

Emulsion Fuel for Diesel Engines

Greg.Harjanto* A.Rianto S, Made Suardjaja*****

*/***The Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, UGM

**Staff MEPO – BPPT Puspitek Serpong, Tangerang,

harjanto2007@yahoo.co.id , madesuardjaja@yahoo.com

ryanmesin@yahoo.com

Abstract

Biodiesel as the alternative fuel for diesel engines, is a vegetable oil fuel, from palm oil, coconut oil, jatropha oil etc. BioSolar is a blending fuel , there are ADO (Automotive Diesel Oil) and biodiesel.

Water-in-diesel emulsions are fuels for regular diesel engines. The advantages of an emulsion fuel are reductions in the emissions of nitrogen oxides and particulate matters, which are both health hazardous, and reduction in fuel consumption due to better burning efficiency. Emulsions of water in diesel for use in internal combustion engines are easily applicable alternative fuels for the existing vehicle fleet. The emulsion fuel is defined as an emulsion of water in standard diesel fuel with specific emulsifier, surfactants, to stabilizing the system.

Emulsion biodiesel is the blending of biodiesel and water, to make emulsion biodiesel is used emulsifier (ABS, teepol ch 35 etc). Emulsion biodiesel is the diesel fuel that have a better performance in the perfection combustion. This review presents the influence of water on the emissions and on the combustion efficiency. Whereas there is a decrease in emissions of nitrogen oxides and particulate matters, there is an increase in the emissions of hydrocarbons and carbon monoxide with increasing water content of the emulsion.

Laboratory testing for the emulsion biodiesel show that the gas emission (NO, UHC,PM) decrease and the fuel consumption is increase. NOx decrease up to 80%, UHC 60% and PM(soot intensity) 30% [Anna Lif 2006]. In 2011 [P.Grimes] research can decrease NOx 77%, PM 32 % . Super Emulsion Fuel improved the fuel efficiency by 10% to 15% [Tajima]

Keyword : **Emulsion Biodiesel, Diesel, Emissions**

Pendahuluan

Makalah ini dimaksudkan untuk memberi masukan, informasi lanjutan dari peneltian yang telah di lakukan terdahulu, di mana penggunaan bahan bakar untuk motor diesel, yang secara umum di Indonesia masih menggunakan solar (ADO/IDO/MFO), biosolar (solar+biodiesel), serta penggunaan gas (BBG/CNG). Dan masih ada cara penggunaan bahan bakar alternatif seperti dual fuel (solar dan brown gas/dll) yang penggunaan nya masih sangat sedikit.

Disamping itu, secara umum penelitian ini dilakukan untuk mendukung program pemerintah membuat keanekaragaman bahan bakar sekaligus untuk mengurangi import bahan bakar yang akhir-akhir ini cukup memberatkan keuangan negara (>30%). Dan secara khusus penelitian ini untuk mengamati sampai seberapa jauh biodiesel ini yang dicampur dengan air (bahan bakar emulsi) dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk motor diesel dengan sesuai seperti yang disyaratkan. Surfactant/ emulsifier (surface active agent) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hidrofil (suka air) dan hidrofob (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat bercampur dengan minyak dan menghasilkan emulsi. Secara garis besar, terdapat empat kategori surfaktan/emulsifier, salah satu yang di pakai dan murah yaitu:a. Anionik :Alkyl Benzene Sulfonate (ABS). ABS termasuk detergen jenis

keras sukar dirusak oleh mikroorganisme meskipun bahan tersebut dibuang, yang mengakibatkan zat tersebut masih aktif. Jenis inilah yang menyebabkan pencemaran air(ABS). Proses pembuatan ABS ini adalah dengan mereaksiakan Alkil Benzena dengan Belerang Trioksida, asam Sulfat pekat atau Oleum. Reaksi ini menghasilkan Alkyl Benzena Sulfonat. ABS juga mempunyai kekurangan untuk emulsofier biodiesel, yaitu pH nya yang rendah (pH= 2,5 sangat asam), beberapa saran dalam beberapa penelitian hal ini dapat diatasi dengan menambah NaOH (<10%).

