PENELITIAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR NABATI (BBN) PADA MESIN DIESEL STASIONER SEBAGAI UPAYA MENGURANGI KETERGANTUNGAN TERHADAP BAHAN BAKAR MINYAK *RESEARCH ON USED BIOFUEL FOR STATIONARY DIESEL ENGINE AS AN EFFORT TO REDUCE IN DEFENDENCY FUEL OIL*

Sony Harbintoro, Luky Krisnadi, dan Hafid

Balai Besar Logam Mesin (BBLM) - Kementerian Perindustrian

Jl. Sangkuriang No.12 Bandung 40135

Email : sonystrada@yahoo.com; hafidochan@yahoo.com

Naskah diterima 31 Mei 2013, disetujui 16 Oktober 2013

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian penggunaan bahan bakar nabati (BBN) pada mesin diesel stasioner sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak. Tujuannya adalah supaya mesin-mesin diesel stasioner yang banyak digunakan pertanian untuk mesin traktor dan mesin pertanian lainnya dapat menggunakan bahan bakar nabati sebagai pengganti bahan bakar minyak. Metode penelitian yang dilakukan meliputi : (1) proses pengepresan minyak jarak dan degumming, (2) pengujian viskositas, (3) efek penggunaan minyak jarak sebagai bahan bakar terhadap komponen mesin diesel, yaitu : plunger dan rumah plunger, injector, cylinder head, piston dan oli pelumas. Minyak jarak yang digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel dengan sistem dua tangki harus mendapat pemanasan awal pada konverter sebelum dialirkan ke pompa bahan bakar (bosch pump), hal ini dimaksudkan agar tercapainya nilai viskositas yang sama dengan minyak solar. Berdasarkan hasil pengujian selama 17 jam sesuai SAE Paper No.942010 diketahui bahwa mesin diesel dapat berjalan cukup baik dan unjuk kerjanya tidak terjadi perubahan yang signifikan, namun terjadi penumpukan kerak pada kepala piston sebesar 12,55% dibandingkan solar sebagai bahan bakarnya.

Kata kunci : bahan bakar nabati, mesin diesel stasioner, minyak jarak.

ABSTRACT

Research on used biofuel for stationary diesel engine as an effort to reduce dependency fuel oil has been done. The objective is to stationary diesel engines are widely used by farmers for tractors and other farm machinery can be used biofuel as a substitute fuel oil. The research method was taken, consist of : (1) pressing and degumming process, (2) viscosities test, (3) effect the use jathropa curcas as fuel to the diesel engine component, namely : plunger and plunger housing, injector, cylinder head, piston and oil. The jathropa curcas which become fuel for engine diesel must be passing on pre-heating process at converter before goes to high pressure fuel pump (bosch pump). The aim of pre-heating process is to decrease the viscosity value of vegetable oil to be equal with diesel fuel. Based on endurance test for 17 hour, fit to SAE Paper No.942010 showed that engine diesel can be running well and performance can not change which is significant but there was much more deposit at piston head that is 12.55% compare to diesel fuel.

Keywords : biofuel, stasionary diesel engine, jathropa curcas.

PENDAHULUAN

P ermintaan energi berbasis fosil seperti minyak bumi terus mengalami lonjakan sementara cadangannya terbatas. Oleh karena itu pengembangan sumber daya energi terbarukan (*renewable energy*) harus segera dilakukan. Salah satu sumber energi hayati terbarukan berbasis tanaman adalah pohon jarak pagar (*Jatropha Curcas*). Minyak jarak murni yang dihasilkan dari biji tanaman jarak, bermanfaat sebagai bahan bakar alternatif pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM) terutama solar. Bahan bakar alternatif itu harus ramah lingkungan dan dapat diperoleh dengan mudah.

