



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK TERHADAP EMISI
JELAGA MESIN DIESEL 2300CC BERBAHAN BAKAR
SOLARMENGGUNAKAN SISTEM HOT EGR**

TUGAS AKHIR

IBNU DWI SUGI ANDRIYANTO

L2E 605 226

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

APRIL 2012

TUGAS SARJANA

Dosen Pembimbing I : Ir. Arijanto, MT
Diberikan kepada : Nama: Ibnu Dwi Sugi Andriyanto
NIM : L2E 605 226
Jangka Waktu : 6 bulan
Judul : EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK
TERHADAP EMISI JELAGA MESIN DIESEL 2300 CC
BERBAHAN BAKAR SOLAR MENGGUNAKAN SISTEM
HOT EGR
Isi Tugas :
- Mengetahui fungsi dan bagian-bagian dari sistem *Ring Diesel Magnetik-EGR*
- Mengetahui pengaruh sistem *Ring Diesel Magnetik-EGR* terhadap emisi jelaga mesin diesel dengan bahan bakar solar

Semarang, 23 April 2012
Menyetujui,
Pembimbing



Ir. Arijanto, MT
NIP. 195301211983121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

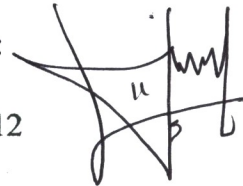
**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ibnu Dwi Sugi Andriyanto

NIM : L2E 605 226

Tanda Tangan :

Tanggal: 23 April 2012

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a vertical line, positioned to the right of the 'Tanda Tangan' label.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Ibnu Dwi Sugi Andriyanto
NIM : L2E 605 226
Jurusan/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
Judul Skripsi : EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK
TERHADAP EMISI JELAGA MESIN DIESEL 2300
CC BERBAHAN BAKAR SOLAR
MENGUNAKAN SISTEM HOT EGR

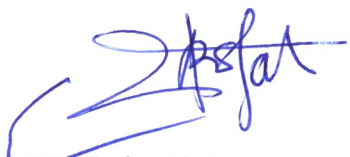
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Arijanto, MT (.....)
Penguji : Dr. Syaiful, ST, MT (.....)
Penguji : Dr. Susilo Adi, ST, MT (.....)
Penguji : Dr. Munadi, ST, MT (.....)

Semarang, 23 April 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin,


DR. Sulardjaka, ST, MT
NIP.197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibnu Dwi Sugi Andriyanto
NIM : L2E 605 226
Jurusan/Program Studi : TeknikMesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : TugasAkhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK TERHADAP EMISI JELAGA
MESIN DIESEL 2300 CC BERBAHAN BAKAR SOLAR MENGGUNAKAN
SISTEM HO EGR”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama Bapak **Dr. Syaiful, ST, MT** sebagai pembuat tema dan sebagai pemilik Hak Cipta beserta nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 23 April 2012

Yang menyatakan,



(Ibnu Dwi Sugi Andriyanto)

ABSTRAK

Pemanasan global saat ini menjadi topik utama yang selalu dibicarakan, karena efeknya berkaitan dengan kehidupan seluruh umat manusia di bumi. Salah satu penyebab pemanasan global adalah gas buangkendaraan bermotor yang kurang sempurna. Jenis kendaraan yang kurang ramah lingkungan salah satunya adalah kendaraan diesel. Karena mesin diesel merupakan jenis motor bakar yang mempunyai emisi jelagatinggi.

EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) pada penelitian mesin diesel ini digunakan untuk menurunkan emisi Nox dan zat-zat berbahaya dari gas buang mesin diesel. EGR disini adalah suatu metode yang digunakan untuk mensirkulasikan gas buang kembali ke *intake manifold*. Pada penelitian ini, gas buang yang disirkulasikan distabilkan terlebih dahulu dengan menggunakan *heater* pada temperatur 100°C. Sedangkan untuk *ring diesel magnetik* berfungsi untuk menyearahkan ion-ion dari bahan bakar solar yang melaluinya agar pembakarannya lebih sempurna. Pengujian yang dilakukan disini dengan beberapa variasi, yaitu variasi beban, rpm, % EGR, dan variasi pemakaian *ring diesel magnetik*.

