

PENINGKATAN UNJUK KERJA MOTOR DIESEL MENGUNAKAN METODE PEMANASAN DAN INDUKSI MAGNET PADA BAHAN BAKAR SOLAR

Bagus Giri Yudanto dan Luqman Erningpraja

ABSTRAK

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengevaluasi kinerja fuel treatment device (FTD) yang direkayasa sebelum diproduksi secara massal untuk diaplikasikan pada kendaraan operasional di pabrik kelapa sawit (PKS). Pengujian terhadap unjuk kerja motor diesel yang menggunakan FTD telah dilakukan. FTD terdiri dari pemanas dan magnet yang dipakai untuk memperbaiki kualitas proses pembakaran. Alat tersebut diuji cobakan pada motor diesel Isuzu Panther 2300 cc. Pengujian dilakukan di Laboratorium Motor Bakar VEDC-Malang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, daya motor naik sekitar 1,14% dan konsumsi bahan bakar spesifik turun sekitar 4,97%. Selaras dengan itu, emisi gas buang juga mengalami penurunan antara lain: HC 8,84%, NO_x 89,55%, SO_2 466,67%, dan opasitas 0,69%.

Kata kunci: Induksi magnet, pemanas, pembakaran, dan motor diesel

ABSTRACT

The aim of this paper is to describe the result of research on the performance of diesel engine which using fuel treatment device (FTD), before the mass production and to apply it on vehicles in Palm oil Mill. Performance test on diesel engine using the FTD was conducted. The FTD consisted of magnet and heater was used to improve the quality of combustion process. It was tested on diesel engine using Isuzu Panther engine 2300 cc. The investigation conducted at Combustion Engine Laboratory in Vocational Education Development Center (VEDC)-Malang. The results showed that, brake horse power (bhp) increased 1.14% and the specific of fuel consumptions reduced 4.97%. Gas emission also decreased HC 8.84%, NO_x , 89.55%, SO_2 , 466.67%, and opacity was 0.69%.

Keywords: Magnetic Induction, heater, combustion, and diesel engine

PENDAHULUAN

Motor diesel di pabrik kelapa sawit mempunyai peranan yang cukup besar dalam mendukung suksesnya kegiatan proses produksi, karena mulai penyediaan energi listrik di pabrik hingga pengiriman produk ke pelabuhan

semuanya menggunakan motor diesel. Keperluan pembibitan, pemupukan, panen dan mobilisasi karyawan juga menggunakan motor diesel. Oleh karena itu, penyediaan energi perlu didukung untuk memenuhi mobilitas tersebut.

Melambungnya harga minyak bumi dunia hingga mendekati 100 US\$/barel

pada akhir tahun 2007 membawa dampak pula pada perusahaan di bidang perkelapasawitan, yang secara mikro meningkatkan biaya operasional pabrik dan kebun, sehingga meningkatkan biaya produksi dan secara makro meningkatkan biaya operasional perusahaan. Oleh karena itu, kondisi ini harus diantisipasi mengingat kebutuhan energi yang saat ini masih banyak bertumpu pada bahan bakar minyak (BBM) terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Di samping itu BBM yang diperoleh dari tambang minyak (fosil) adalah jenis tidak terbarukan, sehingga cadangannya akan terus menipis. Kondisi tersebut dapat memicu terjadinya krisis bahan bakar dan secara signifikan akan menurunkan daya saing industri sawit.

Krisis BBM diprediksi akan terus berlanjut. *International Energy Agency* (IEA) menyatakan bahwa kebutuhan energi di dunia akan terus mengalami peningkatan. Diperkirakan pada tahun 2030 permintaan energi dunia akan mengalami peningkatan sekitar 66% dari jumlah total kebutuhan pada tahun 2000. Peningkatan konsumsi minyak bumi sekitar 40% terjadi di Asia, terutama Jepang dan China. Oleh sebab itu, selain diperlukan upaya mencari energi alternatif terbarukan juga perlu dilakukan upaya konservasi energi.

Konservasi energi yang berarti upaya untuk melakukan penghematan penggunaan energi dalam berbagai aspek mempunyai dampak yang cukup luas, baik secara langsung maupun tidak langsung. Manfaat konservasi energi antara lain ikut membantu mengurangi beban pemerintah dalam subsidi BBM.

Secara internal dapat mengurangi biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna per satuan daya. Salah satu bentuk kegiatan konservasi energi yang sering dilakukan ialah peningkatan unjuk kerja alat dan mesin yang menggunakan energi berbasis fosil. Dengan melakukan perbaikan teknis diharapkan performa mesin lebih maksimal. Performa mesin yang baik dapat memberikan keluaran (unjuk kerja) yang maksimal dengan masukan (energi) yang seminimal mungkin. Hal ini biasanya dilakukan dengan memodifikasi sistem, aplikasi alat hemat energi, dan penerapan prosedur *preventive maintenance* pada mesin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan unjuk kerja motor diesel melalui metode pemanasan dan induksi magnet pada bahan bakar solar. Parameter unjuk kerja motor yang diamati ialah daya motor, laju konsumsi bahan bakar spesifik, efisiensi termal motor, dan emisi gas buang. Manfaat tulisan ini ialah untuk mereduksi biaya penyediaan BBM dan menekan emisi gas buang sehingga upaya konservasi energi di pabrik sawit dapat dilakukan.

LANDASAN TEORI

Proses pembakaran pada motor diesel terjadi karena kemampuannya untuk melakukan penyalaan sendiri (*self ignition*) tanpa bantuan percikan bunga api dari busi seperti motor bensin. Keberhasilan sistem pembakaran ini dipengaruhi oleh komposisi campuran yang tepat antara udara-solar, atomisasi bahan bakar (solar), dan kualitas bahan bakar. Kualitas BBM di Indonesia rata-

rata tidak memenuhi standar terutama di daerah terpencil (8). Selain itu, masalah kontaminasi air di dalam bahan bakar sering ditemui di beberapa tempat sehingga dapat menurunkan mutunya (4). Apabila ini terjadi maka secara signifikan kondisi tersebut dapat menurunkan unjuk kerja motor akibat terdegradasinya komposisi bahan bakar terutama hidrokarbon.

