

Kaji Eksperimental Perbandingan Prestasi dan Emisi Gas Buang Motor Bakar Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Solar Dengan Biodiesel CPO Sawit , Minyak Jarak, dan Minyak Kelapa

Adly Havendri

Laboratorium Konversi Energi - Jurusan Teknik Mesin- Fakultas Teknik –
Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Padang - 25163
email : adlyhave@ft.unand.ac.id ; adlyhave05@yahoo.com

Abstrak

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang terbuat dari minyak nabati yang ramah lingkungan dan dapat menurunkan emisi gas buang pada motor bakar diesel. Biodiesel ini bersifat terbarukan dan tidak mengorbankan unjuk kerja mesin, sehingga dapat digunakan sebagai solusi untuk mengatasi berkurangnya cadangan bahan bakar fosil dalam perut bumi dan tingkat polusi yang semakin tinggi akhir – akhir ini. Biodiesel dapat dihasilkan dari berbagai tanaman seperti kelapa, kelapa sawit dan jarak pagar

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian untuk membandingkan prestasi dan emisi gas buang dari campuran solar dengan biodiesel minyak kelapa, CPO Sawit dan minyak jarak. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa jika ditinjau dari prestasi mesin tidak ada perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan pemakaian solar murni, pemakaian campuran bahan bakar tersebut secara langsung tanpa modifikasi pada mesin juga dapat dilakukan. Dari emisi gas buangnya, maka campuran bahan bakar solar dengan biodiesel akan memberikan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan. Dari ketiga macam campuran bahan bakar tersebut yang paling baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar adalah biodiesel minyak jarak, terutama dengan campuran biodiesel di bawah 30%.

Keywords : Biodiesel, prestasi, emisi, motor bakar diesel

1. Pendahuluan

Pada zaman sekarang ini kebutuhan terhadap bahan bakar minyak semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat, yang tentunya berdampak pada makin meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Sedangkan bahan bakar minyak bumi, yang merupakan sumber bahan bakar utama, semakin hari pengadaannya semakin terbatas. Karena minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, maka meningkatnya penggunaan bahan bakar ini akan mengakibatkan cadangan minyak bumi terus berkurang dan suatu saat pasti akan habis.

Banyak upaya yang telah dilakukan untuk menghadapi krisis energi ini, diantaranya adalah dengan memanfaatkan sumber energi dari matahari, batubara dan nuklir. Cara lainnya adalah dengan melakukan berbagai penelitian untuk menemukan teknologi baru penghasil energi berbahan bakar alternatif yang terbarukan (*renewable energy*) dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk energi ini adalah biodiesel yang merupakan bahan bakar pengganti solar (*Diesel Oil*) pada mesin diesel. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati yang diperoleh dari tanaman seperti minyak sawit, jarak pagar, minyak kelapa, kacang kedelai, bunga matahari dan biji-bijian.

Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan karena bersifat dapat diperbaharui dan menghasilkan emisi gas buang relatif lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional yaitu minyak solar. Selain itu, biodiesel dikenal ramah lingkungan karena gas buang hasil pembakarannya yang dilepaskan ke atmosfer akan diserap kembali oleh tumbuhan untuk keperluan proses fotosintesis. Biodiesel akan dengan mengurangi emisi gas buang tanpa mengorbankan unjuk kerja dan efisiensi dari mesin.

Hambatan terbesar mengenai aplikasi biodiesel adalah harganya yang masih mahal. Untuk penekanan harga biodiesel, pendekatan yang dilakukan adalah menggunakan bahan baku berkualitas rendah dalam proses pembuatannya, misalnya CPO berkualitas rendah, minyak goreng bekas dari

pabrik pengolahan makanan, restaurant dsb.dan limbah dari pabrik pengolahan minyak goreng. Selain itu juga dapat digunakan minyak nabati lainnya seperti minyak kelapa dan minyak jarak.