Dari hasil pengujian pada pembebanan 100%, EGR 20,9%, dan putaran 2100 rpm, bahan bakar solar yang tidak melewati *ring diesel magnetik* menghasilkan nilai smoke opacity sebesar 29,625. Nilai itu akan berkurang menjadi 29,083 setelah melalui *ring diesel magnetik*.

Dari berbagai variasi pengujian diperoleh efisiensi terbaik pada pembebanan 25%, EGR 13,9%, dan putaran 1300 rpm, untuk bahan bakar solar yang tidak dilewatkan *ring diesel magnetik* menghasilkan efisiensi 14,204%. Dan akan meningkat 10% menjadi 15,6% setelah bahan bakar dilewatkan *ring diesel magnetik*.

Katakunci:emisi jelaga mesin diesel, *Heater*-EGR, temperatur – EGR, *ring diesel* – EGR.

ABSTRACT

Global warming is currently a major topic that is always talked about, because the effect is related to the lives of all mankind on earth. One cause of global warming is motor vehicle exhaust gas, less than perfect. Types of vehicles that are less environmentally friendly are vehicles one of which is diesel. Because the diesel engine is a type of motor fuel that has a high soot emissions.

EGR (Exhaust Gas Recirculation) to study diesel engines used to reduce NOx emissions and harmful substances from exhaust gases of diesel engines. EGR in here is a method used to circulate the exhaust gas back into the intake manifold. In this study, the exhaust gas is circulated in advance stabilized by using a heater at a temperature of 100°C, while diesel ring serves to rectify the magnetic ions of diesel fuel through it so that more complete combustion. The test is performed with some variations, the load, rpm, %EGR, and variations in the use of diesel magnetic ring.

For the results of research conducted, that the test results obtained at 100% load variation, 20.9% EGR, and rotation 2100 rpm. Here the difference in the results obtained from the value of smoke opacity for diesel fuel is passed through a magnetic ring and diesel are not passed through a ring of magnetic diesel amounted to 0.54, or 1.8%. While the results of testing for the imposition of 25%, 13.9% EGR, and rotation 2100 rpm, an increase in the value of smoke opacity for diesel fuel is passed through a magnetic ring and diesel are not passed through a ring of magnetic diesel amounted to 1.43 or by 10.03%.

Keywords: diesel engine soot emissions, Heater-EGR, temperature-EGR, diesel ring-EGR.

MOTTO

- *Semangat adalah kunci sukses kita.*
- *Pengalaman adalah guru yang terbaik tetapi buanglah pengalaman buruk yang hanya merugikan.*
- *Bukan karena semua itu mungkin, tetapi semua itu pasti. Maka lihatlah kepastian terkecil, bukan kemungkinan terbesar.*
- *Masalah adalah suatu ujian hidup, maka janganlah menyerah.*

PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Sarjana ini saya persembahkan untuk orang-orang yang tiada hentinya menyayangi dan mendo'akan saya:

Bapak, Ibu, keluarga, danteman-temantercinta

Terima kasih atas segalanya

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK TERHADAP EMISI JELAGA MESIN DIESEL 2300 CC BERBAHAN BAKAR SOLAR MENGGUNAKAN SISTEM HOT EGR”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi pada program strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan, bantuan, serta dukungan kepada:

1. Bapak Ir. Arijanto, MT, selaku Dosen Pembimbing
2. Bapak Dr.Syaiful, ST, MT, selaku Dosen pencetus ide judul Tugas Akhir
3. Bapak DR. Sulardjaka, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
4. Ibu,Bapak dan keluarga tercinta yang tak bosan bosannya berdoa dan memberikan semangat kepada penulis setiap saat.
5. Rekan-rekan satu kelompok Tugas Sarjana *Ring dieselmagnetik–EGR*.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2005 yang telah banyak membantu penulis baik secara moral, maupun material.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari banyak kekurangan. Oleh karena itu segala kritik yang bersifat membangun akan diterima dengan senang hati untuk kemajuan bersama. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan data maupun referensi yang ada dalam laporan ini.