Dalam penelitian yang pernah dilakukan percobaan menggunakan **Engine Research and Test Bed dengan motor Diesel satu silinder 353 cc 4 langkah indirect Injection buatan China** dengan bahan bakar campuran biodiesel produk BPPT dengan variasi komposisi campuran dengan air : 100 % biodiesel, 90% biodiesel +10% air, 80% biodiesel + 20% air, 70% biodiesel + 30% air. Agar biodiesel dapat bercampur baik dengan air maka diperlukan pengelmuji, dalam hal ini emulsifier yang digunakan adalah ABS (alkyl benzene sulfonat)(Spataru) . Pencatatan data-data hasil percobaan tiap komposisi campuran dilakukan dalam 5 variasi putaran mesin (3000 rpm sd. 1600 rpm). Kemudian data-data tersebut diolah dan dibandingkan dengan hasil olah data percobaan variasi komposisi yang lainnya untuk mendapatkan komposisi

campuran yang memberikan performance terbaik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk semua komposisi campuran biodiesel dan air memberikan daya output yang hampir sama dengan kecenderungan semakin tinggi rpm semakin tinggi daya outputnya. Tetapi untuk parameter yang lainnya, biodiesel 100% memberikan nilai performance yang lebih baik untuk semua putaran mesin. Penambahan air pada biodiesel memberikan performance yang terbaik untuk komposisi campuran air yang terendah, salah satunya ditandai dengan nilai SFC yang relatif lebih rendah untuk semua putaran mesin dibandingkan komposisi yang lainnya.

Latar belakang

Produksi minyak bumi Indonesia yang sudah mulai menurun menumbuhkan penelitian minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif. Perkembangan harga bahan bakar minyak di luar negeri menunjukkan gejala untuk semakin mahal. Sedangkan bahan bakar minyak bumi di Indonesia mempunyai masalah untuk dapat mempunyai harga yang sesuai dengan pasar internasional karena terlalu murah (sebagai pembanding di Thailand harga solar sekitar B 38,50, di Belanda Eur 1,50, di Korea Selatan W 1950 (sesuai dengan harga minyak mentah dunia), sedang biodiesel seharga Rp. 6500 per liter).

Secara umum penelitian ini dilakukan untuk mendukung program pemerintah membuat keanekaragaman bahan bakar sekaligus untuk mengurangi import solar yang akhir-akhir ini

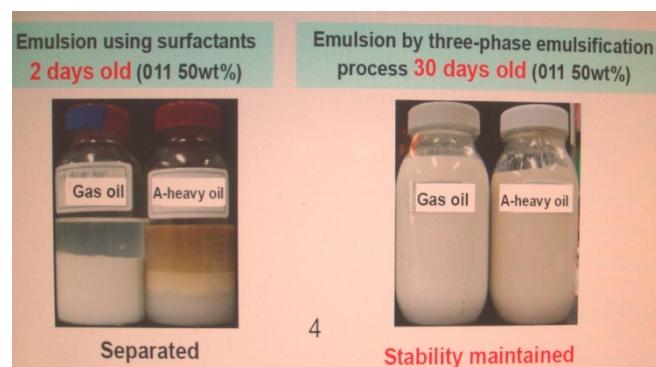
cukup memberatkan keuangan negara. Disamping itu, Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi campuran air dan biodiesel produk BPPT yang emulsi nya stabil. Performance yang dimaksud adalah torsi, daya, komsumsi bahan bakar spesifik, air-fuel ratio, dan tekanan efektif rata sebagai fungsi putaran untuk berbagai komposisi campuran solar dan biodiesel. Hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan sebuah rekomendasi bagi masyarakat dalam memanfaatkan biodiesel produk BPPT dengan campuran air untuk motor diesel.

Bahan bakar emulsi dapat menurunkan kadar emisi gas buang, yaitu penurunan NOx sampai 25% dan partikel padat sampai 60% (Rhim, Tsukahara). Tekanan injeksi sangat berpengaruh terhadap torsi maupun BSFC motor diesel, semakin tinggi tekanan injeksi semakin baik performan-nya (Suardjaja)

Table 1
The European heavy vehicle emission legislation

	HC (g/kWh)	CO (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)
Euro 3 (2000)	0.66	2.1	5.0	0.0
Euro 4 (2005)	0.46	1.5	3.5	0.0
Euro 5 (2008)	0.46	1.5	2.0	0.0

HC, CO, NO_x, and PM stand for hydrocarbons, carbon monoxide, oxides, and particulate matters, respectively.





