada prinsipnya penggunaan alat ini sama dengan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya. Sebagai catatan alat yang digunakan tidak boleh ikut bereaksi dalam proses

esterifikasi, maka dipilih alat yang terbuat dari stainless steel. Adapun alat yang perlu dipersiapkan dalam percobaan ini adalah:

1. Kompor
2. Panci
3. Thermometer
4. Alat saring
5. Gelas ukur
6. Sarung tangan
7. Stopwatch
8. Alat pengaduk
9. Pipet
10. Masker
11. Gelas reaksi

Bahan - bahan yang perlu dipersiapkan adalah kita perlu persiapkan antara lain :

1. Methanol
2. KOH
3.  $H_2SO_4$
4. Asam cuka
5. Deswater
6. Minyak jelantah

### 3.2.2. Produksi Jelantah Methyl Ester.

Proses transesterifikasi jelantah methyl ester secara prinsip mengacu pada proses esterifikasi yang dilakukan oleh *Mike Pelly dan Aleks Kac (2000)*. Pada penelitian ini, Langkah - langkah dalam pembuatan jelantah methyl ester adalah sebagai berikut :

- a. penyaring minyak jelantah untuk memisahkan kotoran dari sisa makanan atau partikel padat lainnya akibat proses penggorengan. Tahap ini dilakukan pada

suhu 35° C. Setelah didapatkan jelnatah yang bersih dari partikel padat, minyak jelantah dipanaskan sampai suhu 100° C pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan kandunagan air didalamnya.

b. minyak jelantah yang sudah bersih dari kotoran dan air dapat diesterifikasi setelah dingin. Tahap esterifikasi dimulai dengan menambahkan methoxide. Metoxide diperoleh dengan melakukan penyampuran KOH kedalam methanol. Dalam esterifikasi untuk minyak jelantah dari KFC diperlukan 25% methanol dari volume minyak sedangkan KOH yang dibutuhkan adalah 6gr untuk setiap 100ml methanol. Pada step pertama ini methoxide yang di reaksikan kedalam minyak hanya 75%nya saja. Agar didapatkan campuran yang lebih sempurna methoxide yang dimasukkan kedalam minyak jelantah diaduk selama 60 menit, proses ini dilakukan pada suhu 48-55°C. Setelah selesai maka didinginkan selama 6-12 jam. Pada waktu ini, akan terjadi pemisahan gliserol karena perbedaan gaya beratnya. Gliserol yang berda dibawah dikeluarkan, sebelum reaksi dihentikan.

c. untuk menyempurnakan dari reaksi dan memastikan bahwa gliserol yang terdapat dalam miyak habis maka dilakukan tahap kedua. Tahap ini dilakukan dengan menambahkan sisa metoxide kedalam minyak dimana tahap ini sama dengan tahap pertama.

d. minyak yang dihasilkan dari tahap esterifikasi biasanya memiliki sifat basa. Untuk menurunkan pH dapat dilakukan pencucian dengan *destilated water*. Selama pencucian ini biasanya terbentuk emulsi. Untuk mengurangi ataupun menghilangkan emulsi digunakan 2% sodium sulfat. Pengaduk hanya diputar pada putaran rendah untuk mencegah pembentukan emulsi. Untuk menggantikan

sodium sulfat kita bisa juga dengan menggunakan asam cuka. Gunakan cuka yang cukup kuat, untuk cuka 25% kita bisa campurkan dengan komposisi 7 mL dalam komposisi dest water. Kadang-kadang dalam penambahan asam ini tidak kita peroleh PH normal, dianjurkan untuk mencoba sebagian kecil dari jelantah methyl ester yang telah dipisahkan dari gliserolnya. Tanda-tanda yang paling mudah diamati adalah, apabila terjadi emulsi pada jelantah methyl ester berarti kekurangan asam sehingga kita perlu menambahkan asam. Sebaliknya apabila dest water anda jernih sekali itu menandakan kebanyakan asam yang dilarutkan. Untuk meyakinkan kita bisa menggunakan kertas lakmus untuk mengukur Ph-nya.

f. Lapisan ester kemudian dikeringkan sampai kurang lebih  $130^{\circ}\text{C}$  untuk memisahkan kandungan air didalamnya. Yang perlu diperhatikan dalam pemanasan ini adalah sebelum dipanaskan minyak jangan sampai mengandung minyak yang cukup besa. Kandungan air yang besar dalam minyak, pada waktu pemanasan akan terjadi ledakan dan proses pemanasan ini akan gagal.

### 3.3. Uji Karakteristik Jelantah Methyl Ester.

Jelantah methyl ester yang dihasilkan melalui esterifikasi dengan unit esterifikasi yang telah disiapkan kemudian diuji karakteristiknya. karakteristik yang diuji dalam penelitian ini hanya sebatas pada viskositas dan tingkat keasaman. Pengujian ini mutlak perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses esterifikasi, dan juga untuk keperluan analisa data yang akan dihasilkan dari percobaan motor.

### 3.4. Pra Eksperimen

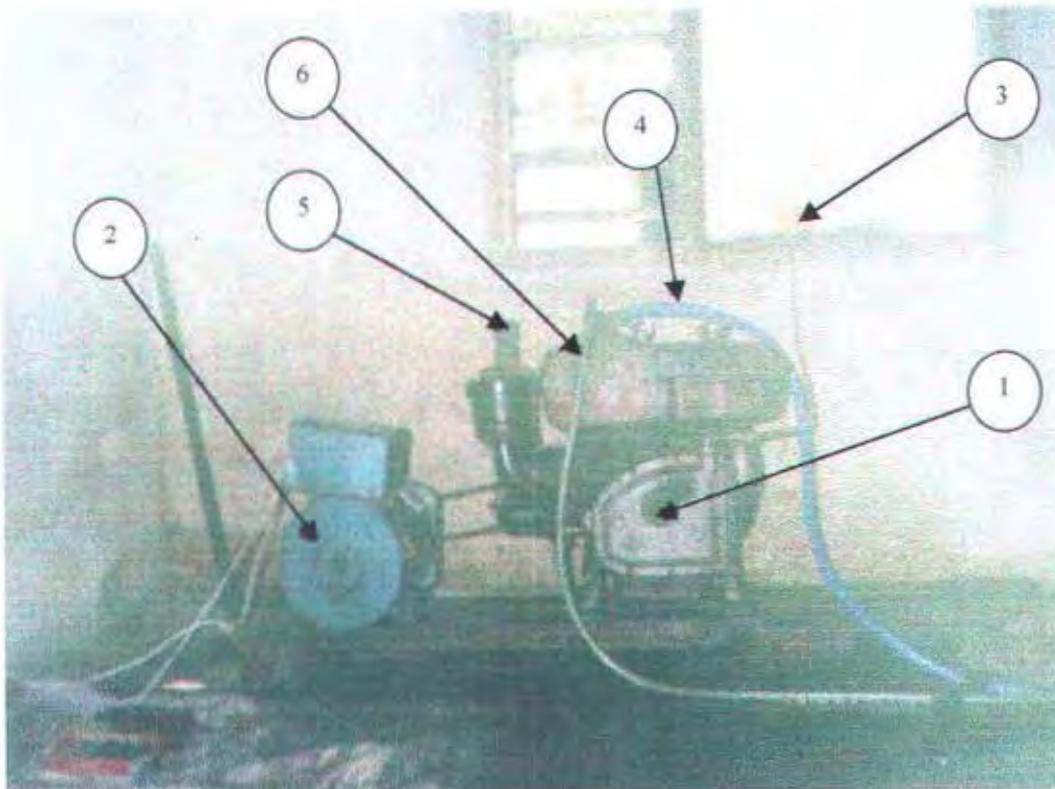
Pra Eksperimen dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan motor diesel itu sendiri akibat menggunakan solar. Dengan demikian, dapat dianggap bahwa tingkat kebisingan pada tahap ini, merupakan tingkat kebisingan setandar yang dihasilkan oleh mesin. Untuk keperluan ini digunakan sebuah motor diesel empat langkah dengan satu silinder. Untuk pembebanan motor diesel dikopel dengan sebuah generator satu phase untuk mengukur besarnya *brake power* dari engine. Spesifikasi mesin dan generator dapat dilihat sebagai berikut:

#### 3.4.1. Spesifikasi Mesin Diesel.

Merek	: DONG FENG
Model	: R175A
Konstruksi motor	: Single silinder, hoizontal, water cooled
Jumlah langkah	: 4 langkah
Diamater silinder	: 75 mm
Langkah piston	: 80 mm
Kompresi rasio	: 22 : 1
Kecepatan rata-rata piston	: 6.93 m/s
Volume displacement	: 353000 mm <sup>3</sup>
Putaran maksimum	: 2600 rpm
Daya maksimum	: 6 KW

### 3.4.2. Spesifikasi Generator.

Merek	: MINDONG
Tipe	: ST - 3
Excit. volt	: 42 V
Excit. cuent	: 2 A
Voltage	: 230 Volt
Ampere	: 13 A
Frekuensi	: 50 Hz / 1 $\phi$
Cos $\theta$	: 1,0
$\eta$	: 0,9
Daya Maksimum	: 3 KW



Gambar 3.1. Skema Pengujian motor diesel.

**Keterangan Gambar :**

1. Motor diesel
2. Generator
3. Gelas ukur bahan bakar
4. Air pendingin masuk
5. Saluran gas buang
6. Air pendingin keluar



Gambar 3.2. Peralatan pengujian motor diesel

**Keterangan Gambar :**

1. Gelas ukur
2. Thermometer gas buang
3. Voltmeter
4. Stopwatch
5. Tachometer
6. Voltmeter
7. Thermometer air pendingin
8. Soun level meter

Bahan bakar yang digunakan pada pra eksperimen ini yaitu minyak solar produksi Pertamina yang ada dipasaran Indonesia. Sifat-sifat kedua jenis minyak ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Karakteristik Bahan Bakar Minyak Solar Pertamina

Tests		Min	Max
Strong Acid Number	mg KOH/g	-	Nil
Flash Pont PM cc	°C	150	-
Pour Point	°C	-	65
Sediment	%wt	-	0.01
Specific Gravity	60/60 °C	0.820	0.870
Sulpur Content	%wt	-	0.5
Viscosity Kin./100 °F	cS	1.6	5.8
Water Content	% Vol	-	-
Cetane Number		45	-
Ash Content	%wt	-	0.01

Diharapkan data yang dihasilkan dari percobaan ini dapat digunakan sebagai data pembanding dengan data yang dihasilkan pada eksperimen dengan memakai bahan bakar jelantah methyl ester. Langkah-langkah percobaan pengujian motor diesel :

a. *Tahap persiapan.*

1. Memeriksa instalasi engine test bed (tanki bahan bakar, minyak pelumas, sistem bahan bakar, sistem pendingin, pompa air, instrumen-instrumen yang digunakan, baut-baut pengikat dll).

2. Menghidupkan semua sistem pendinginan dengan menyalakan pompa.
3. Menstart engine dengan slanger / engkol.
4. Memanaskan engine hingga siap kira-kira 10 menit pada putaran 2000 rpm dan tanpa beban

b. *Tahap Pengukuran.*

1. Menyiapkan bahan bakar kedalam gelas ukur sehingga dapat diamati pemakaian bahan bakarnya.
2. Putaran motor pada putaran 2000 rpm dan dijaga tetap konstan.
3. Beban diatur pada beban pertama sebesar 400 watt.
4. Dilakukan pengukuran yang meliputi: arus armatur, tegangan armatur, pemakaian bahan bakar, suhu dan gas buang, suhu air pendingin, tingkat kebisingan.
5. Percobaan diulangi lagi, dimulai dari no.1 sampai dengan langkah no. 4 dengan memvariasikan beban (800 dan 1200 watt).
6. Tahap pengukuran dengan merubah putaran engine ke putaran 2400 dengan urutan mulai no 1 sampai no 4.
7. Tahap pengukuran dengan merubah putaran engine ke putaran 2600 dengan urutan mulai no 1 sampai no 4.

Setelah selesai, hasil pengukuran dilakukan perhitungan dan ditabelkan. Hasil dari pra-eksperimen ini dapat digunakan untuk menentukan beban-beban yang perlu diamati sebagai perbandingan dengan penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester.

### 3.5. Komposisi Pemakaian Bahan Bakar Jelantah Methyl Ester

Efek pemakaian jelantah methyl ester pada motor diesel, tidak hanya terbatas pada pemakaian jelantah methyl ester untuk menggantikan bahan bakar konvensional secara total, namun juga terhadap pencampuran jelantah methyl ester dengan bahan bakar konvensional pada berbagai variasi (JMExx). Dengan demikian perlu dilakukan pembuatan JMExx dengan mencampurkan jelantah methyl ester dengan minyak solar. Minyak solar dimasukkan ke dalam gelas ukur, kemudian ditambahkan jelantah methyl ester sesuai dengan komposisi campuran yang telah ditentukan. Pada eksperimen kali ini jumlah komposisi bahan bakar adalah Jelantah Methyl Ester 10% (JME10), Jelantah Methyl Ester 20% (JME20) dan Jelantah Methyl Ester 30% (JME30).

Tabel .3.2 *Komposisi ahan bakar*

Bahan bakar	JME10	JME20	JME30
Minyak solar (% Vol)	90	80	70
Jelantah methyl ester (% Vol)	10	20	30

### 3.6. Eksperimen di engine test bed

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan akibat penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester. Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan dengan menggunakan sound level meter. Dalam percobaan ini kami menggunakan media yang tanpa peredamam sehingga ada refleksi

walaupun ini kecil. Untuk pengukuran didalam ruangan refleksi kami mengacu pada standart yang berlaku yaitu memakai ISO 3744.

Dalam pengukuran ini kami melakukan pengukuran selama 30 detik untuk satu data. Dari pengukuran akan diperoleh data tingkat kebisingan maksimum dan minimum maupun maximum pressure. Data yang diperoleh adalah data rata rata selama 30 detik.

Sound level meter yang digunakan pada percobaan ini adalah sound level digital dimana data yang diperoleh bukan lagi berbentuk grafik melainkan berupa angka. Peletakan Sound level yang digunakan sebagai alat ukur kebisingan berada disamping mesin sebab posisi ini memiliki tingkat kebisingan tertinggi. Karena ruangan tidak menggunakan peredaman dan terjadi revleksi maka untuk mengurangi pengaruh refleksi pada waktu pengukuran dan sesuai Iso 3744 maka sound leve meter diletakkan satu meter dari mesin karena pada jarak ini pengaruh dari nrefleksi sangat kecil.

