

PENGARUH TEMPERATUR BAHAN BAKAR BIO-SOLAR DAN SOLAR DEX TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL PUTARAN KONSTAN

Nugrah Rekto Prabowo

Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwoketo

Jl. Sumingkir No.01 Purwokerto

Email: rekto_prabowo@yahoo.com

Abstrak

ngurangan pasokan BBM terutama bahan bakar bio-solar bersubsidi oleh pemerintah berdampak negatif dalam sektor transportasi maupun industri. Kelangkaan bahan bakar bio-solar tersebut secara tidak langsung berdampak pada krisis ekonomi yang terjadi pada masyarakat. Selain itu isu lingkungan juga ikut menyertai penggunaan energi minyak bumi yang secara berlebihan berdampak pada penurunan kualitas lingkungan akibat polusi. Untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar bio-solar bersubsidi, pemerintah menambah pasokan bahan bakar non-subsidi (solar-dex) yang harganya jauh lebih tinggi dari harga bio-solar subsidi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperatur yang dilakukan melalui pemanasan bahan bakar bio-solar dan solar-dex terhadap unjuk kerjanya melalui pemanas yang dipasang pada pipa tekanan tinggi sebelum nozel dengan tujuan menurunkan viscositasnya. Penelitian dilakukan pada motor diesel satu silinder putaran konstan dengan pembebanan lampu pijar 600 s.d. 3200 watt dengan interval 200 watt. Hasil penelitian ini menunjukkan, bahwa pemanasan yang dilakukan pada bahan bakar bio-solar dan solar-dex berpengaruh terhadap Daya, Torsi, BMEP maupun Sfc. Pemanasan bio-solar dan solar-dex pada suhu 90°C menghasilkan unjuk kerja paling optimal pada pemanasan solar-dex dengan prestasi kerja terbesar pada: daya = 4,67 kW, Torsi = 29,73Nm, BMEP = 1058,36 kPa yang dihasilkan pada pembebanan 2600 W ; serta harga Sfc terendah 0.21 Kg/kWh pada pembebanan 1600 W. Dari pemanasan kedua bahan bakar tersebut dihasilkan peningkatan daya rata-rata sebesar 159,56% dan penurunan Sfc rata-rata sebesar 62,62% bila dibandingkan dengan tanpa pemanasan (pada suhu 30°C). Hal ini memberikan kontribusi terhadap harga solar-dex yang harganya mahal .

Kata Kunci : pemanasan, bio-solar, solar-dex, unjuk kerja

1. Pendahuluan

Pengurangan pasokan BBM terutama bahan bakar bio-solar bersubsidi dan memperbanyak pasokan bahan bakar non subsidi (solar-dex) oleh pemerintah berdampak negatif dalam sektor industri maupun transportasi umum. Kelangkaan bahan bakar bio-solar tersebut mengakibatkan dampak negatif pada krisis ekonomi yang terjadi pada masyarakat (Radar Banyumas : 11 April 2013).

Motor diesel merupakan motor berbahan bakar bio-solar sebagai penggerak alat transportasi maupun penggerak mesin-mesin industri. Motor penggerak ini banyak digunakan oleh masyarakat mengingat kemampuan yang dimilikinya dan hemat dalam penggunaan bahan bakarnya. Sehingga secara ekonomi motor diesel lebih menguntungkan dibanding dengan motor bensin.

Proses pembakaran merupakan masalah yang sering dijumpai dalam motor diesel, usaha peningkatan kinerja motor diesel, penggunaan bahan bakar dalam ruang bakar yang tidak sesuai dengan kebutuhan, proses penginjeksian bahan bakar yang kurang baik atau kurang sempurna proses pencampuran bahan bakar dengan udara dalam ruang bakar seringkali menjadi penyebab ketidak sempurnaan dalam proses pembakaran. Menurut Tirtoatmodjo (2000), untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satunya dapat dilakukan dengan pemanasan terhadap bio-solar sebelum diinjeksikan ke ruang bakar dengan tujuan untuk menurunkan viskositasnya agar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar dapat membentuk butiran-butiran yang lebih halus dan menghasilkan campuran bahan bakar-udara yang lebih homogen.

Pramodrao Kadu (2010), melakukan penelitian pada motor diesel 4 langkah silinder tunggal menggunakan bahan bakar bio-diesel yang dipanaskan pada suhu 30°C-100 °C. Kinerja motor diesel diukur pada putaran 1500-4000 rpm dan dioperasikan pada beban penuh. Murni (2012), melakukan penelitian menggunakan motor diesel 1 silinder injeksi langsung dengan putaran konstan. Bahan bakar yang digunakan solar dan biodiesel dengan variasi

temperatur untuk solar antara 33°C sampai dengan 70°C dan untuk biodiesel 33°C sampai dengan 90°C.

