

TUGAS SARJANA

Pengujian Alat Penghemat Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Minyak Jarak dan Solar Ditinjau dari Aspek Temperatur



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

Disusun Oleh

PRIYA EKO MARCH DANI

L2E 303 397

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :

Nama : Priya Eko March Dani
NIM : L2E 303 397
Dosen Pembimbing I : Ir. Arijanto, MT.
Dosen Pembimbing II : Muchammad ST, MT
Judul : Pengujian Alat Penghemat Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Minyak Jarak dan Solar Ditinjau dari Aspek Temperatur.

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. Menentukan temperatur gas buang mesin.

Dosen pembimbing I

Ir. Arijanto, MT
NIP. 131 353 692

Semarang, Januari 2010

Dosen Pembimbing II

Muchammad ST, MT
NIP. 132 162 549

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**Pengujian Alat Penghemat Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Minyak Jarak dan Solar Ditinjau dari Aspek Temperatur**” telah disetujui dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Arijanto, MT
NIP. 131 353 692

Muchammad ST, MT
NIP. 132 162 549

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

Dr. MSK Tony Suryo U. ST. MT
NIP. 132 231 137

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

- ➡ Jadikanlah sholat dan sabar sebagai penolong, sesungguhnya Allah SWT beserta orang-orang yang sabar (Q.S Al-Baqoroh Ayat 53)
- ➡ Dengan Ilmu kehidupan menjadi mudah dengan Seni kehidupan menjadi indah dan dengan Agama hidup menjadi terarah dan bermakna (H.N Mukti Ali)

PERSEMBAHKAN :

- ➡ Kedua orang tuaku, Bapak Didi Subadi dan Ibu Rukimah, yang selalu memberikan semangat dorongan baik material maupun spiritual, terimakasih atas kasih sayang serta cinta berbalut doa yang engkau berikan, terimakasih atas keringat yang selami ini telah engkau keluarkan, dan terimakasih atas nasehat, teladan yang telah engkau berikan.
- ➡ Adikku tercinta, Handwi Kusuma, yang selalu memberikan warna dan semangat dalam kehidupanku, yang senantiasa menerima segala apapun keberadaan dan harapanku.
- ➡ Sahabat hidupku tercinta “ Suparmi Nuringtyas Teki, S.Pd ” terima kasih telah menemaniku dalam suka maupun duka selama ini.
- ➡ Buat Teman-Teman Teknik Mesin 2003
- ➡ *Almamaterku* “Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang”.

SOLIDARITY FOREVER.....!!!!!!!!!!!!!!

ABSTRAK

Persediaan minyak bumi yang terus menipis mendorong manusia menjadi kreatif. Berbagai cara dilakukan untuk mengefisiensikan kinerja mesin sehingga pemanfaatan minyak bumi menjadi semakin efektif. Maka ada berbagai cara dengan penghematan dalam segala bidang, termasuk penghematan bahan bakar pada kendaraan bermotor. Untuk keperluan tersebut, maka dipakai alat penghemat bahan bakar.

Salah satu alat penghemat Elektroliser HHO adalah dengan menggunakan bahan bakar hidrogen (gas Brown). Penggunaan alat penghemat bahan bakar tentu akan mempengaruhi efek dari penggunaan alat penghemat tersebut pada temperatur mesin. Sehingga diharapkan hasil yang didapatkan dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sekaligus dapat mengurangi temperatur gas buang mesin. Yang pada akhirnya dapat mengurangi konsumsi minyak bumi,

Pengujian temperatur buang dilakukan pada isuzu panther model C2300 dengan bahan bakar solar dan minyak jarak. Selain itu dilakukan pengukuran emisi gas buang dengan menggunakan alat *thermocouple*. Dari hasil pengujian pada isuzu panther bahan bakar solar dan minyak jarak dengan penambahan alat penghemat Elektroliser HHO, cenderung menurunkan temperatur gas buang. Dengan penambahan alat penghemat Elektroliser HHO temperatur gas buang turun pada 1000 rpm = 10.52 % dan pada 2750 rpm = 15.46%. Kesimpulan dari pengujian ini dengan penambahan alat penghemat *Elektrolizer* HHO terjadi penghematan bahan bakar sebesar 16.5 %.

Kata Kunci : Elektroliser HHO, gas Brown, temperatur gas buang , mesin diesel.

ABSTRACT

The petroleum supply that becomes rarely can motivate the human becomes more creative. A lot of methods were did in order to make the work of machine become more effiecient, so the uses of petroleum more efective. Because of that, there a lot of method with economizing on any subject, including economizing on fuel in motorcycle. For that reason,then needed the economize's equipment.