Untuk mengetahui tingkat kebisingan akibat jelantah methyl ester dan berbagai komposisi campurannya dengan solar maka percobaan dilakukan dengan komposisi yang telah ditentukan. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan berbagai variasi putaran dan variasi pembebanan. Variasi ini dalakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan akibat perubahan putaran dan perubahan pembebanan. Sealin untuk mengetahui pengaruh putaran dan pembebanan variasi ini juga bertujuan untuk mengetahui pada putaran dan pada pebebanan yang baik untuk penggunaan komposisi campuran jelantah methyl ester.

### **3.7. Analisa Tingkat Kebisingan Dengan Menggunakan Jelantah Methyl Ester**

Dalam penelitian ini akan membahas tingkat kebisingan dan max presure dengan putaran dan beban untuk setiap campuran jelantah methyl ester.

### **3.8. Kesimpulan**

Kemudian dari hasil analisa dapat ditarik suatu kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan.



## BAB IV ANALISA DATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan, dan hati semuanya itu akan diminta pertanggung jawaban. (Q.S. Al-Isra':36)*

## BAB IV

### ANALISA DATA

#### 4.1. Produksi Jelantah Methyl Ester

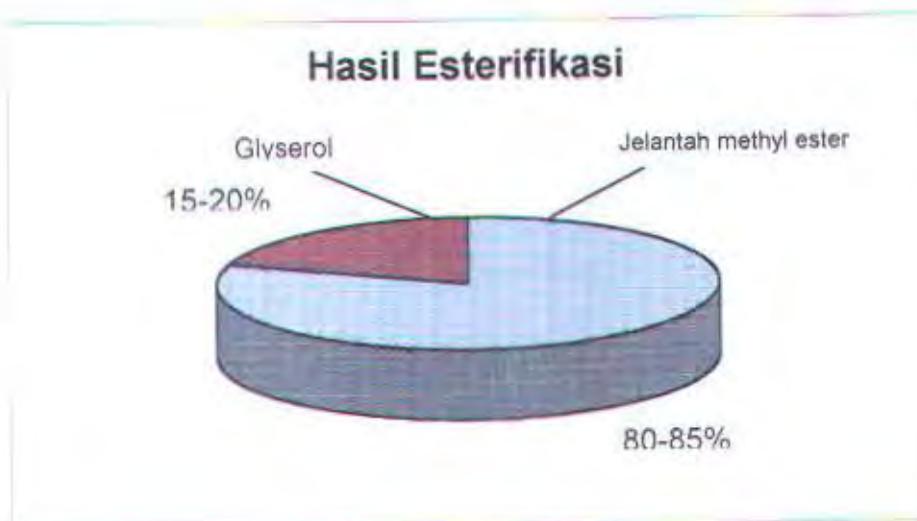
Jelantah methyl ester dibuat dengan menggunakan bahan utama minyak goreng bekas dari Kentucky Fried Chicken. Pembuatan dilakukan melalui proses esterifikasi. Teknik esterifikasi telah disampaikan pada bab sebelumnya. Dalam proses produksi jelantah methyl ester pertama kali dilakukan percobaan pembuatan dalam skala kecil untuk memastikan komposisi kuantitas bahan pembuat ester seperti jumlah minyak jelantah, methanol, katalis, bahan pencuci, pengering dan lain-lainnya. Pembuatan skala kecil ini dimaksudkan apabila terjadi kegagalan pada proses produksi tidak akan mengalami kerugian yang cukup besar. Setelah melakukan percobaan berulang kali dan dipastikan hasil dari uji coba ini memenuhi dari kriteria yang ditentukan maka dilanjutkan dengan membuat dengan skala besar.

Pembuatan jelantah methyl ester ini memerlukan kejelian dalam proses penyamuran dan menentukan bahan katalis karena bahan dasar yang digunakan memiliki sifat yang tidak homogen seperti minyak goreng murni ataupun minyak jarak. Dalam memproduksi jelantah methyl ester tidak selalu menghasilkan hasil produk yang sama, sesuai dengan metoda yang telah direncanakan bahwa hasil dari jelantah methyl ester akan bervariasi terhadap jumlah produksinya. Setiap

memproduksi biodiesel komposisi hasil selalu dicatat dan hasilnya diamati dari segi produksi dan karakteristik fisik dan fisualnya.

Memproduksi jelantah methyl ester dari minyak jelantah hasilnya hampir sama dengan yang diproduksi oleh Mike Pelly dan Aleks Kac. Seperti telah diungkapkan diparagraf terdahulu, komposisi keluarannya juga bervariasi, namun hasil rata-ratanya mendekati dengan referesnsi. Yaitu yang menyatakan dari 100% bahan minyak jelantah dihasilkan lebih kurang lebih 86% methyl ester.

Pie diagram hasil rata-rata produksi dapat dilihat pada gambar 4.1. Produksi jelantah methyl ester berada dalam kisaran 80 - 85 %, sedangkan Glycerin yang dihasilkan adalah berkisar pada 15 - 20 %. Jadi dari 1000 ml minyak jelantah dihasilkan 800-850 ml jelantah methyl ester dan 150-200 ml glyserin.



Gambar4.1. Hasil Proses Esterifikasi

Banyak dan sedikitnya Glycerin yang dapat diproduksi juga sangat erat kaitannya dengan karakteristik fisik yang dihasilkan. Warna juga dapat digunakan

sebagai indikator keberhasilan dari proses pembuatan jelantah methyl ester. Dengan kualitas bahan baku yang sama, apabila hasil glyserolnya sedikit dan warna ester yang cenderung gelap maka diperoleh viskositas yang tinggi.

#### 4.2. Karakteristik Jelantah Methyl Ester

Jelantah methyl ester yang dihasilkan dalam percobaan ini memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan bahan bakar solar yang beredar di masyarakat. Hanya saja jelantah methyl ester mempunyai berat jenis (spesifik gravitasi) lebih rendah dan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak solar. Jelantah methyl ester memiliki berat jenis rata-rata sebesar  $800 \text{ kg/m}^3$ . Sedangkan viskositas kinematik turun dari 110 cst untuk minyak jelantah murni menjadi 7.5 cst untuk jelantah methyl ester (minyak solar = 5.9 cst pada suhu kamar, lebih besar 27.11% dari minyak solar). Karakteristik lainnya yang dapat dilihat untuk mengetahui kualitas produk adalah tingkat keasaman (dengan kertas lakmus) *Mike Pelly 2000*, dimana jelantah methyl ester yang dihasilkan mengalami perubahan pH rata-rata yang cukup baik dari 4 menjadi 8 (sebelum pencucian), tingkat keasaman ini dapat dirubah melalui proses pencucian sehingga diperoleh pH yang netral. Produk ini hampir sama seperti yang di buat oleh Mike Pelly dimana menyarankan pH-nya 7 (netral).

Besar kecilnya viskositas diperlihatkan pada jumlah glyserol yang diproduksi pada saat proses esterifikasi. Faktor ketelitian manusia juga menimbulkan hasil yang berbeda, misalkan dalam menimbang bahan-bahan yang digunakan dalam pemrosesan biodiesel. Secara visual dapat dilihat bahwasannya

warna dari methyl ester yang diperoleh akan memberikan hasil viskositas yang berbeda, semakin gelap warna metyl ester maka viskositasnya semakin tinggi. Kecenderungan ini dapat dilihat juga dengan glyserol yang terbentuk, semakin gelap menunjukkan bahwa kandungan glyserol yang dapat dipisahkan tidak optimum sehingga berpengaruh pada densitas dan viskositasnya.

#### 4.3. Blending Jelantah Methyl Ester dengan Minyak Solar

Blending dari biodiesel saat ini merupakan bahan diskusi yang banyak dibicarakan oleh para peneliti, karena bahan baku biodiesel yang tidak sejenis dengan minyak solar. Sedangkan tiap bahan baku yang berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga apabila kita melakukan pencampuran dua jenis bahan bakar akan menimbulkan karakteristik yang baru.

Pengamatan karakteristik hanya berdasarkan sifat fisiknya dan tidak dilakukan pengamatan terhadap sifat kimia. Pengamatan ini dilakukan terhadap semua komposisi bahan bakar yaitu JME10, JME20, JME30. Blending minyak nabati dan minyak bumi akan mempengaruhi viskositasnya dan berat jenisnya (rapat masa).

Viskositas kinematik pada temperatur kamar untuk 10% jelantah methyl ester dihasilkan 6.2 cst, untuk 20% jelantah methyl ester dihasilkan 6.7 cst. Sedangkan 30% jelantah methyl ester viskositas kinematiknya 7 cst.

Untuk rapat massanya pada temperatur kamar 10% jelantah methyl ester mempunyai rapat massa  $710 \text{ kg/m}^3$ , untuk 20% jelantah methyl ester mempunyai

rapat massa  $730 \text{ kg/m}^3$ . Sedangkan 30% jelantah methyl ester mempunyai rapat massa  $760 \text{ kg/m}^3$ .

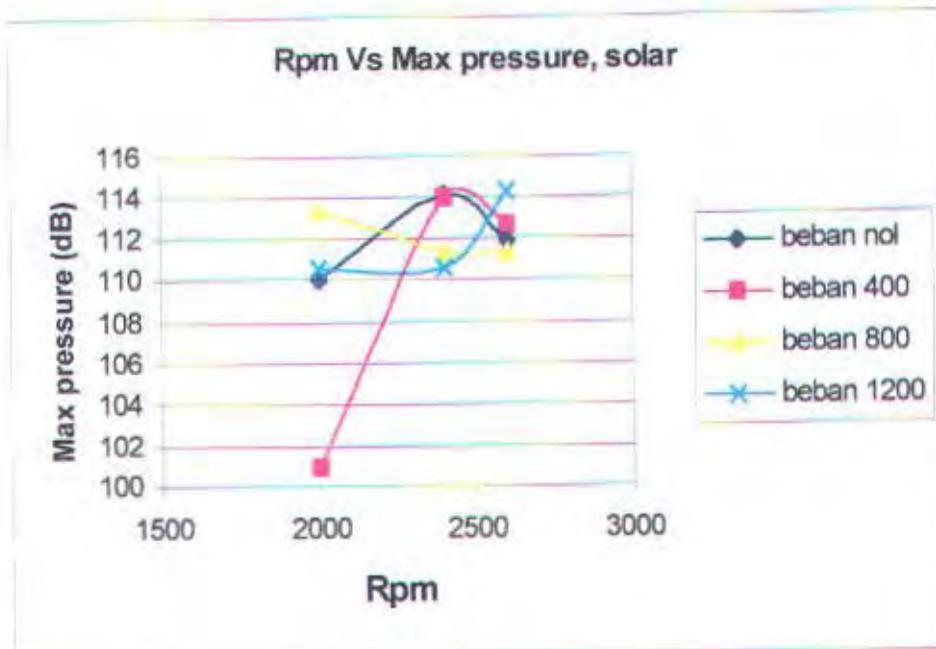
Dari percobaan ini maka dapat diambil kesimpulan bahwa semua komposisi bahan bakar dapat dipergunakan untuk memutar diesel engine. Dimana viskositas minyak solar yang ada di Indonesia berkisar antara 1,6 – 5,8 cst pada suhu  $100^\circ\text{F}$ , sedangkan berat jenisnya maksimumnya adalah  $852 \text{ kg/m}^3$ . (Dirjen Minyak dan Gas Bumi No.: 002/P/DM/Migas/1979), *Nur Ahadiat 1994*.

#### 4.4 Tingkat Kebisingan

##### 4.4.1 Hubungan Antara Max pressure Dengan Putaran dan Beban

Maximum pressure disini adalah puncak suara yang diterima oleh sound level meter yang digunakan untuk mengukur pada waktu percobaan. jadi maximum pressure disini bukan tekanan yang terjadi didalam silinder.

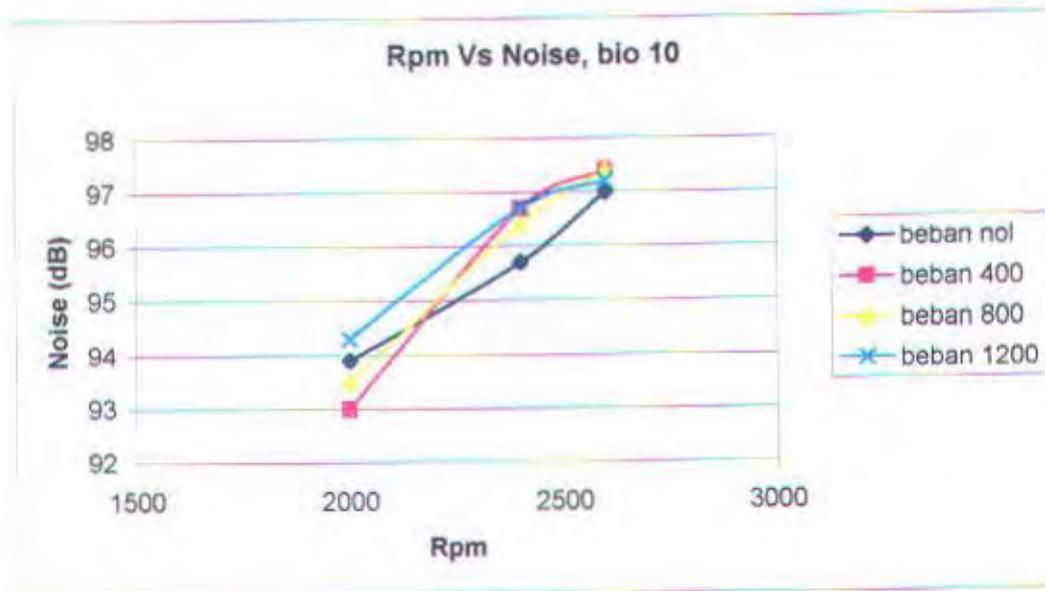
Data yang diperoleh dalam percobaan setelah dilakukan perhitungan didapatkan gambar sebagai berikut:



Gambar 4.2 Hubungan antara putaran dengan max pressure untuk percobaan yang menggunakan bahan bakar solar murni.

Dari gambar 4.2 diketahui bahwa tekanan maksimum untuk percobaan dengan menggunakan mesin dongfeng satu silinder yang menggunakan variasi putaran. Maximum pressure dengan bahan bakar solar berkisar pada 112 dB. Pembebanan 400 Watt memiliki tren naik, dan mulai menurun pada putaran 2400 rpm, pada pembebanan 800 Watt tingkat maximum pressure mengalami penurunan seiring dengan kenaikan putaran sehingga pembebanan ini sesuai digunakan pada putaran tinggi. Dan pada pembebanan 1200 Watt untuk putaran 2000 rpm dan 2400 rpm tidak mengalami kenaikan dan mulai mengalami kenaikan pada putaran 2600 rpm, sehingga pembebanan ini memiliki tingkat maximum pressure yang baik pada putaran rendah dan menengah.