Ainul Rofiq melakukan pengujian terhadap performa motor diesel dengan menggunakan bahan bakar bio-solar dan Pertamina-Dex, data penelitian memberikan kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar bio-solar menghasilkan BHP < 0,31 Hp dari Pertamina-Dex, BSFC bio-solar > 0,143 kg/Hp.h dari Pertamina-Dex dan efisiensi < 1,097% dari Pertamina-Dex. Data tersebut diukur pada beban 2700 Watt dengan putaran 2500 rpm dengan nilai kepekatan < 0,7% dari Pertamina-Dex.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan pengaruh temperatur bio-solar dan solar-dex terhadap unjuk kerja motor diesel diantaranya: Daya, Torsi maupun penggunaan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC). Pemanasan bahan bakar pada bio-solar maupun solar-dex dilakukan pada pipa tekanan tinggi pada temperatur 90 °C, selanjutnya pemanasan bahan bakar pada temperatur tersebut diujikan pada motor diesel untuk melihat bagaimana perubahan yang terjadi pada unjuk kerjanya.

2. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium Motor Bakar Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Widorotomo Purwokerto

2.1 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bio-solar dan solar-dex dari Pertamina yang didapat dari SPBU Jl. Yos Sudarso Purwokerto. Pengujian dilakukan dengan pengaturan temperature bio-solar dan solar-dex pada temperatur 90 °C.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Alat uji daya untuk memberi beban pengereman pada motor diesel : Generator Merk / Type : Huafa ST-3 ; Power : 3000 Watt ; 230 V ; 13 A ; 1500 rpm ; Pembebanan listrik : 100-4000 Watt, dengan lampu 40 x 100 watt
- b. Motor diesel putaran stasioner dengan spesifikasi : Merk/ Type : Multi Equipment, 4 langkah 1 silinder; System Pendingin Air : Model Hopper ; Volume silinder : 353 cm³ ; Diameter dan panjang langkah : 75 x 80 mm ; Perbandingan kompresi : 21 - 23 (standar) ; Saat injeksi standar : 22° ± 2° sebelum TMA ; Celah katup hisap : 0,15 – 0,25 mm, Celah katup buang : 0,25 – 0,35 mm ; Tekanan penyemprotan injector : 145 ± 5 kg/cm² ; Daya maksimum : 4,41 kW pada putaran 2.600 rpm .
- c. Power Analyzer, merk Lutron DW-6091: Alat ini untuk mengukur daya, Tegangan, Arus Listrik, Frekuensi dan Power Faktor (factor kerja)
- d. *Stopwatch* dan *burret* untuk mengukur waktu lamanya motor diesel menghabiskan bahan bakar bio-solar dan solar-dex.

2.2 Alat pemanas solar dex

Pemanas bahan bakar bio-solar dan solar-dex dibuat dari elemen pemanas yang dipasang pada pipa bahan bakar tekanan tinggi antara *injection pump* dengan *injector*, yang dilengkapi dengan sensor pengukur temperatur bahan bakar bio-solar dan solar-dex yang dihubungkan pada sebuah rangkaian pengkondisi sinyal supaya besarnya pengukuran dapat terbaca pada sebuah Multimeter digital yang digunakan sebagai *display*. Elemen pemanas yang digunakan dihubungkan dengan suplai listrik dari battery yang dilewatkan pada sebuah rangkaian potensiometer yang digunakan untuk mengatur besarnya panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas.

2.3 Prosedur Percobaan

- a. *Tune-up* terhadap motor diesel yang digunakan dalam penelitian terhadap : penyetelan katup, volume minyak pelumas, air pendingin, bahan bakar
- b. Menghidupkan motor diesel pada putaran rendah 10 menit agar motor mencapai suhu kerjanya, dilanjutkan dengan menaikkan putaran motor sampai putaran 1500 rpm
- c. Membuka kran tangki bahan bakar yang menuju buret hingga bahan bakar pada buret mencapai batas tertinggi.

