

Pengujian Aditif Penghemat Bahan Bakar Biodiesel Dari Turunan Minyak Atsiri Melalui Uji Ketahanan Genset 10 KW Selama 200 Jam

Ihwan Haryono¹⁾, Dona Sulistia Kusuma²⁾, Siti Yubaidah³⁾, Ade Kurniawan⁴⁾

^{1,3,4)}BT2MP-BPPT, Gd. 230 Kawasan PUSPIPTEK, Setu, Tangerang Selatan, Banten

²⁾PT. SUMBER MULTI ATSIRI Jl. Raya Bandung Km. 8, No. 268, Blendung, Karang Tengah, Cianjur, Jabar
Email: ihwan.haryono@bppt.go.id

Abstrak. Berbagai usaha penghematan konsumsi bahan bakar untuk menghemat cadangan devisa negara serta untuk menjaga ketahanan energi nasional. Penghematan konsumsi bahan bakar sesuai dengan kebijakan pemerintah melalui keputusan direktorat Jenderal Perhubungan Darat dapat dilakukan dengan menggunakan aditif bahan bakar. Salah satu aditif bahan bakar yang telah dikembangkan berasal dari turunan minyak atsiri. Kajian tentang pengaruh penggunaan aditif turunan minyak atsiri untuk bahan bakar biodiesel telah dilakukan melalui uji durability menggunakan sebuah genset 10 kW selama 200 jam. Sebelum dilakukan uji durability, berbagai komponen penting engine dan pelumas diganti dengan yang baru. Hasilnya menunjukkan bahwa untuk perbandingan komposisi aditif dengan bahan bakar biodiesel 1:4000 terjadi perbaikan pemakaian bahan bakar untuk putaran engine di bawah 2000 rpm. Untuk perbandingan berdasar beban engine tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Dari hasil analisa pelumas menunjukkan bahwa pelumas yang digunakan masih menunjukkan kondisi dalam batasan nilai yang disarankan dan kondisi komponen engine sesudah uji durability tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Kata kunci: Minyak atsiri, unjuk kerja engine, konsumsi bahan bakar, analisa pelumas

1. Pendahuluan

Pada tahun 2015 sektor transportasi memberikan kontribusi terhadap konsumsi energi nasional sebesar 31%. Konsumsi energi ini merupakan terbesar kedua setelah sektor rumah tangga sebesar 35% dan mengalami peningkatan 5,2%/tahun dalam kurun 5 tahun terakhir [1]. Konsumsi energi final masih didominasi oleh jenis energi bahan bakar minyak, termasuk didalamnya minyak solar (diesel). Konsumsi energi minyak terus mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan 4,7%/tahun. Peningkatan konsumsi energi tersebut sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan industri nasional.

Peningkatan ketahanan energi nasional dan pengurangan konsumsi energi bahan bakar minyak telah diusahakan pemerintah maupun berbagai elemen masyarakat. Baik pemerintah, pelaku bisnis/industri, organisasi masyarakat sipil, dan individu telah melakukan gerakan atau aksi bersama untuk melakukan penghematan energi. Pemerintah melalui keputusan instruksi presiden, memerintahkan untuk melakukan penghematan energi dan air, melaksanakan program konservasi energi dan gerakan pemotongan penggunaan energi 10%. Sementara itu pelaku industri dan masyarakat melakukan kajian dan mengembangkan berbagai teknologi penghematan energi. Salah satu teknologi yang telah dikembangkan adalah teknologi aditif penghemat bahan bakar yang dikembangkan dari turunan minyak atsiri.

Aditive adalah bahan yang ditambahkan pada bahan bakar dasar yang berfungsi untuk meningkatkan sifat fisik kimianya sehingga kinerjanya dapat meningkat seperti peningkatan angka cetane, pembersih, perbaikan sifat lubrisitas dan lain lain [2]. Perbaikan kinerja bahan bakar dapat memperbaiki pembakaran di dalam ruang bakar engine sehingga tenaga (power) engine meningkat, menghasilkan emisi gas buang lebih rendah, maupun menurunkan pengotoran dan keausan komponen engine.

