

PENGARUH PEMBERIAN ADITIF TERHADAP PRESTASI MESIN DIESEL OM 444LA

Audri D. Cappenberg

Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

e-mail : audrideacy@yahoo.com

ABSTRAK

Motor diesel banyak digunakan sebagai motor penggerak. Untuk pengoperasian motor digunakan bahan bakar diesel yang merupakan bahan bakar cair. Bahan bakar diesel (solar) diproduksi sesuai persyaratan mutu yang telah ditetapkan. Namun ada juga upaya untuk meningkatkan kualitasnya yaitu dengan menambahkan zat adiktif kedalam bahan bakar. Sehubungan dengan penambahan zat adiktif pada bahan bakar, maka diadakan pengujian untuk mengetahui pengaruhnya terhadap prestasi kerja motor, yaitu konsumsi bahan bakar (FC) dan daya poros mesin (BHP)

Pengujian dilakukan dengan penambahan zat adiktif secara bervariasi yaitu dari 0.2 % sampai dengan 1 %. Hasilnya adalah terjadi penurunan konsumsi bahan bakar bila dibandingkan dengan bahan bakar yang tidak menggunakan adiktif dan peningkatan daya poros (BHP).

Pada penambahan adiktif 0.2% sampai dengan 1 % terjadi penurunan konsumsi bahan bakar antara 0.123 l/h (dari 6 l/h menjadi 5.877 l/h) sampai dengan 0.24 l/h (6 l/h menjadi 5.76 l/h). Untuk daya poros terjadi peningkatan antara 0.25 PS (dari 22.232PS menjadi 22.732PS) sampai 0.5 PS (dari 22.232 PS menjadi 22.732 PS), dan ada penurunan sebesar 0.5 PS pada penambahan zat adiktif 1%.

Kata kunci : bahan bakar diesel, zat adiktif dan prestasi motor

Latar belakang

Penggunaan motor diesel sebagai penggerak utama cukup banyak, baik untuk kendaraan , alat-alat berat maupun pembangkit daya listrik. Hal ini disebabkan karena pemakaian bahan bakar lebih rendah, harganya murah dan menghasilkan daya yang cukup besar, disamping itu gas buang yang dihasilkan tidak banyak mengandung unsur-unsur beracun yang berpengaruh pada lingkungan dan manusia.

Untuk mengoperasikan motor diesel, digunakan bahan bakar cair (minyak diesel). Mutu bahan bakar ini ditentukan oleh angka setana. Bahan bakar diesel yang tersedia memiliki angka setana yang berbeda-beda. Angka setana yang rendah dapat mengakibatkan unjuk kerja motor/kendaraan rendah/kurang baik. Untuk meningkatkan kinerja motor/kendaraan maka kualitas bahan bakar harus ditingkatkan yaitu dengan menggunakan zat aditif. Penambahan zat aditif pada minyak diesel harus sesuai dengan perbandingan yang telah ditetapkan. Untuk menghasilkan unjuk kerja mesin yang optimal, maka penambahan zat aditif ke bahan

bakar diesel harus diukur dengan perbandingan tertentu. Untuk itu dilakukan pengujian berupa presentase penambahan zat aditif yang tepat, sehingga dapat meningkatkan kinerja mesin.

Identifikasi masalah

Peningkatan kinerja mesin dapat dipenuhi jika bahan bakar yang digunakan memiliki kualitas yang baik. Penambahan zat aditif dengan perbandingan yang tepat dapat meningkatkan kualitas bahan bakar.

Presentasi penggunaan zat aditif harus disesuaikan dengan volume bahan bakar, karena akan berpengaruh juga terhadap kinerja mesin

Untuk mendapatkan presentasi zat aditif yang tepat maka akan diuji untuk beberapa prosentasi.