Emulsion diesel and 25% water
Stability time: 31 days
Mixing period: 35 min

Gambar 1 : Bahan bakar emulsi (biodiesel dan air)



Gambar 2: Beberapa kendaraan dengan bahan bakar emulsi

PERALATAN PENELITIAN

Peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah : **Engine Research and Test Bed Satu Silinder buatan China** dengan spesifikasi sebagai berikut :

Perbandingan kompresi	:	22 : 1
Pendingin	:	Air
Langkah	:	4 indirect injection
Isi Silinder	:	353 cc
Jumlah silinder	:	1 silinder

Dan beberapa alat ukur berikut :

- a. Termometer , Manometer
- b. Throttle Control, Gelas ukur fuel, Rotameter / flowmeter
- c. Stopwatch, Higrometer, Barometer

PELAKSANAAN

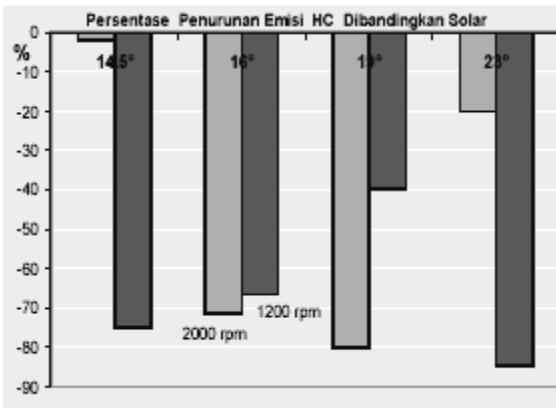
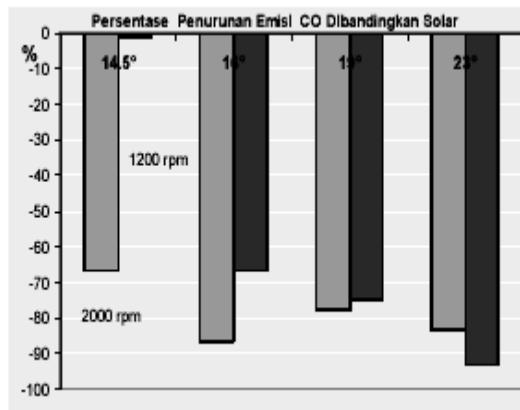
Urut-urutan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lakukan pencampuran biodiesel- air dengan komposisi (berbasis volume) 100% biodiesel, 90% biodiesel + 10% air, 80% biodiesel + 20% air, 70% biodiesel + 30% air, dengan emulsifier ABS .

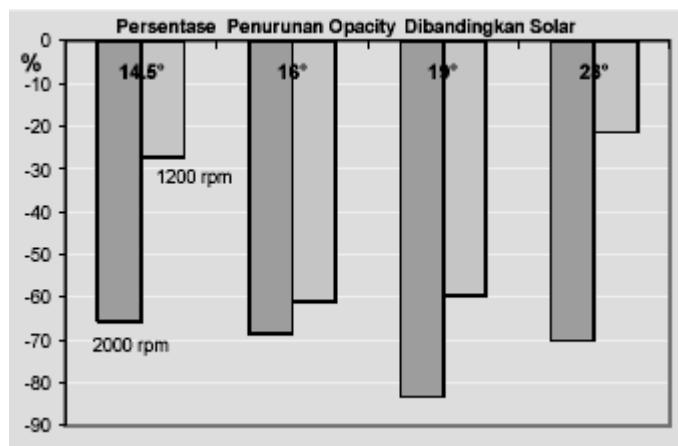
2. Lakukan pengujian untuk tiap-tiap komposisi campuran di atas.
3. Masukkan bahan bakar ke tangki mesin.
4. Hidupkan mesin uji. Dengan mengkontrol dinamometer dan throttle atur rpm mesin sesuai yang diinginkan, dan lakukan pengukuran untuk setiap variasi rpm (3000, 2650, 2300, 1950, dan 1600 rpm).
5. Matikan mesin. Lakukan langkah 2 untuk komposisi yang lainnya.
6. Lakukan perhitungan untuk masing-masing variasi percobaan untuk keperluan pembuatan grafik performance dan analisa.
7. Lakukan pembahasan, Penarikan kesimpulan
8. Selesai

