

Buku Panduan

SEMINAR NASIONAL PERTETA

Bandung, 6 s.d. 8 Desember 2011



Kerjasama antara:



“Penguatan Peran Keteknikan Pertanian
dalam Pengembangan Pertanian Industrial
yang Mandiri dan Berkelanjutan”

Penyelenggara:

Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung-Sumedang KM 21 Jatinangor, Sumedang
Jawa Barat

Telp. / Fax. (022) 779 5780

ORGANISASI

Panitia Pengarah (SC)

Ketua

Prof. Dr. M. Ade Moetangad Kramadibrata (FTIP UNPAD)

Anggota

Dr. Sam Herodian (Ketua PERTETA Pusat / FATETA IPB)
Dr. Akhmadi Abas (Ketua PERTETA Cabang Bandung, LIPI)
Prof. Dr. Bambang Prastowo (Balitbang Perkebunan Kementan)
Dr. Lilik Sutiarmo (FATETA UGM)
Dr. Edward Saleh (FTP UNSRI)
Dr. Desrial (Sekretaris Jendral PERTETA Pusat / FATETA IPB)
Dr. Hermantoro Sastrohartono (INSTIPER)
Dr. Siswoyo Soekarno (UNEJ)
Ir. Totok Pujianto, MT (FTIP UNPAD)

Panitia Pelaksana (OC)

Ketua

Dr. Edy Suryadi

Wakil Ketua

Dr. Handarto

Sekretariat

Asep Yusuf, MT

Zaida, M.Si.

Bendahara

Asri Widyasanti, M.Eng.

Dr. Sarifah Nurjanah

Seminar & Makalah

Totok Herwanto, M.Eng.

Boy Macklin, M.Si.

Dadang D.H., MS (LIPI Subang)

Prosiding

M Saukat, MT

Acara

Dr. Edy Suryadi

Dedy Prijatna, MS

Agus Triyono, MS (LIPI Subang)

Temu Organisasi

Sudaryanto, MP

Arie Sudaryanto, MS.

Wisata & Olah Raga

Dr. Dwi Purnomo

Totok Pujianto, MT.

Perlengkapan

Kamsudin, SP.

Publikasi & Dok

Irfan Ardiansyah, MT

Usaha Pendanaan

Wahyu K. Sugandi, M.Si.

Dr. Wagiono

Bambang Aris, MP.

Konsumsi

Siti Nurhasanah, M.Si.

Indira Lanti, M.Si.

TIM PENYUNTING

Prof. Dr. M. Ade Moetangad Kramadibrata

Dr. Edy Suryadi

Totok Herwanto, M.Eng

Muhammad Saukat, STP., MT.

Wahyu K Sugandi, STP., M.Si

Asep Yusuf, STP., MT.

Muhammad Akbar Awaludin P

Angga Hasbiasidik

Riando Simbolon

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Organisasi	iv
Tim Penyunting	v
Sambutan Dekan FTIP	vi
Sambutan Ketua PERTETA Pusat	vii
Sambutan Ketua PERTETA Cabang Bandung dan Sekitarnya	viii
Ulasan Prosiding	ix
Daftar Isi	xi

Sesi Pleno: Makalah Kunci dan Makalah Undangan

Makalah Kunci

Peran Stratejik Keteknikan Pertanian dalam Pertanian Industrial <i>Listyani Wijayanti</i>	3
Diskusi	7

Makalah Utama

Tantangan dan Peluang Mekanisasi Pertanian dalam Rangka Penguatan Ketahanan Pangan <i>Bugie Laksmana</i>	9
Kompetensi dan Teknologi Mekanisasi untuk Menunjang Pembangunan Perkebunan Kelapa Sawit: Status dan Peluang <i>Hadi Suryanto</i>	23
<i>Turning Machine Prototypes for Windrow Composting Process of Oil Palm Empty Fruit Bunche</i> <i>Hadi Suryanto</i>	29
Diskusi	35

Buku III Bidang: Alat dan Mesin Pertanian

Sesi-1

Mesin Pemupuk Presisi Laju Variabel Berbasis Mikrokontroler <i>Radite P.A.S, M. Tahir, W. Hermawan dan B. Budiyanto</i>	41
Proses Penghalusan Kopi Robusta menggunakan Mesin Pembubuk tipe <i>Hammer Mill</i> <i>Siswoyo Soekarno, Tantri Sepriska U dan Siswijanto</i>	49
Disain dan Uji Unjuk Kerja Mesin Pengering dengan Prinsip Efek Rumah Kaca (ERK) hibrida <i>S.Endah Agustina, Dyah Wulandani dan Novalina Naibaho</i>	55
Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis untuk Kemudi, Kopling dan Akselerator pada Traktor Pertanian <i>Desrial, Cecep Saepul R, I Made Subrata dan Usman Ahmad</i>	62
Diskusi	70

Sesi-2

Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Hasil Pengolahan Tanah di Kebun Tebu Lahan Kering <i>Gatot Pramuhadi, Trya Adheshi Holqi dan Andri Asmoro Surbakti</i>	73
Uji Daya Tahan Motor Bakar Diesel yang Telah Dimodifikasi dengan Bakar Minyak Nyamplung <i>Desrial, Miftahuddin dan Y. Aris Purwanto</i>	84
Pengaruh Pengolahan Tanah Alluvial , Inseptisol Terhadap Bahan Organik Dan Perlakuan Mekanis Dengan Treatment Pada Sifat Fisik Beberapa Obyek Tanaman <i>Titik Nurhidayah, Singgih Mustika Agung, Roni Hadi Harja Wijaya, Rakhman Hakim, dan Gusra Maides</i>	93
Variasi Perlakuan Pengolahan Tanah Terhadap Hasil Produksi Tanaman Kedelai (<i>Glycine Max</i>) <i>Akhmad Adi Sulianto</i>	116
Diskusi.....	123