Unjuk kerja motor diesel yang menurun akibat rendahnya kualitas bahan bakar dapat ditingkatkan dengan cara pemanasan dan induksi magnet. Viskositas solar yang tidak memenuhi standar secara signifikan dapat menurunkan unjuk kerja motor. Untuk mengatasinya digunakan metode pemanasan bahan bakar hingga suhunya 50°C , sehingga viskositasnya relatif normal dan menimbulkan efek pengabutan yang lebih baik. Pola pengabutan yang baik dapat meningkatkan daya motor sekitar 4,1% dan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 23,4% (7). Sementara itu, aktivitas mikroba yang berada di dalam bahan bakar dapat diminimalisasi menggunakan magnet (9). Selain dapat digunakan untuk mencegah pertumbuhan bakteri, induksi magnet yang menghasilkan radiasi *far infra red* (FIR) juga dapat digunakan untuk memperbaiki struktur molekul bahan bakar (6). Hal ini juga diperkuat bahwa induksi magnet dapat mempengaruhi kepolaran gugus fungsi senyawaan sehingga mempengaruhi orientasi molekul penyusun bahan bakar (2). Magnetisasi pada bahan bakar solar dapat menghemat konsumsi bahan bakar sekitar 13-14%.

Unjuk kerja mesin dikatakan baik bila motor memberikan keluaran (daya) yang maksimal dengan masukan (energi)

seminimal mungkin. Parameter unjuk kerja motor dibagi menjadi empat (3), yaitu:

a. Daya motor (*brake horse power-bhp*)

Daya merupakan suatu ukuran kerja yang diberikan ke poros penggerak oleh motor (kerja per satuan waktu) yang dinyatakan dalam *kilo Watt* (kW) dengan persamaan sebagai:

$$P = \frac{T * n}{9550} (kW)$$

di mana;

P = *brake horse power* (kW)

T = torsi (N.m)

n = putaran motor (rpm)

b. Laju konsumsi bahan bakar spesifik

Laju konsumsi bahan bakar ialah jumlah massa bahan bakar yang dipakai selama waktu tertentu oleh motor dan dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$Sfc = \frac{3600}{t} xm * 0.001$$

di mana:

Sfc = konsumsi bahan bakar spesifik (kg bahan bakar/jam)

m = massa bahan bakar (g) = $\rho * V$

t = waktu konsumsi bahan bakar (detik)

Sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik ialah laju massa bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan satu satuan daya selama satu jam dinyatakan dengan persamaan:

$$bsfc = \frac{sfc}{P} \quad (\text{kg bahan bakar/kW}\cdot\text{h})$$

di mana;

Bsfc = konsumsi bahan bakar per satuan daya (kg bahan Bakar/kW·h)

P = daya motor (kW)

c. Efisiensi termal

Efisiensi termal didefinisikan sebagai penyerapan kalor dari bahan bakar semaksimal mungkin untuk diubah menjadi kerja mekanis dan dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut;

$$\eta_{th} = \frac{P}{sfc * LHV} * 3600 * 100\%$$

di mana;

η_{th} = Efisiensi kalor (%)

LHV = *lower heating value* bahan bakar solar putaran tinggi: 43000 (kJ/kg)

d. Emisi gas buang

Proses pembakaran yang baik dapat diidentifikasi dari komposisi gas buang yang terbentuk selama pembakaran berlangsung. Bahan polutan yang menjadi parameter proses pembakaran dan merupakan parameter penting yang diperhatikan ialah emisi gas HC, CO, CO₂, O₂, NO_x, SO_x, dan opasitas.

METODOLOGI

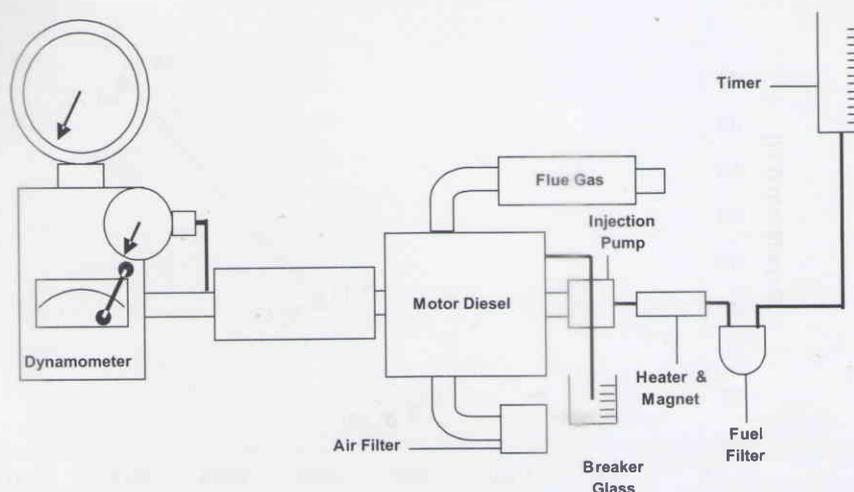
Bahan dan Peralatan Uji

Bahan bakar yang digunakan diperoleh dari stasiun pengisian bahan

bakar umum (SPBU) di terminal Arjosari Malang. Pengujian dilakukan di Laboratorium Motor Bakar, VEDC-Malang. Magnet yang digunakan untuk *fuel treatment device* (FTD) memiliki kekuatan 11 kG. Kekuatan medan magnet diukur dengan alat Gauss meter merk FW. BELL SYPRIS dengan standar deviasi pengukuran ±1% dan *range* pengukuran 0,0001-30 T. Tipe alat pemanas solar yang dipakai adalah jenis kumparan dengan energi listrik sebesar 12 V yang dilengkapi dengan *thermostat* untuk menjaga suhu bahan bakar agar tetap konstan 50°C. Keduanya kemudian dirakit secara kompak dan diisolasi dengan bahan SS 316. Sebagai obyek penelitian digunakan Motor diesel *Isuzu phanter* jenis 4 tak 4 silinder 2300 cc tahun 2000. Instrumen pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur unjuk kerja motor (daya, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi termal) ialah *Water Brake Dynamometer*, merk *CARL SCHENCK DARMSTADT GmbH - Germany*, dengan putaran 1-5000 rpm dan momen pengereman 1-100 kgm. Sedangkan instrumen yang digunakan untuk pengamatan emisi gas buang adalah *Flue Gas Analyzer KM9106* (NO_x dan SO₂), *Gas Analyzer Merk TechnoTest* (CO, CO₂, O₂, dan HC), dan untuk pengamatan opasitas digunakan *IR-Opacity Analyzer Merk TechnoTest*.

