

# PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR, BIOSOLAR DAN PERTAMINA DEX TERHADAP PRESTASI MOTOR DIESEL SILINDER TUNGGAL

Audri D Cappenberg

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Email : audri.cappenberg@uta45jakarta.ac.id

## Abstrak

Penggunaan bahan bakar pada mesin sangat berpengaruh terhadap prestasi motor, sehingga dari waktu ke waktu ada perbaikan kualitas bahan bakar. Khusus untuk motor diesel, yang awalnya hanya menggunakan solar, kini sudah berkembang, yaitu telah tersedia biosolar dan pertamina dex. Untuk itu diujicobakan penggunaannya pada mesin diesel silinder tunggal di laboratorium uji prestasi mesin fakultas teknik UTA'45 sehingga didapatkan parameter prestasi untuk masing – masing bahan bakar. Pengujian dilakukan dengan metode pengaturan derajat sebagai tuas acuan kecepatan yaitu 5°, 10°, 15°, dan 20° dan hasilnya adalah pada 5°, gaya untuk solar 56 N, pertamina dex, 64 N dan biodiesel 60 N.

Dari hasil pengujian selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan prestasi mesin yang adalah sebagai berikut dan secara keseluruhan prestasi mesin yang menggunakan pertamina dex lebih tinggi dari penggunaan biosolar dan solar; yang adalah sebagai berikut : daya poros : 3,2343 kW, 3,3048 kW, 3,5045 kW; torsi : 7,28 Nm, 7,8 Nm, 8,32 Nm; pemakaian bahan bakar : 0,377 kg/kW.h, 0,353 kg/kW.h, 0,314 kg/kW.h dan efisiensi termal : 22,952%, 25,09% dan 27,086%.

**Kata kunci : solar, biosolar dan pertamina dex , daya, torsi dan efisiensi termal**

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan alat transportasi semakin berkembang diiringi dengan peningkatan kualitas bahan bakar. Hal ini disebabkan karena penggunaan bahan bakar yang baik akan menghasilkan prestasi mesin yang tinggi disamping mengatasi pencemaran lingkungan yang juga semakin tinggi.

Motor diesel merupakan mesin yang banyak digunakan untuk alat transportasi kendaraan bermotor, namun motor diesel merupakan salah satu pencemar udara. Hal ini disebabkan karena pembakaran yang terjadi dengan memanfaatkan panas hasil kompresi udara. Untuk memperoleh pembakaran yang optimal, periode penundaan pembakaran terjadi dengan singkat, sehingga segera terjadi pembakaran.

Pada putaran tinggi, injeksi bahan bakar perlu dimajukan sehingga pembakaran dapat berlangsung optimal, dengan demikian emisi gas buang yang dihasilkan akan lebih baik, jadi injeksi bahan bakar harus dilakukan dengan tepat, sehingga kondisi udara dalam silinder sesuai dengan kebutuhan pembakaran bahan bakar.

Selain proses pembakaran yang harus menjadi perhatian, juga pemilihan bahan bakar sudah harus menjadi perhatian utama. Karena kualitas bahan bakar akan turut mempengaruhi emisi gas buang bagi lingkungan dan manusia.

Menyikapi hal ini, maka pemerintah mengharuskan penggunaan bahan bakar yang memenuhi standar euro, yang diharapkan dalam waktu dekat adalah standar euro 4 (Permen LHK Nomor 20/2017, dengan komposisi CO = 1.5; HC = 3.5; Nox = 0.46 dan PM = 0.02

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan bahan bakar yang tepat bagi motor diesel dalam meningkatkan prestasi kerja (daya, torsi, dan efisiensi termal) serta menurunkan tingkat emisi gas buang terhadap lingkungan.

Pada pengujian ini dipilih tiga jenis bahan bakar, yaitu solar, biosolar dan pertamina dex. Pengujian ini dilakukan di laboratorium uji prestasi mesin dengan menggunakan mesin diesel single cylinder 441CC.