HASIL PENELITIAN

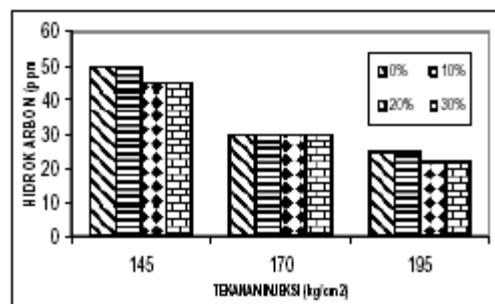
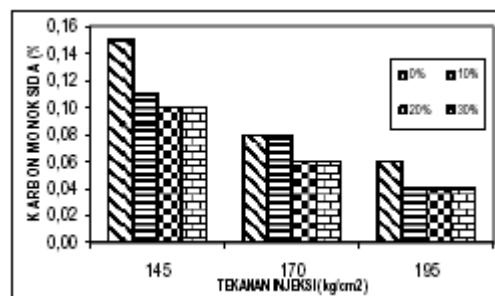
Setelah data-data hasil percobaan dilakukan perhitungan maka diperoleh hasil perhitungan yang dipaparkan dengan gambar grafik . Tetapi sebelumnya akan kita lihat grafik dari hasil penelitian yang bahan bakar emulsi dari peneliti yang terdahulu (Suardjaja), dalam penelitian bahan bakar emulsi (Solar + air) di Lab. Konversi Energi Teknik Mesin UGM diperoleh hasil, penurunan emisi gas CO dan HC serta penurunan kepekatan asap (Suardjaja,SNTTM III Makassar) . Sedangkan dengan tekanan injeksi yang bervariasi diperoleh hasil bahwa semakin tinggi tekanan injeksi semakin rendah SFC (specific Fuel Consumption) dan semakin rendah emisi CO, HC maupun kepekatan asap (Suardjaja, SNTTM IV Denpasar)



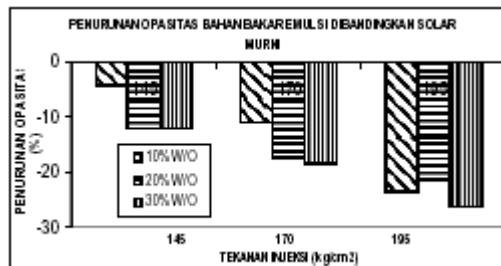
Gambar 1: Penurunan CO dan HC akibat digunakan bahan bakar emulsi (sumber: Suardjaja,SNTTM III Makassar



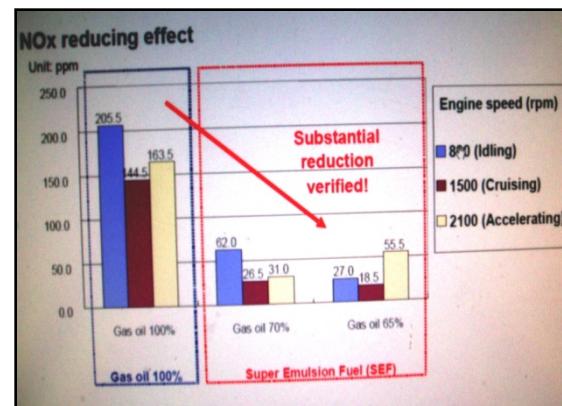
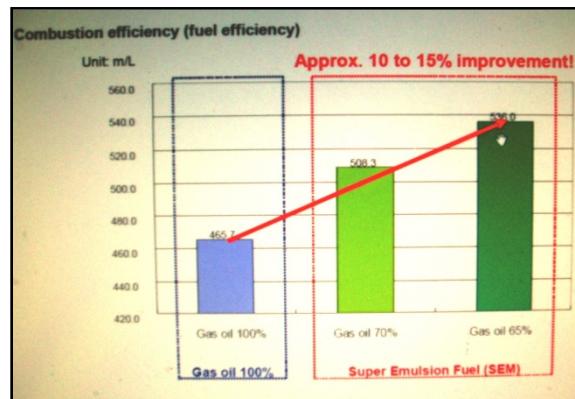
Gambar 2: Penurunan Kepekatan Asap bahan bakar emulsi (sumber: Suardjaja, SNTTM III Makassar)



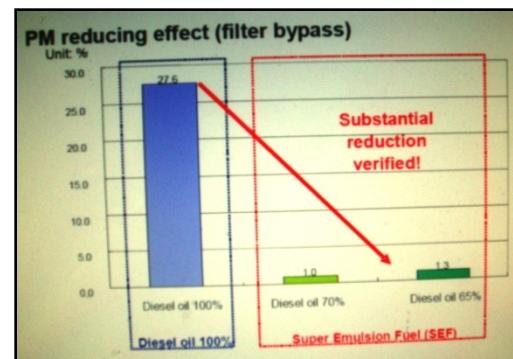
Gambar 3: Penurunan CO dan HC pada bahan bakar emulsi solar.(Sumber:Suardjaja,SNTTM IV Denpasar)



