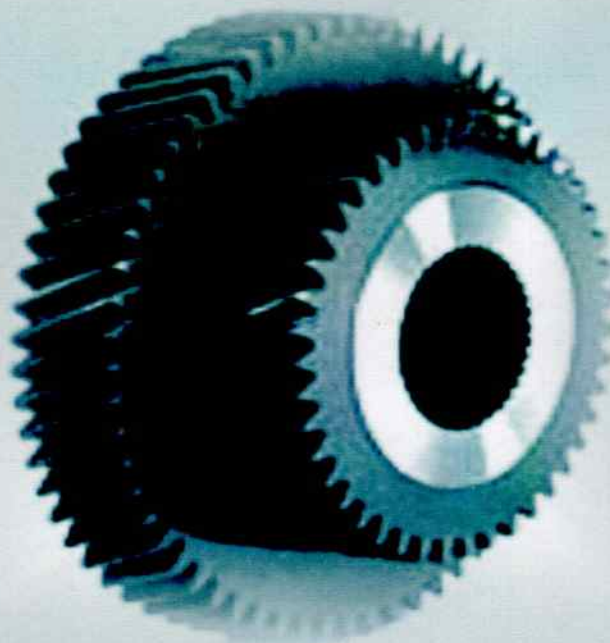


Vol. 3, No.1 , Januari 2011

ISSN 1979-6102

# TEKNOMEKANIK

Jurnal Teknik Mesin



Diterbitkan Oleh :  
**Jurusan Teknik Mesin**  
**Fakultas Teknik**  
**Universitas Negeri Padang**



Certified Management System  
DIN EN ISO 9001:2000  
Cert.No. 01.100 086042

Jurnal Teknomekanik	Vol. 3	No. 1	Halaman 1 - 105	Januari 2011	ISSN 1979-6102
------------------------	--------	-------	--------------------	-----------------	-------------------

Vol. 3, No. 1, Januari 2011

ISSN 1979-6102

# TEKNOMEKANIK

## Jurnal Teknik Mesin



Diterbitkan Oleh :



**Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang**



Certified Management System  
DIN EN ISO 9001:2000  
Cert.No. 01.100 086042

Jurnal Teknomekanik	Vol. 3	No. 1	Halaman 1 - 105	Januari 2011	ISSN 1979-6102
------------------------	--------	-------	--------------------	-----------------	-------------------

# TEKNOMEKANIK

## Jurnal Teknik Mesin

**Pelindung :**

Rektor Universitas Negeri Padang

**Penanggung Jawab:**

Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Dekan Fakultas Teknik

**Ketua Dewan Penyunting**

Refdinal

**Wakil Ketua Dewan Penyunting**

Waskito

**Sekretaris Dewan Penyunting**

Delima Yanti Sari

**Penyunting Ahli :**

Nizwardi Jalinus  
(Universitas Negeri Padang)

Suparno  
(Universitas Negeri Padang)

Harwin Saptohadi  
(Universitas Gajahmada)

Ikhwansyah Isranuri  
(Universitas Sumatera Utara)

Hermanto Sofyan  
(Universitas Negeri Yogyakarta)

Muklas Samani  
(Universitas Negeri Surabaya)

Abdul Hamid  
(Universitas Negeri Medan)

Supariyanto  
(Universitas Negeri Jakarta)

Maimuzar  
(Politeknik Universitas Andalas)

M.Kamil  
(P4 TK Medan)

**Penyunting Pelaksana :**

Agamuddin  
Ambiyar  
Hendri Nurdin  
Nasrul Rivai  
Zonny Amanda Putra  
Arwizet

**Pelaksana Tata Usaha :**

Risman  
Yudhi Pratama

**Alamat Penyunting dan Tata Usaha :**

Jurusan Teknik Mesin FT-UNP  
Jl. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang  
Telp. (0751) 7053508  
Fax. (0751) 7055644. 7055628  
E-mail : mesin\_ft\_unp@yahoo.com

Dewan penyunting menerima artikel yang belum diterbitkan dalam media lain, untuk selanjutnya dievaluasi dan disunting.