The one of the economze's equipment Electrolizer HHO is the equipment that using Hydrogen fuel (Brown Gas). The using of economize's equipment surely will be have influence for the effect of that economize's equipment at engine temperature. With the result, not only can decreasing the consumption of fuel but also decreasing the engine emission temperature. Fnally, it can decrease the consumption of petroleum.

The trial of emission exhaust did in isuzu panther C2300 with diesel fuel. Besides, measured the emission exhaust using thermocouple. From the result of isuzu panther engine test, diesel fuel with addition Electrolizer HHO, thrifting tool tend to decrease the temperatur of engine. With the addition of Electrolizer HHO thrifting tool engine temperature decrease for to 1000 rpm = 10.52 % end to 2750 rpm = 15.46%. The conclusion from the testing of Electrolizer HHO thrifting tool addition in isuzu panther engine is decrease engine down economize's equipment diesel fuel with 16.5 %.

Key words : Elektrolizer HHO, Brown gas, engine emission temperature, diesel engine.

KATA PENGANTAR

Assalam' mualaikum.wr.wb

Puji syukur 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 BerBahan Bakar Campuran Minyak Jarak dan Solar Ditinjau dari Aspek Temperatur”**.

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

1. Dr. Ir. Berkah Fajar T.K, selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Arijanto, MT. selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Muchammad, ST, MT selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan petunjuk yang bermanfaat.
4. Ibu, Ayah dan Adik yang senantiasa memberikan kasih sayang, semangat, dan dukungan materiil maupun spirituil. Terima kasih atas segalanya.
5. Keluargaku tercinta atas kasih sayang, semangat, motivasi, doa, dan dukungannya.
6. Mas Broto selaku laboran Lab.Thermo-Fliuda yang banyak membantu penulis dalam melakukan pengujian.
7. Teman – teman yang berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas akhir khususnya dengan kelompok Rizal Oktayudi, Muchammad Syaroffudin, dan Komang Adi Candra.
8. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin angkatan 2003, atas dukungan, kebersamaan serta kisah suka duka selama perkuliahan.
9. Seluruh dosen, staff, dan kerabat Jurusan Teknik Mesin UNDIP yang mempunyai andil tidak kecil bagi kelancaran penulis dalam perkuliahan.
10. Semua pihak yang tak 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 mengharapkan memberikan saran serta kritik yang bersifat membangun demi keberhasilan semuanya. Penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya. Terima kasih.

Semarang, Desember 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
NOMENKLATUR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penulisan	1
1.3. Alasan pemilihan judul	2
1.4. Pembatasan Masalah	2
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Mesin Diesel	5
2.2. Siklus Kerja Motor Diesel	5
2.3. System Bahan Bakar	7
2.3.1. Sistem Pompa Pribadi	8
2.3.2. Sistem Distribusi	9
2.3.3. Sistem Akumulator	9
2.4. Komponen Bahan Bakar	10
2.4.1. Tengki Bahan Bakar	10
2.4.2. Saringan Bahan Bakar	10

2.4.3.	Pompa Tekanan Rendah	10
2.4.4.	Governor	11
2.4.5.	Solenoid Timer	13
2.4.6.	Distributor	13
2.4.7.	Pompa Tekanan Tinggi.....	13
2.4.8.	Nozel.....	15
2.5.	Ruang Bakar	15
2.5.1.	Mesin Desiel Dengan Ruang Bakar Terbuka	16
2.5.2.	Mesin Desiel Dengan Ruang Bakar Tertutup	16
2.6.	Teori pembakaran	17
2.6.1.	Konsep Pembakaran.....	17
2.6.2.	Jenis Pembakaran.....	19
2.7.	Bahan Bakar	19
2.7.1.	Pengunaan Sumber Alternatif	23
2.7.2.	Minyak Jarak	24
2.7.3.	Bahan Bakar Solar	26
2.8.	Penghemat Bahan Bakar Elektroliser HHO	31
2.9.	Reaksi Pembakaran	35
2.9.1.	Nilai Kalor Bahan Bakar	35
2.9.2.	Persamaan Reaksi Pembakaran	36
2.9.3.	Percampuran Bahan Bakar Solar Dengan Gas HHO	38
2.9.4.	Kelambatan Penyalaan Bahan Bakar.....	40
2.10.	<i>Engine Friction</i>	43
2.11.	Perpindahan Energi Panas Menjadi Kerja	44
2.12.	Dotonasi diesel	45
2.13.	Parameter prestasi mesin	46
2.13.1.	Tekanan Efektif Rata-Rata.....	46
2.13.2.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	47
2.13.3.	Perbandingan Udara Bahan Bakar (Air/Fual Ratio)	47
2.13.4.	Efisiensi	48
2.13.5.	Temperature	50