Gambar 3: Penurunan kepekatan asap dari bahan bakar emulsi solar (Sumber:Suardjaja,SNTTM IV Denpasar)



Gambar 4 a,b : a.Prosentasi peningkatan efisiensi pembakaran dan b. penurunan NOx (Biodiesel + Air) (Tajima)



Gambar 5 : Penurunan PM (Particel Matter) pada gas buang (Biodiesel + air) (Tajima)

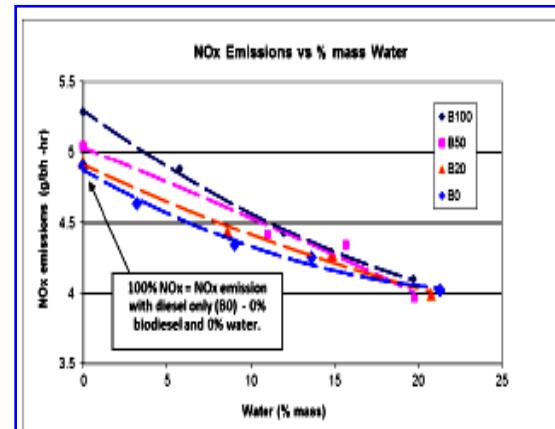


Fig.4: Changes in NOx with changes in Fuels

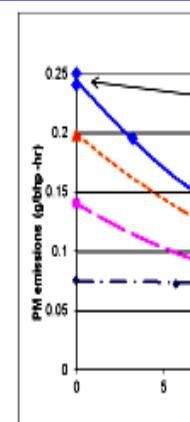


Fig.5: Chang

Gambar 6: Penurunan NOx dan PM bahan bakar emulsi (P.Grims)

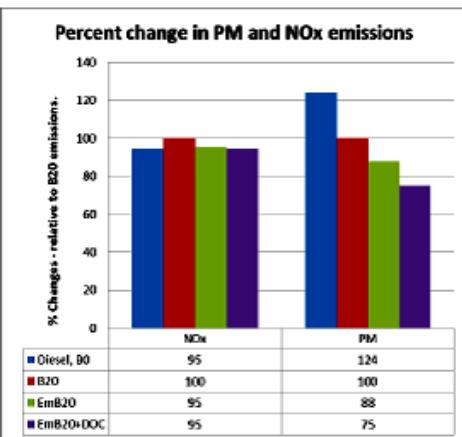


Fig.14: Relative changes in PM and NOx emissions
(Note: B20 = 100%)

Gambar 7 : Prosentasi perubahan PM, NOx dan komparasi penurunan PM berbagai tipe (P.Grims)

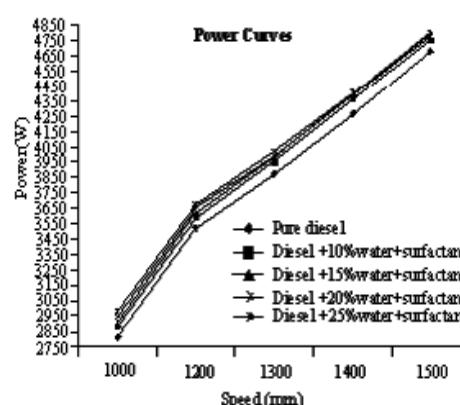


Fig. 4: Engine power output versus engine speed using water diesel emulsion

Gambar 8 : Grafik Torsi dan daya untuk beberapa bahan bakar emulsi (Fayyat S)