*Terbit dua kali setahun pada  
bulan Januari dan Juli*

Diterbitkan oleh:  
**Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang**



## PENGANTAR REDAKSI

Tanggal: 1 Januari 2011

Alhamdulillah rabbil aalamiin..Segala puji dan syukur hanya bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmatnya, sehingga Jurnal Teknomekanik ini dapat terbit kembali. Pada edisi ini, dipublikasi 13 artikel dari beberapa penulis dari beberapa penulis yang berasal dari berbagai universitas. Kepada para penulis di artikel ini, redaksi mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya. Semoga informasi yang disampaikan dalam Jurnal Teknomekanik ini, dapat memperkaya khasanah ilmu Teknik Mesin. Atas segala kekurangan dalam penerbitan jurnal kali ini, kami memohon maaf dan kritik dan saran demi kesempurnaan jurnal ini sangat kami harapkan.

Dalam hal ini, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pembaca dan penulis yang telah berkontribusi dalam terbitnya jurnal ini.

Redaksi  
Hormat Kami,

Januari, 2011

Hormat Kami,

Hormat Kami,

Hormat Kami,

Hormat Kami,

Hormat Kami,

Hormat Kami,

Hormat Kami,

## DAFTAR ISI

Pengantar Redaksi	i
Performance Prediction Of Adiabatic Capillary Tube In Refrigeration System: Design Of Experiment Approach <i>Shodiya Sulaimon dkk</i>	1
Rancang Bangun Alat Penukar Kalor <i>Shell And Tube</i> Sebagai Instrumen Penguji Unjuk Kerja Termal Dan Penurunan Tekanan Terhadap Jarak <i>Baffle</i> <i>Munawar Alfansury Siregar</i>	11
Rancang Bangun PLTMH Untuk Masyarakat Sungkai Di Kelurahan Lambung Bukit Kecamatan Pauh Kotamadya Padang <i>Junaidi dan Muhakir</i>	25
Studi Performansi Mesin Pendingin Kendaraan Dengan Variasi Putaran Kompresor <i>Henry Nasution dkk</i>	33
Analisis Penggunaan Biodiesel B20 Pada Motor Diesel Empat Langkah Terhadap Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC), Kandungan Gas Buang Karbon Monoksida (CO), Dan Nitrogen Oksida (NOX) <i>Hasan Maksam</i>	39
Desain Dan Kajian Simulatif Heat Exchanger Berprofil 'Spiral Tube In Pipe' Sebagai Pemindah Panas Antara Ethanol Dan Air <i>Irma Yulia Basri dan Remon Lapisa</i>	45
Pengukuran Tegangan Dan Respon Bumper Mobil Komposit Polimer Terhadap Beban Impak <i>Hendri Nurdin</i>	51
Penentuan Struktur Kristal AlMg <sub>2</sub> Alloy Dengan Difraksi Neutron <i>Arif Ismul Hadi, Sumariah, M. Dahlan, dan Mohtar</i>	60
Motor Vehicle Emission Contributions to Decrease The Quality Of Air In Yogyakarta <i>Donny Fernandez</i>	67
Pengaruh Normalising pada Baja Assab 705 yang Mengalami Bending dengan Radius Berbeda terhadap Strain Hardening <i>Jasman dan Zonny Amanda Putra</i>	79
Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Bahan Bakar Padat (Briket) Alternatif <i>Hasanuddin, Hendri Nurdin dan Irzal</i>	86
Pengaruh Jenis Bantalan Terhadap Prilaku Vibrasi Pompa Sentrifugal Satu Tingkat ( <i>Single Stage</i> ) <i>Zulkifli</i>	91
Pengaruh tekanan injektor terhadap konsumsi bahan bakar motor diesel <i>Martias</i>	100

# ANALISIS PENGGUNAAN BIODIESEL B20 PADA MOTOR DIESEL EMPAT LANGKAH TERHADAP PEMAKAIAN BAHAN BAKAR SPESIFIK (SFC), KANDUNGAN GAS BUANG KARBON MONOKSIDA (CO), DAN NITROGEN OKSIDA (NOX)