Minyak nabati merupakan salah satu hasil ekstaksi biji-bijian, memiliki prospek sebagai sumber hidrokarbon atau sumber energi Indonesia (Andi Nur Alamsyah, 2006). Namun minyak tersebut tidak bisa digunakan secara langsung karena memiliki viskositas yang tinggi, angka setan yang rendah, adanya asam lemak bebas, volatilitas yang rendah, adanya gum dan terbentuknya endapan yang tinggi bila digunakan sebagai bahan bakar secara langsung (J.B. Kandpal, 1994). Oleh karenanya, penggunaannya pada mesin diesel harus dikondisikan sedemikian sehingga harus dilengkapi dengan suatu alat konverter yang mempunyai fungsi sebagai pengencer bahan bakar nabati yang menyamai kekentalan minyak solar.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan supaya mesin-mesin diesel stasioner yang banyak digunakan pertanian untuk mesin traktor dan mesin pertanian lainnya dapat menggunakan bahan bakar nabati (BBN). Penggunaan minyak jarak mentah sebagai pengganti solar tidak mempengaruhi kinerja mesin diesel. Ditengah kelangkaan bahan bakar minyak yang semakin sulit dan mahal (unggul Priyono, 2007) masyarakat pengguna lainnya tidak perlu ragu untuk memanfaatkan BBN.

Dari penelitian ini diharapkan agar para petani dapat menggunakannya untuk

mesin-mesin diesel pertanian (diesel konvensional/putaran rendah), seperti mesin bajak sawah, mesin diesel penggerak pompa pengairan, dsb. Caranya hanya melewati proses *degumming* sederhana tanpa melalui proses esterifikasi, sehingga dapat dilakukan langsung oleh petani.

Pada eksperimen ini dikemukakan mengenai prinsip kerja sistem tanki ganda (*dual tank system*) yang berfungsi sebagai penyesuai nilai viskositas dari pada minyak jarak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikategorikan pada penelitian eksperimental untuk menganalisis penggunaan minyak jarak mentah (*crude oil*) pada mesin diesel konvensional yang telah dilengkapi konverter.

Pada penelitian ini diambil pendekatan mesin terhadap bahan bakar (*modified engine*) dengan Sistem Tangki Ganda (*Dual Tank System*), dimana modifikasi hanya dilakukan dengan adanya penambahan perangkat tambahan berupa konverter untuk proses pemanasan awal tanpa ada perubahan dari pada komponen inti dari mesin itu sendiri (Kazunori dkk, 2001).

Minyak nabati yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak nabati yang berasal dari biji jarak pagar (*jathropha curcas*) yang masih berupa *crude oil*, dan digunakan langsung ke mesin diesel tanpa proses kimia menggunakan KOH atau NaOH (*proses esterifikasi*).

Proses pengolahan minyak biji jarak dari biji buah jarak meliputi pengeringan buah jarak untuk memudahkan pemisahan biji dan buah ja rak, pengepresan minyak menggunakan mesin pengepress, dan penyaringan minyak. Dari hasil pengepressan dihasilkan minyak jarak sekitar 25-30%. Minyak jarak yang telah dihasilkan dari pengepresan kemudian diproses agar mendapat minyak murni dengan cara proses *degumming* dalam hal ini hasilnya dinamakan minyak *degumming*.

Langkah-langkah metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah minyak jarak mentah. Mesin dan peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut : (1) Mesin diesel Yanmar yang dilengkapi dengan dua tangki yang dihubungkan dengan generator, (2) Pipa buret untuk mengukur laju konsumsi bahan bakar, (3) *Tacho* meter untuk mengukur putaran mesin, (4) *Heater* pemanas untuk beban, (5) *Infra red* termometer untuk mengukur temperatur

Metode

Konverter mempunyai fungsi sebagai pengencer minyak jarak murni untuk menyamai kekentalan minyak solar, berperan dalam proses pembilasan saat mesin dimatikan, menyaring kotoran sekaligus memisahkan air bila ada yang masuk ke dalam tangki minyak jarak. Setelah dilakukan tahapan proses pengepresan dan *degumming*, maka dilakukan uji viskositas minyak jarak. Selanjutnya dalam penelitian ini dibahas efek atau pengaruh minyak jarak dan solar terhadap komponen mesin diesel. Disertai juga dengan beberapa pengujian sebagai berikut : (1) efek pelumasan pada *pluger* dan rumah *pluger*, (2) perbedaan tekanan *nozzle* injektor saat penyemprotan bahan bakar, (3) perbandingan kondisi berat piston, (4) kondisi *cylinder head*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengolahan Minyak Jarak

Pada penelitian ini menggunakan minyak jarak besar (*crude oil*). Minyak jarak mempunyai spesifikasi dan karakteristik yang berbeda dengan bio diesel. Oleh karena itu diperlukan perancangan sistem penambahan konverter pada mesin diesel yang sesuai untuk bahan bakar minyak jarak. Konsep perancangan ini dipilih atas dasar pertimbangan : (1) proses pengolahan

minyak jarak cukup sampai tingkat pertama (pengepresan dan *degumming*), sehingga biaya produksi minyak jarak lebih murah, (2) tidak perlu melakukan perubahan/modifikasi yang mendasar pada konstruksi mesin.