2. Tinjauan Pustaka

Prestasi Motor Bakar Diesel

Brake Horse Power

Daya motor merupakan daya yang diberikan ke poros penggerak oleh motor dan biasanya dinyatakan dalam satuan daya kuda (HP). Besar dari daya motor dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{BHP} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \text{Nd} \cdot \text{R} \cdot \text{P}}{60} \text{ Watt} \quad (1)$$

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Be)

Pemakaian bahan bakar spesifik didefinisikan sebagai banyaknya bahan bakar yang terpakai perjam untuk menghasilkan setiap kW daya motor.

$$\text{Be} = \frac{\dot{m}_{\text{bb}}}{N_e} \quad (2)$$

Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar menyatakan ukuran pemakaian bahan bakar oleh suatu motor, pada umumnya dinyatakan dalam satuan massa bahan bakar per satuan waktu. Pemakaian bahan bakar dinyatakan dalam kg/ jam

$$\dot{m}_{\text{bb}} = \frac{V}{\Delta t} \cdot \rho_{\text{biodiesel}} \cdot \left(\frac{3600}{1000} \right) \quad (3)$$

Efisiensi Thermis

Efisiensi thermis didefinisikan sebagai efisiensi pemanfaatan kalor dan bahan bakar untuk diubah menjadi energi mekanis. Efisiensi thermal menyatakan perbandingan antara daya yang dihasilkan terhadap jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk jangka waktu tertentu. Efisiensi thermal dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\eta_{th} = \frac{N_e}{\dot{m}_{\text{bb}} \times \text{LHV}} \times 100\% \quad (4)$$

Gas Buang Mesin

Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi gas buang mesin kendaraan bermotor (Tjahja, 2004). Gas buang mesin kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan. Pada kendaraan bermotor, bahan bakar merupakan salah satu faktor penyebab pencemaran tersebut. Komponen utama bahan bakar fosil ini adalah hidrogen (H) dan karbon (C). Bahan pencemar yang terutama terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), senyawa hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NOx), sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbal (Pb).

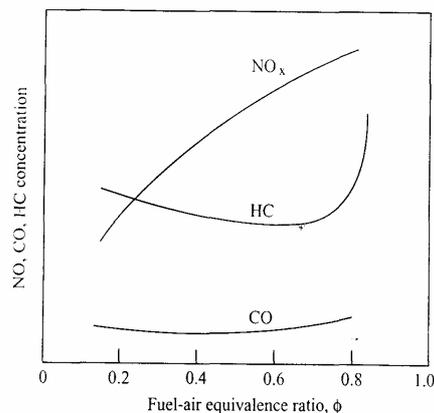
Kandungan Gas Buang Partikulat

Polutan partikulat yang berasal dari buangan mesin umumnya merupakan fasa padat yang terdispersi dalam udara dan membentuk asap. Fasa padatan tersebut berasal dari pembakaran tak

sempurna bahan bakar minyak yang berkomposisi senyawa organik hidrokarbon. Partikel asap mempunyai diameter berkisar 0.5 – 1 μ m.

Hidrokarbon (HC)

Salah satu faktor yang mempengaruhi munculnya hidrokarbon dalam buangan mesin adalah rasio udara-bahan bakar. Gambar di bawah ini menunjukkan pengaruh antara rasio ekuivalen udara-bahan bakar (ϕ) terhadap konsentrasi hidrokarbon yang dihasilkan pada mesin Diesel empat langkah. Dari gambar dapat dilihat bahwa emisi HC akan berkurang dengan bertambahnya ϕ . Tingginya ϕ akan meningkatkan temperatur di silinder yang akan mempermudah pembakaran campuran udara-bahan bakar over mixed (sangat miskin) dan under mixed (campuran kaya). Pada putaran tinggi, hidrokarbon akan meningkat kembali jika jumlah bahan bakar yang diinjeksikan terlalu banyak selama proses pembakaran.