Alat untuk perlakuan bahan bakar (FTD) dipasang di antara pompa injeksi dan saringan bahan bakar sekunder. Kemudian elemen pemanas dihubungkan dengan sumber arus listrik 12 V. Secara skematis susunan alat ditunjukkan pada Gambar 1.

Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel Menggunakan Metode Pemanasan dan Induksi Magnet pada Bahan Bakar Solar



Gambar 1. Rangkaian peralatan uji

Prosedur Pengujian

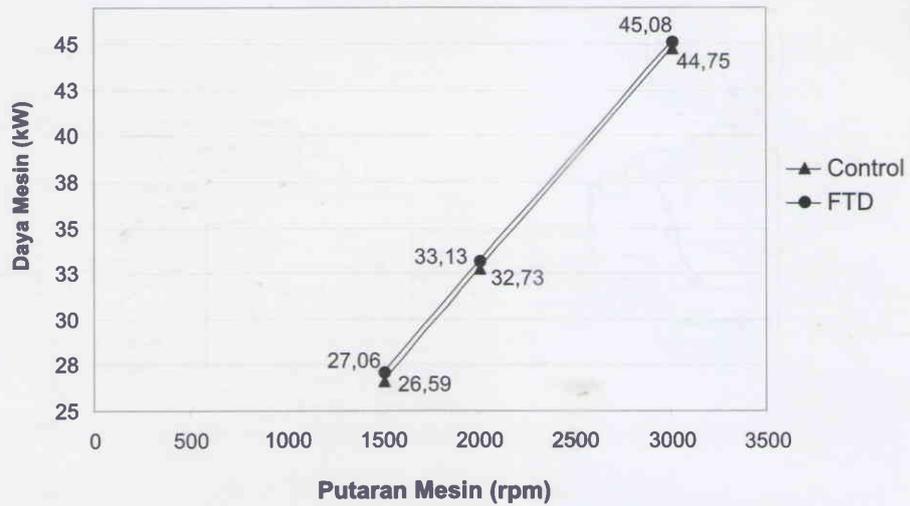
Mesin dinyalakan selama 1 jam pada putaran 850 rpm agar motor mencapai kondisi kerjanya. Kemudian kran pemasukan air yang menuju *dynamometer* dibuka dan tuas pengereman diposisikan pada jarum penunjukan nol. Setelah waktu pemanasan tercapai, beban (pengereman) divariasikan untuk mendapatkan putaran yang bervariasi (1500, 2000, dan 3000 rpm), dengan posisi *throttle* di-setting pada bukaan (100, 75, dan 50%) untuk tiap putarannya. Data percobaan yang dikumpulkan terdiri dari torsi mesin (T), putaran motor (n), laju konsumsi bahan bakar (sfc), emisi gas buang (CO , CO_2 , HC , NO_x , O_2), opasitas, suhu gas buang ($T_{gas\ buang}$), suhu udara masuk (T_{udara}), dan suhu mesin. Data diambil dari dua kondisi percobaan yang berbeda, yaitu kondisi *control* (solar tanpa perlakuan) dan FTD

(solar dengan perlakuan menggunakan FTD). Masing-masing kondisi dilakukan pengambilan data sebanyak tiga kali ulangan.

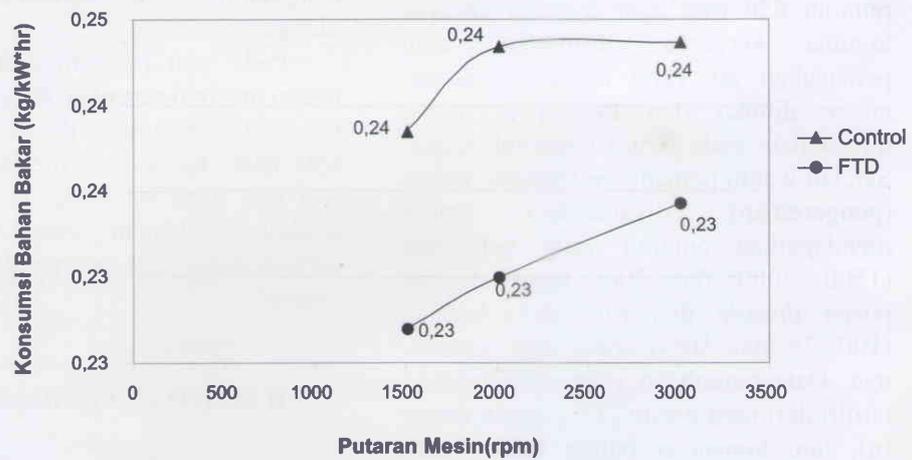
Pada saat pengambilan data FTD, beban mesin diturunkan hingga mencapai nol dan putarannya diturunkan hingga 850 rpm. Kemudian mesin dinyalakan lagi dan prosedur pengambilan datanya dilakukan dengan cara yang sama sebagaimana pada saat pengambilan data *control*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 menunjukkan grafik peningkatan daya motor secara linier seiring dengan meningkatnya putaran motor. Pemanasan dan induksi magnet pada bahan bakar dapat meningkatkan daya motor rata-rata sebesar 1,15% dari kondisi *control*-nya (tanpa perlakuan).