Sesi-3

Pengembangan Metoda Deteksi Rintangan Menggunakan Kamera CCD untuk Traktor Tanpa Awak <i>Usman Ahmad, Desrial dan Mudho Saksono</i>	125
Efek Intensitas Radiasi Elektromagnetik Terhadap Perkecambahan Benih Tanaman Tomat Cherry (<i>Lycopersium Cerasiformme</i>) <i>I Made Anom S. Wijaya, Wayan Widia dan Kadek Maharani Kemala Dewi</i>	134
Alat Pemipil Jagung Semi Mekanis dengan Kapasitas Skala Menengah <i>Tamrin</i>	140
Diskusi.....	148

Sesi-3 (Paralel)

Analisis Ergonomi dan Analisis Finansial Ekstraktor Buah-Buahan pada Pengolahan Sari Buah Jambu Biji <i>Irfan Fauzi, Totok Herwanto dan Muhammad Saukat</i>	150
Uji Kinerja Tungku Terkendali Berbasis PLC Pada Mesin Sangrai Biji Kopi Guna Meningkatkan Efisiensi Bahan Bakar <i>Edy Suharyanto, Sri Mulato dan Harsono</i>	160
Diskusi.....	169

Sesi-4

Rancang Bangun Alat Pengumpul Tunggul Tebu Terinfeksi Penyakit <i>Root and Basal Stem Rot</i> <i>Eko Budi Bowo Leksono</i>	171
Modifikasi dan Uji Kinerja Oven Pemanggang Ubi Cilembu dengan Pemanas Tungku Briket Batu Bara <i>M. Saukat, Prihadi Setyo Darmanto, Sudaryanto, Totok Pujiyanto dan Indriasari K</i>	177
Analisis Teknik dan Uji Kinerja Ekstraktor Jambu Biji <i>Yayan Hendrawan, Totok Herwanto, Handarto</i>	186
Diskusi.....	194

MAKALAH

Alat & Mesin Pertanian

UJI DAYA TAHAN MOTOR BAKAR DIESEL YANG TELAH DIMODIFIKASI DENGAN BAHAN BAKAR MINYAK NYAMPLUNG

Desrial, Miftahuddin dan Y. Aris Purwanto

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Kampus IPB Darmaga PO.Box 220 Bogor 16002

Email: desrial@ipb.ac.id, Telp./Fax: (0251)8623026

ABSTRAK

Motor bakar Diesel dirancang untuk beroperasi menggunakan bahan bakar solar, sehingga jika digunakan bahan bakar lain selain solar akan menimbulkan perbedaan terhadap kinerja dan daya tahan motor bakar Diesel tersebut. Secara umum, motor bakar Diesel dapat berjalan dengan baik menggunakan bahan bakar minyak nyamplung yang telah dipanaskan terlebih dahulu, namun penggunaan minyak nyamplung sebagai bahan bakar alternatif motor bakar Diesel masih menemui beberapa kendala yang disebabkan oleh perbedaan karakteristik antara minyak nyamplung dengan solar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dampak dari penggunaan bahan bakar minyak nyamplung terhadap penumpukan karbon dan pelumas motor bakar Diesel. Pengujian menggunakan motor bakar Diesel 8 HP yang dirangkaikan pada generator listrik dan dioperasikan menggunakan bahan bakar minyak nyamplung selama 50 jam dengan pembebanan sebesar 2 kW. Dari hasil pengujian, komponen-komponen sistem pembakaran motor bakar diesel seperti piston, injektor, dan *cylinder head* masih dapat berfungsi dengan normal dan tampak bagus. Massa karbon yang terdapat pada komponen-komponen motor bakar Diesel saat menggunakan bahan bakar minyak nyamplung secara umum lebih kecil 23.51% dibandingkan dengan bahan bakar solar. Viskositas, *Total Acid Number* (TAN), kandungan abu sulfat, dan kadar Fe pelumas pada saat penggunaan bahan bakar solar selama 50 jam sebesar 13.93 mm²/s, 1.063 mg KOH/g, 1.19 %massa, dan 974.8 mg/kg. Sedangkan untuk bahan bakar minyak nyamplung sebesar 15.57 mm²/s, 1.258 mg KOH/g, 1.42 %massa, dan 826.1 mg/kg.

Kata Kunci: Diesel, minyak nyamplung, karbon, pelumas

PENDAHULUAN

Motor bakar merupakan salah satu sumber tenaga penggerak pada bidang pertanian. Penggunaan motor bakar telah mencakup hampir seluruh kegiatan pertanian, mulai dari kegiatan budidaya pertanian hingga pengolahan hasil pertanian. Salah satu jenis motor bakar yang umum digunakan adalah motor bakar Diesel. Motor ini bekerja dengan prinsip penggunaan panas yang dihasilkan oleh kompresi untuk melakukan penyalan bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder.

Sampai saat ini motor Diesel masih menggunakan bahan bakar solar yang berasal dari minyak bumi. Ketika persediaan minyak bumi semakin menipis, maka mulai bermunculan bahan bakar alternatif yang bersumber dari minyak nabati (*biofuel*). Di Indonesia terdapat lebih dari 50 jenis tanaman yang dapat menghasilkan minyak nabati baik untuk keperluan pangan maupun non-pangan, namun hanya beberapa yang dapat diolah menjadi minyak nabati untuk keperluan bahan bakar.

Minyak yang bersumber dari tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) atau tanaman-tanaman lain menjanjikan suatu bentuk bahan bakar alternatif yang bisa diperbaharui. Artinya bahan bakar ini akan selalu bisa diproduksi, tidak seperti bahan bakar minyak bumi yang suatu saat akan habis. Adanya potensi bahan baku yang cukup besar serta didukung oleh teknologi pengolahan minyak nabati yang semakin dikuasai memberi peluang dilakukannya diversifikasi produk dan pengembangan pasar di dalam maupun di luar negeri. Salah satunya adalah pemanfaatan minyak nyamplung sebagai bahan bakar Diesel. Penggunaan minyak nyamplung sebagai bahan bakar Diesel sangat tepat untuk daerah-daerah di Indonesia yang memiliki ketersediaan bahan baku yang melimpah sementara harga solar di daerah itu relatif mahal.