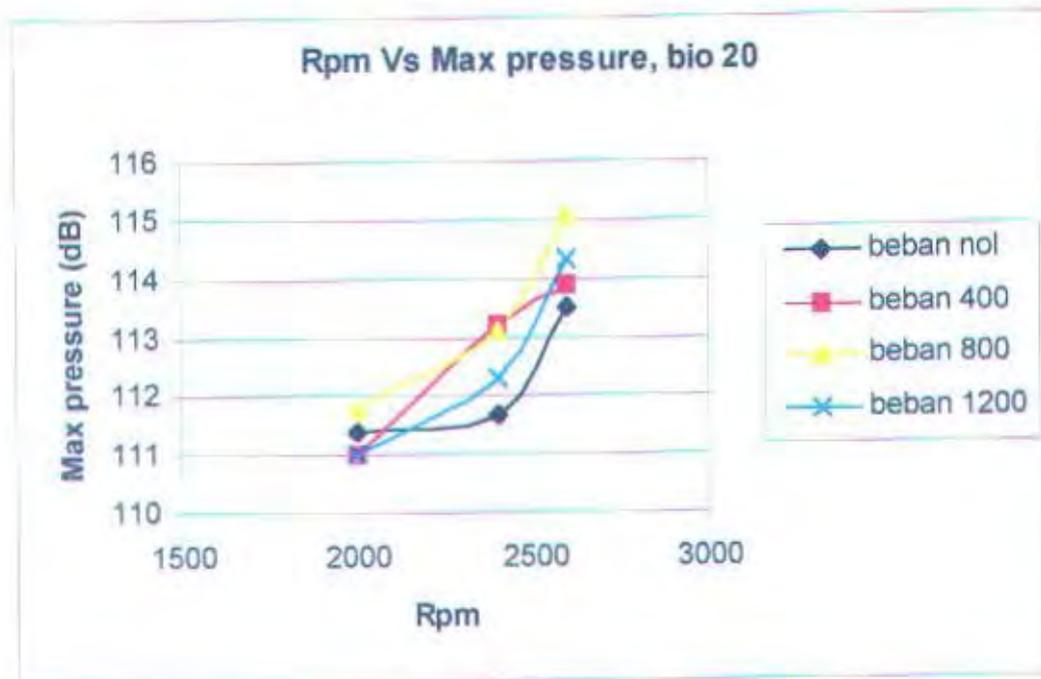
Bahan bakar solar memiliki maximum pressure rendah pada pembeban 800 Watt dan 1200 Watt. Walaupun memiliki maximum pressure yang rendah, beban ini tidak baik bila digunakan pada putaran rendah sebab maximum pressurennya tinggi. Bahan bakar solar memiliki maximum pressure yang lebih rendah pada putaran dan tekanan maximum.



Gambar 4.3 Hubungan antara max pressure dengan putaran untuk percobaan yang menggunakan campuran jelantah methyl ester 10%.

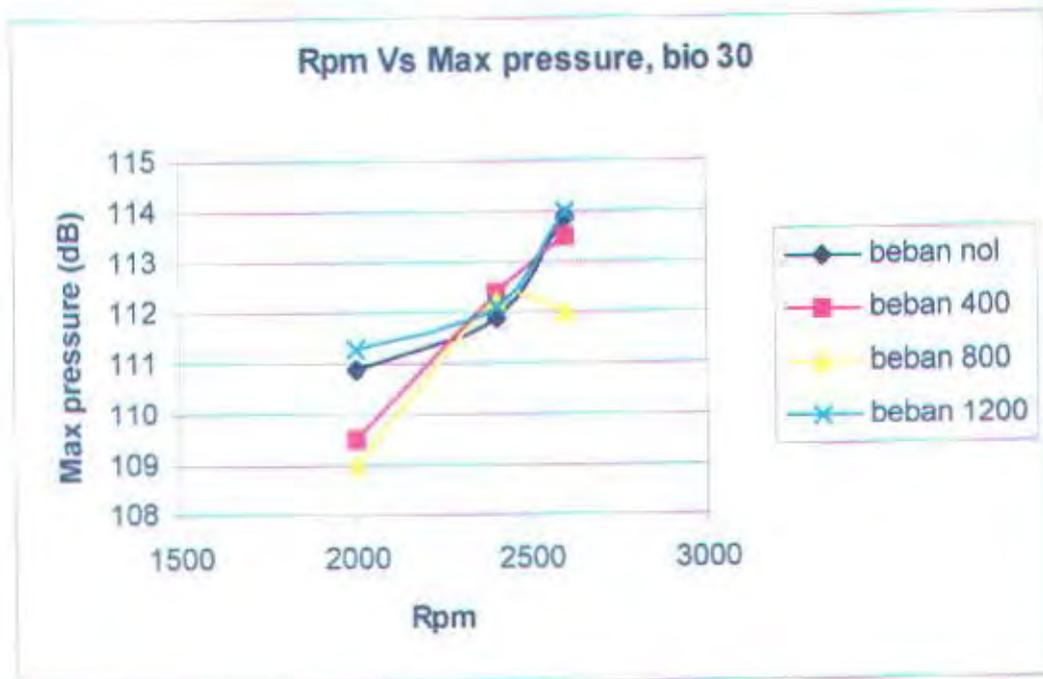
Penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester memiliki maximum pressure pada kisaran 111 sampai 115 dB. Gambar 4.3 menunjukkan tingkat Maximum tertinggi terletak pada putaran 2600 rpm dengan beban 400 Watt dan titik terendah untuk pembebanan terletak pada pembebanan 800 Watt untuk putaran 2400 rpm.

Dengan bahan bakar ini maximum pressure bertambah dengan bertambahnya putaran pada mesin, sedangkan akibat pembebanan tidak memiliki pengaruh yang besar.



Gambar 4.4 Hubungan antara putaran dengan maximum pressure untuk percobaan yang menggunakan campuran jelantah methyl ester 20%.

Gambar 4.4 tingkat maximum pressure tertinggi terjadi pada pembebanan 400 Watt yang kemudian mengalami penurunan pada pembebanan 1200 Watt. Dengan bahan bakar ini maximum mengalami penurunan dengan bertambahnya beban yang diberikan. Walaupun demikian penambahan beban tidak memiliki pengaruh yang besar. Maximum pressure dengan bahan bakar ini adalah 115 dB sedangkan titik terendahnya adalah 111 dB. Maximum pressure yang baik untuk percobaan dengan bahan bakar jelantah methyl ester 20% terjadi pada pembebanan 1200 Watt dan putaran 2400 rpm.

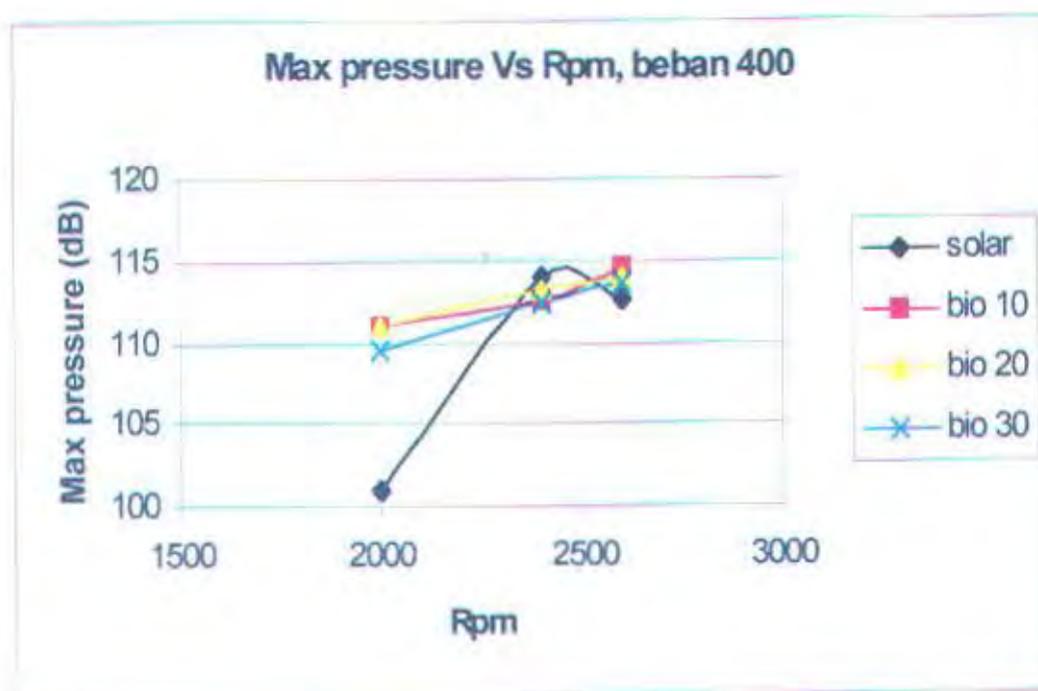


Gambar 4.5 Hubungan antara maximum pressure dengan putaran untuk percobaan yang menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 30%.

Penggunaan bahan jelantah methyl ester 30% tingkat maximum pressure mengalami kenaikan dengan adanya kenaikan putaran. Pada gambar 4.5 tingkat maximum pressure tertinggi terletak pada beban 1200 watt. Putaran 2400 rpm tingkat maximum untuk setiap pembebanan sama. Dinidikasikan pada putaran ini mesin memiliki tingkat kerja yang maximum.

Dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 30% nilai maximum pressure tertingginya adalah 114 dB dan nilai terendahnya 109 dB. Maximum pressure yang baik untuk bahan bakar ini terletak pada pembebanan 800 Watt dimana nilai maximum pressurennya terendah dibandingkan dengan pembebanan yang lain.

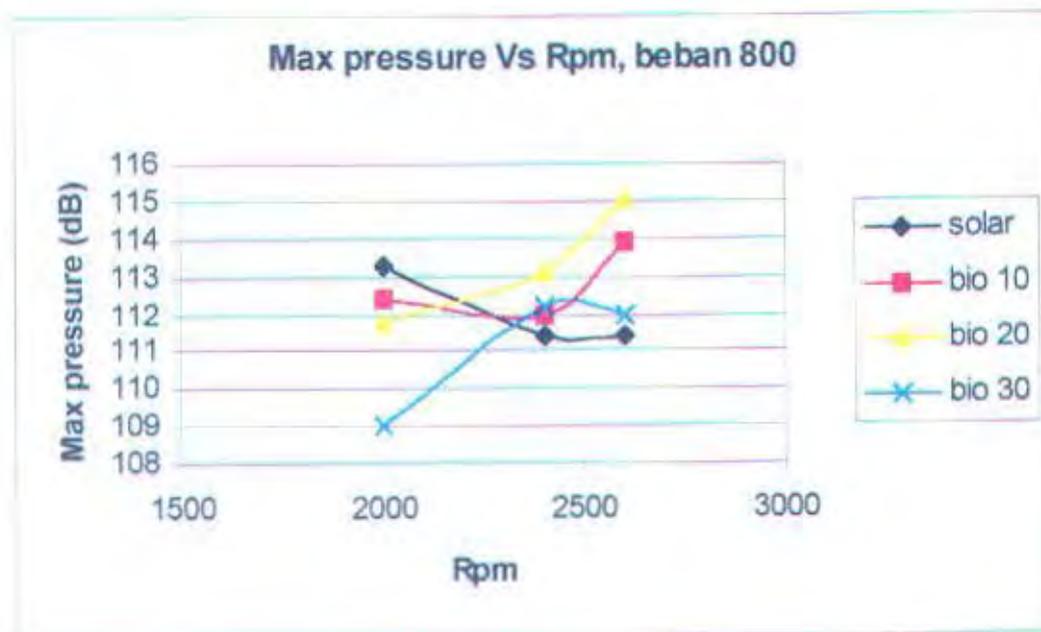
Dari gambar 4.2 sampai gambar 4.5 menunjukkan bahwa tingkat maximum pressure sangat dipengaruhi oleh putaran, sedangkan pembebanan pengaruhnya relatif sedikit. Dengan bertambahnya putaran maka mesin bekerja lebih besar sehingga maximum pressure-nya menjadi naik. (John B. Heywood, 1989).



Gambar 4.6 Hubungan antara maximum pressure dengan putaran untuk percobaan yang menggunakan beban 400 Watt pada berbagai komposisi bahan bakar.

Dari gambar 4.6 diketahui pada putaran 2000 rpm percobaan dengan jelntah methyl ester 10% mengalami kenaikan maximum pressure sebesar 10%, sedangkan dengan campuran 20% tingkat maximum pressure-nya naik 11,69% , dan untuk komposisi 30% naik 8,5%.

Pada putaran 2400 rpm bahan bakar jelantah methyl ester 10% mengalami penurunan 1,14% dan 0,7% untuk komposisi 20%, sedangkan campuran 30% turun 1,4%. Dan pada putaran 2600 rpm dengan menggunakan komposisi 10% maximum pressure naik 1,6%, sedangkan campuran 20% naik 1,06% dan untuk campuran 30% naik 0,7%.

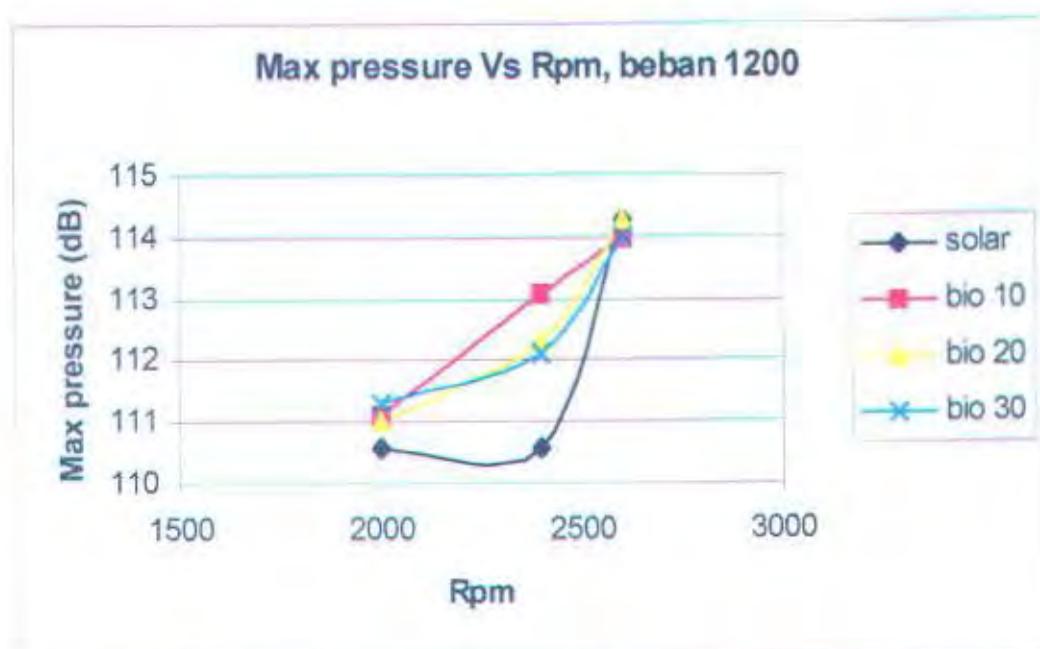


Gambar 4.7 Hubungan antara maximum pressure dengan putaran untuk percobaan yang menggunakan beban 800 Watt pada berbagai komposisi bahan bakar.