Kajian dan pengembangan aditif dari turunan minyak telah cukup banyak dilakukan [3,4,5]. Pada kajian tersebut disampaikan bahwa minyak atsiri mengandung ikatan hidrokarbon, rangkap, siklik dan mengandung oksigenat. Struktur dan komposisi kimia minyak atsiri memungkinkan dalam memperbaiki sifat pembakaran bahan bakar maupun membersihkan kotoran yang dihasilkan di ruang bakar. Dari hasil uji pada engine satu silinder dilaporkan mampu menurunkan laju konsumsi bahan bakar sampai sekitar 5%.

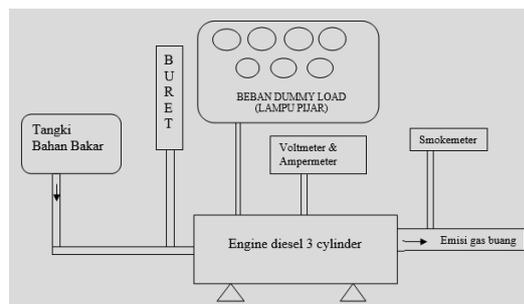
Pengujian efek penambahan bioaditif pada bahan bakar terhadap kinerja engine dilakukan Kadarohman dkk. dengan menggunakan minyak diesel murni sebagai dasar referensi. Hasilnya

menunjukkan dengan penambahan 0,2% *clove oil*, *eugenol* and *eugenyl acetate* sebagai bioaditif memberikan pengaruh yang bervariasi pada tekanan silinder, *total heat release*, *ignition delay* dan emisi engine di berbagai kondisi operasi engine [6].

Dari kerja sama antara PT Sumber Multi Atsiri, PT Graha Atsiri Indonesia, PP Kimia LIPI dan BT2MP telah dihasilkan prototype formulasi *green* aditif dan dilaksanakan pengujian durability di genset untuk ditingkatkan ke skala industri. Adapun bioaditif yang dilakukan pengujian berasal dari Eugenol Asetat & Eugenol USP dari minyak cengkeh, Geraniol dari minyak sereh wangi, d-Limonene dari minyak jeruk serta Alpha pinene dari minyak pinus. Paper ini melaporkan hasil pengujian engine tersebut dengan menggunakan sebuah genset 10 KW selama 200 jam. Bahan bakar yang digunakan selama pengujian berupa biosolar (B20) dengan penambahan bioaditif dengan rasio 1:4000. Pengujian bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan bioaditif pada biosolar dengan perbandingan tersebut dan pengaruh jangka panjangnya terhadap pelumasan engine dan keausan komponennya.

Metode Penelitian

Pengujian ini menggunakan engine diesel stasioner merk KUBOTA, tipe IDI vertikal, berpendingin air, 3 silinder, 4 siklus dengan kapasitas 16,4 HP pada 3600 RPM. Engine tersebut dikopel dengan generator listrik untuk menghidupkan rangkaian listrik untuk pembebanan engine. Selama pengujian durability genset dioperasikan pada pembebanan 70% dari kapasitas maksimalnya. Skema engine genset untuk pengujian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema instalasi pengujian

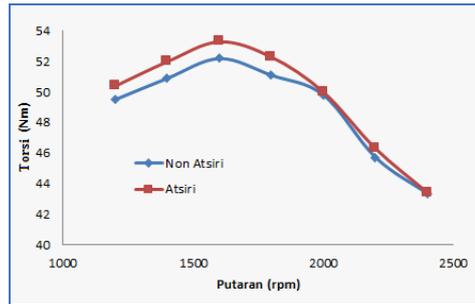
Inspeksi kondisi komponen engine dilakukan sebelum dilakukan sebelum dan sesudah uji durability 200 jam. Inspeksi visual dilakukan pada komponen komponen di sekitar ruang bakar dengan membongkar atau membuka kepala silinder dari engine. Komponen yang diinspeksi yaitu kepala piston, dinding silinder dan kepala silinder. Injector bahan bakar juga dilihat kualitas semprotan (spray) dan tekanan bukaan valvenya.