Hasan Maksum

Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

E-mail : Hasan\_maksum@yahoo.co.id

## Abstract

*The development of automotive technology that is rapidly bringing a very significant impact on the transportation sector such as increasing the number of vehicles and air pollution. Kosumsi national diesel fuel for transportation currently reaches 12.5 to 13 million kilo liters per year. While crude oil in Indonesia can only meet the needs of a maximum of 20 years into the future. Biodiesel is a renewable alternative fuels to replace fossil fuels (diesel fuel) as a solution to overcome the energy crisis and environmental pollution. This study aimed to influence the use of B20 Biodiesel in diesel engines are four steps to the Specific Fuel consumption, exhaust emissions of Carbon Monoxide (CO) and Nitrogen Oxides (NOx). The method used is an experimental method with a motor four stroke low speed diesel Petter Type Diesel Aa1. Tests carried out on lap 750 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500, and 3000 rpm. Results showed that (1) Specific fuel consumption (sfc) B20 Biodiesel fuel is greater when compared with Solar, (2) the content of NOx generated by the exhaust products of combustion B20 Biodiesel fuel is lower than the Solar, (3) CO gas content generated by the exhaust products of combustion B20 Biodiesel fuel is lower than the Solar, and (4) the percentage of the thickness of vehicle exhaust fumes resulting from the use of B20 Biodiesel Solar by 14% while 15% at the time of acceleration.*

**Keywords:** Biodiesel B20, Specific Fuel Consumption (SFC), Exhaust Carbon Monoxide (CO), and Nitrogen Oxide (Nox)

## Pendahuluan

Perkembangan zaman membawa dampak meningkatnya frekuensi aktivitas manusia serta menuntut hasil yang maksimal. Untuk mewujudkannya diperlukan sarana-sarana penunjang, salah satunya adalah sarana transportasi. Seiring dengan banyaknya permintaan masyarakat akan kendaraan, menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan di dunia.

Berdasarkan data yang dihimpun dari Biro Pusat Statistik (2001), dalam tujuh terakhir ini jumlah kendaraan menjadi dua kali lipat dengan kenaikan

rata-rata 14% pertahun. Di satu sisi, bertambahnya jumlah kendaraan memberikan dampak positif terhadap perkembangan perekonomian, namun disisi lain hal ini juga membawa dampak buruk yaitu meningkatnya gas-gas berbahaya hasil dari pembakaran bahan bakar fosil dari kendaraan.

Gas-gas beracun dan jutaan knalpot merupakan kontributor utama tercemarnya udara di banyak negara tak terkecuali Indonesia yang pada saat ini menduduki peringkat ketiga dunia. Pencemaran udara ini membawa dampak buruk terhadap lingkungan serta kesehatan manusia seperti gangguan saluran pernafasan, kanker, jantung dan



penyakit berbahaya lainnya. Bahkan, pada anak-anak emisi gas buang kendaraan dapat menyebabkan keterbelakangan mental.

Selain polusi udara terdapat permasalahan kedua yang harus dihadapi yaitu keterbatasan energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kendaraan. Sementara persediaan minyak bumi Indonesia diperkirakan hanya dapat memenuhi kebutuhan maksimal 10 tahun mendatang. Bahkan, Oemry dalam tulisannya menyimpulkan bahwa laju penggunaan minyak di Indonesia mencapai kurang lebih 10 persen pertahun dari total persediaan minyak bumi di Indonesia. Hal ini merupakan ancaman bagi industri otomotif Indonesia karena terbatasnya persediaan bahan bakar nasional. Namun, ditengah surutnya cadangan minyak bumi di Indonesia, BBM tetap memegang posisi dominan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Sementara, selama ini belum dikembangkan solusi jitu terkait dengan pengembangan teknologi yang dilakukan oleh pemerintah maupun swasta untu mengatasi kedua masalah tersebut dengan tidak mengabaikan aspek ramah terhadap lingkungan.