**Bahan bakar diesel yang dikeluarkan pertamina adalah solar, biosolar, dextrite dan pertamina dex.**

**Solar** ; bahan bakar diesel yang disubsidi pemerintah, yang diperoleh dari pengolahan minyak bumi. Minyak mentah dipisahkan pada

proses destilasi dan menghasilkan fraksi solar dengan titik didih antara 250° C sampai dengan 300° C. bilangan cetana 43, kandungan sulfur antara 3000 sampai dengan 3500 ppm.

Sebagai bahan bakar, solar memiliki karakteristik tertentu, yaitu :

1. Tidak berwarna/terkadang berwarna kuning dan berbau
2. Tidak akan menguap pada temperatur normal
3. Memiliki kandungan sulfur lebih tinggi jika dibanding biosolar dan Pertamina Dex
4. Memiliki flash point antara 40 °C sampai dengan 100 °C
5. Terbakar spontan pada temperatur 300 °C
6. Menimbulkan panas yang tinggi kurang lebih 10.500 kkal/kg

Untuk menghasilkan pembakaran yang baik, solar memiliki syarat – syarat berikut :

1. Mudah terbakar
2. Tidak mudah mengalami pembekuan pada suhu yang rendah
3. Memiliki sifat anti knocking dan membuat mesin bekerja dengan lembut
4. Memiliki kekentalan yang memadai untuk disemprotkan kedalam mesin oleh injector
5. Tetap stabil dan tidak mengalami perubahan struktur, bentuk dan warna dalam proses penyimpanan
6. Memiliki kandungan sulfur lebih kecil lagi, agar tidak berdampak buruk bagi mesin dan mengurangi polusi.

**Biosolar;** merupakan jenis bahan bakar yang cukup baik sebagai pengganti solar. Biosolar merupakan sumber energi yang dapat dibaharui karena berasal dari minyak nabati dan hewan. Secara kimia, biosolar dihasilkan dari pencampuran monoalkyl ester, yang merupakan rantai panjang asam lemak. Transesterifikasi lipid digunakan untuk mengubah minyak dasar menjadi ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas yang tidak digunakan. ( Merupakan fermentasi dari tumbuhan). Biosolar mempunyai sifat pembakaran yang hampir sama dengan bahan bakar solar. Tidak mengandung nitrogen atau senyawa aromatik dan hanya mengandung kurang lebih 15 ppm sulfur. Mengandung  $\pm 11$  % oksigen dalam persen berat yang mengakibatkan berkurangnya kandungan energi (LHV lebih rendah bila dibanding dengan solar), namun menurunkan kadar emisi gas buang yang berupa CO, HC, PM dan jelaga. Mempunyai bilangan cetana 48.

Selain dapat digunakan langsung, biosolar dapat dicampur dengan solar atau minyak diesel

lainnya dengan tujuan untuk mengubah karakteristiknya agar sesuai dengan kebutuhan.

**Pertamina dex;** merupakan bahan bakar diesel berkualitas tinggi dengan kadar sulfur yang rendah (dibawah 300 ppm), yang berfungsi untuk menghindari penyumbatan injektor, kandungan partikular (PM) sangat sedikit dan bersih dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan, menghasilkan tenaga yang besar dan irit bahan bakar, suara mesin halus. Bilangan cetana 53, dan telah memenuhi standar Euro 4.

Angka cetane merupakan indikator kualitas suatu bahan bakar bila ditinjau dari kecepatan terbakarnya bahan bakar motor diesel. Semakin tinggi angka cetane bahan bakar, maka akan mengurangi waktu tunda pembakaran, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan cepat.

Perbedaan angka cetane pada timing injeksi yang sama, maka pembakaran yang dihasilkan akan berbeda, sebab periode pembakaran terjadi berbeda. Dengan demikian efisiensi bahan bakar untuk solar, biosolar dan Pertamina Dex akan berbeda pada kondisi timing injeksi yang sama.