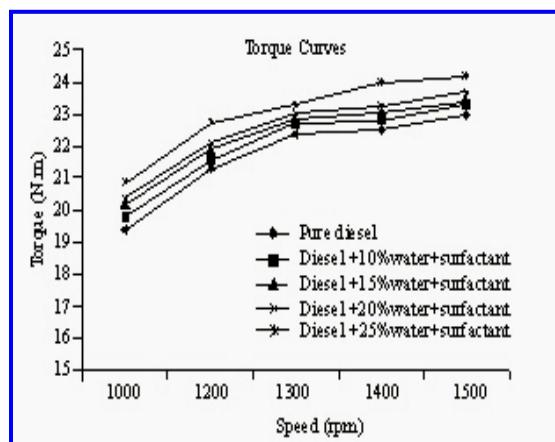
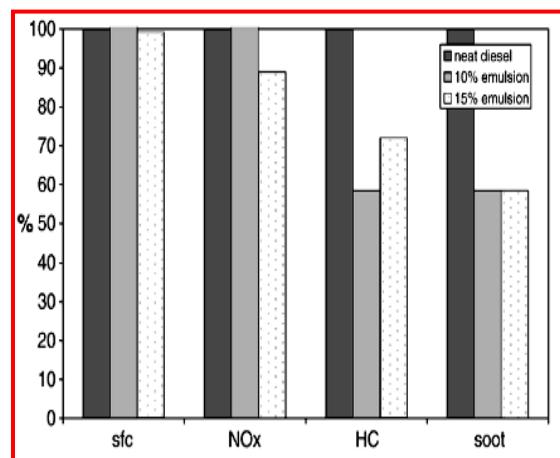
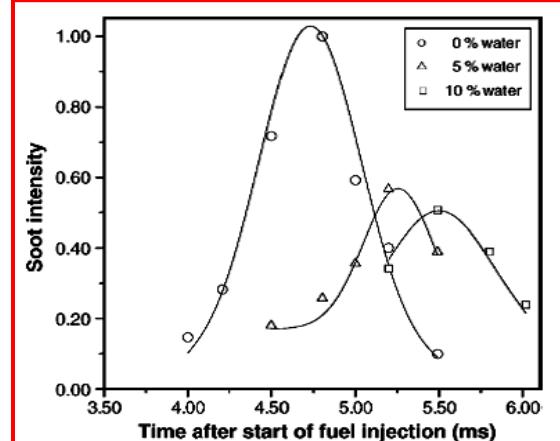


Fig. 3: Engine torque versus engine speed using water diesel emulsion



Gambar 9 : Intensitas jelaga dan penurunan konsumsi bahan bakar, NOx, HC, Jelaga (Lif Anna)

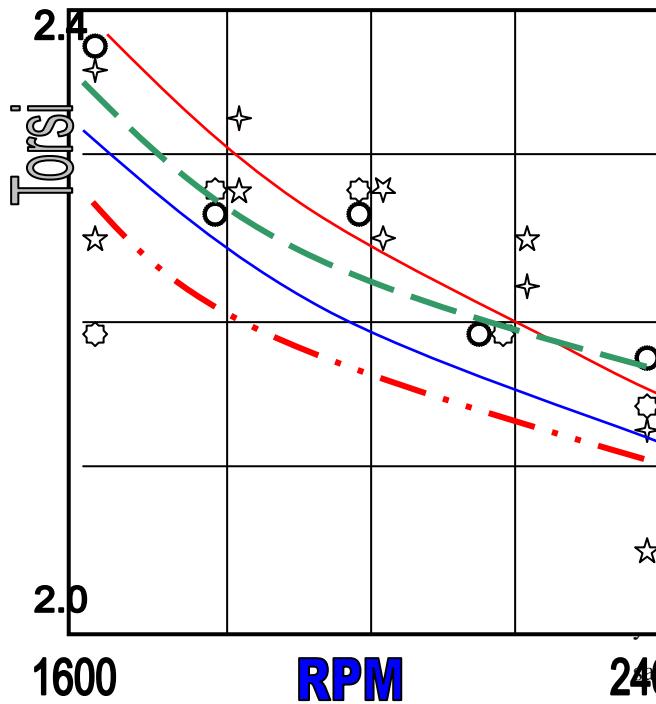
Table 2**The US federal heavy vehicle emission legislati**

(Solar,biodiesel, emulsi) (Sunardjo)

	HC (g/bhph)	CO (g/bhph)	N
1998	1.3	15.5	4
2004	1.3	15.5	S
2007	1.3 ^a	15.5	0

PEMBAHASAN

Dari diagram rpm vs torsi terlihat bahwa hampir semua komposisi mempunyai kecenderungan yang sama, yaitu bertambahnya



Gambar 10 : Hubungan RPM dan Torsi:Solar,biodiesel dan emulsi biodiesel (Sunardjo)