Dari gambar 4.7 diketahui tingkat maximum pressure pada pembebanan 800Watt. Pada putaran 2000 rpm maximum pressure dengan menggunakan jelantah methyl ester 10% mengalami penurunan sebesar 0,8%, sedangkan dengan menggunakan komposisi 20% maximum pressurennya turun 1,32%, dan untuk penggunaan 30% campuran maximum pressurennya turun 3,8%.

Untuk putaran 2400 rpm maximum pressure mengalami kenaikan 0,53% untuk komposisi 10%, 1,53% untuk komposisi 20% dan untuk komposisi 30% maximum pressurennya naik 0,71%.

Sedangkan pada putaran 2600 rpm maximum pressure mengalami kenaikan 2,2% apabila menggunakan jelantah methyl ester 10%, dan untuk komposisi 20% kenaikannya 3,3% sedangkan campuran 30% maximum pressure naik 0,53%.

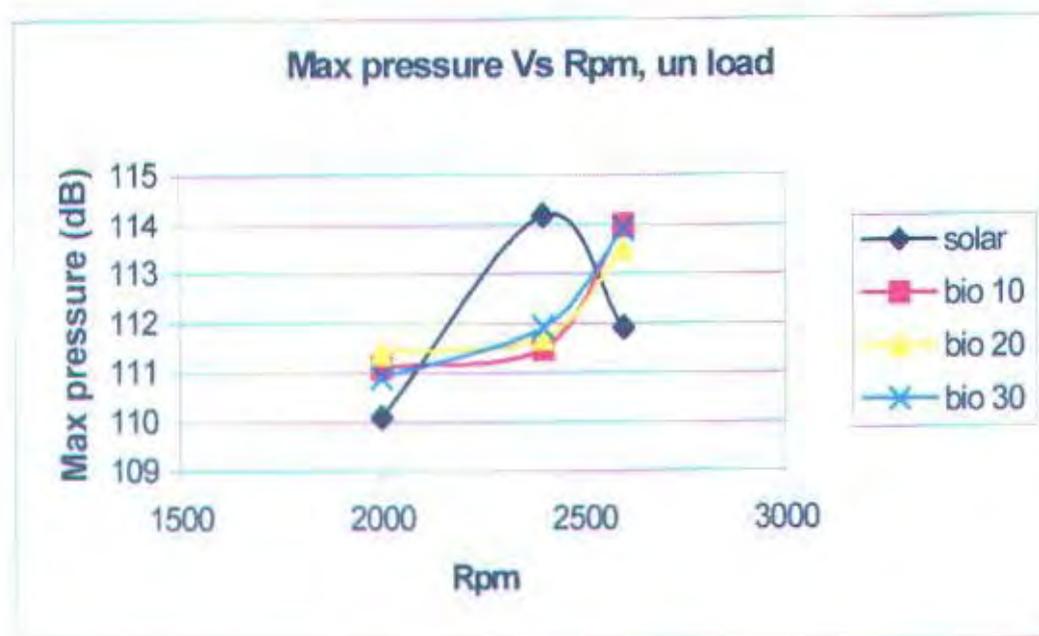


Gambar 4.8 Hubungan antara maximum pressure dengan putaran untuk percobaan yang menggunakan beban 1200 Watt pada berbagai komposisi bahan bakar.

Bedasarkan gambar 4.8 pada putaran 2000 rpm maximum pressure dengan menggunakan jelantah methyl ester 10% mengalami kenaikan 0,45%, sedangkan dengan menggunakan komposisi 20% maximum pressurennya naik 0,36%, dan untuk penggunaan 30% campuran maximum pressurennya turun 0,63%.

Pada putaran 2400 rpm maximum pressure dengan menggunakan jelantah methyl ester 10% mengalami kenaikan 2,26% sedangkan pada komposisi 20% kenaikannya 1,53%, dan untuk campuran 30% jelantah methyl ester naik 1,36%.

pada putan 2600 rpm penambahan jelantah methyl ester kedalam bahan bakar tidak mengalami kenaikan yang mencolok. Dengan demikian bahan bakar jelantah methyl ester cocok digunakan pad putaran tinggi dan beban tinggi karena sifatnya hampir sama dengan solar.



Gambar 4.9 Hubungan antara maximum pressure dengan putaran, untuk percobaan tanpa beban pada berbagai komposiai bahan bakar.

Maximum pressure untuk bahan bakar solar pada percobaan tanpa beban memiliki tingkat yang paling tinggi pada putaran 2400 rpm dan turun lagi dngan penambahan putaran. Sedangkan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester memiliki tingkat yang lebih rendah. Penggunaan bahan bakar

jelantah methyl ester untuk percobaan tanpa beban memiliki kecendrungan naik dengan bertambahnya putaran. Tingkat maximum tertinggi terjadi pada putaran 2600 rpm, sedangkan pada putaran 2400 rpm tidak mengalami kenaikan yang berarti.

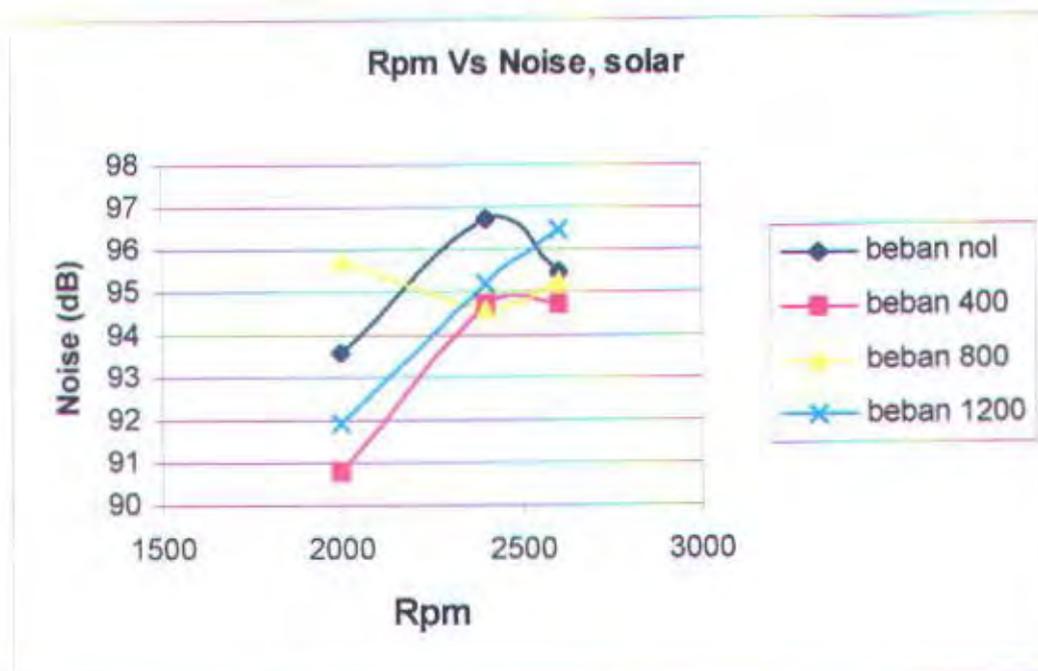


Dari gambar 4.5 sampai 4.9 diketahui tingkat maximum pressure dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester memiliki tingkat maximum pressure yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni. Untuk putaran 2400 rpm percobaan dengan menggunakan beban rendah, bahan bakar solar memiliki tingkat maximum pressure yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan jelantah methyl ester. Sedangkan pada pembebanan tinggi tingkat maximum pressurenya lebih rendah.

Bertambahnya maximum pressure dengan bahan bakar jelantah methyl ester diakibatkan oleh ignition delay yang panjang. Bertambahnya ignition delay akan menaikkan tekanan akibat panas yang dihasilkan dalam proses pembakaran.

#### 4.4.2 Hubungan Antara Kebisingan Dengan Putaran

Tingkat kebisingan adalah intensitas suara secara kontinyu yang ditimbulkan oleh mesin. Percobaan ini tingkat kebisingan diukur dengan sound level meter. Dalam pengukuran data yang didapatkan berupa intensitas suara minimum dan maximum. Dari kedua data ini diambil nilai rata – rata untuk setiap bahan bakar. Dimana dari percobaan dengan menggunakan variasi pembebanan dan putran didapat tingkat kebisingan rata-rata yang tertera pada gambar 4.10, 4.11 dan 4.12.



Gambar 4.10 Hubungan antara tingkat kebisingan dengan putaran untuk percobaan yang menggunakan bahan bakar solar.

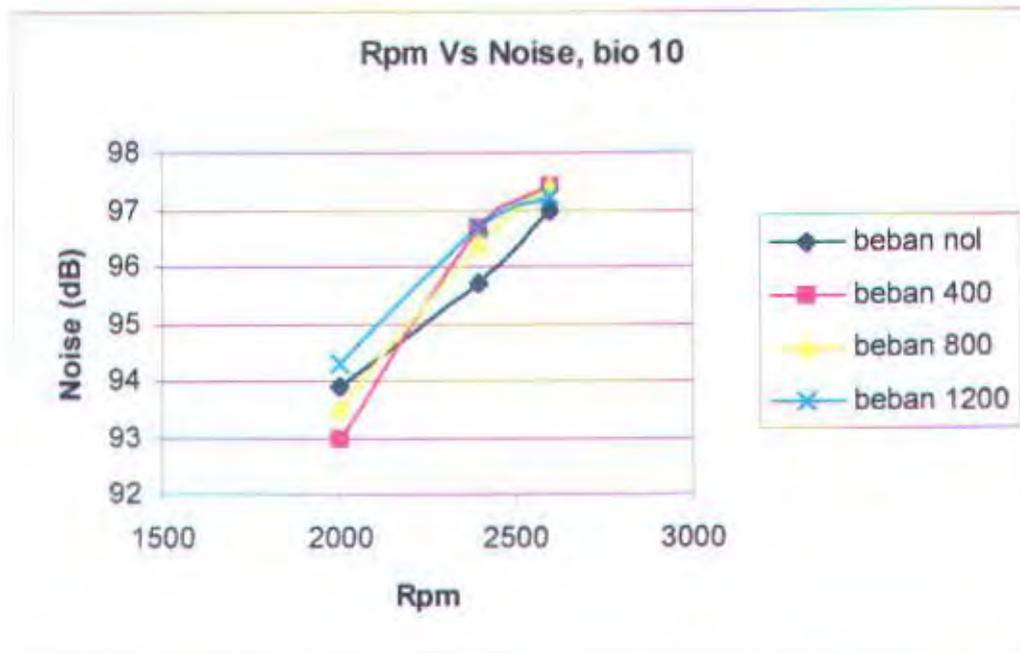
Berdasarkan gambar 4.10 tingkat kebisingan naik dengan bertambah naiknya putaran. Pada percobaan yang menggunakan pembebanan 800 Watt memiliki tren turun dengan bertambahnya putaran. Untuk pembebanan dengan 400 Watt dan pembebanan 1200 Watt memiliki tren naik dengan kenaikan putaran. Percobaan tanpa beban memiliki tingkat kebisingan yang lebih tinggi bila dengan yang menggunakan beban.

Hubungan antara tingkat kebisingan rata – rata dengan pembebanan pada putaran 2000 rpm mengalami kecendrungan naik dan terjadi puncak pada pembebanan 800 Watt. Hal ini berarti penggunaan bahan bakar solar bila ditinjau dari tingkat kebisingan kurang baik apabila digunakan pada putaran 60% putaran

dan pembebanan 100% dan semakin besar pembebanan akan menaikkan tingkat kebisingannya.

Pembebanan untuk percobaan dengan bahan bakar solar tidak memiliki pengaruh besar terhadap kenaikan tingkat kebisingan. Tingkat kebisingan sangat terpengaruh oleh putaran. Dengan bertambahnya putaran, mesin mengalami kenaikan kerja. Kenaikan kerja akan menambah jumlah bahan bakar yang masuk kedalam silinder. Bertambahnya jumlah bahan bakar yang masuk kedalam silinder akan memerlukan tekanan yang lebih besar untuk melakukan pembakaran. Selain tekanan bertambahnya jumlah bahan bakar akan menambah panjang waktu pembakaran.

Bertambahnya tekanan yang dibutuhkan untuk proses pembakaran akan meningkatkan getaran pada bagian mesin. Naiknya getaran yang ditimbulkan oleh mesin mengakibatkan tingkat kebisingan menjadi meningkat pula. Karena pada dasarnya bunyi adalah getaran yang merambat dan diterima oleh telinga. (Leo L. Baranek, 1992).