- d. Melakukan pencatatan data mengenai beban lampu yang diberikan pada dynamo dan mengatur putaran putaran motor pada putaran 1500 rpm dan waktu untuk menghabiskan bahan bakar untuk tiap 10 ml pada buret.
- e. Menaikkan beban lampu yang diberikan pada dynamo secara bertahap dari 600 W sampai dengan 4000W dengan interval 200 W untuk setiap perubahan dalam penelitian yang disertai dengan menaikkan putaran pada 1500 putaran (untuk penggunaan bahan bakar bio-solar standar)
- f. Penambahan beban lampu pada dynamo dilakukan terus hingga menunjukkan adanya penurunan daya setelah motor mencapai daya maksimal.
- g. Setelah langkah e, f dan g selesai, beban dynamo dilepaskan dan putaran motor diturunkan , kemudian motor dimatikan dan dibiarkan hingga temperatur motor dingin (kurang lebih 40°C)
- h. Motor dihidupkan kembali dan percobaan diulangi sebagaimana pada langkah e, f dan g untuk temperatur bio-solar dinaikkan 90°C dan dijaga konstan.
- i. Melakukan kegiatan sebagaimana langkah e, f dan g untuk bahan bakar solar-dex
- j. Setelah pengujian selesai beban dibebaskan, kemudian putaran motor dikembalikan ke putaran *idle* lagi.

2.4 Teori Dasar

Data yang diperoleh dihitung menggunakan persamaan dari Heywood, J. B (1988) berikut ini,

a. Daya dan Torsi

$$P = \frac{2\pi \cdot N \text{ (rev/s)} \cdot T \text{ (Nm)}}{1000} \text{ (kW)} \tag{2.1}$$

b. Tekanan efektif rata-rata pengereman (mep)

$$mep = \frac{P \text{ (kW)} \cdot n_R \cdot 10^3}{V_d \text{ (dm}^3) \cdot N \text{ (rev/s)}} \text{ (kPa)} \tag{2.2}$$

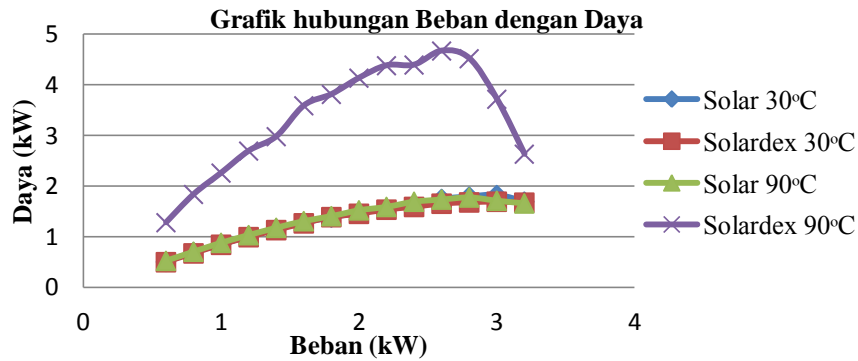
c. Konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc)

$$sfc = \frac{m_f \text{ (g/h)}}{P \text{ (kW)}} \text{ (g/kW . h)} \tag{2.3}$$

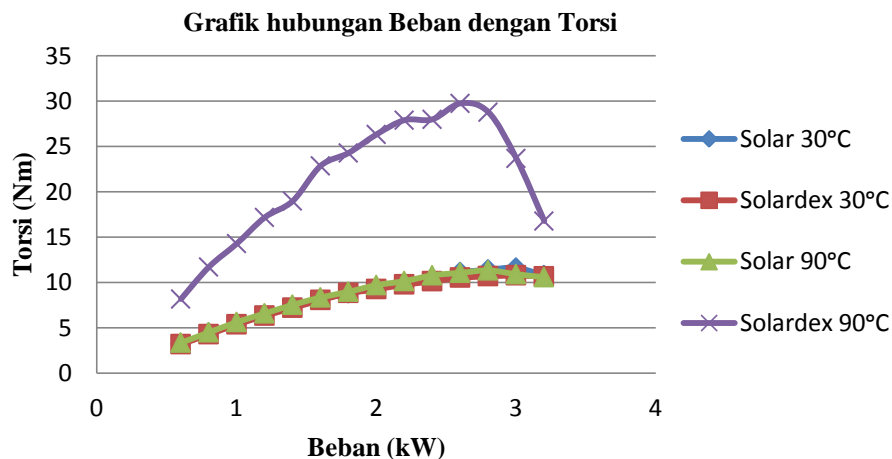
3. Hasil dan Pembahasan

Unjuk kerja motor diesel pada penelitian ini diindikasikan dengan Daya, Torsi, dan Sfc. Analisis hasil penelitian ini di tunjukkan pada grafik hubungan antara Beban dengan Daya, Torsi, serta Sfc.