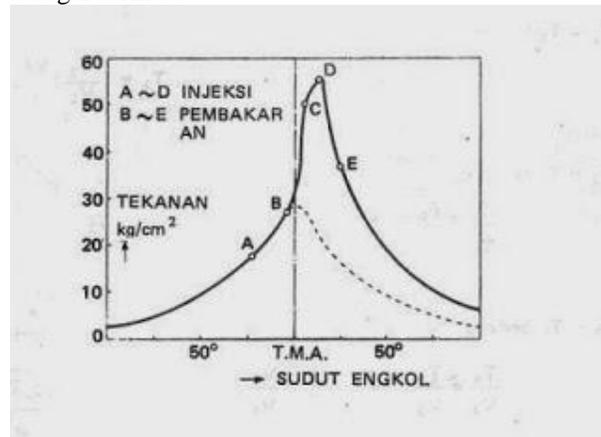
Tujuan

Berapa besar pengaruh penambahan zat aditif pada bahan bakar diesel sehingga meningkatkan kinerja motor diesel

Teori dasar

Pembakaran dalam motor diesel terjadi hampir serentak di semua tempat. Bahan bakar yang diinjeksi berbentuk partikel-partikel dengan berbagai ukuran dan temperature yang berbeda sesuai posisi partikel berada. Dengan demikian pembakaran dimulai dari tempat dengan kondisi campuran dan temperatur yang sudah memenuhi syarat.

Proses pembakaran pada motor diesel berlangsung sebagai berikut :



- Periode persiapan pembakaran (ignition delay period) (A-B)
Merupakan periode awal pembakaran dimana partikel bahan bakar yang halus menguap dan bercampur dengan udara, sehingga terbentuk campuran yang mudah terbakar. Tekanan naik sesuai gerakan engkol.
- Periode pembakaran cepat (B-C)
Akhir periode pertama di beberapa tempat campuran yang sangat mudah menyala mulai terbakar. Penyebaran api berlangsung cepat sehingga terjadi letupan dan tekanan di dalam silinder naik dengan cepat. Kenaikan tekanan dalam periode ini tergantung dari jumlah campuran yang terbentuk pada periode pertama.
 - Periode pembakaran langsung (C-D)
Bahan bakar langsung terbakar setelah disemprotkan. Pembakaran dapat dikontrol dengan sejumlah bahan bakar yang disemprotkan pada periode ini dan disebut periode pembakaran terkendali.
 - Periode pembakaran lanjutan (D-E)
Penyemprotan bahan bakar berakhir pada titik D. bahan bakar yang belum terbakar

akan terus terbakar (E). Jika periode ini terlalu panjang, maka temperature gas buang akan bertambah dan daya guna akan turun.

Bila keterlambatan pembakaran diperpanjang, maka sejumlah bahan bakar akan segera menyala dan pada periode kedua akan terjadi penyebaran api secara berlebihan. Kenaikan tekanan sangat cepat dan mengakibatkan detonasi. Untuk mengatasi detonasi maka diusahakan agar tidak terjadi kenaikan temperatur dengan membuat campuran dapat terbakar pada temperatur rendah, yaitu memperpendek masa pengapian atau mengurangi jumlah bahan bakar yang disemprotkan selama masa pengapian.

Daya poros

Daya poros merupakan daya penggerak. Didapat dengan melakukan pengukuran momen putar atau torsi (T) dengan dynamometer dan putaran poros (n) dengan menggunakan tachometer. Selanjutnya daya poros dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$N_e = \frac{2\pi n}{60} \times T \times \frac{1}{75} \dots \dots \dots (PS)$$

Pemakaian bahan bakar spesifik

Pemakaian bahan bakar spesifik adalah jumlah bahan bakar terpakai persatuan waktu dibagi oleh daya yang dihasilkan.