Sampling pelumas dilakukan secara periodik pada jam ke 0, (pelumas baru), 50, 100, 150 dan 200 (setelah uji durability). Sampling pelumas dilakukan dengan mematikan engine terlebih dahulu dan pelumas diambil sebanyak kurang lebih 100 cc. Penambahan dengan pelumas baru (*toping-up*) sampai dengan tanda batas ketinggian pelumas dalam engine dilakukan jika level pelumas turun akibat pengambilan untuk sampling. Selanjutnya sampel sampel tersebut dikirim ke laboratorium yang telah terakreditasi (PT. PETROLAB SERVICES) untuk dilakukan uji analisa pelumas bekas (*used oil analysis*). Pelumas yang digunakan selama pengujian adalah pelumas produksi PT. Pertamina Mesran MEDITRAN SC SAE 15W-40. Selama uji durability dilakukan pemantauan emisi asap (smoke) secara periodik.

2. Hasil dan Pembahasan

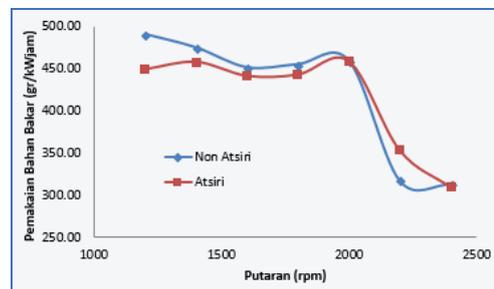
Uji torsi engine dan konsumsi bahan bakar

Pengaruh penambahan bioaditif bahan bakar uji terhadap unjuk kerja dengan perbandingan komposisi 1:4000 ditunjukkan melalui grafik pada gambar 2, 3 dan 4, sedangkan untuk pengaruh penambahan aditif turunan minyak atsiri pada pemakaian bahan bakar dalam kurun waktu 200 jam ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 2. Grafik Torsi di berbagai putaran engine

Dari gambar 2 terlihat perbandingan torsi di berbagai putaran engine antara bahan bakar yang menggunakan dengan tanpa menggunakan bioaditif. Dari gambar tersebut terlihat bahan bakar yang menggunakan bioaditif menghasilkan torsi lebih tinggi di putaran di bawah 2000 rpm, sedangkan untuk putaran 2000 rpm dan di atasnya terlihat tidak menunjukkan perbedaan. Perbaikan torsi engine yang dihasilkan dengan menggunakan bioaditif disekitar 2,8%.

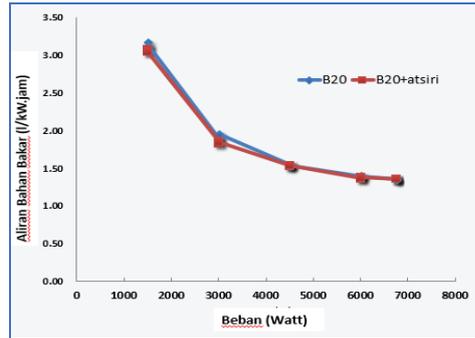


Gambar 3. Grafik konsumsi bahan bakar di berbagai putaran engine

Dari gambar 3 terlihat bahwa dengan penggunaan bioaditif turunan atsiri menurunkan pemakaian bahan bakar (g/kW jam) untuk putaran engine di bawah 2000 rpm dan sebaliknya untuk di atas 2000 rpm membuat pemakaian bahan bakar sedikit lebih tinggi. Perbaikan pemakaian bahan bakar B20 dengan menggunakan bioaditif disekitar 2-6%.