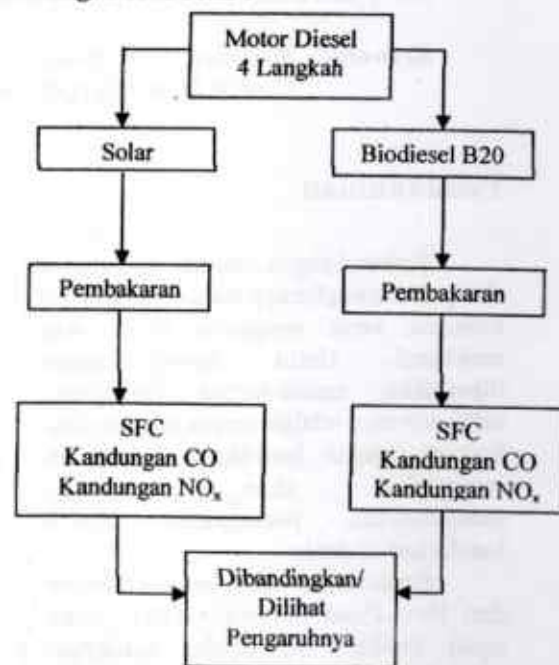
Beranjak dari fenomena tersebut, sekarang telah banyak energi alternatif yang dikembangkan guna mengatasi kedua permasalahan besar yang sedang dihadapi. Salah satunya dengan pengembangan bahan bakar Biodiesel yang dihasilkan dari berbagai macam produk pertanian seperti kelapa sawit, kelapa, minyak biji jarak, bahkan dari minyak jelantah yang tidak terpakai pun ternyata dapat dijadikan bahan bakar. Hal ini merupakan kemajuan pesat yang dilakukan Indonesia sebagai upaya menggantikan bahan bakar fosil. Bahkan, di beberapa daerah di Indonesia telah mulai memproduksi Biodiesel. Salah satunya perusahaan Bakrie Plantation di Kabupaten Pasaman Sumatera Barat.

Berdasarkan pada permasalahan di atas, maka penelitian ini akan difokuskan pada analisis penggunaan Biodiesel B20 pada mesin diesel empat langkah di daerah Padang yang

bertemperatur relatif lebih tinggi dari daerah lainnya disertai pengaruh penggunaannya terhadap Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Mesin (SFC) sekaligus berapa tingkat emisi Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Oksida ( $NO_x$ ) yang dihasilkan.

## Metodologi

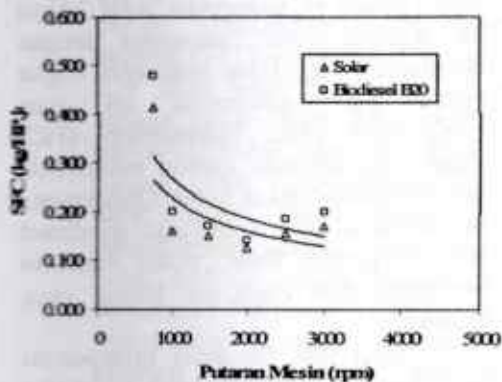
Penelitian ini bersifat eksperimen, dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Data yang digunakan adalah data primer dengan objek Mesin diesel satu silinder 345 CC Type Parameter yang di uji adalah: torsi, putaran mesin, pemakaian bahan bakar dan gas buang (CO) dengan kerangka konseptual seperti Gambar 1. Peralatan yang digunakan adalah: Dinamo brake, Neraca pegas, CO Tester,  $NO_x$  Tester, Tacho meter, Gelas ukur dan Stop Watch. Pengujian dilakukan pada putaran 750 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500, dan 3000 rpm. Bahan bakar yang digunakan di dalam penelitian ini adalah Biodiesel B20 artinya 20% Biodiesel murni dicampur dengan 80% Solar.



Gambar 1. Kerangka Konseptual

## Hasil dan Pembahasan

### Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)



Gambar 2. Hubungan antara Pemakaian Bahan Bakar Spesifik dengan Putaran Mesin

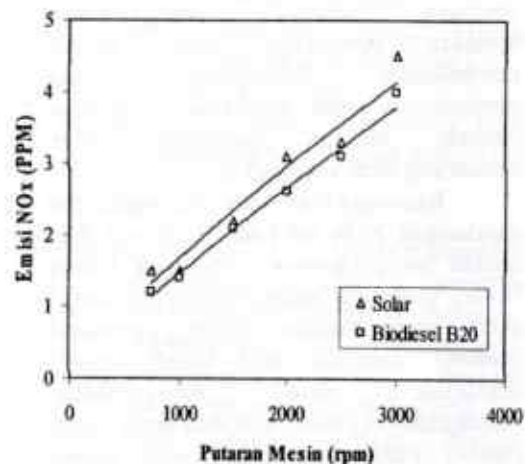
Gambar 2 menunjukkan bahwa Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) Biodiesel B20 lebih besar jika dibandingkan dengan bahan bakar Solar. Artinya banyaknya bahan bakar Biodiesel B20 yang terpakai perjam untuk menghasilkan setiap daya motor lebih besar jika dibandingkan dengan bahan bakar Solar. Secara teoritis hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan karakteristik antara kedua jenis bahan bakar tersebut. Salah satunya adalah energi kalor (*heat content*) yang dikandung Biodiesel lebih rendah daripada bahan bakar Solar.