Karakteristik bahan bakar

Bahan bakar diesel merupakan hasil dari penyulingan minyak bumi (crude oil). Komposisi minyak diesel C₁₆H₃ (normal setana) dan memiliki kadar sulfur lebih besar dari 1%. Karakteristik penting dari minyak diesel yang berpengaruh pada unjuk kerja adalah :

- **Angka setana (Cetane number)**
Angka setana menentukan mutu bahan bakar yang berhubungan dengan kualitas penyalan. Angka setana dapat didefinisikan sebagai presentase volume normal setana (C₁₆H₃₄) dalam campurannya dengan a-methyl naphthalena (C₁₀H₂CH₃). Angka setana mempengaruhi penyalan

motor sewaktu dingin, pembakaran, deposit, bunyi motor dan bau. Motor dengan putaran tinggi memerlukan angka setana lebih tinggi, agar mengatasi detonasi (knocking)

- **Aditif**

Aditif adalah zat tambahan yang dicampur dalam bahan bakar (dalam tangki bahan bakar) untuk maksud tertentu. Aditif yang biasanya dicampur kedalam bahan bakar solar dimaksudkan untuk memperbaiki karakteristik dari bahan bakar yang bertujuan memperbaiki unjuk kerja mesin.

Jenis – jenis aditif yang biasa ditambahkan ke solar adalah :

Aditif pengurang asap (*smoke reduce additives*)

Proses pembakaran di dalam ruang bakar menghasilkan gas buang yang dilepaskan ke atmosfer. Pada proses pembakaran dapat terjadi dekomposisi karena butir-butir bahan bakar yang disemprotkan terlalu besar atau beberapa butir terkumpul jadi satu. Dekomposisi menyebabkan terbentuknya karbon-karbon padat (angus) Karena pemanasan udara bertemperatur tinggi, tapi penguapan dan pencampuran dengan udara di dalam silinder tidak berlangsung sempurna. Terutama dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan yaitu saat daya mesin akan diperbesar, misalnya saat terjadi akselerasi, maka akan terjadi angus. Jika angus terlalu banyak maka gas buang yang keluar dari mesin berwarna hitam dan mencemari udara. Selain itu yang dapat mencemari lingkungan adalah hidrokarbon yang tidak terbakar (UHC : unburned hydrocarbon) CO, NO₂ dan NO_x . untuk mengurangi asap hitam, digunakan aditif pengurang asap. Disamping mengurangi asap juga membersihkan injector. Efek samping dari aditif ini adalah deposit pada ruang bakar, Karena mengandung unsure metal seperti Barium.

Aditif yang memperbaiki pembakaran (*ignition improver additives*)

Aditif ini juga dinamakan aditif penambah bilangan setana, karena menaikkan angka

setana bahan bakar solar. Makin tinggi angka setana, semakin pendek waktu kelambatan penyalaan (delay period) dari saat injeksi bahan bakar kedalam ruang bakar dengan waktu penyalaannya. Bahan bakar dengan setana tinggi relative lebih sedikit bahan bakar yang bercampur dengan udara didalam ruang bakar waktu kelambatan penyalaan dan sebagian besar bahan bakar akan terbakar sebagai nyala difusi terbuka.

Aditif penurunan temperature pembekuan (*pour point depressant additives*)

Aditif ini berguna memperbaiki kemampuan penyaringan bahan bakar diesel pada temperature rendah. Bahan bakar minyak pada temperature rendah akan cenderung terbentuk lilin yang menutup saringan bahan bakar, sehingga aliran bahan bakar akan terganggu atau terhenti. Aditif ini menurunkan ukuran Kristal lilin dan meningkatkan permeabilitas dari lilin yang tersaring di saringan bahan bakar, sehingga akan menunda pemampatan.