Motor bakar Diesel dapat beroperasi dengan menggunakan bahan bakar minyak nyamplung secara langsung atau tanpa perlu dikonversi menjadi biodiesel terlebih dahulu. Namun penggunaan bahan bakar minyak nyamplung secara langsung ini akan berdampak terhadap penurunan kinerja dan umur pakai motor bakar Diesel. Penurunan kinerja ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik seperti nilai kalor, densitas,

viskositas, dan bilangan cetana antara solar dengan minyak nyamplung sehingga minyak nyamplung menghasilkan kualitas pembakaran yang lebih rendah dibandingkan dengan solar. Secara umum, perbedaan yang paling mencolok antara minyak nyamplung dan solar terdapat pada nilai viskositasnya, sehingga perlu dilakukan suatu cara untuk menurunkan nilai viskositas minyak nyamplung. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanaskan minyak nyamplung. Pemanasan ini bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak nyamplung hingga mendekati nilai viskositas solar.

Daya motor bakar sangat bergantung pada bahan bakar yang digunakan karena salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pembakaran adalah nilai kalor yang terkandung serta bilangan cetana dari bahan bakar. Penggunaan minyak nyamplung sebagai bahan bakar akan mengakibatkan perbedaan daya yang dihasilkan oleh motor bakar Diesel. Struktur kimia dan kandungan hidrokarbon minyak nyamplung juga berbeda dengan solar. Selain mengakibatkan kualitas pembakaran yang lebih rendah, struktur kimia dan kandungan hidrokarbon juga turut mempengaruhi terjadinya pengkerakan atau penumpukan karbon pada komponen-komponen utama motor bakar Diesel seperti saringan bahan bakar, injektor, piston, kepala silinder, dan ring piston. Penumpukan karbon ini dapat menyebabkan menurunnya fungsi dari masing-masing komponen tersebut, sehingga kinerja motor bakar Diesel secara keseluruhan juga akan ikut menurun. Untuk itu perlu dilakukan analisa tentang terjadinya pengkerakan dan penumpukan karbon pada komponen-komponen utama motor bakar Diesel, sehingga dapat ditentukan waktu perawatan dan penggantian komponen-komponen tersebut.

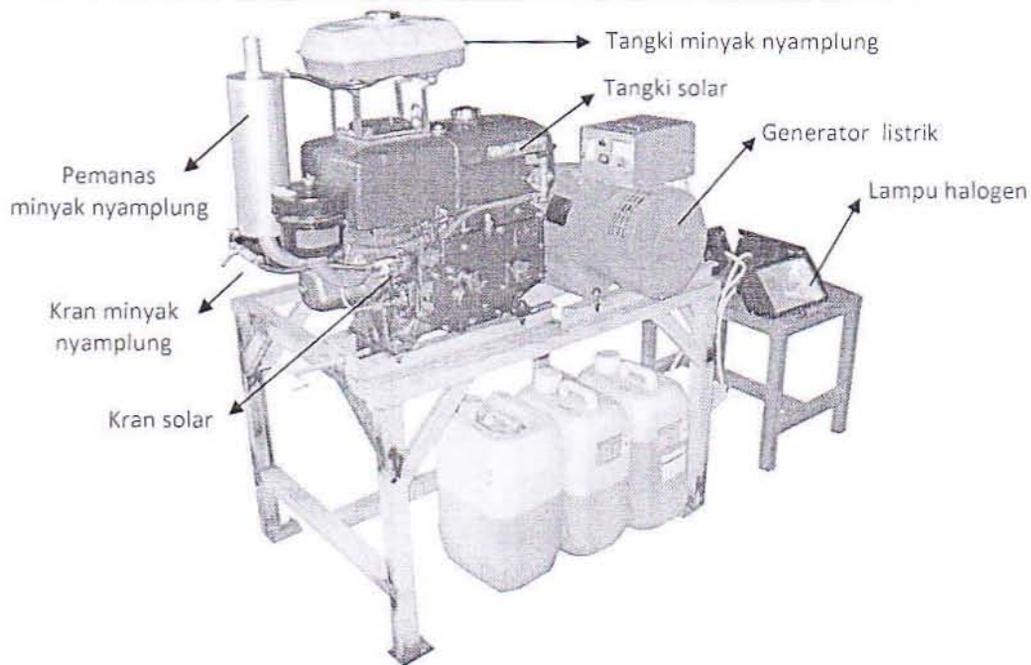
Majuni (2006) melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan biodiesel terhadap pelumas motor Diesel. Hasilnya secara umum penggunaan biodiesel dapat meningkatkan sifat pelumasan. Hal tersebut terlihat dari tingkat kandungan logam pada pelumas yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar solar. Viskositas pelumas mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu operasi mesin yang disebabkan oleh adanya kelarutan biodiesel pada pelumas. Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar juga dapat menurunkan tingkat kandungan soot (jelaga) yang nantinya dapat mempengaruhi kualitas pelumasan terhadap komponen-komponen mesin yang saling bergesekan.