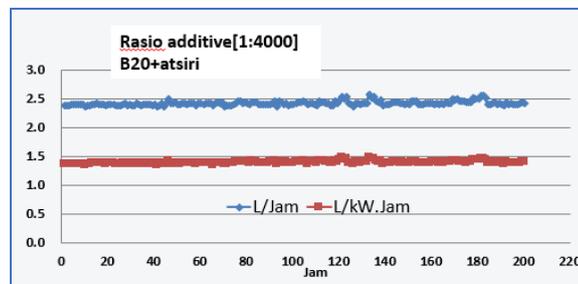
Hal ini sejalan dengan hasil uji torsi, untuk penggunaan bahan bakar yang sama menghasilkan torsi lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan penambahan bioaditif memberikan efek positif pada torsi yang dihasilkan engine dan konsumsi bahan bakarnya untuk putaran engine yang rendah, di bawah 2000 rpm.

Minyak atsiri mempunyai molekul yang mudah menguap ini meliputi monoterpen (hidrokarbon dan monoterpen beroksigen), dan juga seskuiterpen (hidrokarbon dan seskuiterpen teroksigenasi). Mereka terdiri banyak senyawa dari senyawa volatil organik, umumnya berat molekul rendah di bawah 300 [7]. Dari hasil uji karakteristik penambahan minyak atsiri kedalam minyak solar menyebabkan penurunan nilai aniline *point*. Hal ini diakibatkan kandungan aromatic yang tinggi dari minyak atsiri sehingga menurunkan nilai angka setana (*cetane number*) dibandingkan dengan tanpa penambahan bioaditif. Kondisi ini dapat menyebabkan perlambatan penyalaan bahan bakar semakin lama [8]. Kondisi ini yang lebih menguntungkan untuk proses pembakaran dengan putaran rendah dimana waktu untuk atomisasi bahan bakar bisa lebih lama. Karakteristik bahan bakar dengan bioaditif minyak atsiri ini juga sesuai dengan karakteristik engine yang digunakan yaitu mesin diesel injeksi tidak langsung (IDI). Engine dengan system IDI memiliki sistem injeksi bahan bakar yang sederhana dan tingkat tekanan injeksi yang lebih rendah. Mereka tidak bergantung pada kualitas bahan bakar dan memiliki *ignition delay* (ID) yang lebih rendah dan pembakaran yang lebih cepat daripada diesel direct injection (DI) [9].



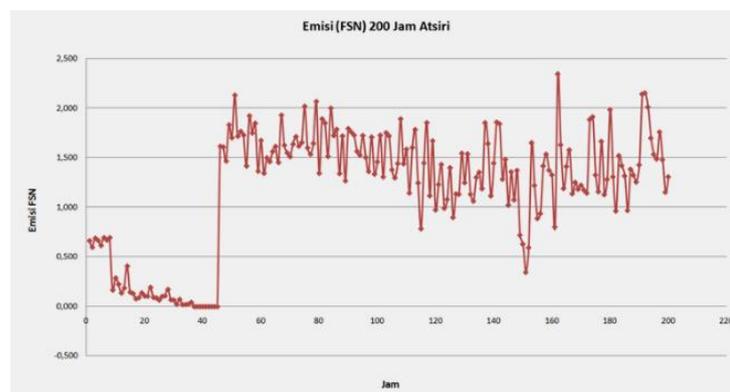
Gambar 4. Grafik konsumsi bahan bakar di berbagai beban genset

Gambar 4 menunjukkan perbandingan penggunaan bahan bakar antara yang tidak dengan yang menggunakan bioaditif atsiri berdasarkan beban pada engine. Beban engine berasal dari beban generator listrik yang menghidupkan lampu yang dikopel pada engine. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan bioaditif tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa dengan peningkatan beban maka efektifitas engine dan pembakarannya lebih baik sehingga konsumsi bahan bakarnya lebih sedikit.