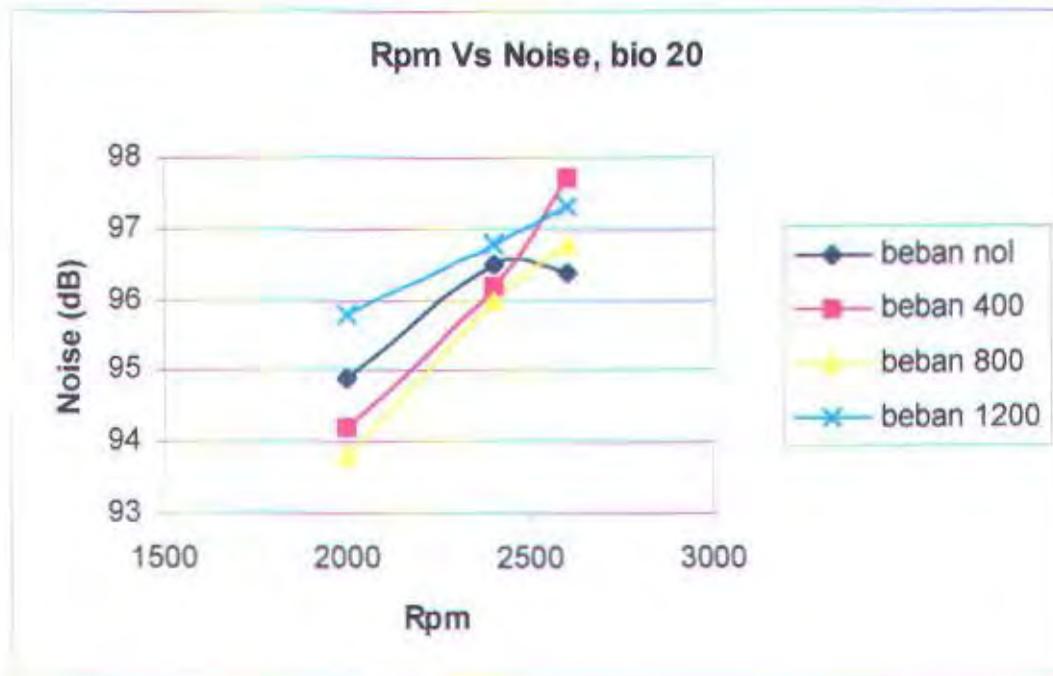
Gambar 4.11 Hubungan antara tingkat kebisingan dengan putaran mesin untuk percobaan yang menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 10%.

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa pada putaran 2000 rpm tingkat kebisingan meningkat dengan ditambanya pembebanan, untuk putaran 2400 rpm tingkat kebisingan yang paling rendah terdapat pada pembebanan 800 Watt sedangkan pada putaran 2600 rpm tingkat kebisingan turun dengan bertambahnya pembebanan. Tingkat kebisingan naik secara harmonis dengan kenaikan putaran.

Pada penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester untuk tiap kenaikan beban tingkat kebisingannya mengalami perubahan yang cukup kecil dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar, hal ini dapat dilihat dalam gambar 4.11 dan kita bandingkan dengan gambar 4.10.

Dilihat dari tingkat kebisingan maka penggunaan bahan bakar yang mendapat campuran jelantah methyl ester cukup baik bila digunakan pada putaran

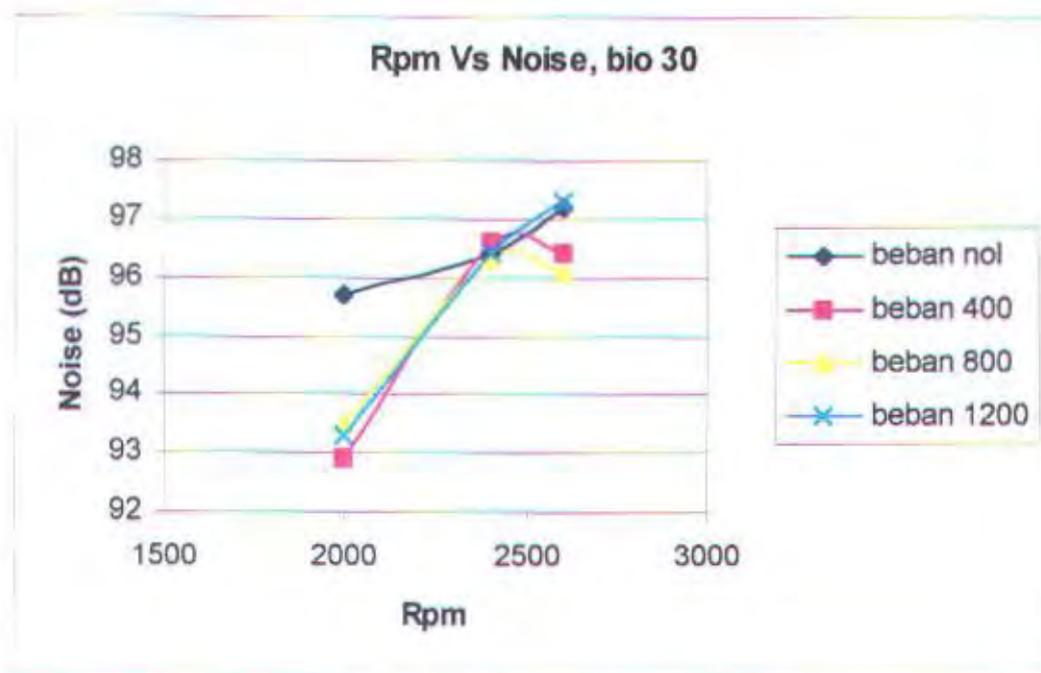
2000 rpm sebab pada putaran ini tingkat kebisingannya hampir menyerupai tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan bakar solar. Dan berdasarkan OSHA pada putaran ini tingkat kebisingannya masih diperbolehkan dengan sarat jam kerja dari operator hanya 4jam.



Gambar 4.12 Hubungan antara kebisingan dengan putaran mesin untuk percobaan yang menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 20%.

Penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester 20% pada setiap kenaikan putaran diikuti juga oleh kenaikan kebisingan secara harmonis. Pada putaran 2000 rpm pada pembebanan penuh memiliki tingkat kebisingan yang paling tinggi bila dibandingkan dengan pembebanan yang lain ini dapat dilihat dalam pada gambar 4.12 . untuk putaran 2400 rpm juga sama dengan putaran 2000 rpm yaitu tingkat kebisingan mengalami penurunan pada pembebanan 800 Watt yang kemudian

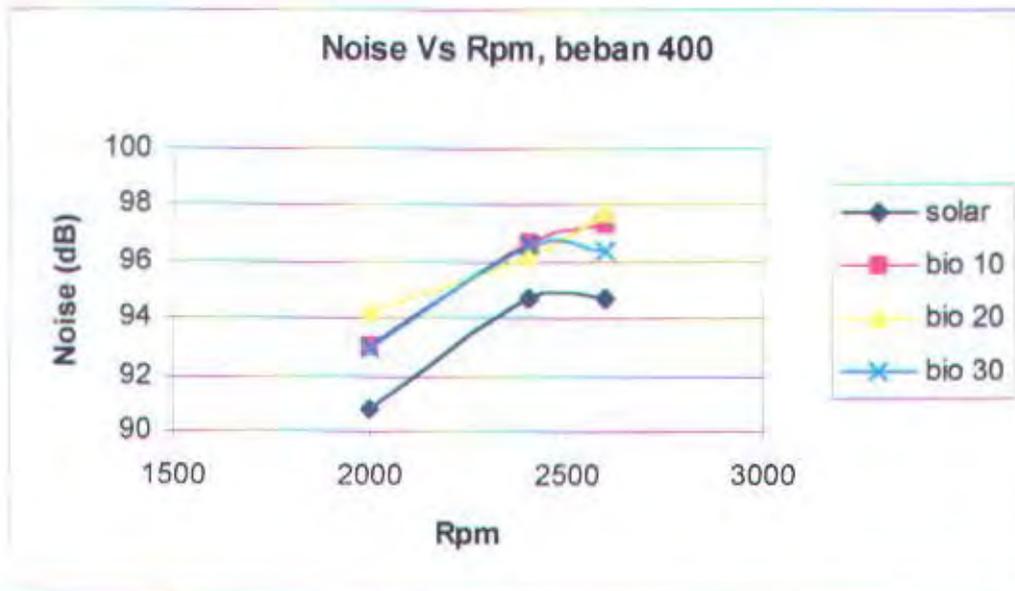
naik lagi. Sedangkan pada putaran 2600 rpm tingkat kebisingan tertinggi terjadi pada pembebanan 400 Watt.



Gambar 4.13 Hubungan tingkat kebisingan dengan putaran untuk percobaan yang menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 30%.

Pada gambar 4.13 terlihat bahwa tingkat kebisingan untuk penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester 30% pada putaran 2000 rpm dengan beban yang berbeda cenderung naik, pada beban 800 Watt dan turun lagi pada beban 1200 rpm. Untuk putaran 2400 rpm tingkat kebisingan dengan beban 800 Watt adalah yang paling rendah apabila dibandingkan dengan yang lain. Secara keseluruhan untuk bahan bakar jelantah methyl ester 30% memiliki kecenderungan naik dan mulai turun lagi pada putaran 2400 rpm untuk beban 400 Watt dan 800 Watt tetapi pada pembebanan 1200 Watt masih memiliki kecenderungan untuk naik.

Pengaruh penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester terhadap kebisingan untuk berbagai komposisi dan pembeban dapat dilihat pada table berikut:



Gambar 4.14 Hubungan kebisingan dengan putaran untuk berbagai komposisi campuran bahan bakar jelantah methyl ester pada pembebanan 400 Watt.

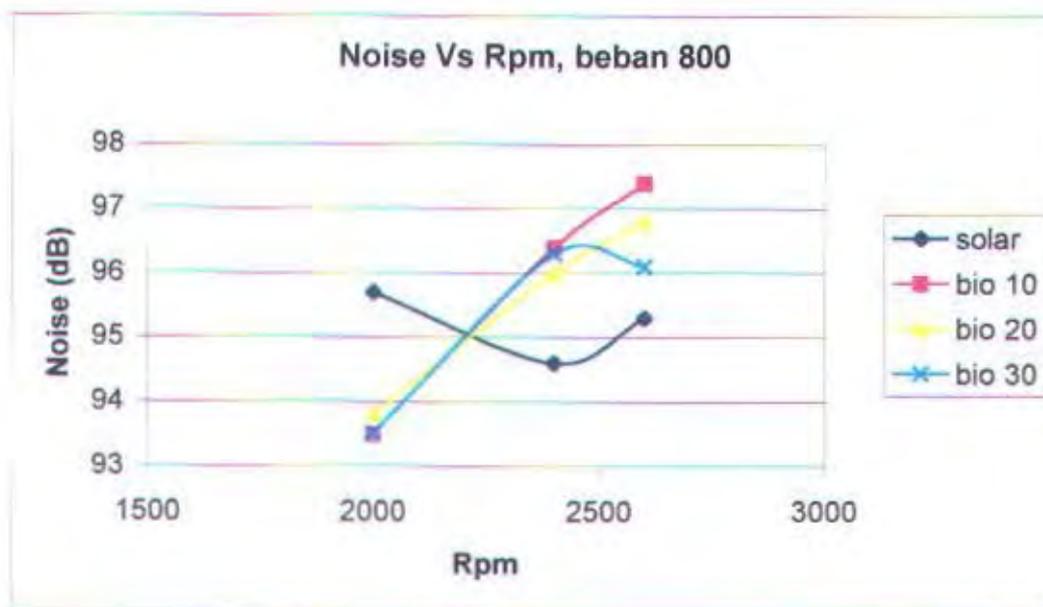
Dari gambar 4.15 dapat diketahui tingkat untuk percobaan dengan menggunakan pembebanan 400 Watt. Tingkat kebisingan dengan menggunakan campuran jelantah methyl ester lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan solar. Pada putaran 2000 rpm tingkat kebisingan dengan campuran 10% mengalami kenaikan sebesar 2,4%, untuk komposisi 20% kenaikannya sebesar 3,74% sedangkan dengan menggunakan komposisi 30% kenaikannya sebesar 2,3%.

Pada putaran 2400 rpm tingkat kebisingan dengan menggunakan jelantah methyl ester 10% mengalami kenaikan sebesar 2,1%, sedangkan untuk komposisi

20% tingkat kebisingannya mengalami kenaikan sebesar 1,6% dan 1,92% untuk penggunaan jelantah methyl ester 30%.

Pada putaran 2600 rpm tingkat kebisingan akibat penambahan jelantah methyl ester kedalam bahan bakar solar tidak mengalami kenaikan yang berarti. Untuk komposisi 10% kenaikannya hanya 2,85%, 3,16% untuk komposisi 20% dan pada komposisi 30% kenaikannya sebesar 1,8%.

Penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester dengan pembebanan 400 Watt memiliki kenaikan tingkat kebisingan paling rendah pada putaran 2400 rpm. Sedangkan putaran 2600 rpm kenaikan akibatnya jelantah methyl ester terendah dimiliki oleh komposisi 30%.

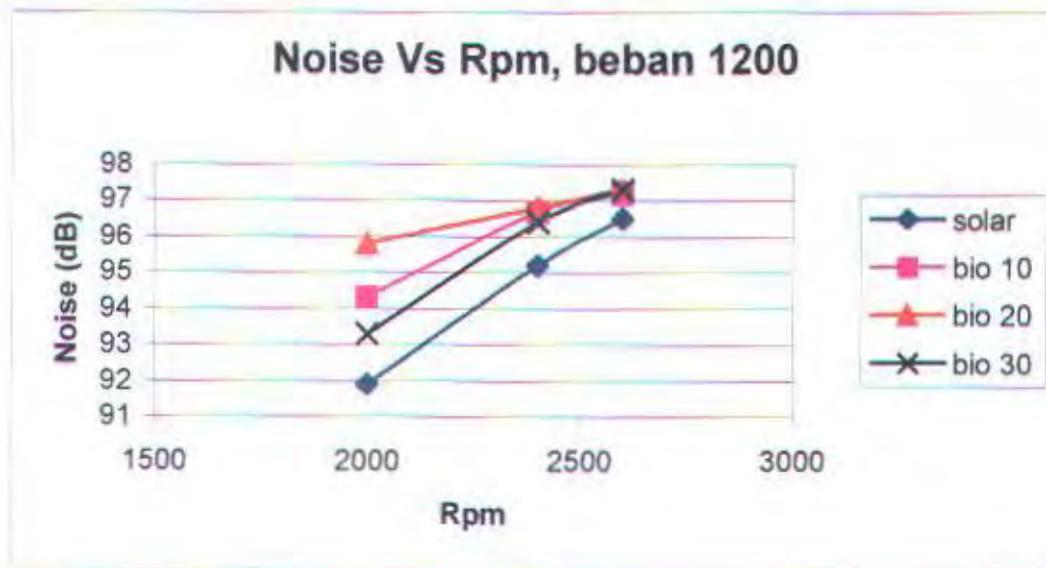


Gambar 4.15 Hubungan antara tingkat kebisingan dengan putaran mesin untuk berbagai komposisi campuran jelantah methyl ester dan solar pada pembebanan 800 Watt.

Dari gambar 4.15 diketahui tingkat kebisingan untuk pembebanan 800 Watt. Penggunaan pembebanan 800 Watt pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 10% tingkat kebisingannya mengalami penurunan sebesar 2,3%, untuk komposisi 20% mengalami penurunan sebesar 2%, dan dengan menggunakan jelantah methyl ester 30% tingkat kebisingannya menurun 2,3%.