Gambar 2. Putaran vs daya motor



Gambar 3. Konsumsi bahan bakar spesifik vs putaran mesin

Berbeda dengan daya motor, konsumsi bahan bakar pada motor yang menggunakan FTD mengalami penurunan secara signifikan bila dibanding-

kan dengan motor tanpa FTD. Gambar 3 menunjukkan bahwa data FTD memiliki trend yang cenderung linier, dimana konsumsi bahan bakar rata-rata mesin

Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel Menggunakan Metode Pemanasan dan Induksi Magnet pada Bahan Bakar Solar

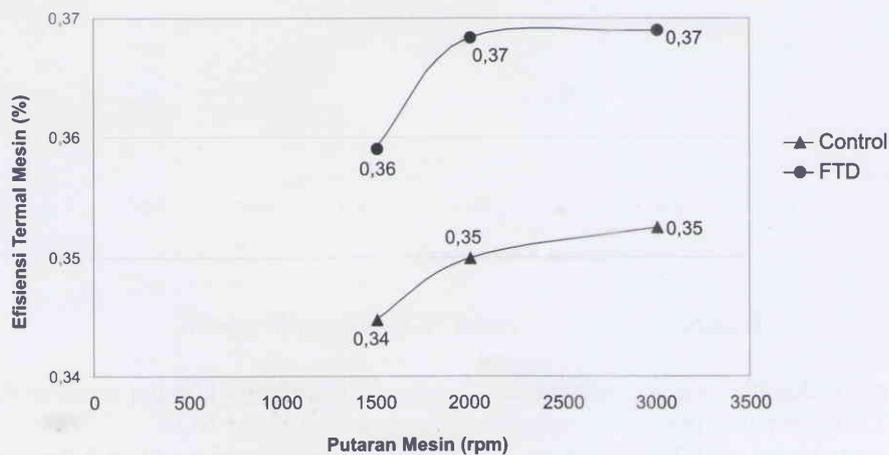
sebesar 0,23 kg/kW*hr, lebih rendah 4,35% bila dibandingkan dengan kondisi data *control* yang jumlahnya 0,24 kg/kW*hr.

Nilai efisiensi termal tergantung pada konsumsi bahan bakar spesifik. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *bfsc* dari motor yang menggunakan FTD lebih rendah 4,35% dibanding tanpa FTD. Ini mengindikasikan bahwa efisiensi termal motor mengalami peningkatan.

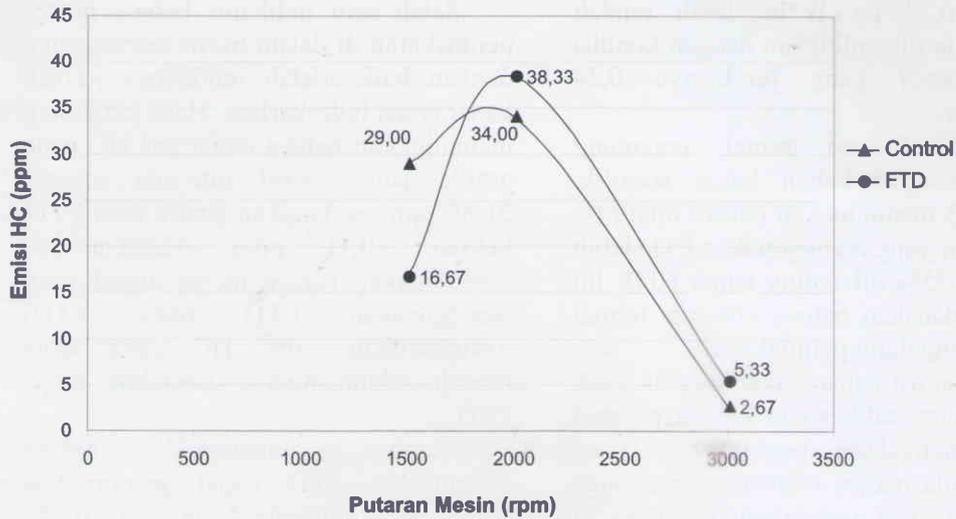
Konsumsi bahan bakar spesifik yang rendah mengindikasikan bahwa prestasi motor mengalami peningkatan, yang berarti pula bahwa efisiensi termal juga diprediksi akan mengalami peningkatan cukup signifikan. Gambar 4 menunjukkan penggunaan FTD pada bahan bakar (data FTD) yang dapat meningkatkan efisiensi termal rata-rata motor hingga 5,71%. Peningkatan efisiensi termal tersebut merupakan kondisi yang diharapkan dari suatu kerja motor bakar mengingat faktor kehilangan energi panas semakin kecil.

Salah satu indikator bahwa proses pembakaran di dalam mesin berlangsung dengan baik adalah rendahnya jumlah kadar emisi hidrokarbon. Hasil pengujian menunjukkan bahwa emisi gas HC pada grafik data *control* rata-rata sebesar 21,89 ppm, sedangkan grafik data FTD Sekitar 20,11 ppm. Gambar 5 menunjukkan bahwa motor diesel yang menggunakan FTD (data FTD) menghasilkan emisi HC yang lebih rendah sekitar 8,85% dibanding tanpa FTD.