Gambar 5. Grafik pemakaian bahan bakar B20+aditif selama uji durability

Gambar 5 menunjukkan grafik pemakaian bahan bakar dengan ditambah bioaditif 1:4000 selama uji durability 200 jam. Konsumsi bahan bakar tersebut diukur jumlah dalam liter tiap jam dan jumlah dalam liter tiap kilo watt jam. Grafik tersebut menunjukkan tidak terjadi penurunan konsumsi bahan bakar selama uji durability. Grafik tersebut juga mengindikasikan bahwa dengan penambahan bioaditif tidak memberikan efek dalam pemakaian jangka panjang. Hasil ini sejalan dengan hasil analisa pelumas pada saat digunakan maupun hasil inspeksi komponen sesudah uji durability.



Gambar 6. Tren emisi asap (*smoke*)

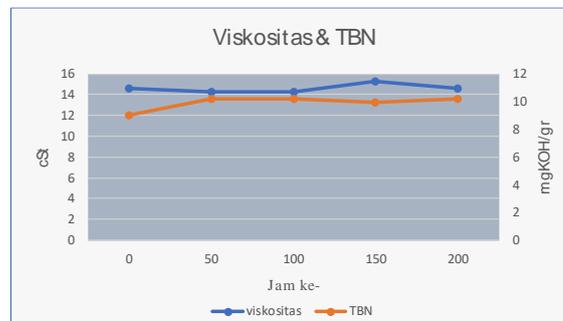
Dari gambar 6 terlihat emisi asap selama uji durability. Dari grafik terlihat terjadi perubahan nilai smoke di awal pengujian, dimana smoke berubah mendadak dengan drastis. Kondisi tersebut diakibatkan terjadinya perbaikan alat akibat sensor optic tidak bekerja normal. Setelah dilakukan pembersihan sensor, terlihat nilai smoke berkisar antara 1-2 FSN dari jam ke 45 sampai dengan uji durability selesai.

Analisa pelumas dan inspeksi komponen

Analisa pelumas di laboratorium berguna untuk mendapatkan informasi dari kondisi sifat pelumas, kontaminan yang ada, dan kotoran dari keausan. Analisa pelumas secara rutin berguna untuk perawatan prediktif untuk memperoleh informasi yang berharga dan akurat tentang kondisi pelumas dan operasi engine [10].

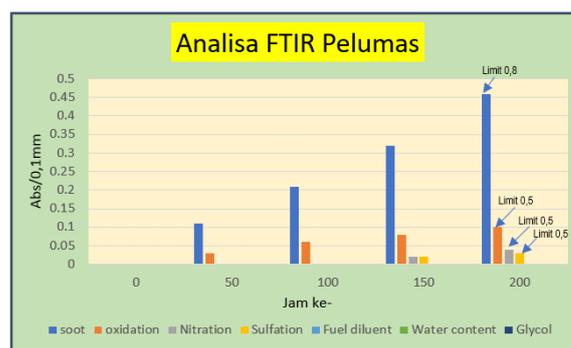
Pelumas engine beroperasi pada kondisi lingkungan yang sangat merusak (*hostile*), temperature tinggi, dan pelumas menyebar ke berbagai permukaan yang terekspos oleh produk kimia yang reaktif dari hasil proses pembakaran. Berbagai oksida dari sulfur dan air yang keduanya merupakan produk pembakaran, bereaksi bersama membentuk asam sulfur. Asam sulfur ini dinetralkan oleh sifat basa dari paket aditif pelumas dan membentuk sulfat logam. Indeks sulfat mengukur jumlah asam sulfur yang masuk ke pelumas. Peningkatan cepat dari indeks sulfat dapat disebabkan penipisan aditif, proses pembakaran yang kurang baik, atau pendinginan yang berlebihan. Indeks soot mengukur tingkat dari partikel bahan bakar yang terbakar sebagian (*soot*) dalam pelumas. Peningkatan indeks soot mengindikasikan pembakaran yang tidak baik atau penggantian filter dan pelumas yang sudah terlalu lama [11].

