

TUGAS SARJANA

PENGUJIAN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN MINYAK JARAK DAN SOLAR DILIHAT DARI ASPEK DAYA DAN TORSI



Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1)
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Disusun Oleh

MUHAMMAD SYAROFUDDIN

L2E 303 393

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2010

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :

Nama : Muhammad Syarofuddin
NIM : L2E 303 393
Dosen Pembimbing I : Ir. Arijanto, MT.
Dosen Pembimbing II : Muchammad, ST. MT
Judul : Pengujian Alat Penghemat Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar Campuran Minyak Jarak dan Solar Dilihat dari Aspek Daya dan Torsi.

Isi tugas :

1. Melakukan survey pengaruh penggunaan Elektroliser *HHO* pada mesin diesel
2. Mempersiapkan mesin uji
3. Menentukan laju konsumsi bahan bakar dan laju konsumsi udara.
4. Mencatat perubahan torsi dan daya mesin.

Dosen pembimbing I

Ir. Arijanto, MT
NIP. 195301211983121001

Semarang, Februari 2009

Dosen Pembimbing II

Muchammad, ST. MT
NIP. 197303051997021001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “ **PENGUJIAN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN MINYAK JARAK DAN SOLAR DILIHAT DARI ASPEK DAYA DAN TORSI** ” telah disetujui dan disahkan pada :

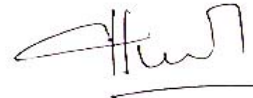
Hari : *Rabu*
Tanggal : *23-3-2010*

Pembimbing I



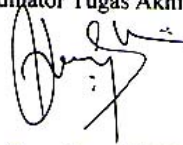
Ir. Arijanto, MT
NIP. 195301211983121001

Pembimbing II



Muchammad, ST, MT
NIP. 197303051997021001

Mengetahui,
A.n. Ketua Jurusan Teknik Mesin
Koordinator Tugas Akhir



Dr. MSK. Tony Suryo U, ST, MT
NIP. 197104211999031003

ABSTRAK

Syarofuddin, Muhammad. 2010; *Pengujian Alat Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Campuran Minyak Jarak dan Solar Dilihat dari Aspek Daya dan Torsi*. Tugas Akhir Bidang Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Tugas Akhir ini di bawah bimbingan Ir. Arijanto, MT dan Muchammad, ST. MT.

Kata kunci: Elektroliser HHO, performa, petrodiesel, dan minyak jarak.

Perkembangan teknologi industri dan transportasi, membuat kebutuhan energi bahan bakar semakin meningkat, tidak seimbang dengan cadangan minyak bumi sebagai bahan baku utama dalam pembuatan bahan bakar yang semakin menipis. Oleh karena itu dibutuhkan suatu cara untuk menghemat bahan bakar dan mencari energi pengganti, agar sektor industri dan transportasi tetap berjalan dengan baik, misalnya pada mesin diesel bahan bakar solar dapat digantikan dengan minyak jarak. Penelitian ini bertujuan untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut. Minyak solar atau petrodiesel dapat digantikan dengan minyak nabati, salah satu contohnya adalah minyak jarak karena minyak jarak mempunyai karakteristik sifat yang paling mirip dengan solar jika dibandingkan dengan minyak nabati yang lain. Namun kenyataannya minyak jarak belum bisa 100% menggantikan solar, disebabkan karena ada perbedaan karakteristik sifat antara keduanya. Oleh karena itu dilakukan proses pencampuran, dengan referensi dari peneliti-peneliti terdahulu didapatkan pencampuran terbaik dengan perbandingan 80% solar dan 20% minyak jarak. Setelah ditetapkan kadar campuran bahan bakar, kemudian dilakukan pengujian tahap I pada mesin diesel Isuzu Panther 2300 cc selama 10 jam. Setelah selesai pengujian tahap I, dilanjutkan pengujian tahap II dengan menambahkan alat penghemat Elektroliser HHO pada mesin uji dengan waktu yang sama. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat penghemat Elektroliser HHO terhadap performa mesin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin uji Isuzu Panther 2300 cc setelah dipasangkan alat penghemat Elektroliser HHO, performa mesin dan efisiensinya meningkat sebesar 6% - 28%, atau dapat dikatakan telah terjadi penghematan konsumsi bahan bakar.