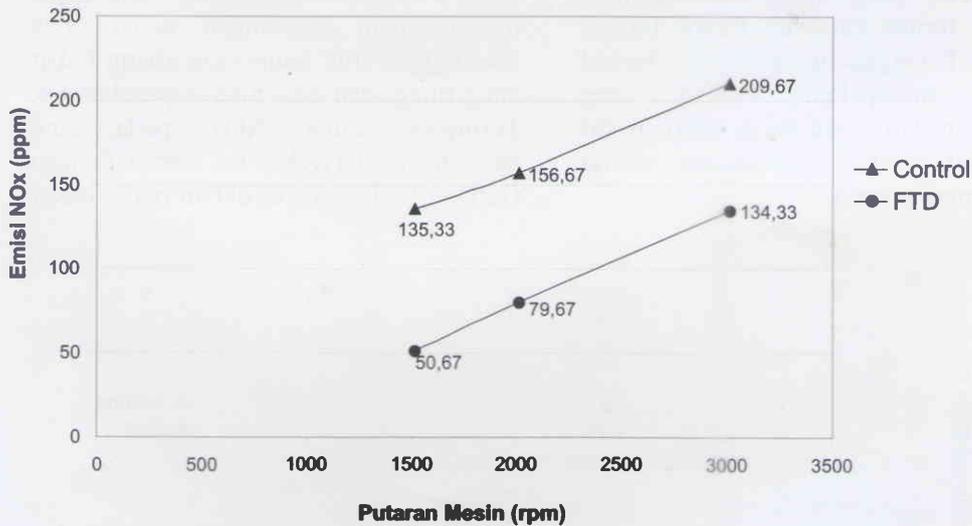
Gambar 6 menunjukkan bahwa penggunaan FTD dapat menurunkan kadar emisi rata-rata NOx dari 167,22 menjadi 88,22 ppm atau mengalami penurunan sekitar 89,55% dari kondisi tanpa FTD. Ada dua kondisi yang dapat menyebabkan kandungan emisi NOx meningkat, yaitu; temperatur ruang bakar yang tinggi dan berlebihnya pasokan O₂. Turunnya emisi NOx pada saat penggunaan FTD hal ini terkait dengan Gambar 9, di mana di dalam ruang bakar



Gambar 4. Efisiensi termal vs putaran mesin



Gambar 5. Produksi emisi hidrokarbon (HC) vs putaran mesin



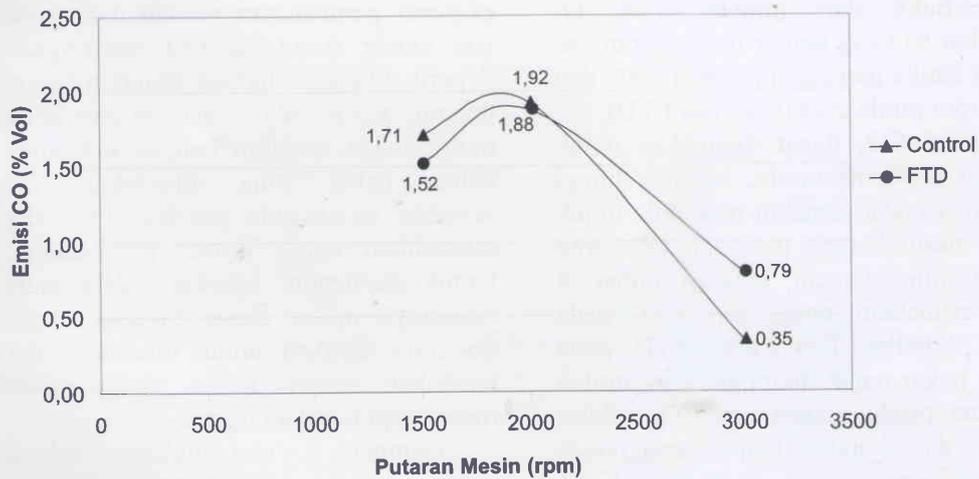
Gambar 6. Produksi emisi NO_x vs putaran mesin

terjadi pembakaran yang sempurna sehingga O₂ telah habis digunakan untuk proses pembakaran. Akibatnya hanya sedikit O₂ yang bereaksi dengan

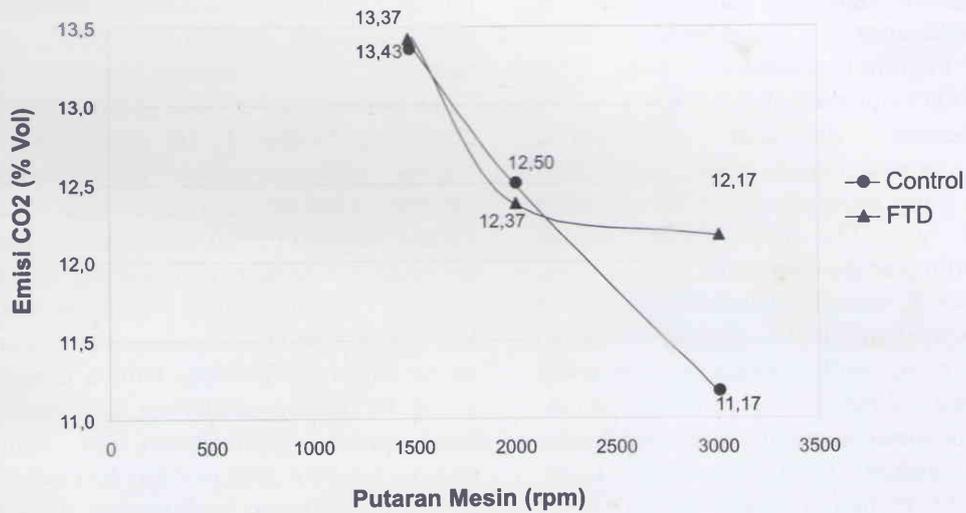
Nitrogen sehingga kondisi tersebut dapat menurunkan kadar NO_x.

Gambar 7 menunjukkan bahwa pada putaran antara 2000-3000 rpm sebelum

Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel Menggunakan Metode Pemanasan dan Induksi Magnet pada Bahan Bakar Solar



Gambar 7. Produksi emisi CO vs putaran mesin



Gambar 8. Produksi emisi CO₂ vs putaran mesin

penggunaan FTD kadar emisi gas CO sebesar 1,33% vol dan setelah menggunakan FTD produksi emisi gas CO menjadi 1,39% vol. Ini berarti bahwa terjadi peningkatan emisi CO sekitar 4,51% setelah menggunakan FTD. Namun, pada putaran 1500 rpm mem-

punyai kadar CO lebih rendah dibandingkan dengan kadar emisi CO pada mesin tanpa FTD. Naiknya emisi CO pada mesin yang menggunakan FTD diduga disebabkan oleh tidak cukupnya oksigen yang disuplai pada ruang bakar ketika proses pembakaran sedang berlangsung,

sehingga produksi emisi CO meningkat. Ini terbukti dari jumlah emisi O₂ (Gambar 9) yang keluar dari saluran gas buang ketika mencapai putaran 2000 dan 3000 rpm jumlahnya 0 % (data FTD).