2.13.5.1. Temperatur Awal Kompresi (T_1).....	50
2.13.5.2. Temperatur Akhir Kompresi (T_2)	50
2.13.5.3. Temperatur Akhir Pembakaran (T_3)	51
BAB III PROSES PENGAMBILAN DATA	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 Pengukuran Suhu	54
3.2.3. Alat Uji Gas Buang	56
3.2.4. Gelas ukur	57
3.2.5. Stopwatch	58
3.2.6. Anemometer	58
3.2.7. Kipas Pendingin/ <i>Blower</i>	59
3.2.8. Tachometer	59
3.2.9. Dynamometer	61
3.3. Kalibrasi Alat Uji	61
3.3.1. Gelas Ukur	62
3.4. Prosedur dan Langkah Pengujian	62
3.4.1. Persiapan Pengujian	62
3.5. Variable dan Langkah Pengujian	63
3.6. Variable pengujian	63
3.6.1. Langkang Pengujian	63
3.7. Metode perhitungan	64
3.7.1. Konsumsi Bahan Bakar	64
3.7.2. Kecepatan Udara	63
3.7.3. Perhitungan AFR	66
BAB IV DATA PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	67
4.1. Data Hasil Pengujian.....	67
4.2. Perhitungan Data	69
4.2.1. Data Teoritis Analisa Temperatur Akhir Ekspansi	69
4.2.1.1. Temperatur Awal Kompresi (T_1)	70

4.2.1.2.	Temperatur Akhir Kompresi (T2)	70
4.2.1.3.	Tekanan Akhir Kompresi (P3)	71
4.2.1.4.	Temperatur Akhir Pembakaran (T3)	71
4.2.1.5.	Masa Udara Dan Masa Bahan Bakar	72
4.2.1.6.	Tekanan Akhir Pembakaran (P4)	74
4.2.2.	Perhitungan Konsumsi Bahan Bahan Bakar Pada 2750 rpm	74
4.2.3.	Perhitungan Konsumsi Udara Pada 2750 rpm	75
4.2.4.	Perhitungan AFR Actual Pada 2750 rpm	76
4.3.	Grafik dan analisa	76
4.3.1.	Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin	76
4.3.2.	Perbandingan Konsumsi Udara Terhadap Putaran Mesin .	77
4.3.3.	Perbandingan AFR Actual Terhadap Putaran Mesin	78
4.3.4.	Perbandingan Temperatur Gas Buang Terhadap Putaran Mesin	79
BAB V	PENUTUP	80
5.1.	Kesimpulan	80
5.2.	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Cara kerja mesin diesel empat langkah	6
Gambar 2.2	Siklus Diesel Diagram p-v	7
Gambar 2.3	Beberapa sistem penyemprotan bahan bakar	8
Gambar 2.4	Saringan bahan bakar jenis saringan kertas	11
Gambar 2.5	Sistem Governor dengan bandul	12
Gambar 2.6	Pompa pribadi dengan governor bandul	12
Gambar 2.7	Governor Pneumatik	13
Gambar 2.8	Konstruksi penyemprot bahan bakar	14
Gambar 2.9	Nosel	15
Gambar 2.10	Ruang bakar mesin diesel	16
Gambar 2.11	Berbagai macam ruang bakar terbuka	16
Gambar 2.12	Berbagai macam ruang bakar tertutup	17
Gambar 2.13	Skema sistem penyaluran bahan bakar sampai menjadi gas buang ..	18
Gambar 2.14	Struktur kimia minyak jarak pagar.....	25
Gambar 2.15	Struktur kimia minyak jarak kepyar.....	26
Gambar 2.16	Sistem elektrolisa secara umum.....	32
Gambar 2.17	Skema Pemasangan <i>Electrolyser</i> HHO di mobil	33
Gambar 2.18	(a) Skema pemasangan pada motor (b) Skema pemasangan pada mobil.....	34
Gambar 2.19	Diagram Indikator Hipotenik Dari Motor Diesel	41
Gambar 2.20	Grafik Peristiwa <i>Knocking</i>	43
Gambar 2.21	Grafik performa Mesin	49
Gambar 3.1	Tahapan Dalam Proses Pengujian	52
Gambar 3.2	Alat Pengujian	53
Gambar 3.3	Mesin uji Isuzu panter 2300cc	54
Gambar 3.4	Sensor temperatur case (Thermocouple)	55
Gambar 3.5	Alat uji temperatur pembakaran dan Displaynya	55
Gambar 3.6	Display gas analyzer Stargas 898	57
Gambar 3.7	Gelas Ukur	58