Terima kasih.

Semarang, 23 April 2012
Penulis,

Ibnu Dwi Sugi Andriyanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
NOMENKLATUR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Mesin Diesel	5
2.1.1 Siklus Diesel (Tekanan Tetap)	6
2.1.2 Siklus Aktual Motor Diesel.....	8
2.1.3 Karakteristik Bahan Bakar Mesin Diesel.....	8
2.2 Teori Pembakaran	10

2.3	Alat Penghemat Bahan Bakar	13
2.3.1	<i>Ring Diesel</i>	13
2.3.2	Cara Pemasangan	14
2.3.3	Prinsip Kerja	14
2.4	Konsep Reaksi Pembakaran	16
2.5	Emisi Gas buang	17
2.6	Meter Prestasi Mesin	19
2.6.1	Torsi Dan Daya Pengereman	19
2.6.2	Konsumsi Bahan Bakar	22
2.6.3	Efisiensi Bahan Bakar	22
2.7	<i>Exhaust Gas Recirculation(EGR)</i>	23
2.8	<i>Orifice plate flowmeter</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	29
3.2	Deskripsi Alat Uji	30
3.2.1	Mesin Uji	31
3.2.2	Alat Uji Gas Buang	33
3.2.3	<i>Ring Diesel Magnetik</i>	34
3.2.4	<i>Smoke Analysis Chamber</i>	35
3.2.5	Buret	36
3.2.6	<i>Stopwatch</i>	37
3.2.7	<i>Heater</i>	37
3.2.8	Termokopel	38
3.2.9	Dinamometer	39
3.2.10	<i>Proximity Sensor</i>	40
3.2.11	Thermostat	41
3.2.12	<i>Orifice Plate Flowmeter</i>	42
3.3	Kalibrasi Alat Uji	43
3.4	Prosedur Pengujian	44
3.4.1	Persiapan Pengujian	44

3.4.2	Pengujian Kalori Bahan Bakar	45
3.5	Variabel dan Langkah Pengujian	45
3.5.1	Variabel Pengujian.....	45
3.5.2	Langkah Pengujian	46
3.6	Metode Perhitungan	49
3.6.1	Perhitungan <i>Smoke opacity</i>	49
3.6.2	Perhitungan Daya.....	49
3.6.3	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar	50
3.6.4	Konsumsi Udara	50
3.6.5	Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar	51
BAB IV DATA DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN.....		52
4.1	Data dan Analisa Hasil Pengujian Bahan Bakar Solar Magnetik.....	52
4.1.1	Data Pengujian <i>Smoke Opacity</i> (%) terhadap Putaran (rpm)....	52
4.1.2	Data Pengujian <i>Smoke Opacity</i> (%) terhadap Beban (%).....	57
4.1.3	Data Pengujian Efisiensi Bahan Bakar (η_f).....	59
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Teoritis Diesel Diagram P-v	6
Gambar 2.2	Proses Kerja Motor Diesel 4 langkah	7
Gambar 2.3	Siklus Aktual Motor Diesel 4 Langkah.....	8
Gambar 2.4	Proses Pembakaran Mesin Diesel	10
Gambar 2.5	Skema Sistem Penyaluran Bahan Bakar sampai Menjadi Gas Buang	11
Gambar 2.6	<i>Ring Diesel Magnetik</i>	14
Gambar 2.7a	Proses Kerja Ring Diesel	15
Gambar 2.7b	Mekanisme Kerja Magnet.....	15
Gambar 2.8	Prinsip Kerja Dinamometer	21
Gambar 2.9	Langkah kerja <i>hot</i> EGR.....	25
Gambar 2.10	Kecepatan dan Profil pada <i>Orifice Plate Flowmeter</i>	26
Gambar 2.11	Berbagai Tipe <i>Taping</i> pada <i>Orifice Flowmeter</i>	28
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	29
Gambar 3.2	Alat-alat Uji.....	30
Gambar 3.3	Mesin Uji.....	31
Gambar 3.4	Alat Uji Gas Buang	33
Gambar 3.5	Letak <i>ring diesel magnetik</i> pada mesin diesel.....	34
Gambar 3.6	<i>Smoke Analysis Chamber</i>	35
Gambar 3.7	Buret.....	36
Gambar 3.8	<i>Stopwatch</i>	37
Gambar 3.9	<i>Heater 3000 watt</i>	37
Gambar 3.10	Termokopel Tipe K.....	38
Gambar 3.11	Dinamometer.....	39
Gambar 3.12	<i>Display Load</i>	40
Gambar 3.13	<i>Proximity Sensor</i>	41
Gambar 3.14	<i>Display Proximity Sensor</i>	41
Gambar 3.15	<i>Thermostat Autonic</i>	42