Hasil uji *used oil analysis* ditunjukkan pada grafik gambar 7 s/d 9 berikut.



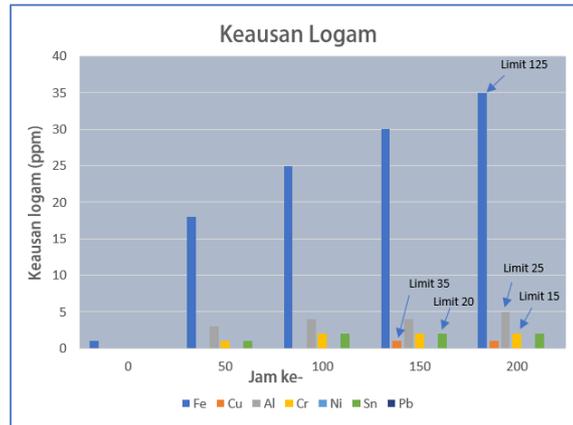
Gambar 7. Grafik viskositas dan TBN pelumas selama uji durability

Gambar 7 menunjukkan bahwa viskositas dan TBN selama uji dan sampai dengan akhir uji durability masih di sekitar nilai pelumas barunya. Kenaikan viskositas menunjukkan terjadinya oksidasi akibat pemakaian yang terlalu lama dan penurunan viskositas menunjukkan masuknya bahan bakar ke pelumas (*fuel diluent*). TBN menunjukkan kemampuan minyak pelumas untuk menetralkan asam yang disebabkan oleh produk pembakaran yang terkondensasi pada dinding silinder dan tempat lain di dalam mesin [12].



Gambar 8. Analisa FTIR pelumas bekas

Hasil uji FTIR, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8, menunjukkan kondisi pelumas yang masih baik dimana indeks soot dan sulfation menunjukkan nilai yang masih kecil, bahkan indeks dari *fuel diluent*, *water* dan *glycol* menunjukkan angka 0 sampai uji durability selesai. Indeks indeks di atas menunjukkan bahwa hasil pembakaran bahan bakar dengan penambahan aditif atsiri tidak sampai masuk ke dalam bak pelumas dari engine.