Pada gambar 1 dan gambar 2 terlihat bahwa dengan menggunakan bahan bakar solar-dex yang dipanaskan pada suhu 90°C terjadi kenaikan Daya maupun Torsi yang sangat signifikan (159,56%) dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar bio-solar yang sama-sama dipanaskan pada suhu 90°C (0,75%).



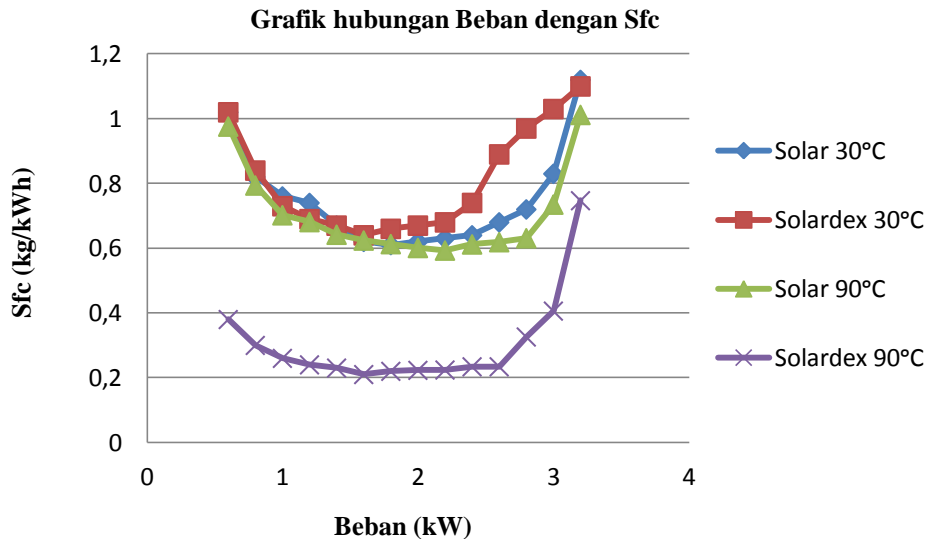
Gambar 1. Grafik hubungan antara Beban dengan Daya



Gambar 2. Grafik hubungan antara Beban dengan Torsi

Hal ini dapat dijelaskan bahwa, peningkatan daya maupun torsi pada motor tersebut disebabkan oleh solar-dex yang dipanaskan pada suhu 90°C yang mengakibatkan viscositas solar-dex menurun. Sehingga saat bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar membentuk butiran-butiran bahan bakar atau kabut bahan bakar yang lebih halus, dengan demikian maka proses pencampuran bahan bakar dengan udara menjadi lebih homogen sehingga bahan bakar menjadi lebih mudah terbakar dan menyebabkan persentase bahan bakar yang terbakar akan meningkat. Selain itu dimungkinkan akibat penggunaan bahan bakar solar-dex yang mempunyai *cetana number* atau angka cetana 53 yang lebih besar dibandingkan angka cetana yang dimiliki oleh bahan bakar bio-solar pada 45, dengan kata lain bahan bakar-solar-dex memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar- bio-solar. Dengan semakin banyaknya jumlah bahan bakar yang terbakar maupun semakin tinggi kualitas bahan bakar solar-dex, maka peningkatan tekanan yang terjadi dalam ruang bakar akibat pembakaran pada akhirnya dapat meningkatkan daya maupun torsi yang dihasilkan oleh motor bakar tersebut. Daya dan torsi terbesar pada penggunaan bahan bakar solar-dex pada suhu 90°C terjadi pada pembebanan 2,6 kW yang menghasilkan daya terbesar pada 4,671 Kw dan torsi pada 29,73 Nm. Sedangkan pada penggunaan bahan bakar bio-solar pada suhu 90°C daya terbesar dihasilkan pada 1,77 kW dan torsi 11.31 Nm pada pembebanan 2,8 kW. Selanjutnya pada pembebanan yang lebih besar lagi baik pada penggunaan bahan bakar solar-dex maupun bio-solar maka daya dan torsi yang dihasilkan motor menurun.

Hal ini berbeda dengan bahan bakar solar-dex maupun bio-solar yang tidak dipanaskan, Daya maupun torsi maksimum dihasilkan pada pembebanan 3 Kw, penggunaan solar-dex yang tidak dipanaskan menghasilkan daya maksimum 1,69 kW dan torsi 10,77Nm. Sedangkan pada penggunaan bahan bakar bio-solar tanpa pemanasan daya maksimum 1,82 kW dan torsi 11,61 Nm dan mulai terjadi penurunan setelah beban pada motor melampaui beban 3 kW.