ABSTRACT

Syarofuddin, Muhammad. 2010. "The Testing of Fuel Economizer Tool for Diesel Engine with Petrodiesel and Castor Oil Fuel Mixture Reviewed from the Aspect of Power and Torque." Final Project Energy Conversion. Mechanical Engineering Faculty of Engineering Diponegoro University. This Final Project is under the guidance of Ir. Arijanto, MT and Muchammad, ST. MT.

Key words: Electrolyzer HHO, Performance, Petrodiesel, and Castor Oil.

The development of technology industry and transportation, make the need of fuel getting larger, and it is not balanced with the reserve of petrol as a substance of fuel getting less and less. Because of that, it needs a way to economize the fuel and to look for an alternative energy, so the industry and transportation can be done well, for example in diesel engine the fuel can be replaced with castor oil. This research is to find the solution of the problem. Petrodiesel can be replaced with the phyto oils, one of them is castor oil. It has more identical characteristic with the petrodiesel than the other phyto oils. But in fact, the castor oil haven't replaced the petrodiesel 100% yet, because there is a different characteristic between the petrodiesel and the castor oil. So, the mixing is taken, with the references from previous researchers, it is got the best mix with the ratio 80% petrodiesel and 20% castor oil. After defining the ratio of mixing, then the first test is taken on the Isuzu Panther 2300cc diesel engine for 10 hours. After that, the second test by adding aconomizer tool Electrolyzer HHO on the diesel engine for the same time. The purpose of the testis to know thw influence of economizer tool Electrolyzer HHO toward the performance of the diesel engine. The result of the test shows that the performanceof the diesel engine after the economizer tool Electrolyzer HHO added increases and the efficiencyof the diesel engine also increases between 6%-28% or it can be said that there is a economizing of the consumption of the fuel.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PENGUJIAN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN MINYAK JARAK DAN SOLAR DILIHAT DARI ASPEK DAYA DAN TORSI”.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Ariyanto, MT selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Muchammad, ST, MT selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan petunjuk yang bermanfaat.
3. Dr. Dipl. Ing. Ir. Berkah Fajar T.K selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
4. Seluruh dosen, staff, dan kerabat Jurusan Teknik Mesin UNDIP yang mempunyai andil tidak kecil bagi kelancaran penulis dalam perkuliahan.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis membuka pintu selebar-lebarnya bagi sumbangan saran serta kritik yang bersifat membangun demi keberhasilan semuanya. Penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Semarang, Februari 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
NOMENKLATUR	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Alasan Pemilihan Judul	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Lingkup Pembahasan	4
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 DASAR TEORI	7
2.1. Sekilas Tentang Energi	7
2.1.1. Definisi Energi	7
2.1.2. Bentuk-bentuk Energi	8
2.2. Penggunaan Sumber Energi Alternatif	11
2.3. Mesin Pembakaran Dalam	12
2.4. Siklus Diesel (Diesel Tekanan Rata)	13
2.5. Siklus Aktual Motor Diesel	15
2.6. Ruang Bakar	16

2.6.1. Mesin Diesel dengan Penyemprotan Bahan Bakar Tidak Langsung (<i>Indirect Injection</i>)	16
2.6.1.1. Mesin Diesel dengan Ruang Bakar Kamar Muka	16
2.6.1.2. Mesin Diesel dengan Ruang Bakar Puser	17
2.6.2. Mesin Diesel dengan Penyemprotan Bahan Bakar Langsung (<i>Direct Injection</i>)	18
2.7. Teori Pembakaran	19
2.7.1. Konsep Pembakaran	19
2.7.2. Bahan Bakar	21
2.7.3. Bahan Bakar Diesel	22
2.7.3.1. Minyak Jarak	28
2.7.4. Penghemat Bahan Bakar <i>Electrolyzer</i> HHO	29
2.7.5. Persamaan Reaksi Pembakaran.....	33
2.7.6. Pencampuran Bahan Bakar Dengan Gas HHO (<i>Brown Gas</i>)	34
2.7.7. Jenis Pembakaran.....	37
2.7.8. Kelambatan Penyalaan Bahan Bakar	37
2.8. <i>Engine Friction</i>	40
2.9. Perpindahan Energi Panas Menjadi Kerja	41
2.10. Detonasi Diesel	43
2.11. Memodifikasi Mesin Diesel Menjadi Mesin Dwi Bahan Bakar (<i>Dual-Fuel Engine</i>)	44
2.12. Parameter Prestasi Mesin	44
2.12.1. Torsi dan Daya Pengereman	45
2.12.2. Tekanan Efektif Rata-rata	47
2.12.3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	48
2.12.4. Perbandingan Udara dan Bahan Bakar (<i>Air/Fuel Ratio</i>)	48
2.12.5. Efisiensi	49