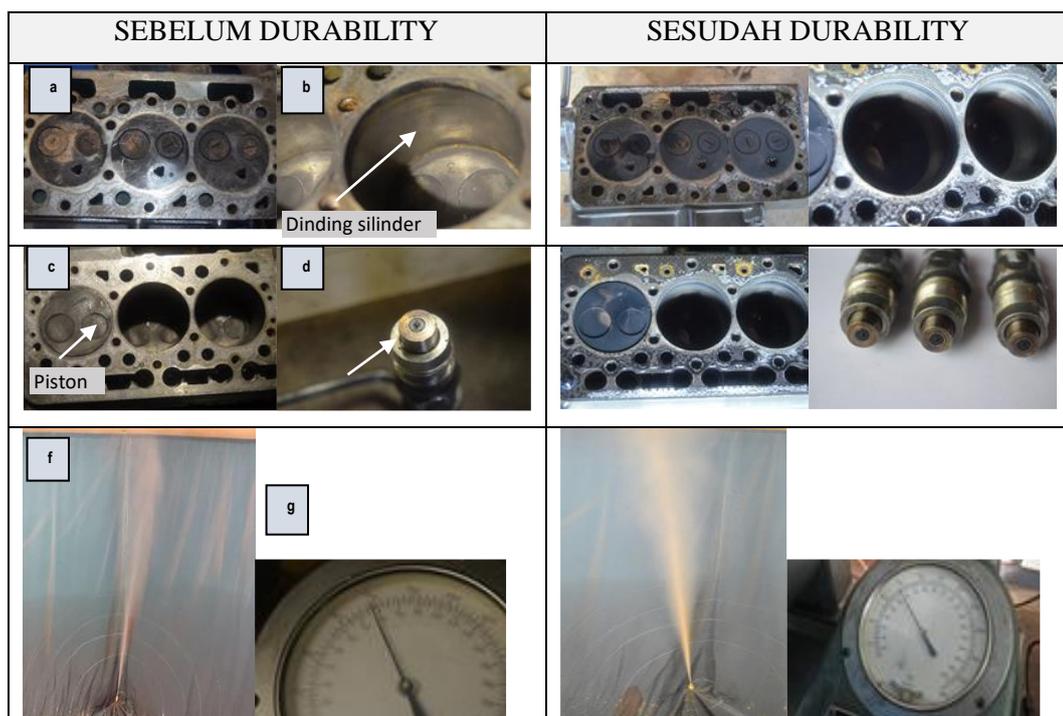


Gambar 9. Grafik kandungan keausan logam pelumas selama uji durability

Gambar 9 menunjukkan analisa keausan logam pada pelumas bekas (*wear analysis*). Hasil tersebut menunjukkan bahwa semua parameter uji masih dalam batas peringatan yang ditetapkan oleh laboratorium pengujian (PT. *Petrolab services*). Hasil tersebut menunjukkan kondisi pelumas yang masih layak digunakan. Demikian juga keausan komponen engine juga masih belum menunjukkan perubahan yang berarti.

Keausan logam yang ada pada pelumas menunjukkan keausan mikroskopis dari komponen engine tertentu. Keausan logam pelumas merupakan indikasi awal akan masalah keausan yang akan timbul jika penanganan tidak segera dilakukan. Data ini berguna untuk melakukan perawatan prediktif pada mesin yang dilumasi. Tren dari data dan nilai batas peringatan yang ditetapkan sebagai acuan untuk melakukan penggantian pelumas [13,14]. Dari hasil uji pelumas terlihat semua komponen keausan logam masih dalam nilai batas yang disarankan untuk penggantian pelumas.

Gambar 10 menunjukkan perbandingan kondisi beberapa komponen engine sebelum dan setelah uji durability. Dari gambar tersebut terlihat pembentukan deposit di kepala silinder (a) dan puncak piston (c) masih ringan, dan injector juga terlihat bersih (d). Keausan di dinding silinder (b) secara visual belum terlihat secara nyata. Demikian juga dengan semprotan bahan bakar (*spray*) dari injector (f) masih terlihat bagus dan tidak terlihat ada perbedaan dengan kondisi sebelum uji durability. Tekanan bukaan valve dari injector juga masih 135 bar (g) sebagaimana tekanan sebelum dilakukan uji durability.



Gambar 10. Kondisi komponen engine sebelum dan sesudah uji durability

3. Kesimpulan

Dari hasil uji durability engine genset dengan bahan bakar biosolar (b20) dengan penambahan aditif turunan minyak atsiri untuk perbandingan 1:4000 terjadi perbaikan pemakaian bahan bakar untuk putaran engine di bawah 2000 rpm dan perbandingan berdasar beban engine tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Selama uji durability 200 jam terlihat tidak menunjukkan perubahan konsumsi bahan bakar dan emisi asapnya.

Dari hasil inspeksi komponen sesudah uji durability menunjukkan bahwa pembentukan deposit di ruang bakar masih normal (sedang), keausan komponen tidak terlihat nyata, dan kondisi spray dan bukaan valve injector sebelum dan sesudah uji durability relative sama.

Dari hasil *used oil analysis* menunjukkan pembakaran bahan bakar dengan aditif turunan atsiri dalam kondisi masih baik sehingga komponen komponen di sekitar ruang bakar bekerja dengan normal dan komponen yang terpapar gas produk pembakaran dan dilumasi pelumas belum terjadi keausan yang berarti.