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa variasi putaran mesin akan mempengaruhi pemakaian bahan bakar spesifik, karena semakin tinggi putaran mesin maka waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar akan semakin kecil. Selain itu, SFC berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar perjam dan berbanding terbalik dengan daya efektif yang dihasilkan (Sharp, 2003).

Berdasarkan penjelasan tersebut, semakin tinggi putaran mesin maka Pemakaian Bahan Bakar Spesifiknya akan semakin kecil, namun pengecilan

Pemakaian Bahan Bakar Spesifik ini akan mencapai suatu titik minimum. Artinya apabila titik minimum ini dapat terlewati maka Pemakaian Bahan Bakar Spesifik akan meningkat kembali (Sharp, 2003). Dalam pengujian ini menunjukkan bahwa titik minimum Pemakaian Bahan Bakar Spesifik untuk Solar sebesar 0,125 kg/HP jam pada putaran 2000 rpm dan 0,140 kg/HP jam untuk Biodiesel B20 pada putaran yang sama. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik ini akan meningkat kembali pada putaran yang lebih besar, yaitu pada putaran lebih dari 2500 rpm. Hal ini disebabkan pada putaran yang sangat tinggi cenderung meningkatnya gesekan pada aliran sistem pemasukan, sehingga menyebabkan kenaikan daya menjadi lambat dibandingkan dengan penambahan kebutuhan bahan bakar (Mathur dan Sharma, 1980).

### Tinjauan Gas Buang NOx



Gambar 3. Perbedaan Kandungan NOx Gas Buang antara Solar dengan Biodiesel B20

Gambar 3 menunjukkan bahwa kandungan NOx yang dihasilkan oleh produk gas buang dari pembakaran bahan bakar Biodiesel B20 lebih rendah dari bahan bakar Solar. Selanjutnya bila diuji dengan *t-test* menunjukkan terdapat perbedaan yang berarti antara kandungan NOx pada produk gas buang Biodiesel B20 dengan kandungan NOx pada gas



buang Solar, yaitu  $t$  tabel 2,571 dan  $t$  hitung 3,546. Hal ini disebabkan bahan bakar Biodiesel mempunyai viskositas yang lebih besar jika dibandingkan dengan Solar. Semakin tinggi nilai viskositas, maka sifat lumasan dan pendinginan bahan bakar akan lebih baik. Bahkan, campuran Biodiesel dibawah 10% dapat meningkatkan pelumasan bahan bakar sampai 65 % (www.Biodiesel.com). Bahan bakar yang mempunyai viskositas lebih baik akan mempunyai kemampuan mendinginkan ruang bakar dan melumasi yang lebih baik, sehingga suhu ruang bakar menjadi lebih terkendali saat proses injeksi terjadi. Sebaliknya bahan bakar Solar dengan viskositas yang lebih rendah akan memproduksi *spray* yang terlalu halus dan tidak dapat masuk terlalu jauh mencapai seluruh sudut ruang pembakaran. Sehingga lama kelamaan akan terbentuk daerah *fuel rich zone* yang menyebabkan pembentukan jelaga nantinya, sehingga menyebabkan semakin pendeknya *delay priode* pembakaran, akibatnya ruang pembakaran cepat mencapai temperatur puncak, sehingga kandungan NOx cenderung akan meningkat.

Kemungkinan lain meningkatnya kandungan NOx ini pada Biodiesel B20 adalah meningkatnya vortalitas bahan bakar. Vortalitas bahan bakar yang tinggi akan menyebabkan *phase premixed burning* menjadi lebih besar, dengan demikian akan menyebabkan meningkatnya emisi NOx dan level suara (noise) yang ditimbulkan oleh mesin Diesel (Sharp, 2003).

