

## STUDI KOMPARASI EMISI GAS BUANG BERBAHAN BAKAR SOLAR DAN CAMPURAN SOLAR DENGAN *VOLATILE FATTY ACID DEGRADED* (VFAD) PADA MESIN DIESEL NISSAN D-22

**Eko Prasetyo**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [ekoprasetyo341@gmail.com](mailto:ekoprasetyo341@gmail.com)

**Marsudi**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [marsudi\\_rizky@yahoo.com](mailto:marsudi_rizky@yahoo.com)

### ABSTRAK

Meningkatnya pendapatan masyarakat berimplikasi terhadap pertumbuhan kendaraan bermotor. Sehingga emisi gas buang yang dihasilkan meningkat. Gas buang mesin diesel mengandung partikulat. Salah satu usaha menurunkan emisi gas buang yaitu memodifikasi bahan bakar. Zat aditif *Volatile Fatty Acid Degraded* (VFAD) terdiri dari berbagai senyawa yang meningkatkan angka setana solar seperti: *naftalena*, *toluene*, *methyl ester nitrat*, dan *chelating agent*. Penelitian ini untuk mengetahui opasitas dan emisi gas buang pada mesin diesel Nissan D22. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif, pengujian dilakukan dengan putaran diakselerasi tanpa beban (*free running acceleration*) dengan katup terbuka 30% (*full open throttle valve*). Bahan bakar yang digunakan adalah solar murni (kelompok standar) dan kelompok eksperimen yaitu campuran solar dengan zat aditif dengan variasi 1 ml, 2 ml, 3 ml, dan 4 ml untuk per liter solar. Proses pencampurannya dengan di *blending* agar homogen. Kemudian diujikan pada putaran mesin 1000 rpm sampai 3000 rpm dengan *range* 500 rpm. Berdasarkan penelitian disimpulkan penggunaan bahan bakar campuran solar dengan VFAD (1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml) pada Mesin Diesel Nissan D-22 lebih baik dibandingkan dengan solar murni dari segi emisi gas buang pada campuran 2 ml. Hal ini dibuktikan dengan penurunan CO optimal didapatkan VFAD 2 ml dengan penurunan presentase sebesar 66,67%. CO<sub>2</sub> optimal VFAD 2 ml dengan peningkatan presentase sebesar 71,43% O<sub>2</sub> optimal pada VFAD 2 ml dengan penurunan presentase sebesar 75,00%. Opasitas optimal pada VFAD 2 ml sebesar 57,7% bosch dengan penurunan presentase sebesar 1,37%, dan memenuhi peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 5 tahun 2006.

**Kata kunci : VFAD (*Volatile Fatty Acid Degraded*), Pengungkit Setana, Emisi Gas Buang.**

### ABSTRACT

Rising incomes implications for the growth of motor vehicles. So that the resulting exhaust emissions increase. Diesel engine exhaust contains particulates. One effort to reduce exhaust gas emissions are modifying fuel. Volatile Fatty Acid Additives Degraded (VFAD) consists of a variety of compounds that increase the cetane number of diesel such as naphthalene, toluene, methyl nitrate esters, and chelating agents. This study was to determine the opacity and exhaust emissions in diesel engines Nissan D22. This study uses descriptive analysis, accelerated testing is done with a round without a load (*free running acceleration*) with the valve open 30% (*full open throttle valve*). The fuel used is diesel fuel (standard group) and the experimental group is a mixture of diesel with additives with variation 1 ml, 2 ml, 3 ml, and 4 ml per liter for diesel fuel. The mixing process in order homogeneous blending. Then tested at engine speed 1000 rpm to 3000 rpm to 500 rpm range. Based on the research concluded the use of mixtures of diesel fuel with VFAD (1 ml, 2 ml, 3 ml and 4 ml) at Nissan Diesel Engine D - 22 better than the pure diesel exhaust emissions in terms of the mixture of 2 ml. This is evidenced by a decrease in CO 2 ml VFAD optimum obtained with a reduced percentage of 66.67 %. Optimal CO<sub>2</sub> VFAD 2 ml with an increased percentage of 71.43 % O<sub>2</sub> VFAD optimal at 2 ml with a reduced percentage of 75.00 %. Optimal opacity on VFAD 2 ml of 57.7 % bosch the percentage decrease of 1.37 %, and meet environmental regulations state minister number 5 in 2006.