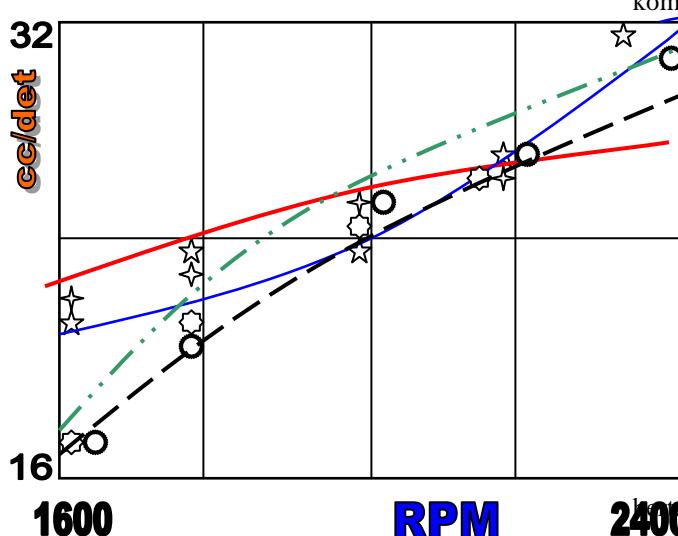
akan diiringi dengan meningkatnya torsi, apakah peningkatan ini hanya sampai pada rpm tertentu (kira-kira 1950 rpm), setelah nilai itu tambahnya rpm justru berakibat menurunnya torsi. Hal serupa juga dijumpai pada diagram rpm vs bmep. Kedua diagram menunjukkan bahwa 100% biodiesel menghasilkan torsi dan bmep yang lebih tinggi untuk semua putaran dibanding campuran solar dan biodiesel untuk semua komposisi.

Diagram rpm vs daya output menunjukkan bahwa untuk semua komposisi dan variasi putaran menunjukkan nilai daya output yang sama dan dengan kecenderungan yang sama yaitu bertambahnya rpm akan berakibat daya output meningkat.

Hal yang hampir sama juga ditemui pada diagram rpm vs AFR, untuk semua komposisi dan variasi putaran menunjukkan nilai

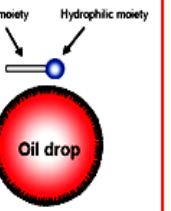
yang hampir sama dan dengan kecenderungan yang sama yaitu bertambahnya rpm akan diiringi dengan menurunnya AFR, apakah penurunan ini hanya sampai pada rpm tertentu (kira-kira 2300 rpm), setelah nilai itu tambahnya rpm justru berakibat AFR meningkat.

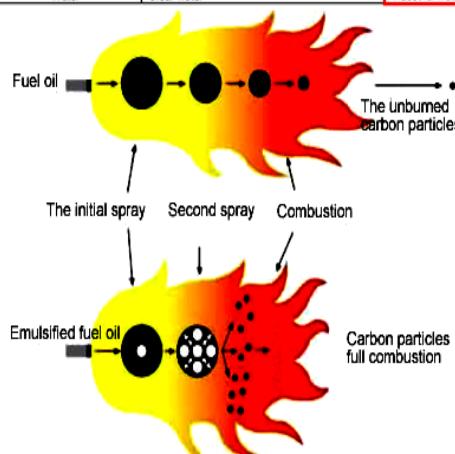
Untuk diagram rpm vs SFC menunjukkan bahwa hampir semua komposisi mempunyai kecenderungan yang sama, yaitu bertambahnya rpm akan berakibat SFC meningkat. Dan diagram tersebut juga



Gambar 11: Konsumsi fuel (cc/det) per RPM

menunjukkan bahwa untuk semua variasi putaran 100% biodiesel menghasilkan SFC yang lebih rendah dibanding campuran solar biodiesel untuk semua komposisi. Sedangkan untuk campuran solar biodiesel, untuk semua putaran komposisi 70% biodiesel dan 30% air menghasilkan SFC yang cenderung lebih rendah dibandingkan komposisi yang lainnya.

Item	Emulsification by surfactants (conventional process)	Three-phase emulsification p (new process)
Schematic depiction	 <p>Emulsifier: Surfactant (molecules) Hydrophobic moiety Hydrophilic moiety Oil drop</p>	 <p>Emulsifier: Soft nano-particle Oil drop</p>
Emulsifying action	Absorption of surfactant molecules	Adhesion of hydrophilic nano-particle
Mechanism of stabilization	Reduction of surface tension	Van der Waals attractive force
Variation by oil type	Varies by oil type; mixed use of 2 to 3 optimum surfactants	A single type of emulsifying particle emulsify many oil types
Blending of different types of emulsion	Not easy	Easy to blend different types of emulsion
Demulsification (note 3)	Extremely difficulty	Easy
Phase transition of oil (note 4)	Stability lost	Stability maintained
Making composite emulsion	Not easy; requires additives, unstable	Easy; stable
Water	Clear water	Industrial water may be used



Gambar 12: Emulsi air ke biodiesel dan pembakarannya (Tajima K)

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa untuk semua komposisi campuran air-biodiesel memberikan daya output yang hampir sama dengan kecenderungan semakin tinggi rpm semakin tinggi daya outputnya. Tetapi untuk parameter yang lainnya, biodiesel 100%

memberikan nilai performance yang lebih baik untuk semua putaran mesin. Penambahan air pada biodiesel memberikan performance terbaik untuk komposisi campuran 30% air dan 70% biodiesel, salah satunya ditandai dengan nilai SFC yang relatif lebih rendah untuk semua putaran mesin dibandingkan komposisi yang lainnya.