Gambar 3.8	Stopwatch	58
Gambar 3.9	<i>Hot Wire Anemometer</i>	59
Gambar 3.10	Kipas Pendingin/ <i>Blower</i> Alat Uji	59
Gambar 3.11	Tachometer digital	60
Gambar 3.12	Dinamometer <i>water brake</i>	61
Gambar 4.1	Grafik Konsumsi Bahan bakar Terhadap Putaran Mesin	76
Gambar 4.2	Grafik Konsumsi Udara Terhadap Putaran Mesin	77
Gambar 4.3	Grafik AFR Aktual Terhadap Putaran Mesin	78
Gambar 4.4	Grafik Temperatur Gas Buang Terhadap Putaran Mesin	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar ASTM untuk Bahan Bakar Solar	29
Tabel 2.2	Karakteristik Mutu Solar	30
Tabel 2.3	Perbandingan antara Energi Maksimum Pembakaran yang tersedia ¹ , a_o , dan Nilai Panas Pembakaran Rendah, q_c	31
Tabel 2.4	Komposisi Udara Dalam Atmosfer	38
Tabel 2.5	Pengaruh Variable Dalam Keterlambatan Nyala (<i>Delay Period</i>)	42
Tabel 2.6	Pengaruh Variabel Terhadap <i>Knocking</i>	43
Tabel 4.1	Data hasil pengujian bahan bakar solar dan minyak jarak	67
Tabel 4.2	Data hasil pengujian bahan bakar solar dan minyak jarak menggunakan penghemat bahan bakar (HHO)	68

NOMENKLATUR

Notasi	Keterangan	Satuan
m_f	Laju massa konsumsi bahan bakar	kg/s, kg/jam
m_a	Laju massa konsumsi udara	kg/s, kg/jam
m_m	Laju konsumsi gas campuran	kg/s, kg/jam
γ	<i>Relative Air Fuel Ratio</i>	
ρ_{bb}	Massa jenis bahan bakar	kg/m ³
ρ_{udara}	Massa jenis udara pada tek. 1 atm; 30°C = 1,1774	kg/m ³
A	Luas penampang saluran udara Diameter 0,070 m = 0,003847	m ²
AFR	Air Fuel Ratio	
g	Gravitasi bumi (9,81 m/s ²)	m/s ²
N	Putaran mesin	rpm
sfc	Konsumsi bahan bakar spesifik	g/kw.h
t	Waktu	s
V	Volume bahan bakar yang dikonsumsi	cm ³
v_{udara}	Kecepatan udara melewati <i>Anemometer</i>	m/s
T	Torsi	N/m
P	Daya	kW
T_1	Temperatur awal kompresi	°C, K
T_0	Temperatur udara luar	°C, K
T_2	Temperatur akhir kompresi	°C, K
T_3	Temperatur akhir pembakaran	°C, K
T_{ex}	Temperatur gas buang	°C, K
χ_r	Koefisien gas buang sisa	
r_c	Rasio kompresi	
k	Rasio panas spesifik	
c_p	Panas spesifik tekanan konstan	kJ/kg-K

c_v	Panas spesifik volume konstan	kJ/kg-K
η_c	Efisiensi pembakaran	
Q_{in}	Panas Masuk	kJ
Q_{HV}	Nilai kalor bahan bakar	kJ/kg
P_0	Tekanan Udara Luar	kPa, atm
P_2	Tekanan Kompresi	kPa, atm
P_3	Tekanan Akhir Kompresi	kPa, atm
P_4	Tekanan Akhir Pembakaran	kPa, atm
HHV	Nilai kalor atas (J/kg)	
C	Persentase Karbon Dalam Bahan Bakar	
H_2	Persentase Hidrogen Dalam Bahan Bakar	
O_2	Persentase Oksigen Dalam Bahan Bakar	
S	Persentase Sulfur Dalam Bahan Bakar	
LHV	Nilai Kalor Bawah (J/kg)	
M	Persentase Kandungan Air Dalam Bahan Bakar (<i>moisture</i>)	