Pada eksperimen ini proses untuk mengolah biji jarak menjadi minyak jarak berupa *crude oil* dengan cara, biji jarak dipress dan diambil minyaknya, kemudian minyak jarak diendapkan/*settling* selama ± 1 minggu sampai kotoran minyak jaraknya mulai mengendap.

Setelah diendapkan, dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan kotoran sisa pengepresan. Untuk proses *degumming* atau menghilangkan getah minyak jarak menggunakan cara yang paling sederhana yaitu dengan mencampur minyak jarak yang telah disaring dengan air. Perbandingannya yaitu 50 : 50, kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Setelah dipanaskan, campuran minyak jarak dan air didiamkan dan dibiarkan mengendap/*settling* selama ± 1 minggu. Setelah dilakukan proses *settling*, maka akan terdapat tiga lapisan seperti terlihat pada Gambar 1 dan pada Gambar 2 dapat dilihat perbedaan minyak jarak mentah dan minyak jarak hasil *degumming* yang lebih terang.

Gambar 1. Lapisan hasil *degumming*

Gambar 2. Perbandingan minyak jarak sebelum dan sesudah proses *degumming*

Percobaan Mesin Diesel

Pelaksanaan eksperimen penggunaan minyak jarak hasil *degumming* mengacu pada SAE Paper No. 942010. Mesin diesel yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin diesel merk YANMAR tipe TF 105, dengan sistem pendingin Hopper Radiator, mempunyai daya 10,5 hp. Skema aliran bahan bakar pada mesin diesel yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3, dan Gambar 4 menunjukkan mesin diesel yang dilengkapi konverter dan dua tangki bahan bakar dihubungkan dengan generator sebagai alat percobaan (Gambar 5 dan Gambar 6).

Gambar 3. Aliran bahan bakar pada mesin diesel

Gambar 4. Mesin diesel yang dilengkapi konverter dan dua tangki

Gambar 5. Konverter dari bahan SUS 304

Gambar 6. Knalpot orisinal Yanmar yang belum dipasang konverter

Setelah dilakukan pengujian penggunaan minyak jarak mentah (*crude oil*) pada mesin diesel konvensional yang dilengkapi konverter serta dilengkapi dengan sistem tangki ganda (*dual tank system*), maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut :

Efek/Pengaruh Terhadap Komponen Mesin Plunger dan Rumah Plunger

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan bakar solar dan minyak jarak, terjadi penyusutan berat di bagian *plunger* dan rumah *plunger* (pada unit *Bosch Pump*) sebesar 0.01 %

dari berat awal, yang disebabkan oleh pengaruh gesekan antara *plunger* dan rumah *plunger* pada saat pemompaan bahan bakar berlangsung. Hal ini menandakan bahwa efek pelumasan pada *plunger* dan rumah *plunger* antara solar dan minyak jarak tidak jauh berbeda (Gambar 7).

Gambar 7. Perbandingan berat pada bagian *plunger* dan rumah *plunger*

Nozzle

Dari Gambar 8 dapat dilihat perbedaan tebal deposit antara *nozzle injector* yang digunakan pada pengujian dengan bahan bakar solar dan minyak jarak. Setelah diukur dengan menggunakan perangkat *injector tester* terjadi perubahan tekanan pada saat penyemprotan bahan bakar, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan tekanan injector

No	Bahan Bakar	Tekanan Sebelum <i>Endurance Test</i>	Tekanan Sesudah <i>Endurance Test</i>	Alat Uji
1	Solar	18	20	Bosch <i>Injector Tester</i>
2	Minyak Jarak	19	21,5	Bosch <i>Injector Tester</i>

Gambar 8. *Nozzle injector* setelah menggunakan solar dan minyak jarak.