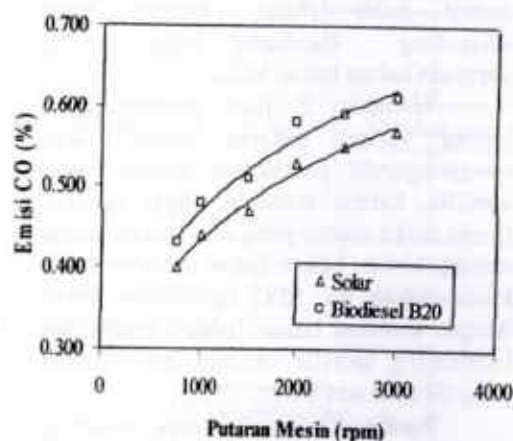
Peningkatan NOx juga terlihat seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Hal ini disebabkan putaran yang semakin tinggi akan menyebabkan temperatur ruang bakar meningkat. Meningkatnya temperatur ruang bakar secara pasti juga akan meningkatkan pembentukan emisi NOx (Das, L.M., 2001).

#### Tinjauan Gas Buang CO

Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan gas CO yang dihasilkan oleh

produk gas buang dari pembakaran bahan bakar Biodiesel B20 lebih rendah dari bahan bakar Solar. Hal ini disebabkan perbedaan angka cetane yang dimiliki antara kedua bahan bakar tersebut. Bahan bakar Biodiesel memiliki angka cetane 64, sedangkan Solar hanya 48. Apabila Solar dicampur dengan Biodiesel paling tidak mencapai angka cetane 53. Karakteristik ini akan mengurangi emisi hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar, karbon monoksida dan PM dibandingkan Solar. Oleh karena itu semakin besar komposisi Biodiesel pada campuran Solar, maka semakin berkurang pula emisi gas buang yang dihasilkan.

Disisi lain, Biodiesel mempunyai kandungan oksigen yang lebih besar jika dibandingkan dengan Solar yaitu mencapai 10-11% (Argawal; 2001). Secara konsep kandungan oksigen ini sangat berperan dalam proses pembakaran untuk menciptakan pembakaran yang sempurna. Mesin diesel membutuhkan suplay oksigen dalam jumlah tertentu yang akan dikompresikan untuk membakar bahan bakar dengan tekanan dan suhu pembakaran yang dicapai. Oleh karena itu, kandungan oksigen yang terdapat di dalam bahan bakar Biodiesel akan sangat membantu dalam proses pembakaran. Emisi gas buang yang dihasilkan juga akan semakin rendah.



Gambar 4. Perbedaan Kandungan CO Gas Buang antara Solar dengan Biodiesel B20

## Kesimpulan

Berdasarkan pembatasan masalah, tujuan penelitian, hasil dan pembahasan maka kesimpulan dapat dirumuskan sebagai berikut;

1. Bahwa Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) bahan bakar Biodiesel B20 lebih besar jika dibandingkan dengan bahan bakar Solar. Artinya banyaknya bahan bakar yang terpakai perjam untuk menghasilkan setiap daya motor lebih besar jika dibandingkan dengan bahan bakar Solar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Patterson (1995) yang menemukan terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar Biodiesel sebesar 7%.
2. Bahwa kandungan NO<sub>x</sub> yang dihasilkan oleh produk gas buang dari pembakaran bahan bakar Biodiesel B20 lebih rendah dari bahan bakar Solar.
3. Bahwa kandungan gas CO yang dihasilkan oleh produk gas buang dari pembakaran bahan bakar Biodiesel B20 lebih rendah dari bahan bakar Solar.
4. Prosentase ketebalan asap buang kendaraan yang dihasilkan dari penggunaan Biodiesel B20 sebesar 14% sedangkan Solar murni 15% pada saat akselerasi. Dengan demikian terjadi penurunan sebesar 1% yang artinya, asap buang kendaraan dengan Biodiesel lebih tipis dari pada Solar. Hasil ini mendukung penelitian lain yang menyebutkan ketebalan asap berkurang rata-rata 75% dari penggunaan Biodiesel dibandingkan dengan Solar (Patterson, 1990).

## Saran

Sehubungan dengan hasil penelitian di atas, saran yang disampaikan adalah perlu diteliti lebih lanjut untuk mencari komposisi terbaik antara Biodiesel dengan solar, sehingga dihasilkan peforman mesin yang optimum.