Reksowardoyo dkk (2009) telah meneliti tentang pengaruh penggunaan campuran bahan bakar solar dengan minyak nabati yang berasal dari kelapa sawit, kelapa, dan jarak terhadap kinerja, komponen, dan pelumas motor bakar Diesel. Motor bakar Diesel mengalami penurunan daya yang bervariasi selama penggunaan bahan bakar nabati. Deposit karbon yang terdapat pada komponen-komponen utamanya seperti injektor, piston, dan kepala silinder lebih besar pada saat menggunakan minyak nabati dibandingkan dengan solar. Penggunaan minyak nabati juga berpengaruh terhadap viskositas dan kandungan logam pada pelumas motor bakar Diesel.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian daya tahan motor bakar Diesel dengan menggunakan bahan bakar minyak nyamplung, menganalisa pengkerakan (penumpukan karbon) pada komponen-komponen utama motor bakar Diesel, dan menganalisa karakteristik minyak pelumas motor bakar Diesel berbahan bakar minyak nyamplung.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2011 sampai dengan bulan September 2011. Pengujian daya tahan motor bakar Diesel dilakukan di Bengkel Teknik Mesin dan Biosistem IPB. Analisa penumpukan karbon dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil dan Lingkungan IPB. Analisa pelumas dilakukan di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T), Bandung.



Gambar 1. Pengujian daya tahan motor bakar Diesel

Penelitian ini menggunakan motor bakar Diesel 4 langkah 1 silinder dengan daya maksimum 8 HP. Spesifikasi dari motor bakar Diesel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Motor bakar Diesel dirangkaikan pada generator listrik dengan kapasitas 3 kW. Generator listrik kemudian digunakan untuk menyalakan lampu halogen dengan daya total 2 kW. Penyalakan lampu ini bertujuan untuk memberikan beban terhadap motor bakar Diesel selama pengujian daya tahan. Motor bakar Diesel dioperasikan menggunakan bahan bakar solar dan minyak nyamplung yang telah dihilangkan *gum*-nya (*degummed*) masing-masing selama 50 jam. Sebelum dilakukan pengujian daya tahan, terlebih dahulu dilakukan pengamatan visual (tampilan), pengambilan gambar, serta penggantian pada komponen-komponen utama motor bakar Diesel yang berhubungan dengan sistem penyaluran bahan bakar dan sistem pembakaran seperti injektor, piston, ring piston, dan *cylinder head*. Penggantian ini dimaksudkan untuk menyamakan kondisi awal motor bakar Diesel pada saat dilakukan pengujian daya tahan.

Tabel 1. Spesifikasi motor bakar Diesel yang digunakan untuk penelitian

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Jenis	Motor bakar Diesel
2	Jumlah langkah	4 langkah
3	Jumlah silinder	1 silinder
4	Daya kontinyu	7 HP pada 2200 rpm
5	Daya maksimum	8 HP pada 2200 rpm
6	Volume silinder	402 cc
7	Bahan bakar	Solar
8	Tipe pompa injeksi	Bosch
9	Sistem pembakaran	<i>Indirect injection</i>
10	Sistem pelumasan	Tekanan dan percikan
11	Tipe pompa pelumas	Trikoida
12	Minyak pelumas	SAE 30
13	Sistem pendinginan	<i>hopper</i>
14	Dimensi	658 mm x 341 mm x 463 mm
15	Starter	Engkol

Setelah pengujian daya tahan, dilakukan pengamatan terhadap komponen-komponen utama motor bakar Diesel. Pada pengamatan ini akan dibandingkan bentuk dan ukuran dari masing-masing komponen tersebut antara sebelum dan sesudah melakukan pengujian daya tahan, serta antara kedua jenis bahan bakar.

Penumpukan karbon terjadi akibat reaksi pembakaran yang tidak sempurna di dalam ruang pembakaran. Penumpukan karbon ini dapat menyebabkan komponen-komponen utama motor bakar Diesel tidak bekerja sebagaimana mestinya, sehingga akan mempengaruhi kinerja motor bakar Diesel secara keseluruhan. Analisa penumpukan karbon pada komponen-komponen utama motor bakar Diesel bertujuan untuk memperoleh informasi tentang waktu perawatan dan penggantian komponen-komponen utama tersebut. Parameter yang akan dianalisa adalah massa dari karbon yang terdapat pada komponen-komponen utama motor bakar Diesel. Massa karbon akan diukur dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0.1 miligram.