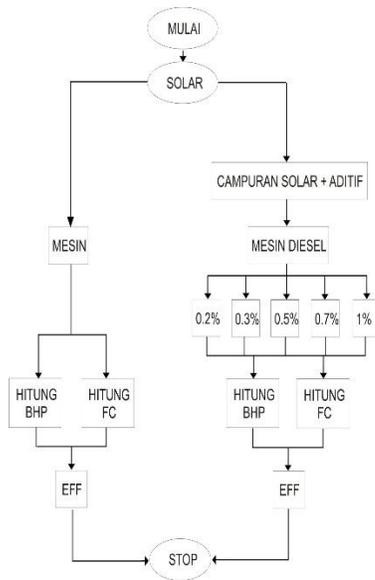
Aditif pembersih ruang bakar (*detergent additives*)

Aditif ini berfungsi membersihkan ruang bakar dengan menghilangkan . endapan di ruang bakar. Bila temperature tinggi menjadi hot spot atau penyebab terjadinya pembakaran spontan, yang menyebabkan bahan bakar terbakar sebelum waktunya. Ini dapat menimbulkan detonasi pada dinding ruang bakar dan dapat merusak permukaan ruang bakar tersebut.

Metodologi Penelitian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan bakar solar yang dikeluarkan Pertamina. Selanjutnya pemberian adiktif ke bahan bakar dibuat variatif. Pengujian juga dilakukan dengan variasi putaran mesin dan beban tetap. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan prestasi mesin dengan bahan bakar

solar dengan dan tanpa adiktif. Pengujian dilaksanakan menurut diagram alir dibawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pengumpulan data dan pengukuran

Pengumpulan data dilakukan pada parameter beban konstan dan parameter putaran motor bervariasi

Deskripsi Alat uji

- Mesin uji yang digunakan adalah mesin diesel 4 tak , model OM 444 La, dengan pendingin air.
- Termometer untuk mengukur temperatur masuk dan keluar air pendingin dengan batas pengukuran 0 – 100°C.
- Pengukur konsumsi bahan bakar tipe skewer dengan 3 buret berbentuk bola dengan kapasitas 30cc, 50cc dan 100cc, dan stopwatch untuk pengukuran waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar.
- Gelas ukur 2500 ml untuk mengukur bahan bakar solar dan gelas ukur 100 ml untuk mengukur zat aditif.

Persiapan sampel

Untuk zat aditif disiapkan masing-masing 5ml, 7.5ml, 12.5ml, 17.5ml dan 25ml, sedangkan untuk solar disiapkan 2500ml.

Mekanisme pencampuran

Pencampuran solar dan zat aditif dilakukan sebagai berikut :

Solar 2500ml dimasukkan ke gelas ukur, kemudian masukkan zat aditif sesuai prosentase yang telah ditetapkan. Aduk campuran tersebut sehingga merata.

Campuran solar dan zat aditif yang telah tercampur dituangkan kedalam tangki bahan bakar. Perbandingan campuran disediakan dalam tabel berikut;

Prosentase campuran (%)	Volume aditif (ml)	Rasio volume aditif (ml)
Solar 100	0	-
Solar+aditif (0.2)	5	1 : 485
Solar+aditif (0.3)	7.5	1 : 335
Solar+aditif (0.5)	12.5	1 : 197
Solar+aditif (0.7)	17.5	1 : 143
Solar+aditif (1)	25	1 : 100

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran dilakukan beberapa kali. Data yang diperoleh dihitung dan mendapatkan prestasi kerja motor. Hasil pengukuran termuat dalam tabel .

Tabel 1. Data hasil uji coba

No	Volume (ml)	% aditif	P ₁ - P ₂ (mmHg)	n (rpm)
1	2,500	0	18.5	1780
2	2,500	0.2	17.5	1765
3	2,500	0.3	18.5	1800
4	2,500	0.5	19	1820
5	2,500	0.7	18.5	1800
6	2,500	1	18	1740

t (s)	b (cc)	W (kg)	T (°C)
48	80	25	33
49	80	25	32
49	80	25	33
50.5	80	25	33
49	80	25	32
50	80	25	33