**Key words: VFAD (*Volatile Fatty Acid Degraded*), Cetane Levers, Exhaust Gas Emissions.**

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia yang terus meningkat telah menyebabkan bertambah besar penggunaan bahan bakar terutama bahan bakar minyak (BBM). Sedangkan jumlah cadangan minyak

bumi mulai semakin menurun. Cadangan minyak berada di level 1,258 triliun barrel pada akhir tahun 2008, turun dibandingkan dengan 1,261 triliun barrel pada tahun sebelumnya. Penurunan cadangan minyak disebabkan oleh dua faktor utama yaitu eksploitasi minyak

selama bertahun-tahun dan minimnya eksplorasi atau survei geologi untuk menemukan cadangan minyak terbaru. Emisi gas buang yang dihasilkan oleh suatu motor bakar tergantung dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi di dalam ruang bakar (combustion chamber). Ini berarti semakin baik kualitas dari suatu bahan bakar, maka emisi gas buang yang dihasilkan akan semakin rendah. Upaya meningkatkan efisiensi proses pembakaran dalam ruang bakar baik mesin bensin ataupun mesin diesel dilakukan melalui berbagai cara. Salah satunya menggunakan solar dengan nilai setana tinggi menjadi mutlak. Namun harga bahan bakar dengan nilai setana yang tinggi seperti Dex sangatlah mahal sehingga membebani rakyat.

*Volatile Fatty Acid Degraded* (VFAD) atau Asam lemak adalah senyawa dengan gugus karboksil. Bersama-sama dengan gliserol, merupakan penyusun utama minyak nabati atau lemak dan merupakan bahan baku untuk semua lipida pada makhluk hidup. Asam ini mudah dijumpai dalam minyak goreng, margarin, atau lemak hewan dan menentukan nilai gizinya. Secara alami, asam lemak bisa berbentuk bebas (karena lemak yang terhidrolisis) maupun terikat sebagai gliserida.

*Volatile Fatty Acid Degraded* (VFAD) atau Asam lemak diharapkan mampu mengungkit nilai setana bagi solar, sehingga pembakaran akan lebih sempurna dibanding dengan menggunakan bahan bakar solar maupun dex sehingga diharapkan emisi gas buang semakin rendah dan konsumsi BBM semakin irit.

Berdasarkan latar belakang di atas diperlukan pengungkit setana (*cetane booster*).

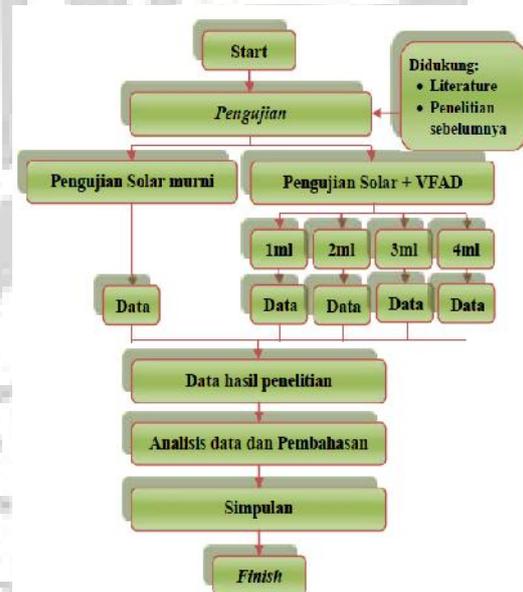
Salah satunya adalah pengungkit setana yang terbuat dari *Volatile Fatty Acid Degraded* (VFAD) yang dapat mengungkit nilai setana sehingga dapat mereduksi emisi gas buang yang dihasilkan mesin diesel.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan emisi gas buang Mesin Diesel Nissan D-22 yang berbahan bakar campuran VFAD dengan solar dan solar murni meliputi CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan opasitas.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah pemanfaatan *Volatile Fatty Acid Degraded* sebagai campuran solar untuk menurunkan Emisi Gas Buang Mesin Diesel Nissan D-22, selain itu juga ramah lingkungan.

**METODE**

**Rancangan Penelitian**



Gambar 1. Rancangan Penelitian

**Variabel Penelitian**

- Variabel bebas

Variabel bebas atau disebut dengan *independent variable* dalam penelitian ini adalah solar murni dan campuran solar

murni dengan (VFAD) (1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4ml).

- Variabel Terikat

Variabel terikat atau hasil disebut dengan *dependent variable* dalam penelitian ini adalah CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan opasitas.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol disebut pembanding hasil penelitian eksperimen yang dilakukan.