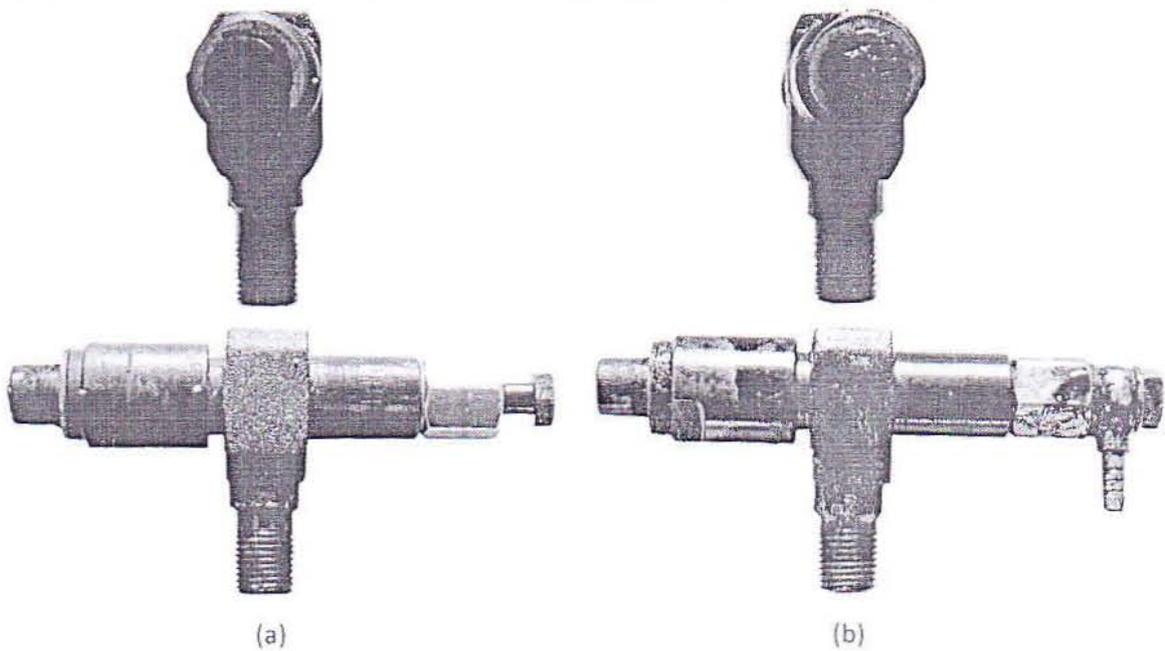
Minyak pelumas akan mengalami perubahan karakteristik dan kandungan zat yang ada di dalamnya setelah motor bakar Diesel beroperasi selama jangka waktu tertentu. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa terhadap perubahan karakteristik khususnya kekentalan dan kandungan logam yang terdapat pada minyak pelumas tersebut, sehingga akan dapat diketahui jangka waktu untuk melakukan penggantian minyak pelumas ketika motor bakar Diesel menggunakan minyak nyamplung sebagai bahan bakarnya. Peningkatan jumlah kandungan logam pada pelumas disebabkan karena adanya keausan dari bagian komponen motor bakar yang saling bergesekan antara satu dengan lainnya. Biasanya komponen motor bakar yang memiliki kontribusi besar terhadap terjadinya kontaminasi kandungan logam adalah dinding silinder, piston, *bearing*, dan *crankshaft* (Majuni, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian daya tahan, motor bakar Diesel secara umum dapat beroperasi dengan baik menggunakan bahan bakar minyak nyamplung selama 50 jam. Namun masih terdapat beberapa masalah yang disebabkan oleh ketidakstabilan kondisi operasi mesin selama pengujian. Hal pertama yang perlu disoroti adalah siklus pemanasan minyak nyamplung. Pada saat menggunakan bahan bakar minyak nyamplung, reaksi pembakaran yang terjadi di dalam silinder cenderung tidak stabil, hal ini diindikasikan oleh fluktuasi perubahan kecepatan putaran mesin yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar. Kondisi ini mengakibatkan temperatur gas buang yang dihasilkan motor bakar Diesel juga mengalami perubahan. Hal tersebut mempengaruhi kemampuan pemanas minyak nyamplung untuk bisa mencapai suhu pemanasan optimum, karena pemanas tersebut menggunakan gas buang sebagai sumber energi panasnya. Karena proses pemanasan yang kurang baik, maka minyak nyamplung yang diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran pun cenderung tidak dalam kondisi yang optimal, sehingga berpengaruh terhadap kualitas pembakaran. Siklus ini kerap terjadi selama pengoperasian motor bakar Diesel menggunakan bahan bakar minyak nyamplung.

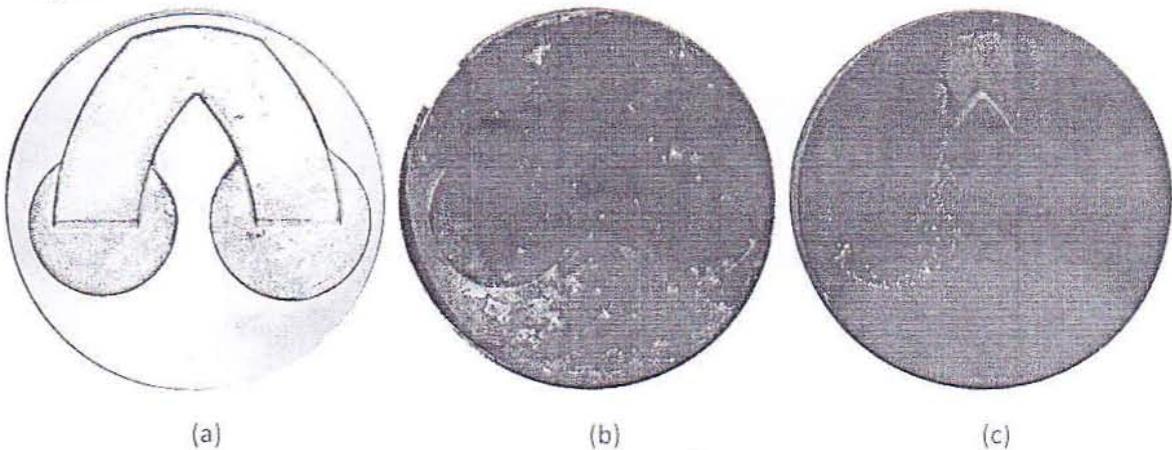
Pengujian daya tahan selama 50 jam menghabiskan 45.50 liter untuk bahan bakar solar dengan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0.34 liter/HP/jam dan 59.21 liter untuk bahan bakar minyak nyamplung dengan konsumsi bahan bakar spesifik 0.44 liter/HP/jam. Ini menunjukkan bahwa efisiensi bahan bakar minyak lampung lebih rendah dibanding solar, karena untuk menghasilkan daya yang sama diperlukan lebih banyak minyak nyamplung.

Setelah pengujian daya tahan, dilakukan pengamatan terhadap komponen-komponen motor bakar Diesel yang berkaitan dengan sistem pembakaran seperti injektor, piston, dan kepala silinder. Pengamatan ini dilakukan untuk membandingkan hasil pengujian antara menggunakan bahan bakar solar dengan bahan bakar minyak nyamplung.



