



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK TERHADAP EMISI
JELAGA MESIN DIESEL 2300CC BERBAHAN BAKAR SOLAR
MENGUNAKAN SISTEM COLD EGR**

TUGAS AKHIR

TONY PRIHARTANTO

L2E 605 245

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

MARET 2012

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Tony Prihartanto
NIM : L2E 605 245

Dosen Pembimbing I : Ir. Arijanto, MT

Jangka Waktu : 6 bulan

Judul : EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK
TERHADAP EMISI JELAGA MESIN DIESEL 2300 CC
BERBAHAN BAKAR SOLAR MENGGUNAKAN SISTEM
COLD EGR

Isi Tugas :

- Mengetahui pengaruh sistem *Ring Diesel* - EGR terhadap emisi jelaga mesin diesel dengan bahan bakar solar
- Mengetahui fungsi dan bagian-bagian dari sistem *Ring Diesel* - EGR

Semarang, 21 Maret 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 : Tony Prihartanto

NIM : L2E 605 245

Tanda Tangan :



Tanggal : 21 Maret 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Tony Prihartanto
NIM : L2E 605 245
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 COLD 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. Ing. Ir. Ismoyo, H (.....
Penguji : Ir. Sugiyanto, DEA (.....

Semarang, 21 Maret 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 : Tony Prihartanto
NIM : L2E 605 245
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

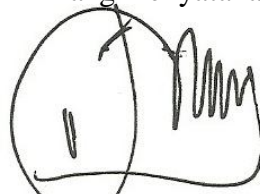
**“EFEK PENGGUNAAN RING DIESEL MAGNETIK TERHADAP EMISI JELAGA
MESIN DIESEL 2300 CC BERBAHAN BAKAR SOLAR MENGGUNAKAN
SISTEM COLD EGR”**

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 pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta beserta nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 21 Maret 2012

Yang menyatakan,



(Tony Prihartanto)

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 buang kendaraan bermotor yang kurang sempurna. Jenis kendaraan yang kurang ramah lingkungan salah satunya adalah kendaraan diesel. Mesin diesel merupakan jenis motor bakar yang mempunyai efisiensi tinggi.

Meski dengan keunggulan tersebut, emisi NO_x dan jelaga yang dihasilkan mesin diesel juga masih cenderung tinggi. EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) pada mesin diesel digunakan untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan menurunkan emisi NO_x. *Cold EGR* 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 *heat exchanger* pada temperatur 37°C Sedangkan *ring diesel* berfungsi untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar pada mesin diesel. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa variasi, yaitu beban, rpm, % EGR, , dan variasi pemakaian *ring diesel*.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pada variasi pembebanan 100%, 20,9% EGR, dan putaran 2100 rpm, selisih nilai *smoke opacity* untuk bahan bakar solar yang dialirkan melalui *ring diesel magnetik* dan yang tidak dialirkan melalui *ring diesel magnetik* adalah sebesar 0,56 atau 1,8% dan pada pembebanan 25%, 13,9% EGR, dan putaran 1300 rpm, kenaikan nilai η_f untuk bahan bakar solar yang dialirkan melalui *ring diesel magnetik* dan yang tidak dialirkan melalui *ring diesel magnetik* adalah sebesar 1,43 atau sebesar 10,5887%.

Kata kunci: emisi jelaga mesin diesel, *Heat Exchanger* - 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 is less than perfect. Types of vehicles that are less environmentally friendly vehicles one of which is diesel. Diesel engine is a type of motor fuel which has high efficiency.

Even with these advantages, NO_x and soot emissions produced diesel engines are still likely to be high. EGR (Exhaust Gas Recirculation) on diesel engines used to improve fuel efficiency and lower NO_x emissions. Cold EGR 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 heat exchanger at a temperature of 37 ° C, while the ring serves to enhance efficiency diesel fuel in diesel engines. The test is performed with some variations, the load, rpm, % EGR, and variations in the use of ring diesel.

From the results obtained that the variation of loading 100%, 20.9% EGR, and rotation 2100 rpm, the difference 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 0.56 or 1.8% and the imposition of 25%, 13.9% EGR, and rotation 1300 rpm, an increase in the value η_f 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 , 5887%.

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

MOTTO

- *Sesali masa lalu karena ada kekecewaan dan kesalahan – kesalahan, tetapi jadikan penyesalan itu sebagai senjata untuk masa depan agar tidak terjadi kesalahan lagi.*
- *Pengalaman adalah guru yang terbaik tetapi buang lah pengalaman buruk yang hanya merugikan.*
- *Bukan karena semua itu mungkin, tetapi semua itu pasti. Maka lihatlah kepastian terkecil, bukan kemungkinan terbesar.*

PERSEMBAHAN

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

Bapak, Ibu, dan keluarga tercinta

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 COLD 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 diesel – 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, 21 Maret 2012

Penulis,



Tony Prihartanto

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.....	xvi
NOMENKLATUR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
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
2.2 Karakteristik Bahan Bakar Mesin Diesel.....	8
2.3 Teori Pembakaran.....	10
2.4 Alat Penghemat Bahan Bakar	13
2.4.1 <i>Ring Diesel</i>	13
2.4.2 Cara Pemasangan	14
2.4.3 Proses Kerja	14
2.4.4 Konsep Reaksi Pembakaran	16
2.4.5 Emisi Gas Buang	17
2.5 Parameter Prestasi Mesin	19