Gambar 1. Emisi gas buang sebagai fungsi rasio ekuivalen udara-bahan bakar

Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah suatu komponen yang tak berwarna, tak berasa dan tak berbau. Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses berikut:

1. Pembakaran tidak lengkap dan sempurna terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara CO_2 dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi CO_2 terurai menjadi CO dan

Sulfur Oksida (SOx)

Polusi oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen gas yang tidak berwarna yaitu, sulfur dioksida (SO_2) dan sulfur trioksida (SO_3), dan keduanya disebut sebagai SOx. Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif.

Pembakaran bahan-bahan yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Meskipun udara tersedia dalam jumlah cukup, SO_2 selalu terbentuk. Jumlah SO_3 yang terbentuk dipengaruhi oleh kondisi reaksi, terutama suhu, dan bervariasi 1 sampai 10% dari total SOx.

Nitrogen Oksida (NOx)

Nitrogen oksida (NOx) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas nitrik oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2). Umumnya oksida nitrogen berbentuk nitrogen monoksida (NO), dan sejumlah kecil nitrogen dioksida (NO_2).

Pembentukan NOx sangat bergantung pada temperatur, lamanya gas hasil pembakaran berada pada suhu tersebut, dan jumlah oksigen berlebih yang tersedia. NOx timbul karena adanya reaksi nitrogen

dan oksigen pada temperatur yang tinggi. Semakin tinggi suhu pembakaran, semakin tinggi pula konsentrasi NOx yang dihasilkan.

Gas Buang Pada Biodiesel

Penggunaan biodiesel tidak mengurangi emisi NOx . Nitrogen oksida pada gas buang mesin merupakan hasil pembakara nitrogen. Hal ini terjadi dikarenakan biodiesel terbuat dari minyak tumbuhan yang banyak mengandung unsur nitrat. Semakin banyak penambahan biodiesel yang digunakan dalam campuran bahan bakar mesin maka konsentrasi NOx yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Walaupun penggunaan biodiesel 100% dapat mengurangi pembentukan gas buang, penggunaannya tidak disarankan karena dapat merusak saluran bahan bakar dan komponen mesin yang terbuat dari karet alami seperti seal.

3. Metodologi

Prosedur Pengujian

Prosedur Pengujian Prestasi Motor Diesel

1. Membuat campuran bahan bakar solar dengan biodiesel yang bervariasi yaitu B 10, B 20, B 30, B 40, dan B 50.

Keterangan :

B 10 : Biodiesel 10 %, Solar 90 %

B 20 : Biodiesel 20 %, Solar 80 %

B 30 : Biodiesel 30 %, Solar 70 %

B 40 : Biodiesel 40 %, Solar 60 %

B 50 : Biodiesel 50 %, Solar 50 %

2. Pengujian, dilakukan setelah mesin beroperasi 20 menit untuk :
 - Putaran bervariasi pada pembebanan maksimum.
3. Untuk berbagai kondisi operasi mesin, dilakukan pengamatan terhadap parameter – parameternya.
4. Data pengujian dihitung dan dibuat analisa terhadap hasil yang didapatkan



Gambar 2. Motor Bakar yang digunakan "Diesel Type Changchai SX 175".

Prosedur Pengujian Gas Buang

1. Mesin dikondisikan pada putaran dan beban konstan yang diinginkan
5. Hidupkan alat ukur "Quintox Flue Gas Analyzer". Biarkan alat melakukan kalibrasi otomatis agar sensor disetel ke nol
6. Setelah kalibrasi otomatis selesai, letakkan ujung probe yang runcing pada titik pengambilan sampling yaitu pada knalpot mesin
7. Setelah beberapa menit, baca dan catat hasil pengukuran yang didapatkan (lakukan tiga kali pembacaan untuk data yang sama)
8. Ulangi langkah-langkah pengujian di atas untuk variasi campuran biodiesel -solar yang berbeda