Dan pada putaran 2400 rpm penggunaan jelantah methyl ester 10% tingkat kebisingannya naik 1,9% dan dengan komposisi 20% tingkat kebisingannya naik 1,5 sedangkan dengan 30% campuran jelantah methyl ester tingkat kebisingannya naik 2,3%.

Untuk putaran 2600 rpm dengan beban ini penggunaan komposisi campuran 10% tingkat kebisingannya mengalami kenaikan 2,2%, dengan menggunakan komposisi 20% tingkat kebisingannya naik 1,5% sedangkan dengan menggunakan jelantah methyl ester 30% tingkat kebisingannya naik sebesar 0,83%.

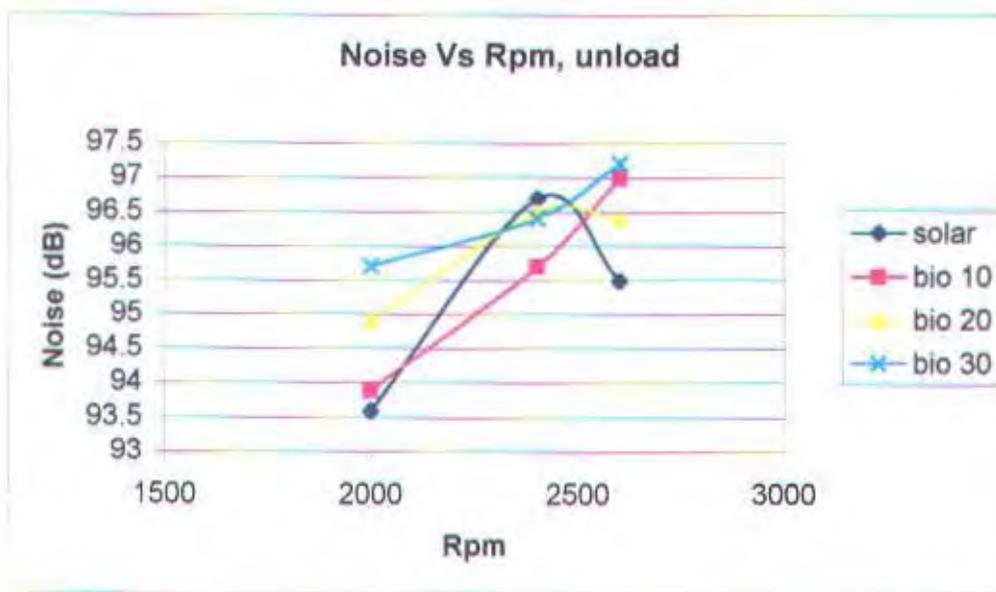


Gambar 4.16 Hubungan antara kebisingan dengan putaran pada pembebanan 1200 Watt untuk percobaan dengan berbagai komposisi campuran bahan bakar.

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa pada pembebanan 1200 Watt tingkat kebisingan untuk bahan bakar yang mendapat campuran jelantah methyl ester lebih tinggi bila dibandingkan dengan solar murni. Penambahan Jelantah methyl ester 10% pada putaran 2000rpm menyebabkan tingkat kebisingan menjadi naik 1,53%, sedangkan dengan JME. 20% tingkat kebisingannya naik 4,2%, dan untuk penggunaan komposisi 30% tingkat kebisingannya naik 1,52%.

Pada putaran 2400 rpm dengan menggunakan jelantah methyl ester 10% tingkat kebisingannya naik 1,57%, dan untuk campuran 20% tingkat kebisingannya naik 1,68%, sedangkan dengan menggunakan jelantah methyl ester 30% mengalami kenaikan 1,26%.

Dengan menggunakan putaran 2600 rpm kenaikan tingkat kebisingan akibat penambahan jelantah methyl ester 10% dan 20% sebesar 0,73%, dan untuk jelantah methyl ester 30% tingkat kebisingannya naik 0,82%.



Gambar 4.17 Hubungan antara kebisingan dengan putaran untuk percobaan tanpa beban dengan berbagai komposisi campuran bahan bakar.

Penggunaan campuran jelantah methyl ester sebagai bahan bakar memiliki tingkat kebising yang lebih besar bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar. Pada gambar 5.8 untuk putaran 2000 rpm mengalami kenaikan tingkat kebisingan dengan bertambahnya komposisi campuran jelantah methyl ester. Untuk putaran 2400 rpm tingkat kebisingan tertinggi terletak pada penggunaan bahan bakar solar murni dan nilai terendah dimiliki oleh komposisi 10%. sedangkan pada putaran 2600 rpm tingkat kebisingan mengalami kenaikan dengan bertambahnya komposisi bahan bakar.

Berdasarkan gambar 4.13 sampai 4.17 tingkat kebisingan pada motor diesel sangat dipengaruhi oleh perubahan putaran, sedangkan pengaruh dari

perubahan beban cukup kecil. Ini berlaku pada penggunaan bahan bakar solar maupun bahan bakar jelantah methyl ester. Peningkatan putaran pada mesin meningkatkan jumlah tekanan didalam silinder yang kemudian mengakibatkan kebisingan. (John B. Heywood, 1989).

Pada dasarnya penggunaan bakar dengan campuran jelantah methyl ester memiliki tingkat kebisingan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni ini dapat kita lihat pada gambar 4.13 sampai 4.17 yang mana pada setiap putaran tingkat kebisingan meningkat dengan bertambahnya campuran jelantah methyl ester.

Penambahan 10% jelantah methyl ester memiliki tingkat kenaikan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan dengan komposisi yang lain. Dari percobaan yang kami lakukan kenaikan kebisingan akibat penambahan jelantah methyl ester akan menurun dengan bertambah besar jumlah jelantah methyl ester yang kita campurkan. Bahan bakar ini memiliki kenaikan tingkat kebisingan cukup kecil bila digunakan pada putaran tinggi. Dan dengan bertambahnya pembebanan tingkat kebisingannya berkurang. Kenaikan tingkat kebisingan terendah dimiliki oleh komposisi 30% dam pada putaran dan pembebanan penuh, dimana kenaikanya sebesar 0,82%.

Meningkatnya tingkat kebisingan dengan menggunakan bahan bakar jelntah methyl ester kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal yaitu dari sifat kimia dan fisik. Dari sifat kimia komposisi bahan bakar jelantah methyl ester memiliki angka cetana yang lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan bakar solar. Sehingga kurang sesuai dengan setingan mesin untuk bahan bakar solar.

selain itu jelantah methyl ester memiliki nilai panas yang lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan bakar solar, sehingga ignitionnya delay bertambah. Secara fisik bahan bakar jelantah methyl ester memiliki tingkat viskositas sedikit lebih tinggi yaitu kurang lebih 7 CST pada suhu kamar. Ignition delay dipengaruhi oleh angka cetana, bahan bakar dengan angka cetana yang lebih baik akan mudah terbakar dengan sendirinya didalam selinder.

Meskipun pada percobaan ini penggunaan bahan bakar jelantah methyl ester memiliki tingkat kebisingan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan bakar solar murni, tetapi pada putaran dan pembebanan tertentu tingkat kebisingan yang dihasilkan hampir sama dengan bahan bakar solar murni. Tingkat kebisingan yang tinggi dengan menggunakan jelantah methyl ester dapat diturunkan dengan melakukan pengontrolan terhadap proses pembakaran, dengan adanya proses pembakaran yang lebih halus maka tingkat kebisingan akan menurun. Halus atau tidaknya suatu pembakaran dipengaruhi oleh ignition delay. Dengan bertambahnya ignition delay akan menimbulkan hard combustion.

Peningkatan mutu pembakaran dapat diupayakan dengan cara penambahan aditif ataupun pengaturan kembali injeksi pressure dan injection timing. Dengan bertambahnya injection pressure akan mengurangi injection delay sehingga hard combustion dapat dihindarkan. Penambahan aditif dalam bahan bakar ini bertujuan untuk meningkatkan nilai setana yang terkandung dalam bahan bakar diharapkan dengan meningkatnya nilai setana akan menurunkan ignition delay.



## BAB V PENUTUP

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Mereka menjawab: "Maha suci Engkau, tidak ada yang kami ketahui selain daripada yang telah Engkau ajarkan kepada kami; sesungguhnya Engkau lah yang Maha Bijaksana. (Q.S. Al-Baqarah: 32)*

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dengan menganalisa data yang diperoleh dari percobaan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jelantah methyl ester memiliki tingkat kebisingan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar.
2. Penggunaan jelantah methyl ester cukup cocok bila digunakan pada putaran tinggi karena pada putaran tinggi tingkat kebisingan yang dihasilkan hampir sama dengan menggunakan bahan bakar solar.
3. Campuran 10% dan 20% jelantah methyl ester memiliki tingkat kebisingan yang paling tinggi dan akan turun lagi dengan bertambahnya jumlah campuran jelantah methyl ester kedalam solar.
4. Penggunaan jelantah methyl ester 30% merupakan komposisi yang paling baik digunakan sebab tingkat kebisingannya lebih rendah sedangkan penurunan dayanya cukup kecil.

#### 5.2 Saran

Dengan bertambahnya tingkat kebisingan akibat menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester, maka pada masa mendatang diharapkan ada yang penelitian untuk menurunkan tingkat kebisingan akibat penggunaan bahan bakar ini. Sehingga tingkat kebisingannya dapat memenuhi regulasi.

Tingkat kebisingan dapat dikurangi dengan beberapa teknik diantaranya adalah :

1. Dengan melakukan perubahan terhadap injection timing dan injection pressure sehingga dapat mengurangi ignition delay.
2. Perubahan Injection pressure yang sesuai dengan karakteristik jelantah methyl ester.
3. Digunakan pada mesin indirect injection.
4. Ditambahkannya peredam suara pada ruangan sehingga tingkat kebisingan yang dihasilkan akan lebih rendah.



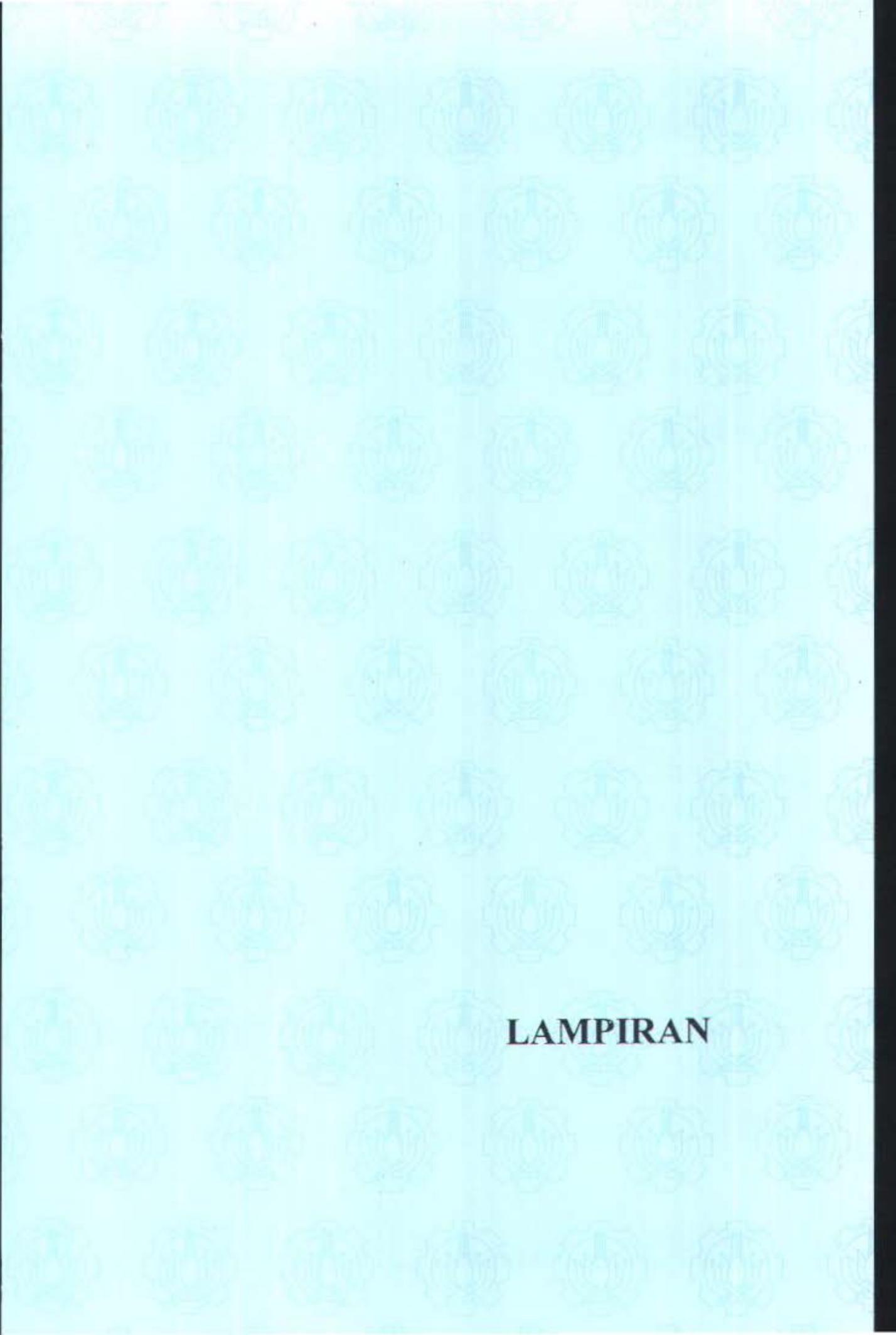
## DAFTAR PUSTAKA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dan Dialah Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan dari padanya daging segar dan kamu keluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai dan kamu lihat balitera berlayar pada-Nya dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya dan supaya kamu bersyukur. (Q.S. An-Nahl: 14)*

## DAFTAR PUSATAKA

1. Ahadiat, Nur [1994], "Pengaruh Katalis Minyak Solar pada Proses Pembakaran", Lembaran Publikasi Lemigas No 1. Baranek Leo L. dan I. Ver Istvan [1992], "Noise and Vibration Control Engineering", New York, Jhon Wiley & Sons, Inc.
2. Arismunandar Wiranto dan Koichi Tsuda [1975], "Motor Diesel Putaran Tinggi", Jaskarta, Pranya Paramita.
3. Edward F. Obert [1968], "Internal Combution Engine", Madison, Wiscosin.
4. Heywood John B. [1989], "Internal Combution Engine Fundamental", Mc Graw Hill.
5. keputusan menteri lingkungan hidup NO KEP-49/MENLH/11/1996.
6. Lyon Richard [1987], "Macenery Noise and Diagnostics", United States of America.
7. Mathur RWL. and R.P Sharma [1980], "A Course In Internal Combution Engine", Delhi, Dhanpat Rai & Sons.
8. Nasional Biodiesel Board [1998], "Biodiesel Production".
9. Pelly, Mike [2000], "Biodiesel from Used Kitchen Grease or Waste Vegetables Oil", [www. journeytoforever.org](http://www.journeytoforever.org).
10. Zuhdi Aguk MF [2001], "Biodiesel Sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil pada Motor Diesel", lembaga Penelitian ITS.