Pustaka

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi; 2004; *Uji Coba Penggunaan Biodiesel B 10 pada Kendaraan Bermotor*; leaflet BPPT 27 September 2004; Jakarta; Indonesia.

Birgül Y, 1997, *Electrooxidation of Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS) on Pt Electrodes*, Çukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Adana-TURKEY

Elgowainy,A.Ashgriz,N,2004, **Microexplosion of Emulsified Fuel Drops**, Internet)

Grimes P, 2011, *Emulsified Biodiesel Fuel Effects on Regulated Emissions*, Alternative Petroleum Technologies, Reno, Nevada 89502, USA

Harjanto,G; 2003; **Pengerak Mula**; Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik, Univer-sitas Widya Mataram Yogyakarta, Indonesia.

Herzwan HM, 2012 *AN EXPERIMENTAL STUDY OF DI DIESEL ENGINE FUELLED WITH EMULSION FUEL* , Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Malaysia Pahang

Hiroki ISHIDA, --, *A Mechanical Emulsification Technology of Petroleum Fuels*

Without Surface Active Agent , Dept. of Electronic Control Engineering, Nagaoka National College of Technology 888 Nishikatai, Nagaoka, Niigata, JAPAN

Muchnik,D.A, 2002, *Water Improving Burning*,

The new technology of water fuel emulsion, Fuel Technologies LTD, (pg 1-5)

Pramanik,T ; 2005; *Biodiesel:Clean fuel of the future*; Hydrocarbon Processing Februari 2005, USA

Reksawardoyo,IK,dkk; 2004; *Pengaruh bahan baker biodiesel minyak goring dari kelapa sawit (Refined Bleached Deodorized Palm Oil) pada sebuah motor diesel penyemprotan langsung (direct injection)*; Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin III, 6-7 Desember 2004; Makassar, Indonesia.

Rhim,JH, No,SY,Lee,GY,Yang,OY.;2000; *Spray Characteristicof Water/Oil Emulsified Fuel*. Paper of 8st International Conference of Liquid and Spray System.

Sayel M. F, 2010, *Experimental Emulsified Diesel and Benzen Investigation*, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Technology, P.O. Box 15008, Al Balqa Applied University, Amman, Jordan

Spataru,A., 2003, *Emulsifier Fuels in Western Europe*, ARB/CEF Alternatief Fuel Symposium, The ADEPT Group.

Suardjaja,M, Mangalla,LK; 2005; *Pengaruh Tekanan Injeksi Bahan Bakar terhadap Kinerja dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel berbahan Bakar Emulsi*; Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IV di Denpasar Bali.

Sudarmanto,Bambang,dkk; 2004; *Pemodelan Numerik Karakteristik Semprotan Biodiesel minyak jarak dengan type injection Pressurized Swirl Atomizer*; Seminar Nasional Teknik Mesin III, 6-7 Desember 2004; Makassar, Indonesia.

Tsukahara,M, Yashimoto,Y.;1992; *Reduction of NOx , Smoke,BSFC, and Maximum Combustion Pressure by low Compression ratios in Diesel Engine Fuelled by Emulsified Fuel*; SAE Technical Paper 920464.

Zuhdi, Aguk,MF;2002; *Biodiesel CME dan PME* , Majalah OIL plus, Edisi Februari 2002; Indonesia.

T. Kandasamy K, 2011, *THEVETIA PERUVIANA BIODIESEL EMULSION USED AS A FUEL IN A SINGLE CYLINDER*

DIESEL ENGINE REDUCES NO_x AND SMOKE , Department of Mechanical Engineering, K. S. R. College of Engineering, Tiruchengode, Namakkal (Dt), Tamil Nadu, India

Tajima K , 2006, *Super emulsion Fuel*, Kanagawa University Develops New Diesel Emulsion Fuel, Kanagawa University, Japan