Gambar 3. Quintox Flue Gas Analyzer

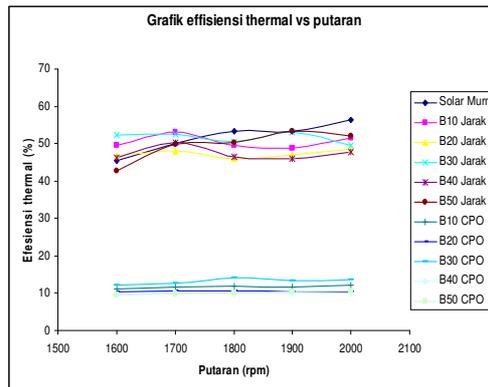
4. Hasil dan Pembahasan

Analisa Perbandingan Prestasi

Dengan memvariasikan campuran biodiesel B10, B20, B30, B40, B50 dan solar 100% sebagai pembandingan standar, putaran digunakan naik konstan 100 rpm yang dimulai 1600 rpm sampai 2000 rpm, didapatkan beberapa hasil percobaan yang dituangkan ke dalam bentuk grafik perbandingan efisiensi thermal, daya poros dan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin.

1. Grafik efisiensi thermal η_t vs Putaran

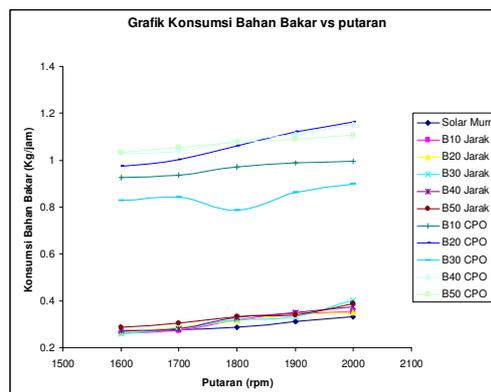
Pada pengujian bahan bakar solar 100 %, dapat dilihat bahwa efisiensi thermal akan cenderung meningkat sebanding tingginya putaran. Semakin tinggi putaran maka semakin banyak langkah kerja yang dibutuhkan pada waktu yang sama. Pada pengujian biodiesel minyak jarak, terlihat bahwa harga efisiensi thermal yang diperoleh berada di bawah solar murni. Untuk B10, B20, B30, B40 pada putaran 1600 dan 1700 rpm efisiensi thermalnya berada di atas solar 100%, Sedangkan untuk putaran 1800, 1900 dan 2000 rpm, harga efisiensi thermalnya berada di bawah solar 100%.



Gambar 4. Grafik Efisiensi Termal η_t vs Putaran

Pada gambar 4. terlihat bahwa harga yang ditunjukkan tidak naik atau turun secara linear meskipun putaran yang diberikan sama.. Sedangkan pada pengujian biodiesel CPO, untuk putaran 1800 rpm diperoleh efisiensi termal untuk campuran biodiesel solar rata-rata 10,37 %, dimana efisiensi minimum didapat pada campuran B40 dan B50 yaitu 10,1%, dan harga maksimum diperoleh 14,1% pada campuran B30. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa campuran bahan bakar solar dengan biodiesel yang mempunyai efisiensi yang paling baik adalah B30 minyak jarak, karena mempunyai efisiensi termal tertinggi pada putaran 1800 rpm, yaitu 50.47%.

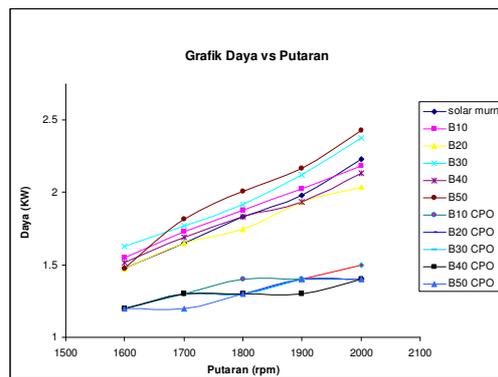
2. Grafik Konsumsi Bahan Bakar vs Putaran