**LAMPIRAN**

## LAMPIRAN

Tabel 1 *Data percobaan dengan bahan bakar solar*

Beban (Watt)	Rpm	Rps	Arus (A)	Volt (v)	tbb (10 ml)	gas out	air in	air out	I min (dB)	I lim (dB)	I max (dB)	Max presure
0	2000	33.33	0	125	106	92	29	32	91.9	93.6	96.5	110.1
400	2000	33.33	1	175	100	110	29	34	89.5	90.8	92.4	100.9
800	2000	33.33	3	200	90	132	29	36	92.7	95.7	100.3	113.3
1200	2000	33.33	4.5	165	70	163	29	39	90.8	91.9	94.1	110.6
0	2400	40	0	200	70	125	29	33	93.3	96.7	103.1	114.2
400	2400	40	1.5	210	59	130	29	36	93.4	94.7	96.3	114
800	2400	40	3.5	235	50	152	29	37	93.7	94.6	95.8	111.4
1200	2400	40	5.2	240	40.1	163	29	39	93.8	95.2	96.3	110.6
0	2600	43.33	0	240	69	130	29	33	94.4	95.5	98.9	111.9
400	2600	43.33	2	260	58	140	29	37	93.3	94.7	96.2	112.7
800	2600	43.33	4	265	49	155	29	39	93.7	95.3	97.6	111.4
1200	2600	43.33	5.75	260	39.2	162	29	39	95.2	96.5	98.4	114.3

Tabel 2. *Data percobaan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 10%*

Beban (Watt)	Rpm	Rps	Arus (A)	Volt (V)	tbb (10 ml)	T Gas buang	T Air inlet	T Air out	I min (dB)	I lim (dB)	I max (dB)	Max presure
0	2000	33.33	0	150	89	95	29	39	92.3	93.9	95	111.1
400	2000	33.33	1.5	170	66	100	29	39	92	93	95.1	111.1
800	2000	33.33	3.5	180	64	120	29	39	92	93.5	95	112.4
1200	2000	33.33	5	175	47	140	29	39	92.1	94.3	97.3	111.1
0	2400	40	0	210	66	140	29	39	94	95.7	96.2	111.5
400	2400	40	1.6	230	58	145	29	39	94.4	96.7	98	112.7
800	2400	40	3.6	225	48	155	29	39	95.7	96.4	97.7	112
1200	2400	40	5.5	220	43	170	29	40	95.1	96.7	98.3	113.1

0	2600	43.33	0	260	68	115	29	40	95	97	98	114
400	2600	43.33	2	280	42	130	29	40	95.9	97.4	98.4	114.5
800	2600	43.33	4	260	37	160	29	40	96	97.4	98.8	113.9
1200	2600	43.33	5.7	240	32	195	29	40	96.1	97.2	99.3	114

Tabel 3. Data percobaan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 20%

Beban (Watt)	Rpm	Rps	Arus (A)	Volt (V)	tbb (10 ml)	T Gas buang	T Air in	T Air out	I min (dB)	I lim (dB)	I max (dB)	Max pressure
0	2000	33.33	0	145	74	87	29	39	93.7	94.9	96.7	111.4
400	2000	33.33	1.5	190	69	98	29	39	92.4	94.2	96.3	111
800	2000	33.33	3.4	185	66	116	29	39	94.8	93.8	95.1	111.8
1200	2000	33.33	5	170	64	148	29	39	94.6	95.8	97.1	111
0	2400	40	0	200	73	95	29	39	95.2	96.5	98.4	111.7
400	2400	40	1.5	220	70	120	29	39	95.1	96.2	97.5	113.2
800	2400	40	3.5	250	60	143	29	40	94.7	96	97.5	113.1
1200	2400	40	5.5	215	53	165	29	40	95.7	96.8	98.5	112.3
0	2600	43.33	0	240	59	102	29	40	95.4	96.4	97.5	113.5
400	2600	43.33	2	280	50	119	29	40	96.2	97.7	98.6	113.9
800	2600	43.33	4	260	42	148	29	40	95.8	96.8	97.8	115.1
1200	2600	43.33	5.75	260	32	190	29	40	96.4	97.3	98.5	114.3

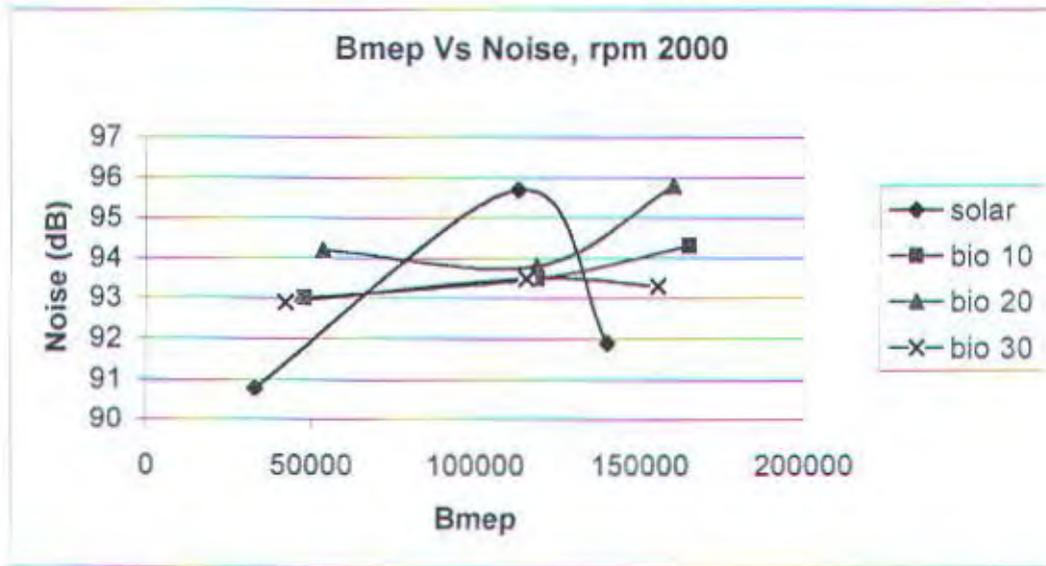
Tabel 4. Data percobaan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 30%

Beban (Watt)	Rpm	Rps	Arus (A)	Volt (V)	tbb (10 ml)	T Gas buang	T Air inlet	T Air outlet	I min (dB)	I lim (dB)	I max (dB)	Max pressure
0	2000	33.33	0	45	50	75	29	38	94.5	95.7	97.4	110.9
400	2000	33.33	1.4	160	46	87	29	39	91.2	92.9	95.6	109.5
800	2000	33.33	3.4	180	42	104	29	39	92.5	93.5	94.7	109

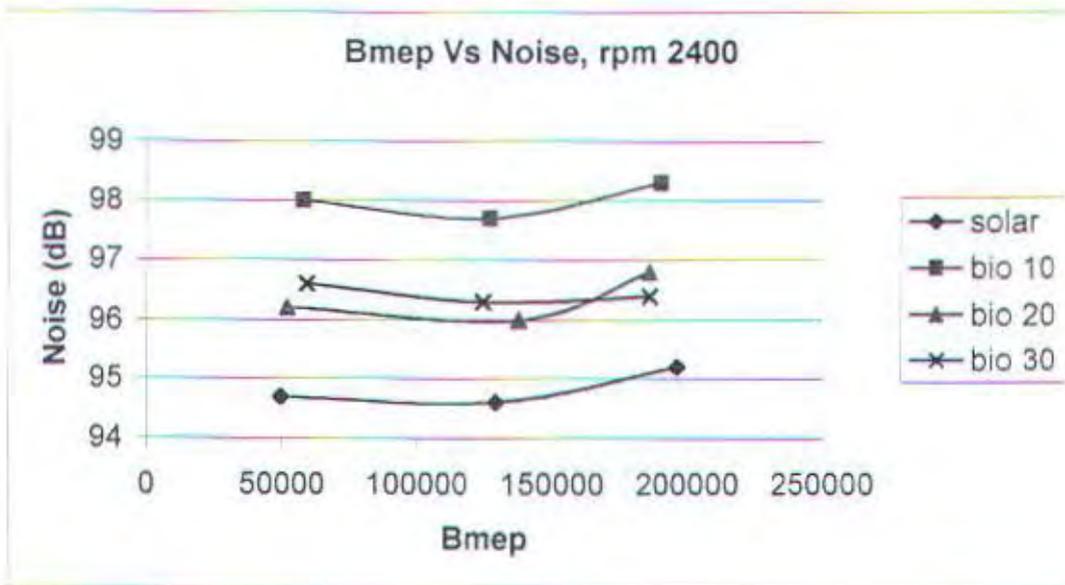
1200	2000	33.33	5	165	40	125	29	39	92.2	93.3	95	111.3
0	2400	40	0	205	57	95	29	39	95.1	96.4	98	111.9
400	2400	40	1.6	235	47	107	29	39	95	96.6	98.9	112.4
800	2400	40	3.6	220	42	133	29	39	94.9	96.3	97.5	112.2
1200	2400	40	5.5	215	38	175	29	40	95.4	96.4	97.9	112.1
0	2600	43.33	0	260	61	105	29	40	95.8	97.2	98.4	113.9
400	2600	43.33	1.7	280	51	116	29	40	95.3	96.4	97.5	113.5
800	2600	43.33	4	260	45	155	29	40	95	96.1	97.1	112
1200	2600	43.33	5.7	260	40	195	29	40	96	97.3	98.8	114

Tabel 5. Data percobaan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 100%.

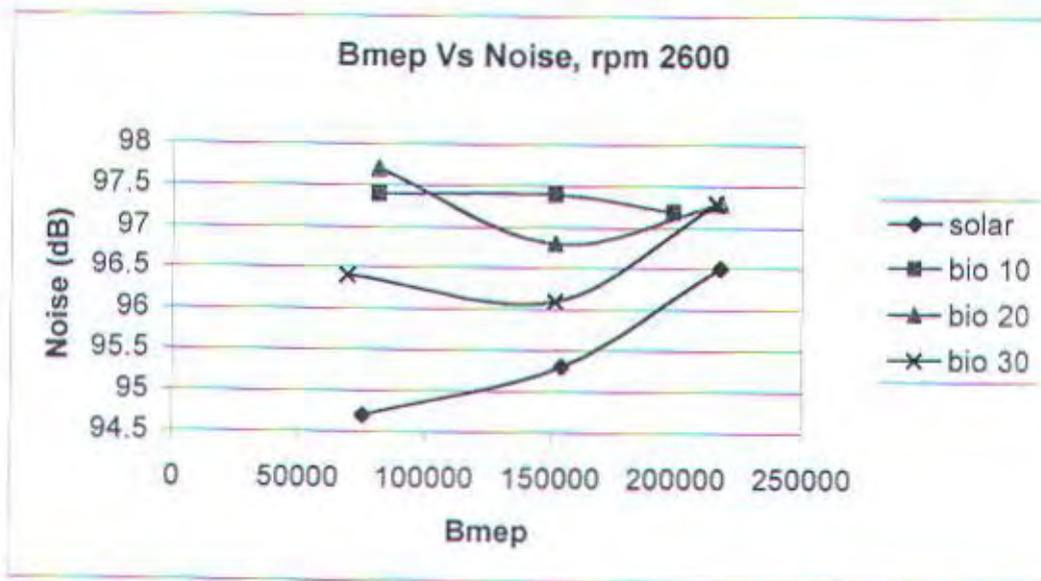
Beban (Watt)	Rpm	Rps	Arus (A)	Volt (V)	tbb (10 ml)	T Gas buang	T Air inlet	T Air out	I min (dB)	I lim (dB)	I max (dB)	Max pressure
0	2000	33.33	0	60	70	80	29	38	92.1	93.9	95.5	109.9
400	2000	33.33	1.5	200	44	97	29	38	93.2	95.6	100.3	111.4
800	2000	33.33	3.3	185	41	115	29	39	92.3	93.7	95.6	111.4
1200	2000	33.33	5	175	30	130	29	39	92.4	92.4	95.5	111



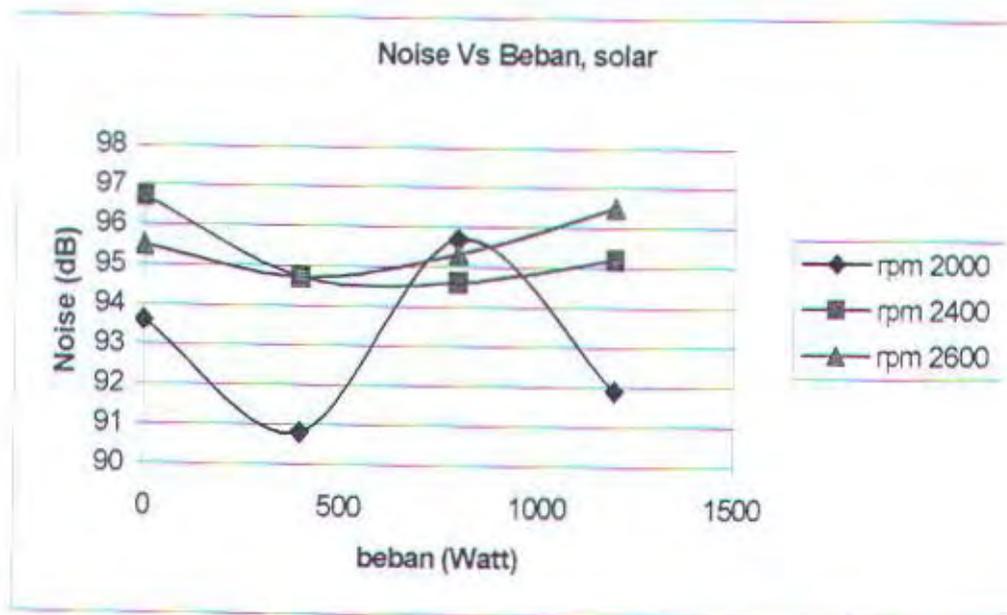
Gambar 1. Hubungan tekanan indikator dengan tingkat kebisingan pada putaran 2000rpm.