Gambar 3. Grafik hubungan antara Beban dengan Sfc

Pada grafik tampak adanya penurunan sfc yang cukup signifikan untuk penggunaan solar-dex pada temperatur 90°C (penurunan sfc rata-rata sebesar 62,2%). Sedangkan pada penggunaan bahan bakar bio-solar pada temperatur 90°C (penurunan sfc rata-rata sebesar 6,14%). Untuk penurunan terbesar pada penggunaan solar-dex terjadi pada pembebanan 1,6 kW dengan Sfc 0,21 Kg/HP.h. Penurunan ini dapat terjadi karena pada temperatur yang lebih tinggi periode persiapan pembakaran akan semakin singkat. Bila motor diberi beban semakin besar maka harga Sfc-nya cenderung semakin membesar, hal ini dapat disebabkan karena semakin besar beban motor maka semakin singkat pula waktu yang tersedia untuk pembakaran, singkatnya waktu yang tersedia ini menyebabkan sebagian bahan bakar tidak sempat terbakar dan akhirnya terbuang tanpa dapat dilakukan untuk pembakaran. Sedangkan pada saat motor bekerja pada beban yang rendah harga Sfc cenderung membesar, hal ini dapat disebabkan karena adanya beban motor untuk menjalankan pompa injeksi bahan bakar. Pada saat beban motor masih rendah maka daya yang dihasilkan juga masih kecil sehingga jika diberi beban maka akan semakin kecil lagi daya yang dapat digunakan dan pada akhirnya akan meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifik. Pada penggunaan solar-dex yang dipanasi pada temperatur 90°C nampak adanya kecenderungan garis sfc mempunyai harga yang lebih rendah bila dibandingkan dengan bio-solar dipanasi pada temperatur 90°C. Kecenderungan ini dapat disebabkan karena penggunaan bahan bakar dengan angka cetana yang tinggi (53) membuat solar-dex membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk mencapai kondisi penyalaan sendirinya dan hal inilah yang memberi mengkompensasi keterbatasan waktu yang tersedia untuk pembakaran pada saat beban motor yang tinggi sehingga persentase bahan bakar yang tidak terbakar dapat dikurangi dan daya yang dihasilkan juga lebih besar yang pada akhirnya akan menurunkan harga sfc.

4. Kesimpulan

- a. Daya dan torsi maksimum pada pemanasan bahan bakar pada temperatur 90 °C terbesar dihasilkan pada penggunaan bahan bakar solar-dex yaitu diperoleh pada pembebanan 2,6 Kw yang menghasilkan daya terbesar pada 4,671 Kw dan torsi pada 29,73 Nm dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar bio-solar yang menghasilkan daya dan torsi terbesar pada pembebanan 2,8 kW yang menghasilkan daya 1,77 kW dan torsi 11.31 Nm. Dengan demikian maka penggunaan bahan bakar solar-dex dibandingkan dengan bio-solar pada penelitian ini terjadi kenaikan rata-rata daya dan torsi sebesar 150,48%.
- b. Penggunaan bahan bakar spesifik (sfc) pada pemanasan bahan bakar pada temperatur 90 °C terjadi penurunan yang optimal pada penggunaan bahan bakar solar-dex yaitu diperoleh pada pembebanan 1,6 kW dengan Sfc 0,21 Kg/HP.h. dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar bio-solar yang menghasilkan Sfc 0,593 Kg/HP.h pada pembebanan

2,2 kW. Dengan demikian maka penggunaan bahan bakar solar-dex dibandingkan dengan bio-solar pada penelitian ini terjadi penurunan rata-rata Sfc sebesar 56,95%.

Daftar Pustaka

- Ainul Rofik. Perbandingan Performa dan Emisi Gas Buang Motor Diesel Dengan Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Pertamina-dex, Teknik Mesin FTI-ITS Surabaya.
- Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Mc Graw Hill, Singapore
- Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Mc Graw Hill, Singapore
- Murni. 2012. Kaji Eksperimental Pengaruh Temperatur Biodiesel Minyak Sawit Terhadap Performansi Mesin Diesel Direct Injection Putaran Konstan, TEKNIK – Vol. 33 No.1, PP. 37-41
- Pramodrao Kadu, Rajendra. 2010. *Experimental Investigations on the Use of Preheated Neat Karanja Oil as Fuel in a Compression Ignition Engine*. International Journal of Mechanical and Materials Engineering 1:3, PP. 145-149.
- Radar Banyumas : 11 April 2013.
- Tirtoatmodjo, Willy, 2000. Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel dengan Penambahan Pemanas Solar , Universitas Petra Surabaya, Jurnal Teknik Mesin, Vol 1, No 2, PP. 127-133