Pengolahan data

- Konsumsi udara masuk
Untuk mengukur laju aliran udara ke silinder digunakan *surge tank*. Koefisien discharge dan diameter irifice didapat dari data peralatan, dan aliran udara masuk ke silinder dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$G_s = \alpha \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{2 \cdot g \cdot \gamma_a (P_1 - P_2)}$$

dimana :

$$\gamma_a = \gamma_n \cdot \frac{P_a - \gamma P_s}{760} \cdot \frac{273}{273 + \theta} + \phi \cdot \gamma_w$$

$$\alpha = 0.822 \text{ (koefisien discharge orifice)}$$

$$\phi = 62\% \text{ (humadity)}$$

$$\gamma_w = 0.03762 \text{ kg/m}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} \gamma_a &= 1.293 \frac{763 - 0.62 \cdot 39.9}{760} \frac{273}{273 + 33} + 0.62 \cdot 0.03762 \\ &= 1.1496 \text{ kg/m}^3 \\ G_s &= \\ 0.822 \cdot \frac{3.14}{4} (0.048^2) \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 1.1496 \cdot 18.5} \\ &= 0.0303 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Selanjutnya perhitungan konsumsi udara masuk (Gs) dengan variasi presentasi aditif termuat dalam tabel 2

Table 2 : Hasil perhitungan konsumsi udara masuk

No	Aditif, (%)	P ₁ - P ₂ (mmHg)	T (°C)	Pa (mmHg)	d (m)	G _s (kg/s)
1	0	18.5	33	763	0.048	0.0303
2	0.2	17.5	32	763	0.048	0.0294
3	0.3	18.5	33	763	0.048	0.0303
4	0.5	19	33	763	0.048	0.0306
5	0.7	18.5	32	763	0.048	0.0303
6	1	18	33	763	0.048	0.0298

- **Efisiensi charge (η_c)**

Efisiensi charge adalah perbandingan berat udara yang terisap pada temperature dan tekanan ruangan dengan berat udara pada volume langkah torak pada temperature dan tekanan udara standar (20°C dan 760 mmHg)

$$\eta_c = \frac{G_s \times a}{\gamma_o \times n \times V} \times 60 \times 100\%$$

dimana :

a : koefisien langkah

γ_o : 1.20 kg/m³

V : 3.819.10⁻³ m³

$$\eta_c = \frac{0.0303 \times 2}{1.2 \times 1780 \times 3.819 \times 10^{-3}} \times 60 \times 100\%$$

$$= 44.573 \%$$

Selanjutnya efisiensi charge untuk berbagai variasi aditif termuat dalam table 3

Tabel 3. Hasil perhitungan efisiensi charge

No	% aditif	G _s (kg/s)	n (rpm)	η _c (%)
1	0	0.0303	1780	44.573
2	0.2	0.0294	1765	44.952
3	0.3	0.0303	1800	44.077
4	0.5	0.0306	1820	43.593
5	0.7	0.0303	1800	44.077
6	1	0.0298	1740	45.598

Efisiensi volumetric

Efisiensi volumetric merupakan perbandingan antara massa udara actual selama langkah hisap dengan massa udara yang mengisi volume silinder pada temperatur dan tekanan atmosfer,

$$\eta_v = \frac{\text{massa udara aktual pada langkah hisap}}{\text{massa udara yg mengisi vol silinder pada kondisi atmosfer}}$$

Efisiensi volumetric adalah parameter yang penting karena menentukan besarnya daya yang dapat dihasilkan oleh mesin.

Semakin besar efisiensi volumetric, bahan bakar yang terbakar akan lebih sempurna dan memaksimalkan daya mesin.

$$\eta_v = \frac{G_s \times a \times 60}{\gamma_a \times N \times V} \times 100\%$$

$$\eta_v = \frac{0.0303 \times 2 \times 60}{1.1496 \times 1780 \times 3.819 \cdot 10^{-3}} \times 100\% = 46.527\%$$