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Sumber Multi Atsiri, PT. Graha Atsiri Indonesia yang telah memberikan dana dan menyediakan bahan baku bioaditif yang diuji sehingga pengujian ini dapat dilaksanakan.

Daftar Pustaka

- [1] Fitriana I, dkk. 2017. Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih. Outlook Energi Indonesia 2017. Pusat Teknologi Sumber Daya Energi dan Industri Kimia. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. hal.10-11
- [2] Chandler Kemp, Frank Williams, and Gwen Holdmann, Diesel Fuel Additives: Use and Efficacy for Alaska's Diesel Generators. May 2013. Alaska Center for Energy & Power, University of Alaska Fairbanks. Sumber internet diakses tanggal 09 Agustus 2017. http://www.uaf.edu/files/acep/Diesel-Fuel-Additives-Phase-One_FinalReport_2013.pdf.
- [3] Kadarohman A. 2009. Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar. Jurnal Pengajaran MIPA, Vol. 14 No. 2.
- [4] Susilo J. 2014. Penggunaan Minyak Atsiri Sebagai Aditif Dispersan Untuk Mengatasi Deposit Pada Ruang Bakar Mesin Diesel Berbahan Bakar B20. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Begeri Sultan Syarif Kasim Riau. <http://repository.uin-suska.ac.id/7079/1/FM.pdf>
- [5] Ma, mun dkk. Minyak Atsiri Sebagai BioAditif Untuk Penghematan bahan Bakar Minyak. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. <http://balitro.litbang.pertanian.go.id/?p=565&lang=en>
- [6] Kadarohman et.al. 2012. A potential study on clove oil, eugenol and eugenyl acetate as diesel fuel bio-additives and their performance on one cylinder engine. Dept. of Chemistry Education, Indonesia University of Education, Bandung 40154, Indonesia. https://www.researchgate.net/publication/42766774_A_potential_study_on_clove_oil_eugenol_and_eugenyl_acetate_as_diesel_fuel_bioadditives_and_their_performance_on_one_cylinder_engine
- [7] Dhifi Wissal, et. all 2016. Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review. MDPI, Basel, Switzerland. www.mdpi.com/2305-6320/3/4/25/pdf
- [8] Kadarohman Asep. 2009. Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar. Jurnal Pengajaran MIPA, Vol. 14 No. 2. <http://journal.fpmipa.upi.edu/index.php/jpmipa/article/view/366/275>

- [9] Turkcan Ali and Canakci Mustafa. 2011. Combustion Characteristics of an Indirect Injection (IDI) Diesel Engine Fueled with Ethanol/Diesel and Methanol/Diesel Blends at Different Injection Timings. World Renewable Energy Congress 2011-Sweden. http://www.ep.liu.se/ecp/057/vol13/009/ecp57vol13_009.pdf
- [10] Anonim. Oil analysis. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_analysis
- [11] Alistair Geach, B.Sc. (Chem.) Infrared Analysis as a Tool for Assessing Degradation in Used Engine Lubricants. *WearCheck Africa*. Sumber internet diakses tanggal 10/08/2017 https://wearcheck.com/virtual_directories/Literature/Techdoc/WZA002.htm
- [12] Itoh Yasuhiro. 2011. Used Engine Oil Analysis-User Interpretation Guide. The International Council on Combustion Engines. CIMAC. https://www.cimac.com/cms/upload/Publication_Press/Recommendations/Recommendation_30.pdf
- [13] Jim Fitch. 2011. How to Read an Oil Analysis Report. Noria's 12th Annual Conference & Exhibition. Sumber internet diakses tanggal 10 Agustus 2017. <http://docplayer.net/15077855-How-to-read-an-oil-analysis-report-by-jim-fitch.html>
- [14] Anonim. Petroleum Technologies. Sumber internet diakses tanggal 10 Agustus 2017.