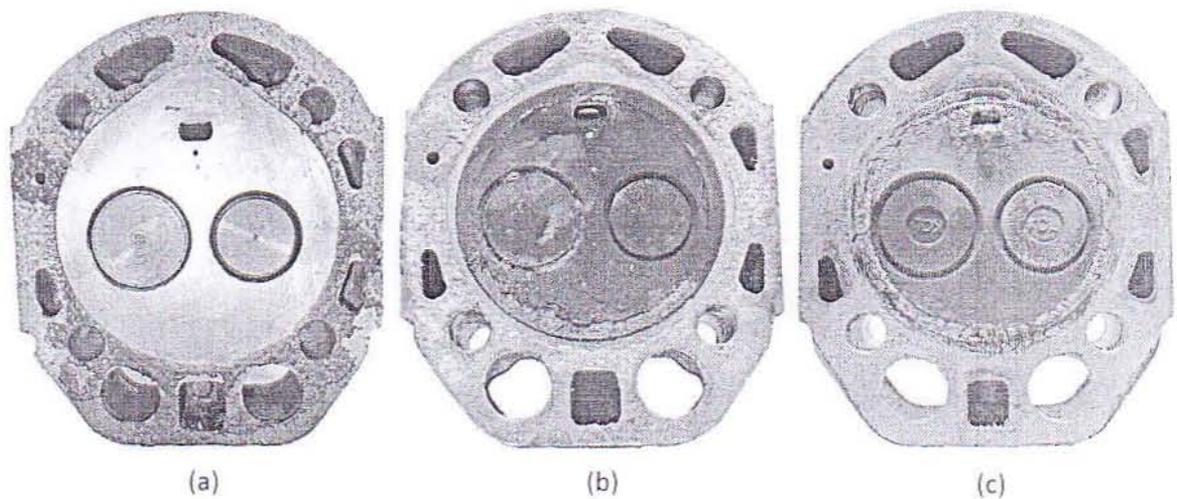
Gambar 2. Perbandingan tampilan injektor; (a) setelah pengujian menggunakan solar, dan (b) setelah pengujian menggunakan minyak nyamplung.

Pada Gambar 2 dapat terlihat lokasi penumpukan karbon pada bagian *nozzle* injektor. Di sekitar lubang *nozzle* terdapat sejumlah karbon yang jika dibiarkan terus menerus dapat menyebabkan penyumbatan pada lubang *nozzle*.



Gambar 3. Perbandingan tampilan piston; (a) kondisi baru, (b) setelah pengujian menggunakan solar, dan (c) setelah pengujian menggunakan minyak nyamplung.

Gambar 3 dan Gambar 4 memperlihatkan perbandingan kondisi permukaan piston dan kepala silinder. Setelah pengoperasian selama 50 jam, permukaan piston dan kepala silinder menjadi tertutupi karbon sisa hasil pembakaran. Hal ini dapat menyebabkan beberapa kerugian seperti peningkatan suhu operasi mesin akibat adanya insulasi ruang pembakaran, proses pembakaran bahan bakar yang terlalu dini, dan pada akhirnya menurunkan kinerja dari motor bakar Diesel tersebut.



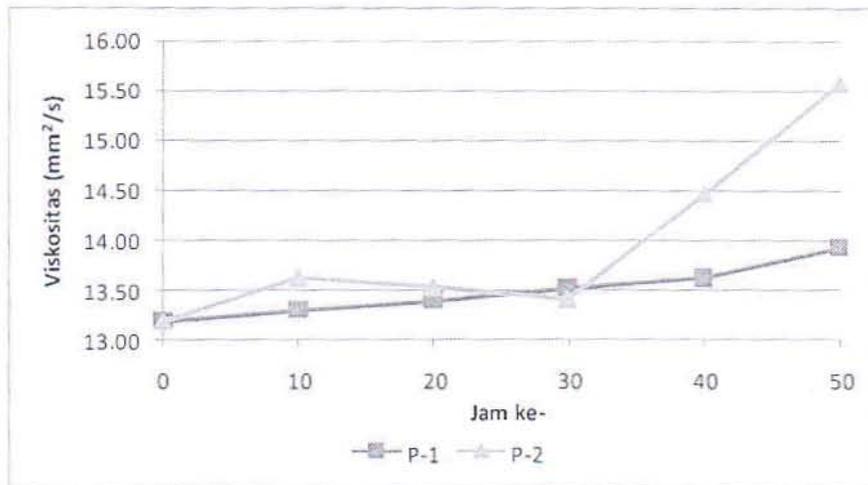
Gambar 4. Perbandingan tampilan kepala silinder; (a) kondisi baru, (b) setelah pengujian menggunakan solar, dan (c) setelah pengujian menggunakan minyak nyamplung.

Massa karbon yang terdapat pada injektor, piston, dan kepala silinder dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Massa karbon pada komponen motor bakar Diesel

Komponen	Massa karbon (gram)	
	Solar	Minyak Nyamplung
Injektor	0.0387	0.0403
Piston	0.5327	0.3717
Kepala silinder	0.7859	0.6262
Total	1.3573	1.0382