BAB 3	PROSEDUR PENGUJIAN	52
3.1.	Diagram Alir Metodologi Pengujian	52
3.2.	Deskripsi Alat-alat Uji	53
3.2.1.	Mesin Uji	54
3.2.2.	Alat Uji Gas Buang	54
3.2.3.	Gelas Ukur	56
3.2.4.	<i>Stopwatch</i>	57
3.2.5.	Anemometer	57
3.2.6.	Dinamometer	58
3.2.7.	<i>Blower</i>	59
3.2.8.	<i>Tachometer</i>	60
3.3.	Kalibrasi Alat Uji	61
3.3.1.	Gelas Ukur.....	61
3.4.	Prosedur Pengujian	61
3.4.1.	Persiapan Pengujian	61
3.5.	Variabel dan Langkah Pengujian	62
3.6.	Variabel Pengujian	62
3.6.1.	Langkah Pengujian	62
3.7.	Metode Perhitungan	64
3.7.1.	Perhitungan Daya dan Torsi	64
3.7.2.	Konsumsi Bahan Bakar	64
3.7.3.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	65
3.7.4.	Kecepatan Udara	65
3.7.4.1.	Anemometer	65
3.7.4.2.	Konsumsi Udara	66
3.7.5.	Perhitungan AFR (<i>Air-Fuel Ratio</i>)	66
3.7.6.	Efisiensi	66
BAB 4	DATA PENGUJIAN DAN ANALISA	68
4.1.	Data Hasil Pengujian	68
4.1.1.	Data Pengujian Bahan Bakar 20% Minyak Jarak	

	Murni dan 80% Solar	68
4.1.2.	Data Pengujian Bahan Bakar 20% Minyak Jarak	
	Murni dan 80% Solar dengan Alat <i>Electrolyzer</i> HHO	69
4.2.	Pengolahan Data	69
4.2.1.	Perhitungan Daya dan Torsi	70
4.2.2.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	71
4.2.3.	Konsumsi Udara	71
4.2.4.	Perbandingan Antara Udara dengan Bahan Bakar (<i>Air-Fuel Ratio</i>)	72
4.2.5.	Efisiensi	73
4.3.	Analisa	74
4.3.1.	Prestasi Mesin	74
4.3.2.	Nilai Ekonomis	80
4.3.3.	Pengoperasian Mesin	82
BAB 5	PENUTUP	84
5.1.	Kesimpulan	84
5.2.	Saran	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Siklus Diesel Diagram P – V	14
Gambar 2.2.	Siklus Motor Diesel 4 Langkah.....	15
Gambar 2.3.	Siklus Aktual Diesel.....	16
Gambar 2.4.	Berbagai Macam Ruang Bakar Kamar Muka	17
Gambar 2.5.	Ruang Bakar Kamar Muka.....	17
Gambar 2.6.	Ruang Bakar <i>Turbulent</i> atau Kamar Pusaran.....	18
Gambar 2.7.	Beberapa Bentuk Ruang Bakar Kamar Pusaran	18
Gambar 2.8.	Berbagai Macam Ruang Bakar Kamar Pusaran	18
Gambar 2.9.	Beberapa Bentuk Rongga Pada Kepala Torak Mesin Diesel Putaran Tinggi Dengan Penyemprotan Bahan Bakar Secara Langsung.....	19
Gambar 2.10.	Skema Sistem Penyaluran Bahan Bakar Sampai Menjadi Gas Buang	20
Gambar 2.11.	Sistem Elektrolisa Secara Umum	30
Gambar 2.12.	Skema Pemasangan <i>Electrolyzer</i> HHO di Mobil.....	31
Gambar 2.13.	(a) Skema Pemasangan Pada Motor (b) Skema Pemasangan Pada Mobil.....	32
Gambar 2.14.	Diagram Indikator Hipotenik Dari Motor Diesel.....	38
Gambar 2.15.	Grafik Peristiwa <i>Knocking</i>	40
Gambar 2.16.	Diagram Aliran Energi Mesin Diesel.....	42
Gambar 2.17.	Dinamometer Hidraulik	46
Gambar 2.18.	Skema dari Prinsip Operasional <i>Dynamometer</i>	47
Gambar 2.19.	Grafik Performa Mesin	50
Gambar 3.1	Tahapan Dalam Proses Pengujian	52
Gambar 3.2.	Alat Pengujian.....	53
Gambar 3.3.	Mesin Uji Isuzu Panther 2300 cc	54
Gambar 3.4	Display Gas Analyzer Stargas 898.....	56
Gambar 3.5.	Gelas Ukur	56