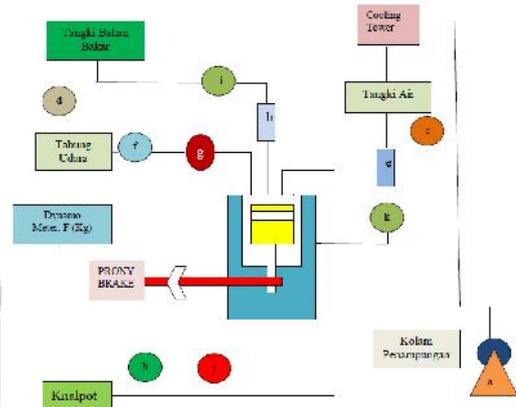
Variabel kontrol dalam penelitian ini ialah:

- Mesin Diesel Nissan D-22 dengan variasi putaran mesin 1000 rpm sampai 3000 rpm, dengan *range* putaran 500 rpm.
- Temperatur oli mesin saat pengujian 60°C (temperatur optimal kerja mesin).
- Temperatur udara sekitar 25-35 °C.
- Kelembaban udara (*humidity*) 60 %.

### Instrumen Penelitian

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin Diesel Nissan D-22 dengan spesifikasi motor diesel untuk percobaan:

- Merk: Nissan, Tokyo Co Ltd
- Model: DWE – 47 – 50 – HS – AV
- Siklus: 4 langkah
- Jumlah silinder: 4 buah
- Volume langkah torak total: 2164 cm<sup>3</sup>
- Diameter silinder: 83 mm
- Panjang langkah torak: 100 mm
- Perbandingan kompresi: 22 : 1
- Bahan bakar: solar
- Pendingin: air
- Daya poros: 47 BHP/3200 rpm
- Negara pembuat: JEPANG



Gambar 2. Instrumen Penelitian

Instrumen pengukur yang tersedia dalam instalasi percobaan motor bakar diantaranya adalah prony brake, rpm meter (tachometer), *orsat apparatus*, *smoke opacity meter* dan temperatur air pendingin, pengukur temperatur pada berbagai titik ukur dan lain-lain.

### Metode Pengujian

Untuk mendapatkan data penelitian yang akurat, metode pengujian dilakukan berdasarkan standar. Metode pengujiannya yaitu diakselerasi tanpa beban (*free running acceleration*). Standar pengukuran emisi gas buang berdasarkan SAE-J1667 (*snap acceleration test procedure*).

### Prosedur Pengujian

- Persiapan awal
  - Nyalakan pompa pengisi untuk mengisi air dalam tangki sampai level air mencapai tinggi aman.
  - Buka keran air pada pipa-pipa yang mengalirkan air ke mesin dan ke *dynamometer* dengan memutar keran searah jarum jam.
  - Nyalakan stop kontak untuk menyalakan mesin.
  - Tekan *power switch* untuk menghidupkan alat-alat ukur.

- Posisikan saklar pada alat ukur pada posisi ON.
- Atur debit air yang mengalir pada *flow meter* pada debit tertentu dengan mengatur bukaan keran pada *flow meter*.
- Hidupkan alarm *dynamometer* yang akan memberitahu jika terjadi *overheating* dan level air kurang.
- Nyalakan *dynamo power control* dan atur kondisi poros mesin dalam keadaan tanpa beban.
- Cara menghidupkan mesin
  - Setelah semua persiapan diatas dipenuhi, nyalakan kunci kontak pada posisi memanaskan mesin terlebih dahulu sampai *indicator glow signal* memijar.
  - Putar posisi kunci ke posisi START sambil *throttle valve* dibuka sedikit sampai mesin menyala (seperti menyalakan mesin mobil).
  - Setelah mesin menyala biarkan mesin berjalan beberapa saat untuk menstabilkan kondisi mesin.
- Cara mengambil data
  - Atur bukaan *throttle* pada bukaan yang diinginkan dengan membaca *throttle valve indicator* (%)
  - Atur putaran mesin (rpm) dengan mengatur pembebanan pada *dynamometer* sampai mendapatkan putaran yang diinginkan (1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm).
  - Tunggu kondisi mesin stabil kemudian lakukan pengambilan data untuk semua data yang diperlukan.

**Teknik Analisis Data**

Analisa data dilakukan dengan metode deskripsi dengan diakselerasi tanpa beban (*free running acceleration*) yang berpedoman pada standar SAE-J1667 yaitu “*snap acceleration test procedure*”. yaitu dengan mendeskripsikan atau menggambarkan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai realita yang diperoleh selama pengujian. Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya dideskripsikan dengan kalimat sederhana sehingga mudah dipahami.