Gambar 5. Grafik Konsumsi Bahan Bakar vs Putaran

Secara umum, baik pada biodiesel minyak jarak maupun CPO, konsumsi bahan bakar akan semakin meningkat dengan semakin besarnya putaran. Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh campuran solar dengan biodiesel minyak jarak jauh lebih sedikit dibanding campuran biodiesel CPO. Peningkatan konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh besarnya campuran karena semakin besar campuran maka viskositasnya juga meningkat, hal ini akan menyebabkan penguapan diruang bakar akan rendah. Untuk kebutuhan produksi dan penghematan sangat dianjurkan memakai campuran biodiesel dibawah 30%, karena bahan bakar yang dibutuhkan lebih sedikit. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa campuran bahan bakar solar dengan biodiesel yang paling hemat bahan bakar adalah B20 minyak jarak, yang hanya membutuhkan 0.316 kg bahan bakar per jam pada putaran 1800 rpm. Sedangkan campuran biodiesel yang paling boros bahan bakar untuk putaran yang sama adalah B40 CPO yang membutuhkan 1,082 kg bahan bakar per jamnya.

3. Grafik Daya vs Putaran



Gambar 6. Grafik Daya vs Putaran

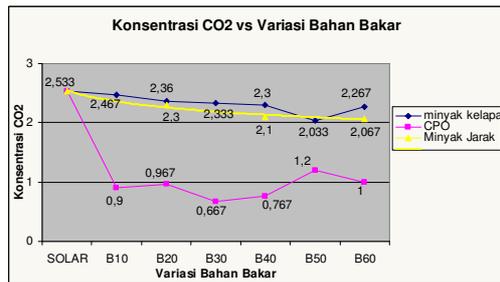
Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa daya poros yang dihasilkan oleh campuran biodiesel minyak jarak dengan solar lebih besar dibanding campuran biodiesel CPO. Hal ini terjadi karena pengaruh besarnya beban pengereman. Pada pengujian biodiesel minyak jarak, pengeremannya telah memakai sistem cakram sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat, ini terbukti dari grafik daya yang diperoleh dari pengujian biodiesel minyak jarak. Dari grafik dapat terlihat bahwa daya semakin tinggi seiring dengan meningkatnya putaran. Hal tersebut telah sesuai dengan teori. Sedangkan pada grafik biodiesel CPO, harga daya yang diperoleh masih naik turun, sehingga didapatkan grafik yang berfluktuasi. Secara umum penyimpangan yang terjadi karena pembacaan alat ukur pengereman, jarum penunjuk alat ukur dipengaruhi oleh getar, serta kondisi mesin sendiri yang sudah tidak optimal lagi. Semakin besar campuran maka daya yang dihasilkan akan turun karena campuran akan meningkatkan viskositas bahan bakar, viskositas yang tinggi akan mempengaruhi penguapan bahan bakar di ruang bakar. Penguapan yang rendah akan menurunkan keluaran daya maksimum dan menaikkan konsumsi bahan bakar. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa campuran solar dengan biodiesel yang mempunyai daya tertinggi untuk putaran 1800 rpm adalah B50 minyak jarak, yaitu sebesar 2,007 kW. Daya ini lebih tinggi dari solar murni yang hanya menghasilkan daya sebesar 1.833 kW. Bahkan B30 nya saja mampu menghasilkan sebesar 1.92 kW untuk putaran 1800 rpm. Sedangkan B20, B30, B40 dan B50 CPO berada pada titik terendah dengan hanya menghasilkan daya sebesar 1.3 kW. Jadi, untuk menghasilkan daya yang besar pada putaran 1800 rpm, maka bahan bakar yang paling bagus adalah campuran solar dengan B50 minyak jarak.