Gambar 3.6.	<i>Stopwatch</i>	57
Gambar 3.7.	<i>Hot Wire Anemometer</i>	58
Gambar 3.8.	<i>Dynamometer Water Brake</i>	58
Gambar 3.9.	<i>Load Display</i>	59
Gambar 3.10.	Kipas Pendingin/ <i>Blower</i> Alat Uji.....	59
Gambar 3.11.	<i>Tachometer</i> Digital.....	60
Gambar 4.1.	Kurva Perbandingan Torsi Terhadap Putaran Mesin	74
Gambar 4.2.	Kurva Perbandingan Daya Terhadap Putaran Mesin	75
Gambar 4.3.	Kurva Perbandingan Laju Konsumsi Bahan Bakar per Torsi Terhadap Putaran Mesin	76
Gambar 4.4.	Kurva Perbandingan Laju Konsumsi Bahan Bakar per Daya Terhadap Putaran Mesin	77
Gambar 4.5.	Kurva Perbandingan AFR Terhadap Putaran Mesin	78
Gambar 4.6.	Kurva Perbandingan <i>Break Spesific Fuel Consumption (bsfc)</i> Terhadap Putaran Mesin	79
Gambar 4.7.	Kurva Perbandingan Effisiensi Konversi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin	80
Gambar 4.8.	Kurva Perbandingan Harga Per-kWh Terhadap Putaran Mesin	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar ASTM untuk Bahan Bakar Diesel	26
Tabel 2.2. Spesifikasi Bahan Bakar Solar Indonesia	27
Tabel 2.3. Perbandingan Antara Energi Maksimum Pembakaran yang Tersedia ¹ , a_o , dan Nilai Panas Pembakaran Rendah, q_c	28
Tabel 2.4. Komposisi Udara Dalam Atmosfer	34
Tabel 2.5. Pengaruh Variable Dalam Keterlambatan Nyala (<i>Delay Period</i>) ...	39
Tabel 2.6. Data Pengaruh variabel terhadap <i>Knocking</i>	40
Tabel 2.7. Keseimbangan Energi untuk Mesin <i>Automotive</i> pada Daya Maksimum	43
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Bahan Bakar campuran 20 % Minyak Jarak Murni dan 80 % Solar	68
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Bahan Bakar campuran 20 % Minyak Jarak Murni dan 80 % Solar dengan alat Elektrolizer HHO	69
Tabel 4.3. Penghematan Pemakaian <i>Electrolyzer</i> HHO Dilihat dari Nilai <i>sfc</i>	81
Tabel 4.4. Penghematan Pemakaian <i>Electrolyzer</i> HHO Dilihat dari Harga	82

NOMENKLATUR

Notasi	Keterangan	Dimensi
T	torsi	$N.m, kg.m$
P	daya	kW, Hp
F	gaya penyeimbang	N
m	beban	kg
b	jarak lengan torsi	m
g	gravitasi bumi	m/s^2
N	putaran mesin	rpm
V	volume bahan bakar yang dikonsumsi	cm^3
m_{bb}	laju aliran bahan bakar	kg/jam
$\rho_{premium}$	berat jenis premium	g/cm^3
$\rho_{methanol}$	berat jenis methanol	g/cm^3
t	waktu untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar	<i>detik</i>
sfc	konsumsi bahan bakar spesifik	$kg/kW.jam$
η_f	<i>fuel conversion efficiency</i>	$\%$
Q_{LHV}	harga panas rendah bahan bakar	kJ/kg
m_{udara}	laju aliran udara	kg/jam
ρ_{udara}	massa jenis udara	kg/m^3
A	luas penampang	m^2
v	kecepatan	m/s
AFR	perbandingan massa udara dan massa bahan bakar	
λ	AFR relatif	