2.5.1	Torsi dan Daya Pengereman.....	19
2.5.2	Konsumsi Bahan Bakar	22
2.5.3	Efisiensi Bahan Bakar	22
2.6	<i>Exhaust Gas Recirculation (EGR)</i>	23
2.7	<i>Heat Exchanger</i>	26
2.8	<i>Orifice Plate Flowmeter</i>	28
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	32
3.2	Deskripsi Alat Uji.....	33
3.2.1	Mesin Uji.....	33
3.2.2	Alat Uji Gas Buang.....	35
3.2.3	<i>Ring Diesel</i>	36
3.2.4	<i>Smoke Analysis Chamber</i>	37
3.2.5	Buret.....	39
3.2.6	<i>Stopwatch</i>	39
3.2.7	<i>Heat Exchanger</i>	40
3.2.8	Termokopel	42
3.2.9	Dinamometer	43
3.2.10	<i>Proximity Sensor</i>	44
3.2.11	Thermostat.....	45
3.2.12	<i>Orifice Plate Flowmeter</i>	46
3.3	Kalibrasi Alat Uji.....	46
3.4	Prosedur Pengujian	48
3.4.1	Persiapan Pengujian.....	48
3.4.2	Pengujian Kalori Bahan Bakar	49
3.5	Variabel dan Langkah Pengujian.....	49
3.5.1	Variabel Pengujian.....	50
3.5.2	Langkah Pengujian	50
3.6	Metode Perhitungan.....	53
3.6.1	Perhitungan <i>Smoke opacity</i>	53
3.6.2	Perhitungan Daya	54

3.6.3	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar	54
3.6.4	Konsumsi Udara	55
3.6.5	Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar	55
BAB IV DATA DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN.....		56
4.1	Data dan Analisa Hasil Pengujian Bahan Bakar Solar Magnetik.....	56
4.1.1	Data Pengujian <i>Smoke Opacity</i> (%) terhadap Putaran (rpm)	56
4.1.2	Data Pengujian <i>Smoke Opacity</i> (%) terhadap Beban (%)	61
4.1.3	Data Pengujian Efisiensi Bahan Bakar (η_f)	63
4.1.4	Perbandingan Data dan Referensi.....	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran	74

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	Ring <i>Diesel</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>cold EGR</i>	25
Gambar 2.10	Jenis aliran pada <i>heat exchanger</i>	26
Gambar 2.11	Contoh grafik aliran pada <i>counter flow heat exchanger</i>	27
Gambar 2.12	Kecepatan dan Profil pada <i>Orifice Plate Flowmeter</i>	28
Gambar 2.13	Berbagai Tipe <i>Taping</i> pada <i>Orifice Flowmeter</i>	30
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	32
Gambar 3.2	Alat-alat Uji.....	33
Gambar 3.3	Mesin Uji.....	34
Gambar 3.4	Alat Uji Gas Buang.....	35
Gambar 3.5	Letak <i>ring diesel</i> pada mesin diesel.....	37
Gambar 3.6	<i>Smoke Analysis Chamber</i>	37
Gambar 3.7	Buret.....	39
Gambar 3.8	Stopwatch.....	39
Gambar 3.9	<i>Heat Exchanger</i> yang digunakan pada penelitian Cold EGR	41
Gambar 3.10	Termokopel Tipe K.....	42
Gambar 3.11	Dinamometer	43
Gambar 3.12	<i>Display Load</i>	44
Gambar 3.13	<i>Proximity Sensor</i>	45
Gambar 3.14	<i>Display Proximity Sensor</i>	45

Gambar 3.15	<i>Thermostat Autonic</i>	46
Gambar 3.16	<i>Orifice Plate</i>	46
Gambar 3.17	Grafik hubungan antara V (m/s) dengan Putaran mesin (rpm) yang menyatakan perbandingan hasil pengukuran dari anemometer dengan orifice meter	47
Gambar 3.18	Grafik kalibrasi termokopel yang menyatakan perbandingan hasil pengukuran dari termometer dengan termokopel.....	48
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.....	57
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.....	58
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.....	59
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.....	60
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara <i>smoke opacity</i> (%) dan <i>load</i> (%) pada (N) 2100 rpm dengan variasi beban dan % EGR.....	62
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 25% dengan variasi % EGR.....	64
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 50% dengan variasi % EGR.....	64
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 75% dengan variasi % EGR.....	65
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara η_f (%) dan N (rpm) pada beban 100% dengan variasi % EGR.....	65
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara η_f (%) dan <i>load</i> dengan variasi % EGR pada 2500 dengan magnet.....	67
Gambar 4.11	Grafik hubungan antara η_f (%) dan <i>load</i> dengan variasi % EGR pada 2500 tanpa magnet.....	68
Gambar 4.12	Grafik yang dihasilkan dari data eksperimen pada RPM 1300.....	69
Gambar 4.13	Grafik yang dihasilkan dari data eksperimen pada RPM 1700.....	70

Gambar 4.14	Grafik yang dihasilkan dari data eksperimen pada RPM 2100	70
Gambar 4.15	Grafik yang dihasilkan dari data eksperimen pada RPM 2500	71
Gambar 4.16	Grafik yang dihasilkan dari data referensi [18].....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Udara.....	16
Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Uji	34
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Uji Gas Buang	36
Tabel 3.3 Spesifikasi ring diesel pada pengujian	36
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Smoke Analysis Chamber</i>	37
Tabel 3.5 Spesifikasi Termokopel.....	42
Tabel 3.6 Spesifikasi Dinamometer	42

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
C_d	<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
ν	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