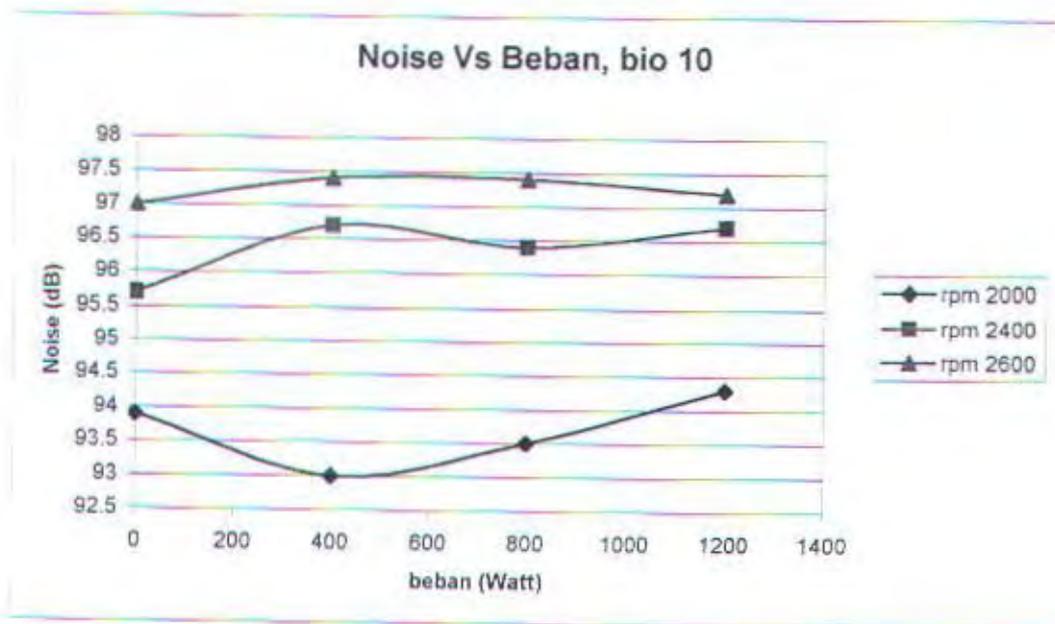
Gambar 2. Hubungan antara tekanan indikator dengan tingkat kebisingan pada putaran 2400rpm.



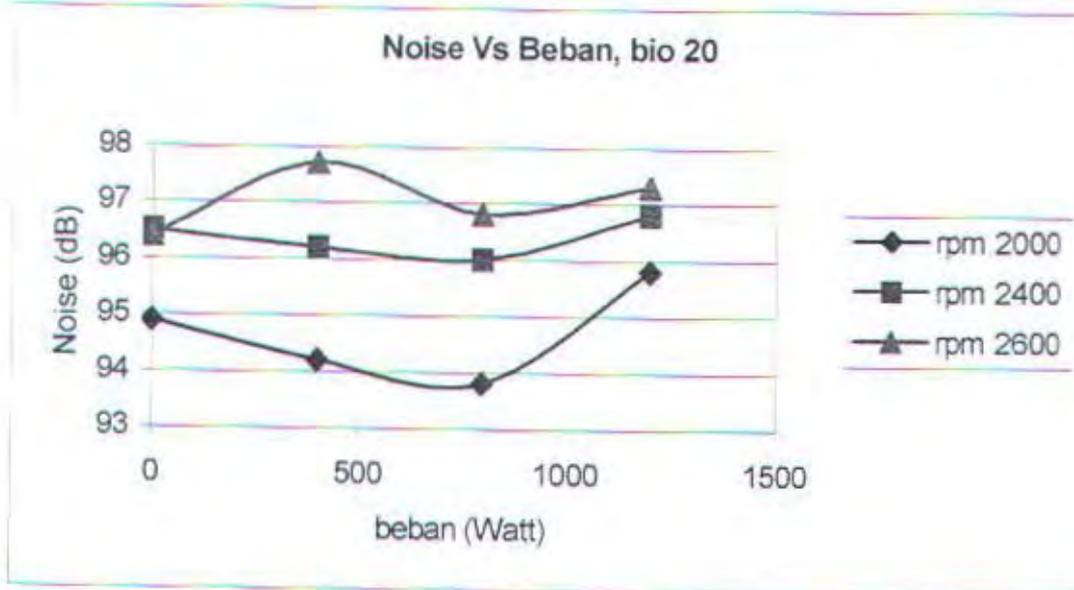
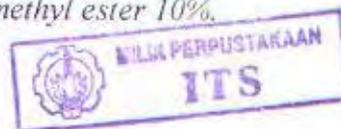
Gambar 3. Hubungan antara tekanan indikator dengan tingkat kebisingan pada rpm 2600.



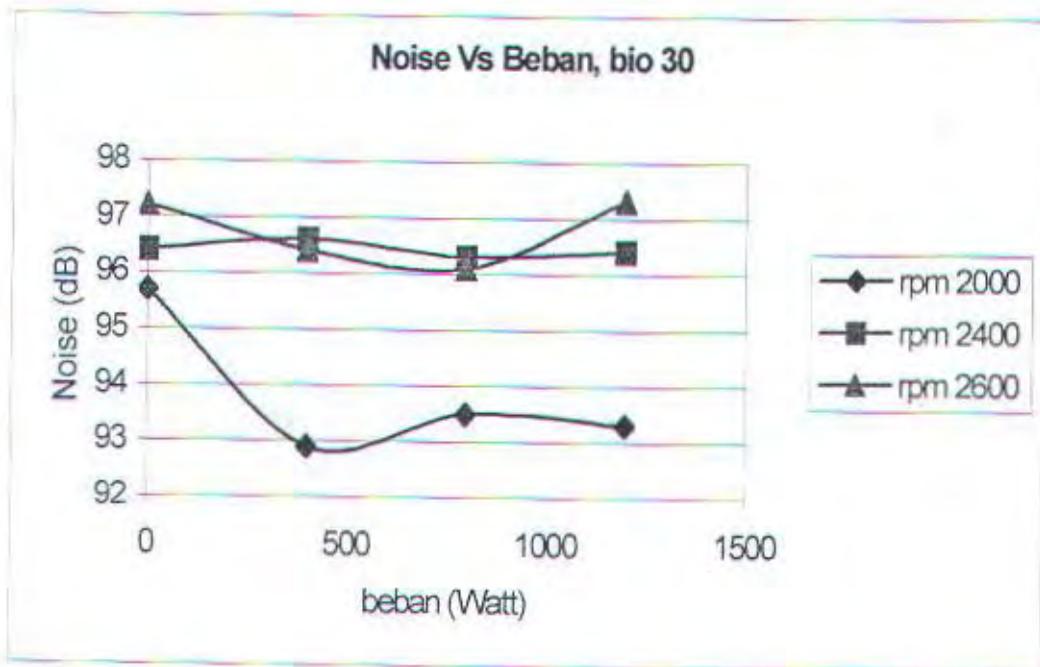
Gambar 4. Hubungan tingkat kebisingan dengan beban pada percobaan yang menggunakan bahan bakar solar



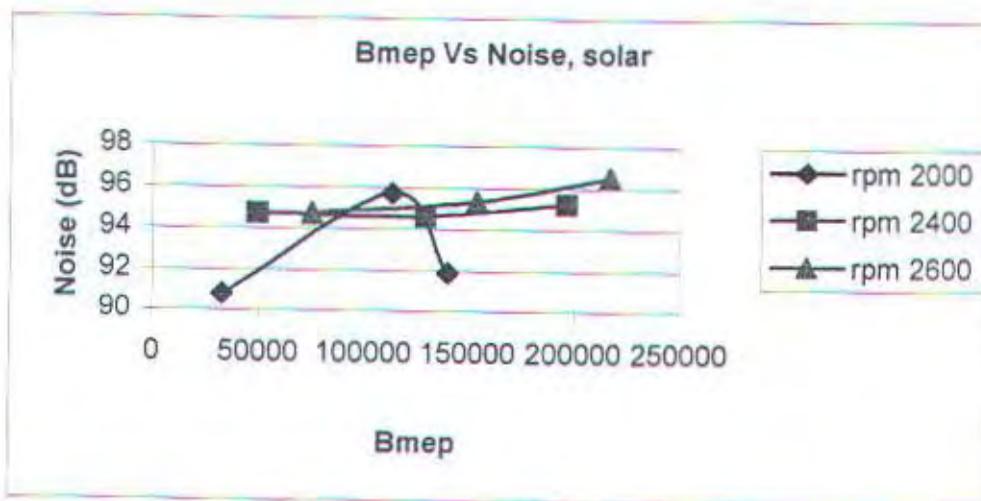
Gambar 5. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan beban untuk percobaan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 10%.



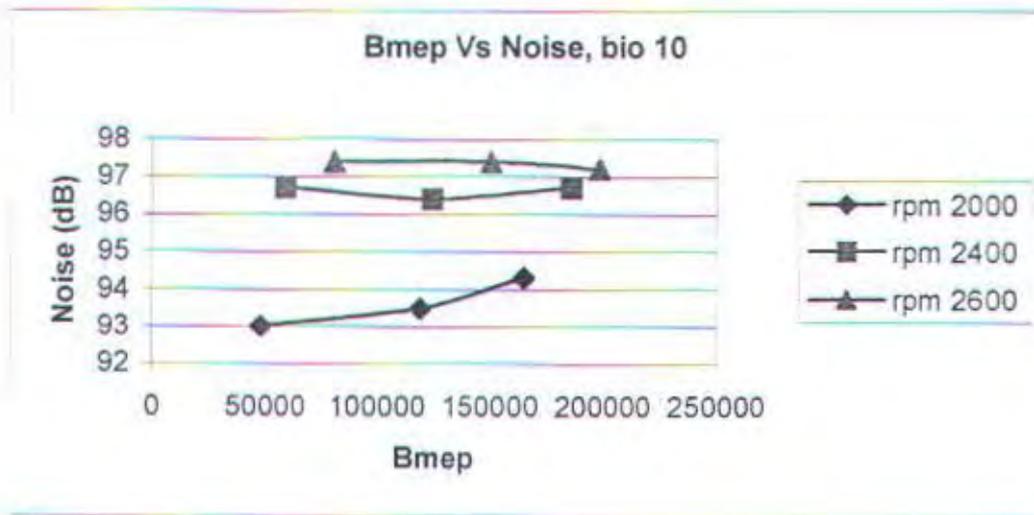
Gambar 6. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan beban untuk percobaan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 20%.



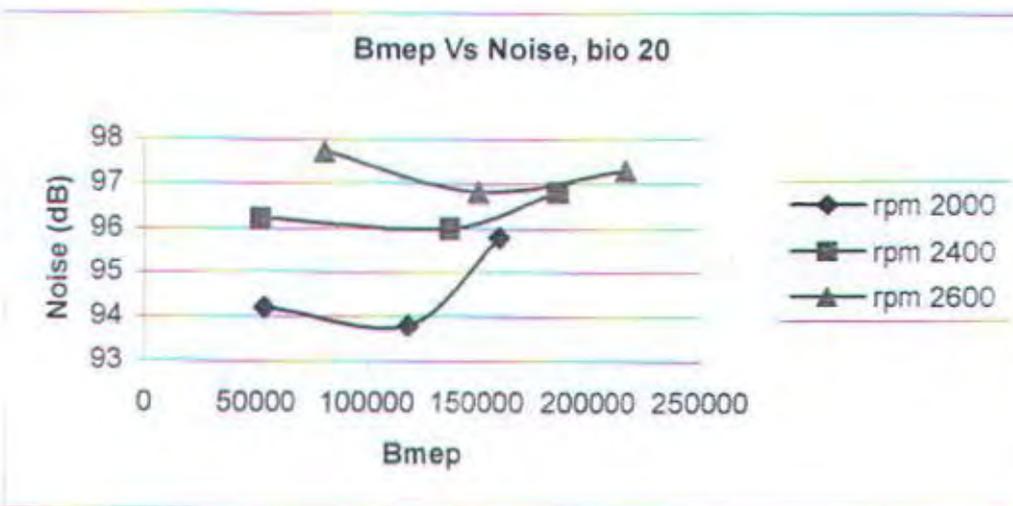
Gambar 7. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan beban untuk percobaan dengan menggunakan bahan bakar jelantah methyl ester 30%.



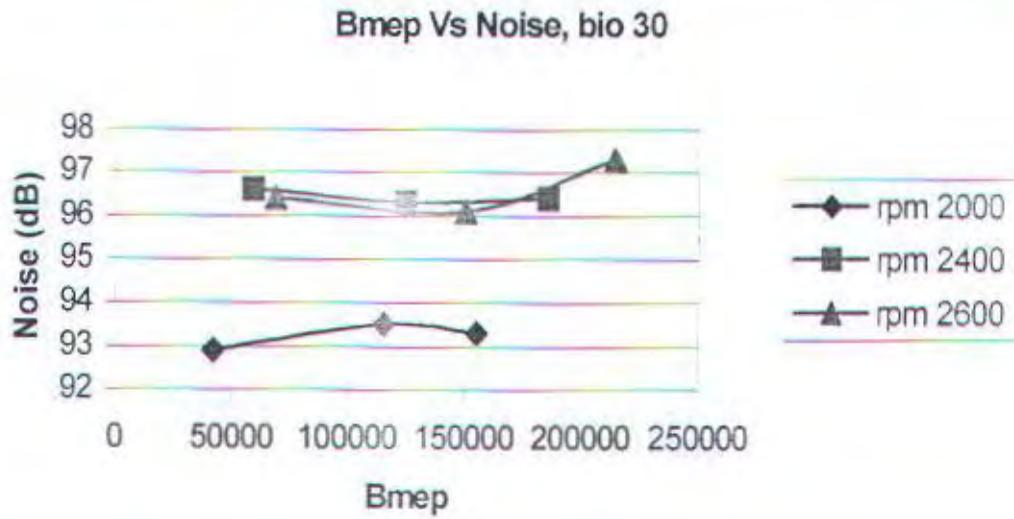
Gambar 8. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan Bmep untuk percobaan bahan bakar solar.



Gambar 9. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan Bmep untuk percobaan bahan bakar jelantah methyl ester 10%.



Gambar10. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan Bmep untuk percobaan bahan bakar jelantah methyl ester 20%.



Gambar11. Hubungan antara tingkat kebisingan dengan Bmep untuk percobaan bahan bakar jelantah methyl ester 30%.