#### **Proses Pembakaran Dalam Motor Diesel**

Syarat penting dari pembakaran pada motor diesel diantaranya emisi yang rendah dan hemat pemakaian bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan harus bisa terbakar dengan sendirinya ketika diinjeksi kedalam udara bertekanan tinggi di dalam silinder. Untuk mengukur kemampuan bahan bakar menyala dengan sendirinya digunakan angka cetane.

Rata-rata mesin diesel membutuhkan bahan bakar dengan angka cetana antara 40 hingga 45. Bila angka cetana yang digunakan tidak sesuai dengan rancangan mesin, akan terjadi masalah berikut :

1. Jika terlalu tinggi, timbul efek panas yang berlebihan terhadap mesin sehingga komponen mesin cepat rusak
2. Jika terlalu rendah, timbul gejala knocking sehingga opasitas gas buang akan berlebihan, karena pembakaran tidak sempurna. Gas buang menjadi hitam pekat

#### **Daya Poros**

**Torsi** adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Besaran torsi adalah besaran turunan yang bisa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Torsi menyebabkan benda berputar

terhadap porosnya dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah berlawanan.

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya. Untuk mengukur torsi digunakan dinamometer.

Pada sebuah mesin, torsi ditunjukkan oleh momen sebagai output dari poros engkol. Dalam pengoperasiannya torsi dibutuhkan pada waktu kendaraan akan bergerak atau pada saat mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi. Proses

pembakaran yang sempurna pada sebuah mesin memberikan dampak positif terhadap torsi mesin yang dihasilkan. Pada sebuah mesin yang beroperasi akan menghasilkan gaya pada torak sebagai hasil dari tekanan hasil pembakaran (F) dan jari-jari lingkaran poros engkol  $r$ , sehingga besarnya torsi dapat ditentukan dengan :

$$T = F \cdot r$$

Dimana :

T = torsi keluaran mesin (nm)

F = gaya (N)

r = jari-jari lingkaran poros engkol (m)

Torsi menyebabkan benda dapat berputar terhadap porosnya, benda akan berhenti berputar bila ada usaha melawan torsi dengan besar yang sama dan berlawanan arah.

Untuk mengetahui besar daya poros, torsinya harus diketahui. Pengukuran torsi dapat dilakukan dengan menggunakan dinamometer. Prinsip kerja dinamometer adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati nol rpm.

### Konsumsi bahan bakar spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah perbandingan banyaknya pemakaian bahan bakar setiap jam tiap daya yang dihasilkan. Harga pemakaian bahan-bakar spesifik yang makin rendah menunjukkan efisiensi yang makin tinggi. Besar pemakaian bahan bakar yang spesifik dihitung dengan persamaan berikut :

$$B_s F_c = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/kWh)}$$

Dimana :

$m_f$  : pemakaian bahan bakar (lb/jam)

$N_e$  : daya poros (kW)

$B_s F_c$  : konsumsi bahan bakar spesifik (sfc)

Pemakaian bahan bakar ( $m_f$ ) diperoleh dengan persamaan berikut :

$$m_f = \frac{b}{t} \times \frac{3600}{1000} \times \rho_{bb}$$

Dimana:

b : volume buret (CC)

t : waktu (detik)

$\rho_{bb}$  : spesifik gravitasi bahan bakar (kg/l)

$m_f$  : pemakaian bahan bakar

### Efisiensi Termal

Efisiensi termal menunjukkan prestasi peralatan termal, yang berhubungan dengan energi termal yang dihasilkan. Efisiensi termal dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$\eta_{th} = \frac{BHP}{Q_{in}} \times 100\%$$

Dimana :