Emisi CO₂ dapat digunakan untuk menilai performa mesin, semakin tinggi kadarnya maka semakin baik pula unjuk kerja mesin karena proses pembakaran berlangsung dengan baik. Gambar 8 memperlihatkan emisi gas CO₂ pada kedua kondisi. Pemakaian FTD pada bahan bakar dapat meningkatkan jumlah rata-rata produk emisi gas CO₂ sekitar 2,59% dari kondisi tanpa penggunaan FTD (*control*), yaitu naik dari 12,34 menjadi 12,66% vol. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses pembakaran motor diesel yang memakai FTD memiliki pembakaran yang lebih baik bila tanpa memakai FTD.

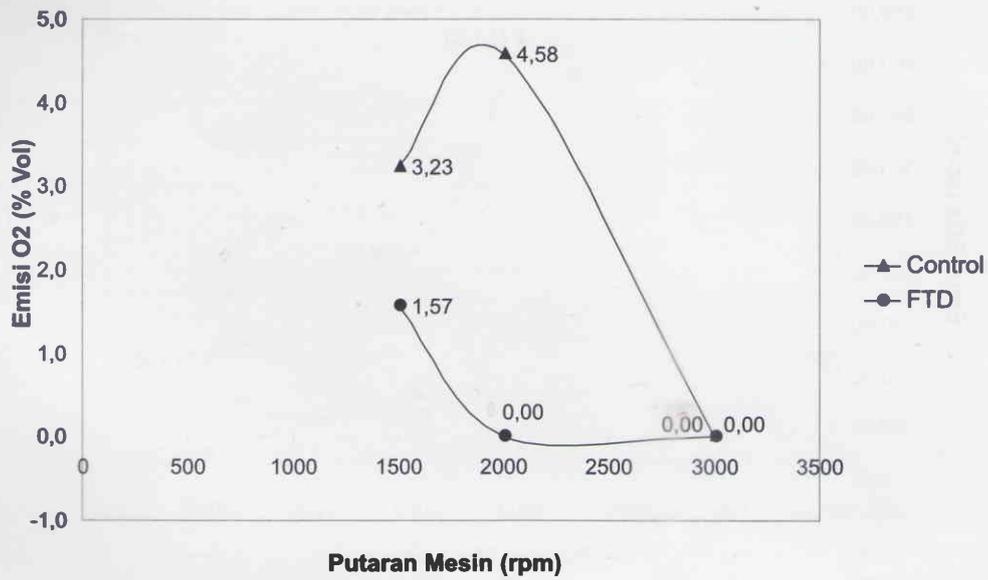
Seperti diuraikan sebelumnya, bahwa produksi emisi gas O₂ pada bahan bakar yang menggunakan FTD memiliki emisi gas O₂ jauh lebih rendah dibandingkan dengan grafik data *control*. Gambar 9 menunjukkan bahwa sebelum menggunakan FTD (grafik *control*) motor menghasilkan kadar rata-rata emisi O₂ sekitar 2,60% vol. Kemudian jumlahnya menurun menjadi 0,52% vol ketika menggunakan FTD. Turunnya kadar emisi O₂ mengindikasikan bahwa proses pembakaran di dalam ruang bakar mesin mengalami perbaikan bila dibandingkan tanpa menggunakan FTD.

Salah satu syarat proses pembakaran dapat berlangsung secara sempurna adalah tersedianya O₂ yang cukup untuk memenuhi proses oksidasi pada komponen bahan bakar. Apabila di - dalam

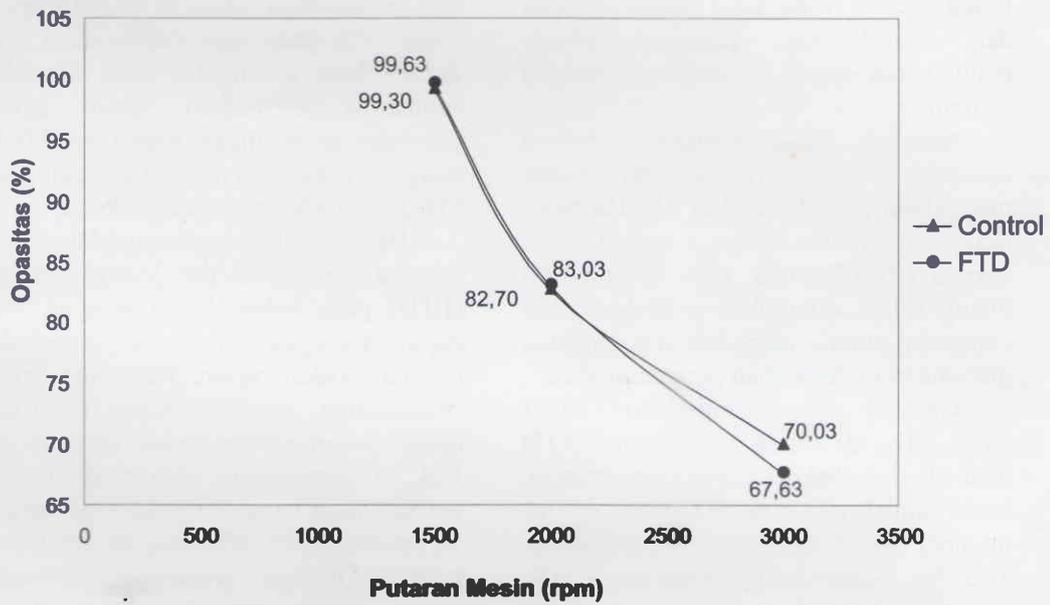
proses pembakaran kekurangan O₂ maka efisiensi pembakaran rendah dan emisi gas buang (terutama CO) meningkat. Seperti diketahui bahwa semakin tinggi putaran mesin yang dihasilkan oleh kerja motor maka semakin banyak konsumsi bahan bakar yang diperlukan dan semakin besar pula pasokan O₂ yang dibutuhkan untuk proses pembakaran. Untuk memenuhi pasokan udara pada umumnya motor diesel putaran tinggi direkomendasikan untuk diberikan alat tambahan seperti *turbo charge* guna mencukupi pasokan udara.