## Daftar Pustaka

- Adiwisastro, A. (1985). *Keracunan: Sumber, Bahaya serta Penanggulangannya*. Bandung: Angkasa
- Agarwal, A.K. (2001). *Biodiesel Development and Characteristic For Use as a Fuel in Compression Ignition Engine*. Journal of Engineering For Gas Turbin and Power, (123):440-447
- Bonner. (1995), *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita*. Bandung: ITB
- Engine Group Step 2. PT Toyota Astra Motor
- Fessenden and Fessenden. (1986). *Kimia Organik jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Hanum, Cut Samsiar. 22 Oktober 2001. Biodiesel jelantah dan pelumas sawit. *Kompas*
- Mathur, M.L and Sharma, R.P. (1980). *A course Ineternasional Combustion Engine*. Delhi: Nai Sarak
- Menyimak Program Langit Biru, ([www.suarapembaruan.com](http://www.suarapembaruan.com)), diakses 20 juli 2005
- Metropolitan. (2003), 2 Agustus. Tiga Juta Orang Mati Akibat Emisi Gas Buang.
- Muchlis, Sabirin. (shobirinmuchlis@yahoo.com). (2003). Strategi Pembangunan Ekonomi Berbasis Agrobisnis Khususnya Perkebunan dengan Memberdayakan Petani Kecil. E-mail kepada Beni Satria ([beni\\_str@yahoo.com](mailto:beni_str@yahoo.com))
- Muhammad, Ari. (2005). Kendaraan Ramah Lingkungan Merebut Simpati Konsumen (online), ([www.swisscontact.com](http://www.swisscontact.com)), diakses 12 januari 2005
- Ourletta, Patric and Brad Douville. (2002). *NO<sub>x</sub> Reduction Directly Injected Natural*. Canada: University of British Colombua
- Petterson, Charles, et. Al. (1990). *Production and Testing of Ethyl and Methy Esterl*. University of Idaho, Coledge of Agriculture.



- Petterson, Charles, et. Al. (1995). *Making and Testing A Biodiesel Fuel Made From Etanol and Waste French-Fery Oil*. Final Report of University of Idaho, Coledge of Agriculture.
- Pelangi in media. (2003), 21 Oktober. *Mengatasi Pencemaran Udara dengan EURO 2*
- Saputra, Herwin. *Biodiesel, Mengapa Tidak?* (online), (www.kompas.com, diakses 12 Februari 2005)
- Sharp, Christopher. (2003). *Exhaust Emission and Performance of Diesel Engine with Biodiesel Fuel*. Southwest Research Institute
- Sinar Harapan.(2002), 18 Maret. *Biodiesel Kelapa Sawit, alternatif BBM ramah lingkungan*.
- Siregar, Morgong. (1988). *Dasar-Dasar Kimia Organik*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Soetedjo, R.(1972). *Kelapa Sawit*. Jakarta: Yasaguma
- Suara Pembaharuan. (2003), 4 Juni 2002. *Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Kompas
- Suara Pembaharuan. (2003), 4 Juni. *Bumi Kian Panas*.
- Training Manual Gasoline Engine Step 2. PT Astra Motor.
- Wardhana, Wisnu Arya,dkk. (1998). *Waspadai Kadar Pencemar Udara di dalam Mobil* (www.elektroindonesia.com), diakses 24 Agustus 2005
- Weber, J.Alan. (1997). *Biodiesel Use in Underground metal and Non-Metal Mines* (online), (www.Dieselnet.com), diakses 21 Juli 2005.
- www.Biodiesel.com *Benefit Of Biodiesel*, diakses 13 Agustus 2005
- www.Biodiesel.com. *Biodiesel Emission*, diakses 13 Agustus 2005
- www.Biodiesel.com *Biodiesel Performance*, diakses 13 Agustus 2005
- www.Biodiesel.org. *Biodiesel Production*, diakses 13 Agustus 2005
- www.deptan.go.id. *Pengembangan Pasar dan Aspek Komoditas*. Diakses 21 April 2005
- www.epa.gov. *Clean Alternatif Fuels: Biodiesel*, Diakses 13 Februari 2005