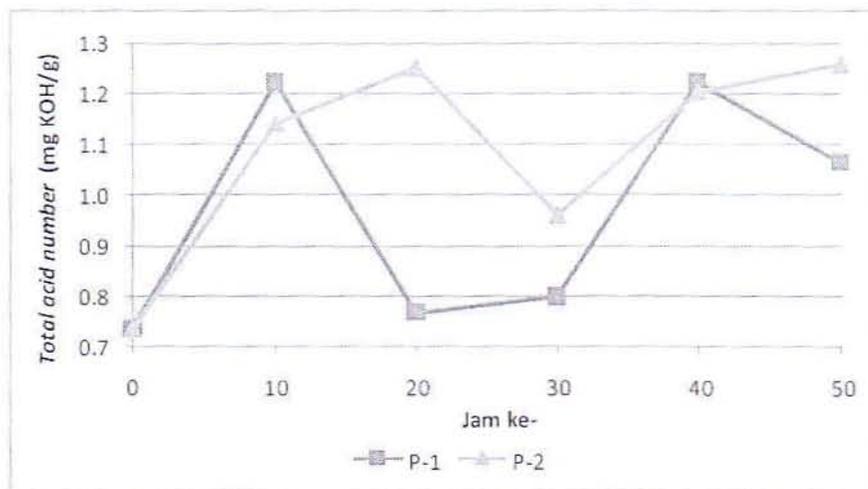
Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada piston dan kepala silinder, massa karbon yang dihasilkan motor bakar Diesel pada saat menggunakan bahan bakar minyak nyamplung lebih sedikit jika dibandingkan dengan solar, namun pada injektor justru berlaku sebaliknya. Massa karbon keseluruhan pada komponen-komponen motor bakar Diesel pada saat menggunakan bahan bakar solar sebesar 1.3573 gram, sedangkan pada saat menggunakan bahan bakar minyak nyamplung sebesar 1.0382 gram, atau lebih rendah 23.51% jika dibandingkan dengan solar. Pengukuran massa karbon dilakukan untuk menganalisa kualitas pembakaran suatu jenis bahan bakar. Secara umum, semakin sempurna suatu proses pembakaran, maka karbon yang dihasilkan pun akan semakin sedikit, karena semakin banyak atom C yang berasal dari bahan bakar (hidrokarbon) yang bereaksi dengan atom O yang berasal dari udara (oksigen) dan menghasilkan CO_2 . Namun pada kasus penggunaan minyak nyamplung ini, hal tersebut belum dapat menunjukkan bahwa pembakaran minyak nyamplung lebih sempurna jika dibandingkan dengan solar karena massa karbonnya yang lebih sedikit. Pada pengoperasian motor bakar Diesel menggunakan bahan bakar minyak nyamplung, ada sejumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran yang tidak ikut terbakar. Hal ini terlihat dari adanya sebagian minyak nyamplung yang keluar bersama gas buang melalui saluran pembuangan. Fenomena ini dapat terjadi akibat proses pengkabutan atau atomisasi minyak nyamplung yang kurang baik sehingga dihasilkan butiran-butiran minyak nyamplung yang berukuran besar dan sulit terbakar oleh panas hasil kompresi pada ruang pembakaran. Berkaitan dengan hal yang telah dijelaskan sebelumnya, proses pengkabutan yang kurang baik ini dipengaruhi oleh kualitas pemanasan minyak nyamplung sebelum diinjeksikan ke dalam silinder. Jika suhu minyak nyamplung jauh dibawah suhu pemanasan optimumnya (110°C), maka nilai viskositasnya masih cukup tinggi, sehingga akan semakin sulit untuk dikabutkan.



Gambar 5. Perubahan nilai viskositas pelumas pada suhu 100°C
 Keterangan: P-1 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan solar
 P-2 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan minyak nyamplung

Pada Gambar 5 dapat dilihat perubahan nilai viskositas pelumas pada suhu 100°C. Perubahan yang terjadi mengalami kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya jam operasi motor Diesel. Pada kondisi baru, viskositas pelumas sebesar 13.18 mm²/s. Setelah digunakan selama 50 jam operasi, nilainya meningkat menjadi 13.93 mm²/s untuk bahan bakar solar, dan 15.57 mm²/s untuk bahan bakar minyak nyamplung. Pada penggunaan bahan bakar solar, viskositas pelumas mengalami peningkatan sebesar 5.69%, sedangkan untuk bahan bakar minyak nyamplung, nilainya meningkat sebesar 18.13%. Perubahan nilai viskositas ini masih dalam ambang batas yang terdapat pada SNI 06-7069.5-2005 tentang klasifikasi dan spesifikasi pelumas motor Diesel putaran tinggi, yaitu sebesar 12.5 – 16.3 mm²/s.

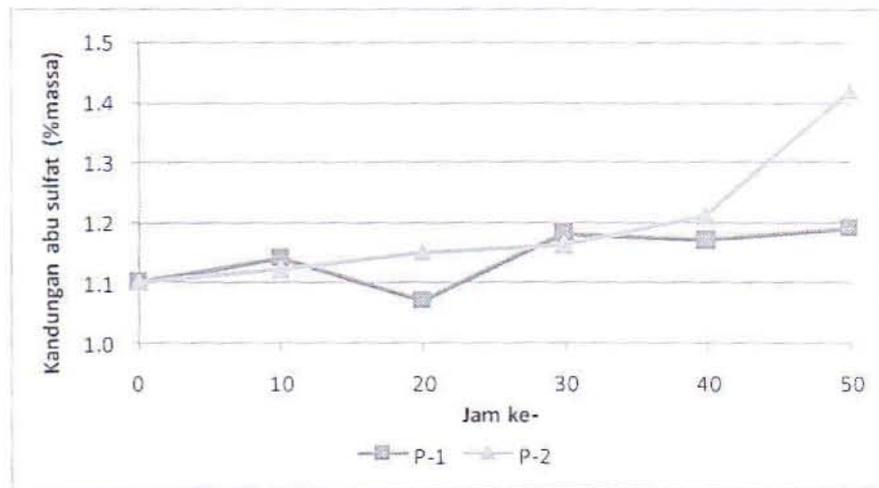
Kenaikan nilai viskositas ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah terjadinya kontaminasi dengan produk hasil oksidasi, proses pembakaran yang tidak sempurna, tercampur dengan bahan bakar, temperatur kerja yang terlalu tinggi, serta penurunan fungsi zat aditif pada pelumas.



Gambar 6. Perubahan total acid number pada pelumas
 Keterangan: P-1 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan solar
 P-2 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan minyak nyamplung

Total Acid Number (TAN) menunjukkan jumlah bahan yang bersifat asam yang terkandung dalam pelumas. Bahan-bahan yang bersifat asam tersebut dapat berupa produk oksidasi ataupun kontaminasi. Bahan-bahan asam ini dapat mengakibatkan menurunnya fungsi zat aditif pada pelumas serta mengakibatkan korosi pada komponen-komponen motor bakar Diesel. Pada gambar 6 dapat terlihat