Keterangan : (a) nozzle baru, (b) solar, (c) minyak jarak

Piston

Pada Gambar 9 diperlihatkan kondisi piston sebelum dan sesudah pengujian, sedangkan pada Gambar 10 diperlihatkan kepala piston setelah pengujian menggunakan solar dan minyak jarak. Selanjutnya dari Gambar 11, dapat dilihat grafik perbandingan berat piston dengan menggunakan bahan bakar solar dan minyak jarak terjadi penyusutan sebesar 0,01 % Hal ini menandakan bahwa efek pelumasan pada *plunger* dan rumah *plunger* antara solar dan minyak jarak tidak jauh berbeda. Sedangkan perbandingan tebal deposit pada piston, terlihat adanya perbedaan tebal deposit karbon yang cukup signifikan, hal ini disebabkan proses *degumming* yang kurang sempurna (bahan bakar masih mengandung getah).

Gambar 9. Kondisi piston sebelum pengujian

Keterangan : (a) dan (b) kondisi piston sebelum pengujian

Gambar 10. Kepala piston setelah pengujian menggunakan solar dan minyak jarak

Keterangan : (a) dan (b) kepala piston setelah uji menggunakan solar dan minyak jarak

Gambar 11. Perbandingan berat piston dan perbandingan tebal deposit

Cylinder Head

Dari Gambar 12. kondisi *cylinder head* diatas, terlihat perbedaan tebal deposit karbon yang cukup signifikan, hal ini disebabkan proses *degumming* yang kurang sempurna (bahan bakar masih mengandung getah).

Pelumasan

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai viskositas kinematik dan *Total Base Number* (TBN) yang lebih besar dari pelumas bekas pengujian dengan menggunakan bahan bakar minyak jarak dibandingkan dengan pelumas bekas pengujian dengan menggunakan bahan bakar solar. Hal ini disebabkan oleh tingkat keasaman dari bahan bakar minyak jarak yang cukup tinggi.

Gambar 12. Kondisi *cylinder head* sesudah pengujian menggunakan solar dan minyak jarak.

Keterangan : (a) kondisi silinder sebelum uji, (b) dan (c) kondisi silinder sesudah uji menggunakan solar dan minyak jarak

Gambar 13. Pengaruh terhadap oli pelumas

Minyak solar (*diesel fuel*) mengalami perkembangan permintaan dan mempunyai pertumbuhan yang tinggi bila dibandingkan dengan bahan bakar cair lainnya di Indonesia, dan yang mengkonsumsi minyak solar tersebar adalah sektor transportasi. Melihat kenyataan bahwa impor minyak solar juga yang tertinggi diantara impor bahan bakar minyak yang disebabkan keterbatasan produksinya, maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable*) dan ramah lingkungan.

Minyak jarak pagar (*jatropha curcas*) dipilih sebagai sebagai bahan bakar mesin diesel karena : (1) sifat fisika-kimianya sesuai dengan sifat bahan baku untuk memproduksi biodiesel, (2) minyak jarak tidak termasuk minyak pangan, (3) tanaman jarak dapat tumbuh baik di lahan kering/kritis sehingga berpotensi mengubah lahan kritis menjadi lahan yang produktif. Oleh karena itu dapat dikatakan lebih ekonomis dibandingkan dengan minyak nabati yang lain.

Penggunaanya minyak jarak pada mesin diesel konvensional harus dilengkapi dengan suatu alat konverter yang mempunyai fungsi sebagai pengencer bahan bakar nabati yang menyamai kekentalan minyak solar, berperan dalam proses pembilasan saat mesin dimatikan, menyaring kotoran sekaligus memisahkan air bila ada yang masuk ke dalam tangki minyak jarak.

Untuk membuat suatu alat konverter yang dilakukan di *workshop* permesinan BBLM diperlukan biaya operasional, yaitu : (1) ongkos bahan baku/material, (2) ongkos tenaga kerja, (3) ongkos jam mesin, (4) peralatan pendukung (*accessories*), (5) biaya *over head*. Perhitungan harga pokok produksi (HPP) konverter adalah sebagai berikut :

1. Biaya material/bahan baku (pipa, dan plat SUS 304 :

$$= \text{Berat total material} \times \text{harga/kg}$$

$$= 8,28 \text{ kg} \times \text{Rp } 70.000 = \text{Rp } 579.600$$
2. Ongkos tenaga kerja :
 - Proses *forming* = 2 man hour (MH)
 - Proses *machining* = 3 MH
 - Proses *welding* = 1 MH
 - Proses *polishing* = 3 MH
 - Proses *finishing* = 1 MH