Selanjutnya perhitungan η_v pada variasi aditif termuat dalam tabel berikut

Table 4. Hasil perhitungan efisiensi volumetrik

No	% aditif	G _s (kg/s)	n (rpm)	γ _a kg/m ³	η _v (%)
1	0	0.0303	1780	1.1496	46.527
2	0.2	0.0294	1765	1.1472	47.207
3	0.3	0.0303	1800	1.1496	46.012
4	0.5	0.0306	1820	1.1496	42.083
5	0.7	0.0303	1800	1.1472	46.012
6	1	0.0298	1740	1.1496	47.598

Konsumsi bahan bakar (FC)

Pengukuran bahan bakar menggunakan gelas buret yang sudah dikalibrasi. Gelas buret terdiri dari tabung yang didalamnya ada sekat dan antara tiap sekat yang berurutan volumenya yaitu 30 cc, 50 cc dan 100cc. Waktu yang diperlukan untuk pemakaian bahan bakar diukur dengan stopwatch.

Konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$FC = \frac{b}{t} \times \frac{3600}{1000} \quad (l/h)$$

Dengan menggunakan persamaan ini maka konsumsi bahan bakar termuat pada table berikut :

Tabel 5. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar

No	% aditif	t (s)	b (cc)	F _c (l/h)
1	0	48	80	6
2	0.2	49	80	5.877
3	0.3	49	80	5.877
4	0.5	50.5	80	5.76
5	0.7	49	80	5.82
6	1	50	80	5.877

Daya output (BHP) dan Torsi (T)

Keluaran daya motor dapat diukur dengan brake atau dinamometer. Keluaran daya motor adalah daya yang ditransmisikan melalui poros (daya kuda poros)/BHP.

BHP dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$BHP = \frac{2\pi \times W_f \times L \times N}{60 \times 75}$$

Torsi dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{BHP \times 716.2}{n}$$

Hasil perhitungan BHP dan torsi termuat dalam table berikut :

Tabel 6. Hasil perhitungan BHP dan Torsi

No	% aditif	n (rpm)	BHP (PS)	T (kg.m)
1	0	1780	22,232	8,95
2	0.2	1765	22,045	8,95
3	0.3	1800	22,482	8,95
4	0.5	1820	22,732	8,95
5	0.7	1800	22,482	8,95
6	1	1740	21,732	8,95

Pengaruh penambahan aditif terhadap konsumsi udara masuk

Penambahan aditif pada solar tidak terlalu berpengaruh terhadap konsumsi udara masuk. Rata-rata hampir sama dengan tanpa aditif yaitu 0.0303 kg/s. hanya pada penambahan aditif 0.2% dan 1% konsumsi udara masuk lebih rendah, yaitu 0.0294 kg/s dan 0.0298 kg/s. Temperatur dan tekanan udara masuk untuk semua penambahan aditif sama, sehingga dengan jumlah udara masuk yang rata-rata sama, tidak akan berpengaruh terhadap proses pembakaran. Jika kuantitas udara yang masuk

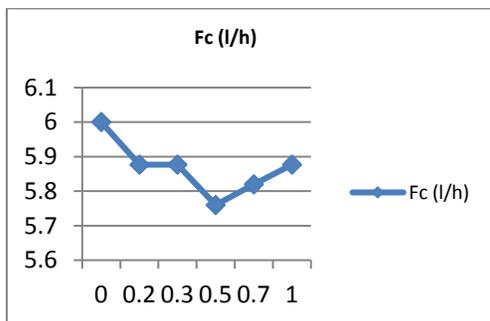
kurang, maka akan berpengaruh pada proses pembakaran (0.02% dan 1%)

Pengaruh penambahan aditif terhadap efisiensi charge dan efisiensi volumetric

Penambahan aditif rata-rata hampir sama dengan tanpa aditif, yaitu 44% untuk efisiensi charge dan untuk efisiensi volumetric bervariasi antara 46% dan 47%. Pada penambahan aditif 0.5%, efisiensi charge 43.59% dan efisiensi volumetric 42.08%. Efisiensi charge dan efisiensi volumetric sangat berpengaruh terhadap prestasi mesin.