47

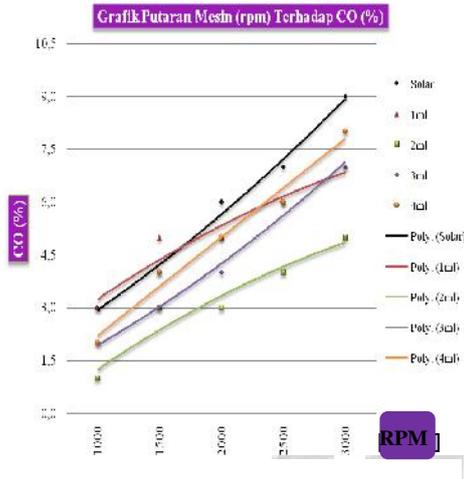
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karbonmonoksida**

Hubungan antara putaran mesin dengan CO pada pemakaian bahan bakar solar murni dan campuran solar dengan VFAD 1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml seperti terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Tabel 1. Hasil Pengujian Karbonmonoksida Berbahan Bakar Solar Murni Dan Campuran Solar Dengan VFAD (1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4ml)

Putaran (rpm)	CO (% vol)				
	S	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml
1000	3	3	1	2	2
1500	4	5	3	3	4
2000	6	5	3	4	5
2500	7	6	4	6	6
3000	9	7	5	7	8



Gambar 3. Hubungan antara putaran mesin terhadap karbonmonoksida

Karbonmonoksida terendah yang dihasilkan oleh Mesin Diesel Nissan D-22 dengan bahan bakar solar sebesar 3 % vol pada putaran 1000 rpm. CO terendah yang dihasilkan mesin ini berubah ketika menggunakan bahan bakar campuran solar dengan VFAD 1 ml, CO yang dihasilkan sebesar 3 %vol pada putaran 1000 rpm, solar dengan VFAD 2 ml CO yang dihasilkan sebesar 1 %vol pada putaran 1000 rpm, solar dengan VFAD 3 ml CO yang dihasilkan sebesar 2 %vol pada putaran 1000 rpm, dan solar dengan VFAD 4 ml CO yang dihasilkan sebesar 2 %vol pada putaran 1000 rpm.

Pada putaran yang semakin tinggi yaitu pada putaran 3000 rpm, grafik CO cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena Pada rpm tinggi, jeda waktu *delay ignition* pada saat penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar dengan terbakarnya bahan bakar sangat singkat, sehingga bahan bakar terbakar lebih cepat dikarenakan nilai setana yang lebih tinggi, selain itu pada rpm tinggi homogenitas campuran bahan bakar dengan udara tidak bisa dicapai dengan optimal.

Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran solar dengan VFAD 2 ml dapat menurunkan emisi CO yang dihasilkan Mesin Diesel Nissan D-22 dari pada menggunakan bahan bakar solar.

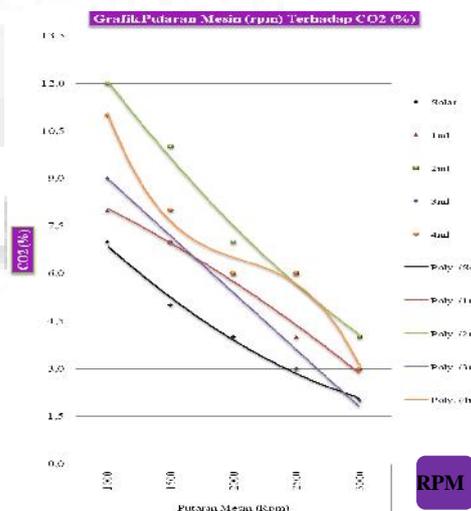
### Karbondioksida

Hubungan antara putaran mesin dengan CO<sub>2</sub> pada pemakaian bahan bakar solar dan campuran solar dengan VFAD 1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml seperti terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 2. Hasil Pengujian CO<sub>2</sub> Berbahan Bakar Solar Murni Dan Campuran Solar Dengan VFAD (1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml)

Putaran (rpm)	CO <sub>2</sub> (% vol)				
	S	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml
1000	7	8	12	9	11
1500	5	7	10	7	8
2000	4	6	7	6	6
2500	3	4	6	3	6
3000	2	3	4	2	3

Dari Gambar 4 terlihat bahwa secara umum bentuk grafik untuk bahan bakar Solar dan campuran solar dengan VFAD 1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml .



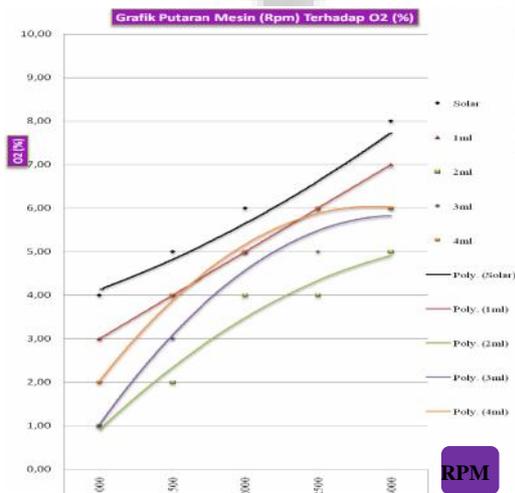
Gambar 4. Hubungan antara putaran mesin terhadap CO<sub>2</sub>

Pada putaran 1500-3000 rpm, grafik CO<sub>2</sub> mengalami penurunan. konsentrasi CO<sub>2</sub> dari 8 % vol menjadi 3 % vol untuk S<sub>1</sub>, 7 % vol menjadi 4 % vol untuk S<sub>2</sub>, 9 % vol menjadi 2 % vol untuk S<sub>3</sub>, 11 % vol menjadi 3 % vol untuk S<sub>4</sub>. Hal ini dikarenakan pada putaran 3000 rpm merupakan campuran bahan bakar krus dengan udara (oksigen) yang diperoleh untuk pembakaran sangat banyak tetapi pada putaran tinggi waktu pembakaran lebih singkat sehingga membentuk CO. Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran solar dengan VFAD 2 ml dapat meningkatkan daya efektif yang dihasilkan Mesin Diesel Nissan D-22 dari pada menggunakan bahan bakar solar.

**Konsentrasi Oksigen**

Tabel 3. Hasil Pengujian Konsentrasi O<sub>2</sub> Berbahan Bakar Solar Murni Dan Campuran Solar Dengan VFAD (1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml)

Putaran (rpm)	O <sub>2</sub> (% vol)				
	S	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml
1000	4	3	1	1	2
1500	5	4	2	3	4
2000	6	5	4	5	5
2500	6	6	4	5	6
3000	8	7	5	6	6



Gambar 5. Hubungan antara putaran mesin terhadap konsentrasi O<sub>2</sub>

Kosentrasi O<sub>2</sub> terendah dengan menggunakan bahan bakar solar dihasilkan pada putaran 1000 rpm sebesar 4 % vol. O<sub>2</sub> yang dihasilkan ketika menggunakan bahan bakar campuran solar dengan VFAD 1 ml mengalami penurunan menjadi 3 % vol pada 1000 rpm, pada solar dengan VFAD 2 ml O<sub>2</sub> mengalami penurunan menjadi 1 % vol pada putaran 1000 rpm, pada solar dengan VFAD 3 ml O<sub>2</sub> mengalami penurunan menjadi 1 % vol pada 1000 rpm, pada solar dengan VFAD 4 ml O<sub>2</sub> mengalami penurunan menjadi sebesar 2 % vol pada 1000 rpm. Grafik O<sub>2</sub> mengalami peningkatan seiring putaran mesin yang semakin tinggi.

Pada gambar 5 diatas menghasilkan konsentrasi O<sub>2</sub> terendah pada S2, hal ini berarti konsentrasi O<sub>2</sub> pada proses pembakaran pasti memerlukan oksigen (O<sub>2</sub>). Proses pembakaran dikatakan pembakaran sempurna jika oksigen yang digunakan untuk proses pembakaran habis terbakar dan menghasilkan senyawa CO<sub>2</sub>. Jika semakin cepat putaran mesin, semakin cepat pula proses pembakaran yang terjadi dan semakin besar juga konsentrasi O<sub>2</sub> yang dihasilkan karena piston tidak cukup waktu untuk membakar semua bahan bakar dan udara.