$\eta_{th}$  : efisiensi termal

BHP : daya poros

$Q_{in}$  : nilai kalor bahan bakar

$$Q_{in} = \frac{m_f \times LHVBB}{3600}$$

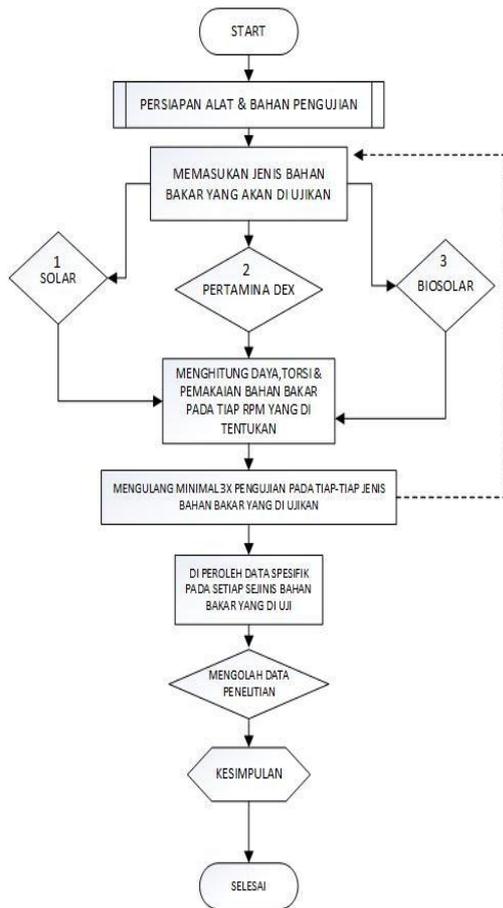
Dimana :

$m_f$  : konsumsi bahan bakar

LHVBB : Nilai kalori rendah bahan bakar

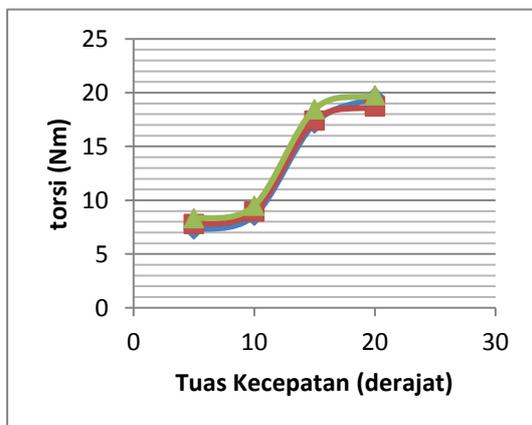
### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium uji prestasi mesin dan menggunakan mesin Diesel Loncin 441 CC, empat langkah, satu silinder dengan injeksi langsung. Ketiga jenis bahan bakar diuji satu – satu untuk mendapatkan data prestasi mesin, seperti terlihat pada diagram alir berikut :



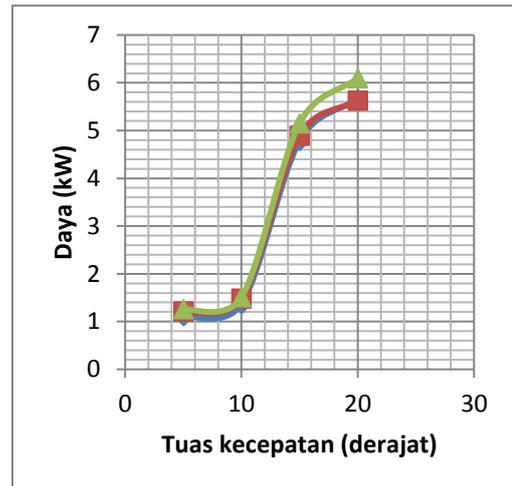
4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dimulai dengan memasukkan bahan bakar ke dalam silinder sebanyak 8 cc per detik. Diawali dengan solar, kemudian biosolar dan terakhir pertamina dex. Pengujian dilakukan dengan tuas kecepatan, 5, 10, 15 dan 20 derajat dengan variasi kecepatan mesin (Rpm) untuk mendapatkan gaya dan waktu. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapat parameter prestasi mesin, yaitu : torsi, daya, pemakaian bahan bakar spesifik dan efisiensi termal, yang adalah sebagai berikut :