Pengaruh penambahan aditif terhadap konsumsi bahan bakar (FC)

Penambahan aditif pada bahan bakar solar mengakibatkan penurunan konsumsi bahan bakar, penurunan tertinggi terjadi pada penambahan aditif 0.5 % dengan penurunan sebesar 0.24 l/h (tanpa aditif 6 l/h ke 5.76 l/h). Sedangkan untuk penambahan aditif untuk prosentase lainnya rata-rata sama yaitu 0.13 l/h (5.877 l/h). Grafik (1) menunjukkan hubungan antara prosentasi aditif dengan konsumsi bahan bakar.. Nilai konsumsi bahan bakar terendah (FC) adalah pada penambahan aditif 0.5 % dan konsumsi bahan bakar tertinggi pada bahan bakar solar tanpa menggunakan aditif.

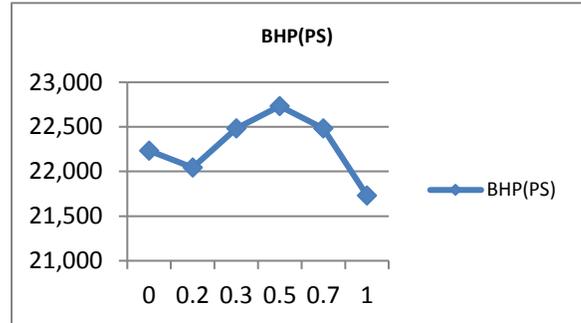


Grafik 1. Hubungan aditif dan konsumsi bahan bakar

Pengaruh penambahan aditif terhadap daya poros (BHP)

Dengan penambahan aditif pada solar, maka didapatkan daya poros (bhp) terbesar pada penambahan 0.5%, yaitu 22.732 PS, meningkat 0.5 PS dari daya poros tanpa menggunakan aditif (22.232 PS). Sementara penurunan daya terjadi

pada penambahan aditif 1%, yaitu 21.732 PS. Grafik (2) memperlihatkan pengaruh penambahan aditif terhadap peningkatan daya poros (BHP).



Grafik 2 . Hubungan aditif dan daya poros

Kesimpulan

Aditif yang digunakan adalah dengan karakteristik pembersih ruang bakar, penurunan temperatur pembekuan dan aditif pengurang asap, yang dapat meningkatkan prestasi mesin.

Penambahan aditif dengan variasi prosentase pada bahan bakar solar berpengaruh terhadap prestasi mesin, yaitu untuk konsumsi bahan bakar(FC) terjadi penurunan sebesar 0.24 l/h dari 6 l/h (tanpa aditif) menjadi 5.76 l/h, pada penambahan aditif 0.5 %, juga untuk daya poros (BHP), terjadi peningkatan 0.5 PS dari 22.232 PS (tanpa aditif) menjadi 22.732 PS. Sementara pada penambahan aditif 1% terjadi penurunan daya poros sebesar 0.5 PS, yaitu 21.732 PS.

Penambahan aditif pada solar tidak selamanya memberikan dampak positif terhadap prestasi mesin, karena dengan variasi pemberian aditif, pada prosentase tertentu prestasi mesin mengalami penurunan.

Daftar Pustaka

Arismunandar,W, Tsuda Koichi, 2004, "Motor Diesel putaran tinggi" Pradnya Paramita, Jakarta
 Arismunandar,W, "... "Penggerak mula motor bakar torak" ITB, Bandung
 Heywood, B John, 1988, "Internal Combustion Engine Fundamentals" McGraw-Hill

Maleev V,L, 1991,” Operasi dan pemeliharaan mesin diesel” Erlangga, Jakarta

Stone .Richard and Ball K Jeffrey, 2004”Automotive Engineering Fundamentals” SAE Internasional,,Amerika

Turns,R Stephen,2000”An Introduction to Combustion (Concepts and application)” McGraw-Hill