Gambar 3.16	<i>Orifice Plate</i>	42
Gambar 3.17	Grafik hubungan antara V (m/s) dengan Putaran mesin (rpm) yang menyatakan perbandingan hasil pengukuran dari anemometer dengan orifice meter.....	43
Gambar 3.18	Grafik kalibrasi termokopel yang menyatakan perbandingan hasil pengukuran dari termometer dengan termokopel	44
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara <i>smoke opacity</i> (%) - N (rpm) pada <i>load</i> 25% dengan dan tanpa <i>ring diesel</i> serta variasi % EGR.....	53
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara <i>smoke opacity</i> (%) - N (rpm) pada <i>load</i> 50% dengan dan tanpa <i>ring diesel</i> serta variasi % EGR.....	54
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara <i>smoke opacity</i> (%) - N (rpm) pada <i>load</i> 75% dengan dan tanpa <i>ring diesel</i> serta variasi % EGR.....	55
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara <i>smoke opacity</i> (%) - N (rpm) pada <i>load</i> 100% dengan dan tanpa <i>ring diesel</i> serta variasi % EGR.....	56
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara <i>smoke opacity</i> (%) dan <i>load</i> (%) pada (N) 2100 rpm dengan variasi beban dan % EGR	58
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 25% dengan variasi % EGR	59
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 50% dengan variasi % EGR	60
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 75% dengan variasi % EGR	60
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 100% dengan variasi % EGR	61
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara η_f (%) dan <i>load</i> dengan variasi % EGR pada 2500 dengan magnet.....	62
Gambar 4.11	Grafik hubungan antara η_f (%) dan <i>load</i> dengan variasi % EGR pada 2500 tanpa magnet.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Udara.....	16
Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Uji	32
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Uji Gas Buang.....	33
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Ring Diesel Magnetik</i> pada pengujian.....	34
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Smoke Analysis Chamber</i>	35
Tabel 3.5 Spesifikasi Termokopel.....	38
Tabel 3.6 Spesifikasi Dinamometer	39

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luasan	m ²
B	Kekuatan medan magnet	Gauss
b	Jarak lengan torsi	m
BMEP	Tekanan efektif rata-rata pengereman	kPa
bsfc	Konsumsi bahan bakar spesifik	kg/kW.h
B&L	Diameter langkah	mm
C	Panas spesifik	kJ/kg.°C
Cd	<i>Discharge coefficient</i>	-
D	Diameter	m
F	Gaya	N
$\left(\frac{F}{A}\right)$	<i>Fuel air ratio</i>	-
k	Rasio panas spesifik	-
\dot{m}	Laju aliran massa	kg s ⁻¹
M	Magnetisasi	Gauss.m
n_R	Jumlah putaran engkol untuk sekali langkah kerja	-
N	Putaran kerja	rev/m
N	<i>Smoke opacity</i>	(%)
P	Daya	kW
P	Tekanan	kPa
Re	Bilangan Reynold	-
T	Temperatur	°C
T	Torsi	Nm
t	Waktu	s
V	Volume	ml
v	kinematic viscosity	m ² /s

V	Kecepatan	ms^{-1}
V_d	Volume silinder	dm^3
Q	Debit	ml/s
Q_{HV}	Harga panas dari bahan bakar	kJ/kg
Y	Faktor ekspansi	-
β	Rasio diameter <i>orifice</i>	-
ρ	Densitas	kgm^{-3}
η	Efisiensi	%
ϕ	Ekuivalen rasio	-
σ	konduktivitas elektrik	mho/m