Ongkos tenaga kerja rata-rata/jam

$$= \text{Rp } 25.000$$

Jumlah ongkos tenaga kerja

$$= 10\text{MH} \times \text{Rp } 25.000 = \text{Rp } 250.000$$
3. Ongkos jam mesin (mesin yang digunakan : mesin *roll*, mesin las, mesin bubut, mesin gerinda)

Total ongkos jam mesin = Rp. 1.400.000
4. Peralatan pendukung (*asesories*)

Terdiri dari *bound*, klem, selang, filter, dll = Rp. 486.500

5. Biaya *overhead* = Rp 100.000

Dari hasil perhitungan diperoleh HPP untuk memproduksi sebuah konverter per buah adalah jumlah komponen (1 + 2 + 3 + 4 + 5) = Rp 2.816.100/buah. Dengan asumsi bahwa bila nilai keuntungan yang diinginkan sebesar 40% dari biaya pembuatan, maka total harga jual konverter/buah adalah sekitar Rp 4.000.000. Sedangkan berdasarkan hasil survey pasar diketahui bahwa harga konverter dipasaran adalah antara Rp 6.000.000 (termurah) s/d Rp 14.000.000 (termahal). Sehingga bila dibuat di BBLM mempunyai selisih keuntungan berkisar antara Rp 2.000.000 sampai dengan Rp 10.000.000.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian selama 17 jam sesuai SAE Paper No.942010, maka minyak jarak mentah dapat digunakan sebagai bahan bakar nabati (BBN) alternatif pengganti solar. Karena mesin diesel stasioner dengan sistem dua tangki yang dilengkapi konverter dapat berjalan cukup baik. Dari segi unjuk kerja mesin diesel stasioner menggunakan BBN, dibandingkan dengan solar, tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap torsi serta rpm yang dihasilkan tetapi terjadi penurunan nilai viskositas pelumas dan kenaikan TBN (*Total Base Number*) dari oli pelumas masing-masing sebesar 1%. Selain itu terjadi penumpukan kerak pada kepala piston yang lebih banyak sebesar 12,55%. Perlu dilakukannya proses *degumming* minyak jarak pagar yang lebih sempurna guna mencapai kandungan *impurities* yang sekecil mungkin, supaya efek pengerakan/*deposit* pada ruang bakar dapat dikurangi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara kimiawi atau centrifugasi.

Perlu dilakukan pengujian terhadap umur pakai dari komponen-komponen yang berhubungan langsung dengan

minyak jarak, seperti filter bahan bakar, *bosch pump*, injector, piston, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Nur Alam Syah, 2006. Biodiesel Jarak Pagar : Bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2006. SNI Biodiesel Ester Alkyl, Jakarta.
- Bungaran Saragih, 2001, *The speech of minister of agriculture, Republic of Indonesia on the international workshop on bio-diesel medan, Indonesia.*
- BPPT, 2006, Biodiesel Jarak Pagar Jadi Proyek Nasional BPPT, Investor Daylight on Line.
- Daryanto, 2006. Reparasi Mesin Mobil, Bumi Aksara, Jakarta.
- Daryanto, 2006. Dasar-Dasar Teknik Mobil, Bumi Aksara, Jakarta.
- Directorate General Of Estate Crops, 2005, *Development Jatropha Curcus Plantation As A Source of Row material for Biodiesel*, Jakarta.
- J.B. Kandpal dan Mira Madan, 1994, *Jatropha Curcas : a Renewable Source of Energi for Meeting Future Energy Needs.*
- Kazunori H, Eiji K, Hiroshi T, Koji T, Daizo M, 2001. *Combustion Characteristics of Diesel Engines with Waste Vegetable Oil Methyl Ester*, The Fifth Symposium on Diagnostics and Modeling of Combution in Internal Combustion Engines, Nagoya.
- SAE Paper, No. 942010, *Endurance Test Diesel Engine.*
- Unggul Priyanto, 2007. *Menghasilkan Biodiesel Jarak Pagar Berkualitas*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Watanabe, Y, Y. Shimada, A. Sugihara, H. Noda, H. Fukuda dan Y Tominaga, 2000, *Continues Production of Biodiesel Fuel from Vegetable Oil Using Immobilized Candida antartica Lipase*, JAOCS 77 (3) : 355-360.