Gambar 9 menunjukkan bahwa seiring dengan naiknya putaran mesin konsumsi udara yang digunakan untuk proses pembakaran semakin meningkat pula, sehingga jumlah O₂ cenderung menurun tajam terutama pada grafik FTD. Sementara itu, pada grafik *Control* cenderung fluktuatif. Ini menunjukkan bahwa inkonsistensinya proses pembakaran akibat oksidasi pada bahan bakar kurang begitu optimal yang kemungkinan besar disebabkan oleh kurang begitu kuatnya ikatan antara oksigen dan hidrokarbon pada saat proses pembakaran berlangsung. Berbeda halnya dengan grafik FTD yang cenderung menurun di awal proses pembakaran, di mana kondisi tersebut mengindikasikan bahwa proses pembakaran berlangsung dengan baik atau mendekati kondisi idealnya. Hal ini dapat terjadi, karena salah satu fungsi FTD itu sendiri adalah memperbaiki kejenuhan pada molekul hidrokarbon sehingga susunan molekulnya lebih teratur setelah melewati medan magnet. Dengan demikian pada saat oksigen mengoksidasi bahan bakar

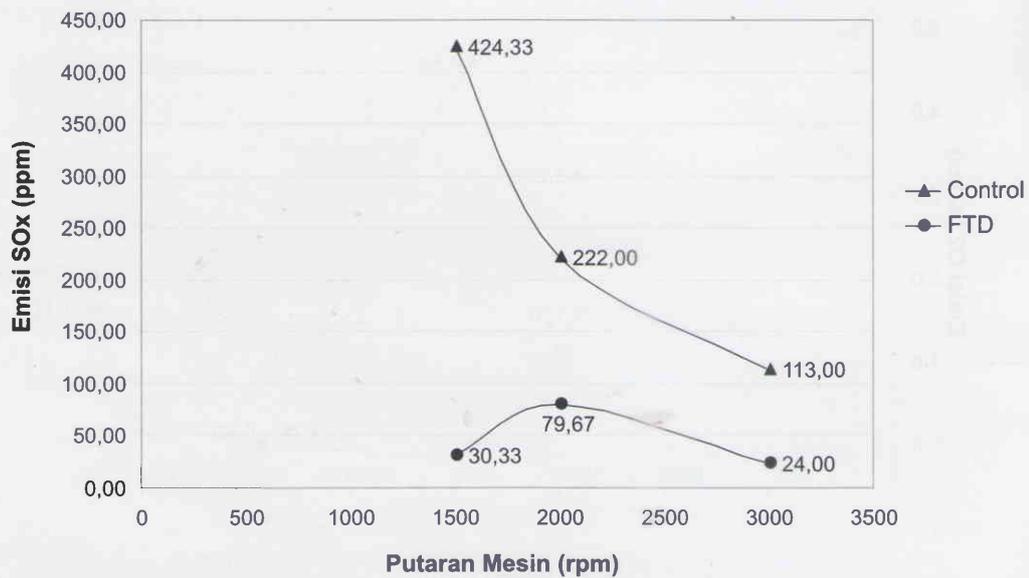
Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel Menggunakan Metode Pemanasan dan Induksi Magnet pada Bahan Bakar Solar



Gambar 9. Produksi emisi O₂ vs putaran mesin



Gambar 10. Opasitas (kepekatan asap) mesin vs putaran mesin



Gambar 11. Emisi SO_x mesin vs putaran mesin

terjadi ikatan yang kuat antara oksigen dan hidrokarbon, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna.

Gambar 10 menunjukkan bahwa opasitas (kepekatan) rata-rata motor mengalami penurunan dari 84,01% menjadi 83,43% atau turun sekitar 0,69%. Seperti emisi lainnya, nilai opasitas gas buang selain ditentukan oleh ketepatan campuran antara udara-bahan bakar juga ditentukan oleh tekanan penyemprotan.

Gambar 11 menunjukkan kadar emisi SO_x, di mana penggunaan FTD pada bahan bakar dapat menurunkan kadar emisi rata-rata SO_x dari 253,11 menjadi 44,67 ppm atau turun sekitar 82,35%. Seperti halnya pada emisi NO_x, ada dua kondisi ekstrim yang dapat meningkatkan kandungan emisi SO_x, yaitu; tingginya temperatur ruang bakar

dan berlebihnya pasokan O₂. Turunnya emisi SO_x pada saat penggunaan FTD diduga kuat karena O₂ yang diberikan semuanya digunakan untuk proses pembakaran sehingga hanya sedikit O₂ yang bereaksi dengan sulfur, akibatnya SO_x yang terbentuk semakin kecil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pemanasan dan induksi magnet (FTD) pada bahan bakar minyak solar dapat meningkatkan proses pembakaran di ruang bakar mesin. Perbaikan proses pembakaran tersebut secara signifikan dapat meningkatkan unjuk kerja motor. Hal ini ditunjukkan oleh nilai efisiensi termal motor yang mengalami peningkatan sekitar 5,71% (Gambar 4), tidak jauh berbeda dengan penurunan konsumsi bahan bakar spesifik sekitar 4,35% (Gambar 3). Prestasi mesin yang baik adalah memberikan daya keluaran yang

Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel Menggunakan Metode Pemanasan dan Induksi Magnet pada Bahan Bakar Solar

Tabel 1. Ilustrasi Manfaat Pemakaian FTD pada Generator Listrik di PKS

Penghematan per	Jumlah	
	Bahan bakar (L)	Uang (Rp.)
Hari (20 jam kerja)	25	142.500
Bulan (25 hari kerja)	625	3.562.500
Tahun (300 hari kerja)	7.500	42.750.000

maksimum dengan memberikan masukan energi seminimal mungkin. Perbaikan proses pembakaran tersebut diduga kuat disebabkan oleh mudah terikatnya antara hidrokarbon dan oksigen setelah melewati induksi magnet (5).