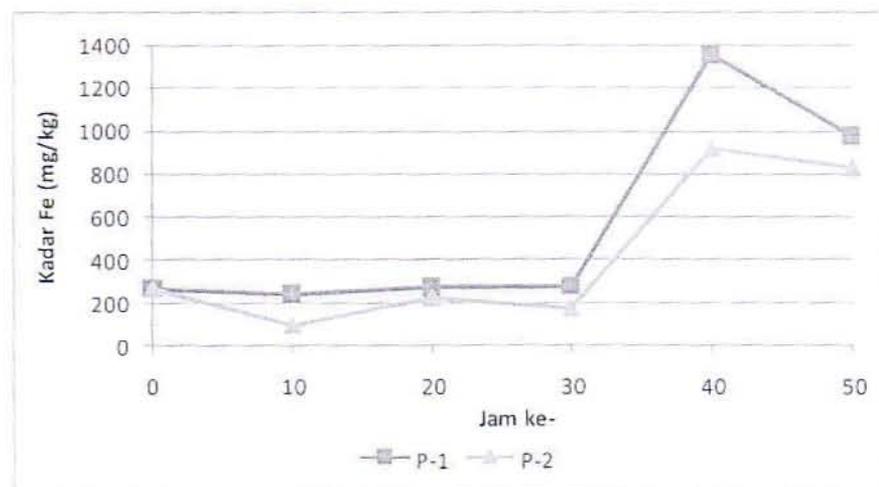
perubahan TAN pada pelumas. Perubahannya cenderung naik-turun, namun nilainya selalu lebih tinggi dari kondisi baru, yaitu sebesar 0.732 mg KOH/g. Setelah pemakaian selama 50 jam, nilai TAN menjadi 1.063 mg KOH/g untuk bahan bakar solar atau naik sebesar 45.22% dan 1.258 mg KOH/g untuk bahan bakar minyak nyamplung atau naik sebesar 71.86%.



Gambar 7. Kandungan abu sulfat pelumas

Keterangan: P-1 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan solar
P-2 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan minyak nyamplung

Gambar 7 di atas menunjukkan kandungan abu sulfat pada pelumas. Secara keseluruhan, nilai kandungan abu sulfat meningkat setelah 50 jam pengoperasian motor Diesel. Pada kondisi baru, nilai kandungan abu sulfat sebesar 1.1 %massa, dan setelah 50 jam menjadi 1.19 %massa untuk bahan bakar solar dan 1.42 %massa untuk bahan bakar minyak nyamplung. Nilai ini masih berada di atas nilai minimum yang ditetapkan dalam SNI 06-7069.5-2005, yaitu sebesar 0.70 %massa.



Gambar 8. Kadar Fe pelumas

Keterangan: P-1 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan solar
P-2 = Pelumas pada saat mesin beroperasi menggunakan minyak nyamplung

Besi (Fe) merupakan salah satu material utama yang digunakan untuk membuat komponen-komponen motor bakar Diesel. Secara umum, kandungan Fe yang terdapat pada pelumas diakibatkan karena keausan yang terjadi pada komponen piston dan *crankshaft* (Majuni, 2006). Pada gambar 8 terlihat bahwa kandungan Fe pada pelumas mengalami kenaikan setelah 50 jam operasi. Dari kondisi baru sebesar 263.7 ppm menjadi 974.8 ppm untuk bahan bakar solar dan 826.1 untuk bahan bakar minyak nyamplung. Tingginya kenaikan ini

disebabkan karena komponen-komponen motor Diesel yang digunakan adalah komponen baru, sehingga tingkat gesekan dan keausan yang terjadi masih cukup tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Motor bakar Diesel dapat beroperasi dalam jangka waktu 50 jam menggunakan bahan bakar minyak nyamplung. Komponen-komponen utama motor bakar Diesel masih dapat berfungsi dengan baik dan tampak masih bagus setelah 50 jam operasi menggunakan bahan bakar minyak nyamplung. Massa karbon yang terdapat pada komponen-komponen motor bakar Diesel saat menggunakan bahan bakar minyak nyamplung secara umum lebih kecil 23.51% dibandingkan dengan bahan bakar solar.

Nilai viskositas, *Total Acid Number* (TAN), kandungan abu sulfat, dan kadar Fe pelumas pada saat penggunaan bahan bakar solar selama 50 jam sebesar 13.93 mm²/s, 1.063 mg KOH/g, 1.19 %massa, dan 974.8 mg/kg. Sedangkan untuk bahan bakar minyak nyamplung sebesar 15.57 mm²/s, 1.258 mg KOH/g, 1.42 %massa, dan 826.1mg/kg.

Perlu dilakukan pengujian dalam jangka waktu yang lebih lama untuk dapat memastikan tingkat daya tahan motor bakar Diesel menggunakan bahan bakar minyak nyamplung. Semakin lama jangka waktu pengujian akan semakin mencerminkan tingkat kelayakan secara teknis mengenai penggunaan minyak nyamplung sebagai bahan bakar alternatif motor bakar Diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W. dan K. Tsuda. 2008. Motor Diesel Putaran Tinggi. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Dharmastiti, R. dkk. 2010. Evaluasi Penggantian Pelumas Meditran S 40 Pada Mesin Diesel Cummins KTA 38. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) Ke-9, 13-15 Oktober 2010, Halaman 187-192. Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Majuni, L. Y. 2006. Studi Biodiesel Dengan Bahan Dasar Minyak Jelantah Terhadap Pelumasan Pada Mesin Diesel. Tesis. Fakultas Teknik Mesin, UI: Depok.
- Mortier, R. M. 2010. Chemistry and Technology of Lubricants. 3rd edition. Springer: London
- Neale, M. J. 2001. Lubrication and Reliability Handbook. Butterworth Heinemann: Boston.
- Reksowardojo, I. K., dkk. 2009. Comparison of Diesel Engine Characteristic Using Pure Coconut Oil, Pure Palm Oil, and Pure Jatropha Oil as Fuel. Jurnal Teknik Mesin Vol 11 No 1. Page: 34 – 40.
- SNI 06-7069.5-2005. Klasifikasi dan Spesifikasi Pelumas Bagian 5: Minyak Lumas Motor Diesel Putaran Tinggi. Badan Standardisasi Nasional.