Analisa Perbandingan Emisi

Dari hasil pengukuran yang didapatkan, dapat dibuat grafik yang memberikan hubungan antara jenis bahan bakar dengan konsentrasi dari gas buang yang dihasilkan oleh motor bakar Diesel yang terdiri dari NO_x, SO₂, HC, CO, dan CO₂. Yang akan dibandingkan disini adalah gas buang yang dihasilkan oleh motor bakar Diesel dengan menggunakan campuran solar dengan biodiesel CPO, minyak kelapa dan minyak jarak. Semua pengujian dilakukan pada putaran 1800 rpm.

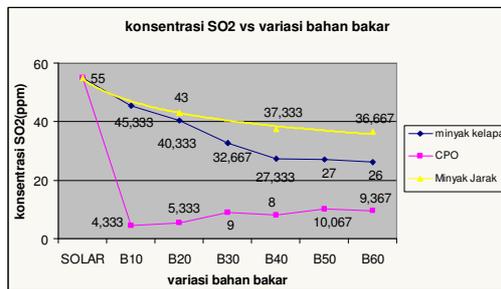
1. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang CO₂

Secara teoritis penggunaan biodiesel sebagai campuran bahan bakar mesin akan mengurangi timbulnya emisi CO₂, bahkan penggunaan 100% biodiesel dapat mengurangi hingga 100%. Dari gambar 7 terlihat bahwa konsentrasi gas buang CO₂ dengan menggunakan campuran solar dengan biodiesel CPO lebih rendah dibandingkan dengan campuran biodiesel minyak kelapa. Konsentrasi CO₂ minimum didapat pada campuran B30 CPO yaitu 0,667%, sedangkan konsentrasi CO₂ maksimum terdapat pada campuran B10 minyak kelapa yaitu sebesar 2,467%. Ini artinya penggunaan bahan bakar dengan campuran solar dengan biodiesel CPO lebih ramah lingkungan daripada biodiesel minyak jarak dan minyak kelapa.



Gambar 7. . Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang CO₂

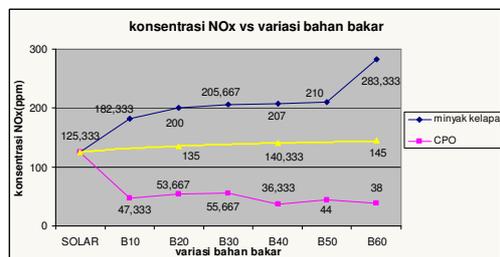
2. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang SO₂



Gambar 8. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang SO₂

Penggunaan biodiesel sebagai campuran bahan bakar mesin akan mengurangi timbulnya emisi SO₂. Karena biodiesel yang berasal dari minyak tumbuhan hampir bebas kandungan sulfur sehingga dengan penambahan biodiesel ke dalam bahan bakar akan dapat mengurangi kandungan sulfur dalam bahan bakar itu sendiri akibatnya nilai emisi SO₂ dari hasil pembakaran bahan bakar mesin akan berkurang juga. Pada gambar 8 terlihat bahwa nilai konsentrasi gas buang maksimum untuk campuran solar dengan biodiesel adalah 45,333 ppm pada B10 minyak kelapa, sedangkan konsentrasi SO₂ minimum adalah 4,333 ppm. Jadi terdapat perbedaan konsentrasi gas buang SO₂ sebesar 41 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian biodiesel CPO masih lebih baik dan ramah lingkungan daripada biodiesel minyak kelapa. Secara umum, penggunaan campuran solar-biodiesel sebagai bahan bakar masih layak dan aman untuk digunakan karena nilai emisi SO₂ campuran solar-biodiesel tersebut masih berada dibawah standar emisi SO₂ maksimal yang dibolehkan yaitu 46 ppm.

3. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang NO_x

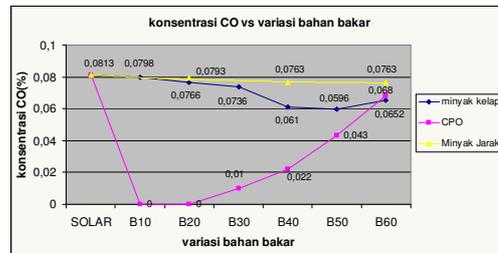


Gambar 9. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang NO_x

Jika kita bandingkan antara solar murni dengan campuran solar-biodiesel, terlihat dari grafik bahwa konsentrasi NO_x yang dihasilkan pada saat menggunakan campuran solar-biodiesel cenderung bertambah naik seiring dengan bertambahnya biodiesel tersebut. Secara teori, penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar tidak akan mengurangi emisi NO_x pada gas buang mesin tapi justru menaikkan konsentrasinya. Hal ini terjadi dikarenakan biodiesel terbuat dari minyak tumbuhan yang banyak mengandung unsur nitrat. Semakin banyak penambahan biodiesel yang digunakan dalam campuran bahan bakar mesin maka nilai emisi NO_x yang dihasilkan akan semakin tinggi. Dari gambar 9 terlihat

bahwa konsentrasi NOx minimum untuk campuran biodiesel sebesar 36,333 ppm, yaitu pada B40 CPO, sedangkan konsentrasi NOx maksimum sebesar 283,333 ppm pada campuran B60 minyak kelapa. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan biodiesel yang digunakan dalam campuran bahan bakar maka konsentrasi NOx yang dihasilkan akan semakin tinggi.

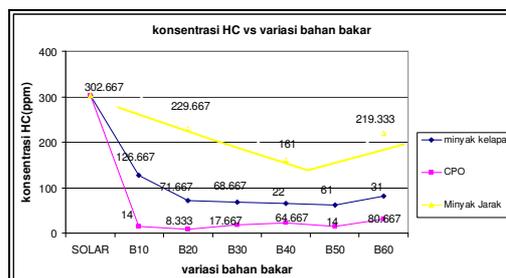
4. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang CO



Gambar 10. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang CO

Gambar 10 di atas menunjukkan pengaruh variasi bahan bakar terhadap konsentrasi CO dalam gas buang mesin sebagai hasil proses pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Menurut teori CO solar murni lebih besar dari CO biodiesel. Konsentrasi CO berasal dari pembakaran yang tidak sempurna bahan bakar pada ruang bakar. Penggunaan biodiesel yang berbeda juga mempengaruhi konsentrasi CO pada buangan mesin. CO mengalami penurunan pada rasio ekuivalen udara-bahan bakar selama suplai oksigen tersedia. Namun pada grafik biodiesel CPO, konsentrasi CO mengalami kenaikan seiring dengan penambahan campuran biodiesel. Hasil ini sangat berbeda dengan referensi yang ada bahwa penggunaan biodiesel akan menurunkan emisi CO. Hal ini terjadi kemungkinan disebabkan oleh jumlah oksigen yang tersedia dalam ruang bakar sedikit jumlahnya, lebih sedikit dari jumlah bahan bakar yang akan dibakar. Kekurangan oksigen ini mungkin timbul karena adanya kebocoran pada mesin akibat usia mesin yang sudah tua dan jarang di maintenance. Penggunaan komposisi biodiesel yang berbeda juga mempengaruhi konsentrasi CO pada buangan mesin. Sedangkan pada grafik biodiesel minyak kelapa, penggunaan B10 sampai B50 terlihat mengalami penurunan, sedangkan pada B60 terjadi kenaikan konsentrasi CO dimana diakibatkan oleh kondisi mesin sehingga untuk mencapai putaran konstan tidak mampu lagi. Pada penggunaan B10 dan B20 CPO tidak menghasilkan gas buang CO sama sekali, sedangkan campuran biodiesel yang menghasilkan konsentrasi CO tertinggi terdapat pada B10 minyak kelapa.

5. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang HC



Gambar 11. Grafik hasil pengukuran konsentrasi gas buang HC

Secara teori konsentrasi HC solar lebih besar dari konsentrasi HC biodiesel yang dipengaruhi oleh rasio ekuivalen udara-bahan bakar. Pada beban tinggi, HC meningkat karena konsumsi bahan bakar banyak. Batas maksimum konsentrasi HC yang diizinkan sebesar 240 ppm. Dari gambar 11 terlihat bahwa konsentrasi HC menurun seiring dengan penambahan campuran biodiesel minyak kelapa, namun grafik untuk biodiesel CPO mengalami fluktuasi, hal ini disebabkan oleh pengaruh adanya deposit pada dinding silinder yang terbentuk akibat ikut terbakarnya oli pelumas saat proses pembakaran. Mengingat usia mesin pengujian yaitu mesin Diesel Chang Chai SX 175 yang cukup tua (oli mesin dan saringan bahan bakar sudah kotor), maka dapat dikatakan deposit yang terbentuk di dinding silinder sudah sangat tebal. Ditambah lagi kemampuan biodiesel untuk melarutkan kotoran sangat tinggi (saringan bahan bakar akan cepat kotor dan kotoran ikut masuk ke dalam ruang bakar), maka dipastikan ketebalan deposit dinding silinder akan bertambah dengan bertambahnya komposisi biodiesel yang digunakan dalam campuran bahan bakar. Namun secara keseluruhan, konsentrasi HC pada penggunaan biodiesel CPO tetap lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan biodiesel minyak kelapa dan minyak jarak. Konsentrasi HC minimum terdapat pada penggunaan campuran B20 CPO, yaitu 8,333 ppm. Sedangkan konsentrasi HC maksimum terdapat pada campuran B10 minyak jarak.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- Ditinjau dari prestasi mesin, campuran solar biodiesel yang paling baik adalah biodiesel minyak jarak, terutama dengan menggunakan campuran biodiesel di bawah 30%, karena menghasilkan daya dan efisiensi thermal yang tinggi dan hemat bahan bakar.
- Ditinjau dari emisi gas buang, campuran solar biodiesel yang paling baik digunakan dan ramah lingkungan adalah biodiesel CPO.
- Dilihat dari prestasi dan emisi gas buangnya, maka biodiesel yang paling baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar adalah biodiesel minyak jarak, terutama yang di bawah B30.

Saran

- Pada percobaan selanjutnya, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu dilakukan pembersihan ruang bakar. Hal ini bertujuan agar karbon pembakaran tidak banyak menempel di sekitar ruang bakar.

Daftar Pustaka

- Adly Havendri, Kaji Eksperimental Performansi Motor Bakar Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Biodiesel CPO Sawit dan Solar, Jurnal Teknik No. 28 Vol. 1 Thn. XIV, hal 7 - 12, November 2007
- Adly Havendri, Kaji Eksperimental Emisi Gas Buangi Motor Bakar Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Biodiesel CPO Sawit dan Solar, Jurnal Teknik No. 28 Vol. 1 Thn. XIV, hal 1 - 6, November 2007

- Trommelmans, J. 1993. Mesin Diesel, Prinsip-Prinsip Mesin Diesel Untuk Otomotif. PT. Rosda Jayaputra: Jakarta.
- De Bruijn, L.A dan L. Muilwijk. 1985. Motor Bakar. PT. Bhratara Karya Aksara: Jakarta.
- Keison. 1996. KM9106 Operators Manual. Kane International Limited: United Kingdom.
- Fajar, Rizqon dan Taufik Suryantoro. Efek Komposisi Biodiesel Terhadap Parameter Kualitas Bahan Bakar dan Unjuk Kerja Mesin. Balai Termodinamika, Motor Dan Propulsi BPP Teknologi: Jakarta.
- Fajar, Rizqon. Prediksi Sifat Fisika Kimia Campuran Bahan Bakar Diesel dengan Model Sederhana. Balai Termodinamika, Motor dan Propulsi BPP Teknologi: Jakarta.
- H. Soeradjaja, Tatang. 2005. Dua Hal Utama dalam Pemanfaatan Bahan Bakar Alternatif dari Minyak Tumbuhan. LIPI: Jakarta.