Bahan bakar yang terinduksi oleh magnet menyebabkan struktur molekulnya terorientasi secara teratur. Kondisi itu disebabkan oleh *de-clustering*. Induksi magnet mengakibatkan peningkatan momen dipol pada ikatan yang memungkinkan reaksi penolakan antar molekul (2). Reaksi ini sangat menguntungkan dalam proses pembakaran, karena hidrokarbon mempunyai ikatan yang cukup kuat terhadap oksigen, sehingga nyala pembakaran bahan bakar lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi tanpa perlakuan. Selain itu, efek pemanasan pada solar yang secara fisik dapat menurunkan viskositasnya dapat meningkatkan atomisasi bahan bakar pada saat diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Atomisasi sangat membantu meningkatkan proses pembakaran, karena keberhasilan proses pembakaran pada motor diesel ditentukan oleh atomisasi bahan bakar.

Implikasi pemakaian FTD pada motor diesel di pabrik kelapa sawit

(PKS) adalah untuk mendukung program konservasi energi. Sasaran aplikasi FTD di pabrik sawit terkait dengan upaya konservasi energi adalah mesin diesel yang memiliki mobilitas tinggi seperti kendaraan operasional dan generator listrik. Tabel 1 merupakan ilustrasi penggunaan FTD pada mesin generator listrik di pabrik kelapa sawit yang dapat menghemat konsumsi bahan bakar solar sekitar 5%. Dengan asumsi bahwa harga solar industri Rp. 5.700,00 dan konsumsi rata-rata bahan bakar untuk generator listrik kapasitas 250 kVA pada beban sedang adalah 25 l/jam, maka diperoleh penghematan bahan bakar sekitar 1,25 l/jam atau Rp. 7.125,00/jam.

Diharapkan penghematan konsumsi bahan bakar selain dapat mengurangi biaya produksi pabrik, mengurangi biaya operasional perusahaan, juga dapat meningkatkan daya saing industri kelapa sawit Indonesia.

KESIMPULAN

Penggunaan FTD yang menggabungkan metode pemanasan dan induksi magnet dapat meningkatkan unjuk kerja motor diesel, dengan daya motor naik sekitar 1,15% dan

konsumsi bahan bakar spesifik turun sekitar 4,35%. Penggunaan FTD dapat menurunkan kadar emisi; HC 8,85%, NO_x 89,55%, SO_x 82,35%, dan opasitas 0,70%. Naiknya emisi gas CO sekitar 4,51% diduga disebabkan oleh kurangnya pasokan O₂ di dalam ruang bakar mesin. Pengujian FTD ini memberikan hasil yang relatif baik untuk meningkatkan unjuk kerja motor diesel, sehingga alat tersebut dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pilihan untuk melakukan konservasi energi di pabrik kelapa sawit, terutama pada kendaraan atau generator listrik dengan volume silinder 2300 cc. Diharapkan penggunaan FTD selain dapat menurunkan biaya penyediaan energi sekitar 5% juga dapat bermanfaat untuk menekan emisi gas buang.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terutama studi kelayakan terhadap FTD baik itu pengujian *endurance test* di lapangan langsung maupun dari aspek ekonominya. Aspek ekonomi yang menjadi bahan kajian sebaiknya biaya produksi FTD dan dampak ekonomi bagi perusahaan setelah mengaplikasikan FTD. Terutama kemungkinannya untuk dijadikan sebagai program *clean development mechanism* (CDM) sebagai upaya untuk meningkatkan daya saing pabrik kelapa sawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Direktur Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) yang telah membantu pembiayaan penelitian ini melalui program Dana Riset Rutin

PPKS tahun 2006. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Motor Bakar *Vocational Education Developmen Center* (VEDC) Malang yang telah memberikan izin menggunakan fasilitas laboratorium tersebut untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. ARISMUNANDAR, W. 2004. Motor Diesel Putaran Tinggi. Pradnya Paramita. Bandung.
2. CHALID, M., SAKSONO, N., ADIWAR, dan DARSONO, N. 2005. Studi Pengaruh Magnetisasi Sistem Dipol terhadap Karakteristik Kerosin. Jurnal Penelitian Makara, Teknologi, Vol.8, NO.1, April 2005:36-42.
3. HEYWOOD, J. B. 1989. Internal Combustion Engine Fundamentals. Mc. Graw Hill. Singapore.
4. KADARWATI, S. 1985. Studi Kehidupan Mikroba dan Pengaruhnya pada BBM Penerbangan di Indonesia. Lembaran Publikasi Lemigas No. 3/vg1985.
5. SUDARMANTO, B., KAWANO, D. S., dan SUTAMA, I. N. 2005. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kualitas Pembakaran Bahan Bakar Bensin (Tinjauan Terhadap Suhu Nyala Api dan *Noise*). Jurnal Profesi Teknik Mesin. Vol. 2, No.1 Juli 2003: hal 40-49.

Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel Menggunakan Metode Pemanasan dan Induksi Magnet pada Bahan Bakar Solar

6. SUDRAJAD, A. dan HENDRATNA, K. 2006. Menghemat Bahan Bakar dengan Magnet Portabel. Jurnal INOVASI. Vol. 6/XVIII/Maret 2006
7. WILLYANTO, F. 1999. Analisis Pengaruh Pemanasan Solar Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Isuzu 2500 CC Tipe 4JA1. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
8. WITOELAR, R. 2005. Saatnya Meningkatkan Kualitas BBM. Kementerian Lingkungan Hidup RI. <http://www.kpbb.org/berita/saatnyameningkatkankualitasbbm.pdf>
9. ZARUTSKAYA, T. dan SHAPIRO, M. 2000. Capture of Nanoparticles by Magnetic Filters. Journal of Aerosol Science. Vol. 31, Issue 8, Pages 907-910