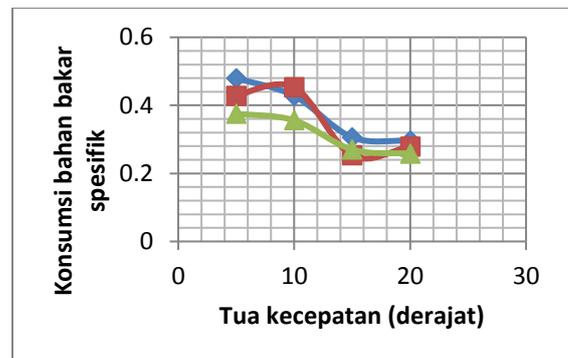
Gambar 4.1. Torsi terhadap tuas kecepatan

Bedasarkan data hasil pengujian maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai torsi pada tuas kecepatan yang bervariasi. Dari hasil perhitungan pada 5 derajat tuas kecepatan didapatkan torsi untuk solar , 7,28 Nm, biosolar : 7.8 Nm dan pertamina dex , 8,32 Nm. Biodiesel; dan terus meningkat pada peningkatan tuas kecepatan (derajat)



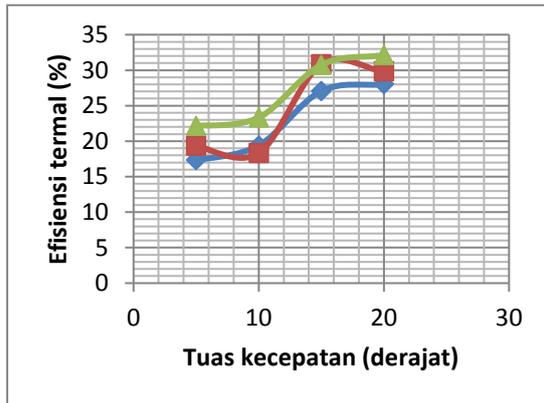
Gambar 4.2. Daya terhadap tuas kecepatan

Dari hasil pengujian, rata – rata daya yang diperoleh untuk solar adalah 3,2343 kW, biosolar 3,3045 kW dan pertamina dex 3,5045 kW



Gambar 3. Konsumsi bahan bakar terhadap tuas kecepatan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar spesifik rata – rata untuk masing – masing bahan bakar adalah sebagai berikut ; solar, 0,377 kg/kW.h, biosolar, 0,353kg/kW.h dan pertamina dex, 0,314 kg/kW.h



Gambar 4.4.  
Efisiensi termal terhadap tuas kecepatan

Dari grafik diatas terlihat bahwa rata – rata efisiensi termal untuk solar adalah 22,952%, biosolar adalah 25,09% dan pertamina dex adalah 27,086%.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang dilakukan, maka disimpulkan beberapa hal :

- 1) Penggunaan minyak diesel solar sebaiknya dikurangi, karena memiliki torsi, dan daya yang rendah, sementara konsumsi bahan bakar spesifik cukup tinggi.
- 2) Penggunaan biosolar dan pertamina dex sudah harus menjadi perhatian pengguna kendaraan bermotor, karena memiliki torsi dan daya yang tinggi
- 3) Efisiensi termal yang baik adalah pada pertamina dex, dan akan meningkatkan prestasi mesin
- 4) Angka cetane pertamina dex adalah 53, dan ini menjadi bahan bakar yang ramah terhadap manusia dan lingkungan

## DAFTAR PUSTAKA

Aris Munandar, Wiranto dan Koichi Tsuda, 2008. Motor Diesel Putaran Tinggi, Jakarta, PT. Balai Pustaka.

Arismunandar, W.2005, Penggerak Mula: Motor Bakar Torak, Bandung, ITB

Ferguson.CR.Kirrkpatrick,AT,2001, "Internal Combustion Engines" California, Colorado State University.

Heywood,B John, 1988, "internal Combustion Engines Fundamentals" McGraw-Hill

Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kelautan Nomor 20 tahun 2017 " Penerapan Bahan Bakar Standar Euro 4"

Stone Richard and Ball K Jeffrey, 2004 "Automotive Engineering Fundamentals" SAE Internasional, Amerika