**Opasitas**

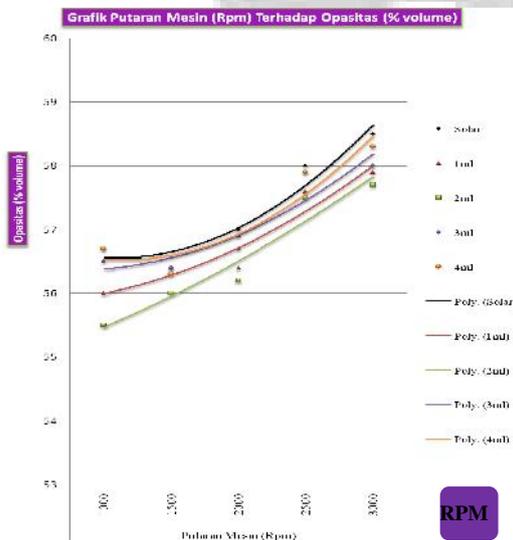
Hubungan antara putaran dengan opasitas pada pemakaian bahan bakar solar dan campuran solar dengan VFAD 1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml seperti terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 6.

Sedangkan pada putaran 3000 rpm pada solar variasi diatas mengalami kenaikan menjadi 57,9% bosch, 57,7% bosch, 58,0% bosch, 58,3% bosch. Hal ini dapat dilihat dari semakin cepat putaran mesin, semakin cepat pula proses

pembakaran yang terjadi dan semakin besar juga tingkat opasitas yang dihasilkan karena piston tidak cukup waktu untuk membakar semua bahan bakar dan udara.. Laju perubahan pada emisi gas buang opasitas pada solar variasi S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> dan S<sub>4</sub> dibandingkan dengan solar murni mengalami penurunan sebesar 1,03%, 1,37%, 0,85%, 0,34% pada putaran 3000 rpm. Hal ini membuktikan terjadi penurunan tingkat opasitas pada S<sub>2</sub> dikarenakan pada campuran ini sangat ideal yang menghasilkan pembakaran sempurna.

Tabel 4. Hasil Pengujian Opasitas Berbahan Bakar Solar Murni Dan Campuran Solar Dengan VFAD (1 ml, 2 ml, 3 ml dan 4 ml).

Putaran (rpm)	Opasitas (%bosch)				
	S	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml
1000	56,7	56,0	55,5	56,5	56,7
1500	56,4	56,4	56,0	56,4	56,3
2000	57,0	56,4	56,2	56,7	56,9
2500	58,0	57,6	57,5	57,9	57,9
3000	58,5	57,9	57,7	58,0	58,3



Gambar 6. Hubungan antara putaran mesin dengan opasitas

Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran solar dengan

VFAD 2 ml dapat menurunkan tingkat opasitas yang dihasilkan Mesin Diesel Nissan D-22 dari pada menggunakan bahan bakar solar.

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Penggunaan bahan bakar campuran solar dengan VFAD 2 ml lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar solar dari segi emisi gas buang pada mesin diesel. Hal ini dibuktikan dengan:
  - Penurunan karbonmonoksida (CO) pada VFAD 2ml sebesar 1% vol dengan penurunan presentase sebesar 66,67% pada putaran 1000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
  - Peningkatan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) pada VFAD 2ml sebesar 12%vol dengan peningkatan presentase sebesar 71,43% pada putaran 1000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
  - Penurunan konsentrasi oksigen (O<sub>2</sub>) pada VFAD 2ml sebesar 1%vol dengan penurunan presentase sebesar 75,00% pada putaran 1000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
  - Penurunan tingkat opasitas yang dihasilkan pada VFAD 2ml sebesar 57,7 %vol dengan peningkatan persentase sebesar 1,37% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.

## Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan dan analisa data serta pengambilan simpulan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Penelitian ini dilakukan pada Mesin Diesel Nissan D-22, diharapkan ada penelitian lanjutan dengan menggunakan mesin diesel lain dengan syarat syarat sesuai perbandingan kompresi yang ditentukan.
- Pengambilan data harus sesuai dengan prosedur pengujian terutama pada saat pengujian pada emisi gas buang disarankan untuk pengujian opasitas dilakukan di Bengkel Laras Imbang Jl. Raden Saleh Surabaya.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. Asam lemak, (online),  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Asam\\_lemak](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_lemak),  
diakses pada 19 Mei 2013.

Arismunandar, Wiranto, Motor Diesel Putaran Tinggi, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 1993.

Hardjono. A. 2001. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Obert, Edward F. 1973. *Internal Combustion Engine and Air Pollution*. Third Edition. New York: Harper & Row, Publisher, Inc.

Supadi, dkk. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program SI*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.

Toyota Astra Motor. 1995. *Training Manual New Step 2*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.

Toyota Astra Motor. 2010. *Training Manual New Step 1*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor