



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**KARAKTERISTIK EMISI JELAGA MESIN DIESEL
MENGUNAKAN VENTURI SCRUBBER *EGR*
(*EXHAUST GAS RECIRCULATION*)
DENGAN BAHAN BAKAR SOLAR**

TUGAS AKHIR

ARIF BUDIMAN

L2E 308 009

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

2012

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Arif Budiman
NIM : L2E 308 009

Dosen Pembimbing : Dr. Syaiful, ST, MT

Jangka Waktu : 12 bulan

Judul : KARAKTERISTIK EMISI JELAGA MESIN DIESEL
MENGUNAKAN VENTURI *SCRUBBER* – *EGR* DENGAN
BAHAN BAKAR SOLAR

Isi Tugas :

- Mengetahui fungsi dan bagian – bagian dari sistem venturi *scrubber EGR*
- Mengetahui pengaruh sistem Venturi *Scrubber EGR* terhadap emisi jelaga mesin diesel dengan bahan bakar solar

Semarang, 10 September 2012

Dosen Pembimbing



Dr. Syaiful, ST, MT
NIP. 197403081999031005

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 : ARIF BUDIMAN

NIM : L2E 308 009

Tanda Tangan :

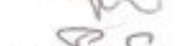

Tanggal : 10 September 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,
NAMA : Arif Budiman
NIM : L2E 308 009
Jurusan/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
Judul Skripsi : Karakteristik Emisi Jelaga Mesin Diesel
Menggunakan Venturi *Scrubber EGR (Exhaust Gas Recirculation)* dengan Bahan Bakar Solar

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	: Dr. Syaiful, ST, MT	()
Penguji	: Ir. Sudargana, MT	()
Penguji	: Yusuf Umardhani, ST, MT	()
Penguji	: Dr. Munadi, ST, MT	()

Semarang, 10 September 2012

Ketua
Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Sulardjaka
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Arif Budiman
NIM : L2E 308 009
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** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Karakteristik Emisi Jelaga Mesin Diesel Menggunakan Venturi Scrubber EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) dengan Bahan Bakar Solar”

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 Syaiful, ST , MT, PhD sebagai pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta beserta nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 10 September 2012

Yang menyatakan

(**Arif Budiman**)
L2E 300 809

ABSTRAK

Kondisi alam sekarang sudah sangat memprihatinkan karena pemanasan global yang salah satunya disebabkan oleh hasil pembakaran kendaraan bermotor yang tidak sempurna. Para pakar otomotif dunia terus melakukan inovasi terhadap produk-produknya, agar gas buang menjadi lebih ramah lingkungan. Sekarang ini kendaraan yang ramah lingkungan sudah menjadi *trend* dunia, termasuk di Indonesia.

Pada penelitian ini digunakan *EGR (Exhaust Gas Recirculation)* yaitu gas buang yang dimasukkan kembali ke *intak manifold* dan berfungsi menurunkan NO_x dan konsumsi bahan bakar. *EGR* yang di gunakan memakai sistem pendingin untuk mendinginkan suhu gas buang menggunakan venturi *scrubber*. Penelitian ini juga meneliti adanya perbedaan kepekatan gas buang antara mesin diesel yang menggunakan Venturi *Scrubber EGR* dengan mesin diesel standar tanpa penggunaan *Venturi Scrubber EGR*.

Pengujian dilakukan pada mesin Isuzu Panther indirect injection dengan bahan bakar solar. Dari hasil pengujian dengan penambahan alat berupa *EGR* diperoleh kenaikan *opacity* sebesar 120,06% sehingga asap yang keluar jauh lebih banyak di banding tanpa penggunaan *EGR*, akan tetapi penggunaan *EGR* memberi dampak positif yaitu meningkatnya efisiensi bahan bakar (η_f) sebesar 59,22% dibanding mesin tanpa penggunaan *EGR*. Semua data di ambil pada *EGR* 20,9% dengan temperatur T₃ 60⁰C saat putaran 2500 rpm dengan *load* 100%.

Kata kunci : *EGR (Exhaust Gas Recirculation)*, Sistem Venturi *scrubber EGR*, *opacity*, efisiensi bahan bakar (η_f), *Cold EGR*, Isuzu Panther

ABSTRACT

Natural conditions are concerned now because of global warming, one of which is caused by the burning of vehicles that are not perfect. The experts automotive world continues to innovate on its products, for the exhaust gas to be more environmentally friendly. Now this environmentally friendly vehicles has become a trend of the world, Including in Indonesia.

In this study, EGR (exhaust gas recirculation) that is inserted exhaust manifold back to the intact and functioning reduce NOx and fuel consumption. EGR in use wear cooling system to cool the gas temperature using the venturi scrubber. This study also examines the differences between the concentrations of exhaust gases using a diesel engine venturi scrubber EGR with standard diesel engines without the use of venturi scrubber EGR.

Tests performed on panther isuzu engine with indirect injection diesel fuel. From the test results with the addition of EGR device obtained an increase of 120,06% opacity so that the smoke that comes out far more in the appeal without the use of EGR, but the use of EGR will give positive impact of increased fuel efficiency (η_f) amounted to 59.22% in appeal engine without the use of EGR. All data taken at 20.9% EGR 60⁰C with a temperature T_3 at 2500 rpm rotation with load 100%.

Keywords: *EGR (exhaust gas recirculation), venturi scrubber EGR, opacity, fuel efficiency (η_f), Cold EGR, Isuzu Panther*

MOTTO

“ Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang – orang khusyu”

(Q.S. Albaqoroh : 45)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan” (Q.S. Al Insyiroh : 5)

“Jangan menyerah dalam menghadapi masalah yang ada di depanmu, karena Allah SWT tidak akan membebani seseorang melebihi kemampuannya “

“ Awali suatu pekerjaan yang baik dengan membaca “ Bismillahirrohmanirrohiim “ dan akhiri dengan membaca “Alhamdulillahillobbil ‘alamin”

“ Yakin and do it “

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

- Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya.
- Ibu, Bapak, Adek Arifin Oktaviasari, Adek putra dan keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a serta dukungan baik moral maupun material.
- Mufida Amalia wanita yang selalu dihati dan terimakasih atas semua dukungannya dan selalu menemani susah maupun senang sampai sekarang.
- Jaenal dan Joko katro terimakasih dukungannya baik moral maupun material, kalian memang sahabat-sahabat yang terbaik yang aku miliki.
- Semua pihak yang telah membantu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul **“Karakteristik Emisi Jelaga Mesin Diesel Menggunakan Venturi Scrubber EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) dengan Bahan Bakar Solar”**. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi pada program strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

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

1. Dr. Syaiful ST, MT, selaku Dosen Pembimbing
2. Subroto, Amd, selaku teknisi Laboratorium Thermofluid Teknik Mesin Undip yang telah banyak membantu.
3. Kedua orang tua tercinta, kakak dan adik atas doa, perhatian serta dorongannya selama ini.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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, 10 September 2012

Penulis

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luasan	m^2
b	Jarak Lengan Torsi	M
Bsfc	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	kg/ kW. Jam
B&L	Diameter langkah	mm
C	Panas Spesifik	$kJ/kg. ^\circ C$
D	Diameter	m
F	Gaya,	N
K	Kepekatan asap	m^{-1}
\dot{m}	Laju Aliran Massa	$kg\ s^{-1}$
M_{ep}	Tekanan efektif rata-rata	kPa
n	Putaran Kerja	rev/m
N	Prosentase kepekatan asap	%
P	Daya	Kw
P	Tekanan	Pa
T	Temperatur	K
T	Torsi	Nm
t	Waktu	s
V	Volume	ml
V	Gas <i>Velocity</i>	$m\ s^{-1}$
V_d	Volume silinder	dm^3
Q_{HV}	Harga Panas Dari Bahan Bakar	kJ/kg
ρ	Densitas	$kg\ m^{-3}$
η_f	Efisiensi Dari Kerja Mesin	%

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR SIMBUL	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR GRAFIK	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Mesin Diesel	5
2.1.1 Siklus Diesel (Diesel Tekanan Tetap)	6
2.1.2 Siklus Aktual Motor Diesel	8
2.1.3 Bahan Bakar Diesel	8
2.1.4 Teori Pembakaran	11

2.1.5	Reaksi Pembakaran	14
2.1.6	Jenis Pembakaran	15
2.2	Emisi Gas Buang Diesel	15
2.2.1	Bahan Pencemar (<i>Polutan</i>)	15
2.2.2	<i>Polutan</i> Mesin Diesel.....	18
2.2.3	<i>Soot</i> (Jelaga)	18
2.2.3.1	Proses Terbentuknya Jelaga (<i>Soot</i>)	19
2.2.3.2	Faktor Terbentuknya Jelaga (<i>Soot</i>)	19
2.2.4	Dampak Pencemaran Udara Terhadap Pencemaran	21
2.2.4.1	<i>Sulfur Dioksida</i>	21
2.2.4.2	Karbon Monoksida	22
2.2.4.3	Nitrogen Monoksida	24
2.2.4.4	Hidrokarbon	25
2.2.5	Pengukuran <i>Smoke Opacity</i>	25
2.3	Parameter Prestasi Mesin	27
2.3.1	Torsi dan Daya Pengeriman	28
2.3.2	Tekanan Efektif Rata – rata	30
2.3.3	Konsumsi Bahan Bakar	31
2.3.4	Efisiensi Bahan Bakar	31
2.4	<i>Exhaust Gas Recirculating (EGR)</i>	32
2.4.1	Venturi <i>scrubber</i>	34
2.4.2	<i>Orifice Plate Flowmeter</i>	35

BAB III PROSEDUR PENGUJIAN

3.1	Diagram Alir Metodologi Pengujian	39
3.2	Deskripsi Alat-Alat Uji	40
3.2.1	Mesin Uji	41
3.2.2	Alat Uji Gas Buang.....	43
3.2.3	<i>Smoke Analysis Chamber</i>	44
3.2.4	Gelas Ukur	45
3.2.5	<i>Stopwatch</i>	46

3.2.6	Termokopel	46
3.2.7	Dinamometer	47
3.2.8	Proximity sensor.....	49
3.2.9	Thermostat.....	50
3.2.10	Advantech Portable Data Acquisition Module.....	50
3.2.11	<i>Heater</i>	51
3.2.12	<i>Venturi scrubber</i>	52
3.2.13	Kalibrasi Alat Uji	53
3.3	Prosedur Pengujian.....	55
3.3.1	Persiapan pengujian.....	55
3.3.2	Pengujian Kalori Bahan Bakar	56
3.4	Variabel dan Langkah Pengujian	56
3.4.1	Variabel Pengujian	57
3.4.2	Langkah Pengujian.....	57
3.5	Metode perhitungan.....	61
3.5.1	Perhitungan <i>Smoke Opacity</i>	61
3.5.2	Perhitungan Daya	61
3.5.3	Konsumsi Bahan Bakar.....	62
3.5.4	Konsumsi Udara.....	62
3.5.5	Eftstensi Bahan Bakar.....	63

BAB IV DATA DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN

4.1	Data Hasil Pengujian.....	64
4.1.1	Data Hasil Pengujian Untuk Prosentase <i>smoke opacity</i> (%) terhadap putaran (rpm)	64
4.1.2	Data Hasil Pengujian Untuk Prosentase <i>smoke opacity</i> (%) terhadap <i>loud</i> (%)	69
4.1.3	Data Hasil Pengujian <i>smoke opacity</i> (%) terhadap <i>EGR</i> (%).	70
4.1.4	Data Hasil Pengujian Untuk Efisiensi Bahan Bakar (η_f)	71
4.1.5	Data Hasil Pengujian Untuk Efisiensi Bahan Bakar (η_f) terhadap <i>EGR</i> (%).....	75

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standart Mutu Bahan Bakar Diesel	11
Tabel 2.2	Spesifikasi minyak solar sesuai Surat Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006.....	14
Tabel 3.1	Spesifikasi Mesin Uji.....	42
Tabel 3.2	Spesifikasi Alat Uji Gas Buang	43
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>Smoke Analysis Chamber</i>	44
Tabel 3.4	Spesifikasi Termokopel	46
Tabel 3.5	Spesifikasi Dinamometer	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Diesel Diagram P-V	6
Gambar 2.2	Siklus Motor Diesel 4 langkah	7
Gambar 2.3	Siklus Aktual Motor Diesel 4 langkah	8
Gambar 2.4	Proses pembakaran mesin diesel	12
Gambar 2.5	Sekema system penyaluran bahan bakar sampai menjadi gas buang	13
Gambar 2.6	Proses pembentukan jelaga (<i>soot</i>)	20
Gambar 2.7	Prinsip Pengukuran Opasitas	26
Gambar 2.8	Prinsip kerja dinamometer	29
Gambar 2.9	Berbagai konfigurasi Venturi <i>Scrubber</i>	34
Gambar 2.10	Kecepatan dan profil pada <i>orifice plate flowmeter</i>	35
Gambar 2.11	Berbagai tipe tapping pada <i>orifice flowmeter</i>	37
Gambar 3.1	Diagram alir metodologi penelitian.	39
Gambar 3.2	Deskripsi alat-alat uji	40
Gambar 3.3	Mesin Uji.....	41
Gambar 3.4	Alat Uji Gas Buang.....	43
Gambar 3.5	<i>Smoke analyser Chamber</i>	44
Gambar 3.6	Gelas Ukur	45
Gambar 3.7	<i>Stopwatch</i>	46
Gambar 3.8	Termokopel	46
Gambar 3.9	Dynamometer	47
Gambar 3.10	<i>Dispay Load</i>	48
Gambar 3.11	Proximity sensor.....	49
Gambar 3.12	Display Proximity Sensor	49
Gambar 3.13	Thermostat Autonic	50
Gambar 3.14	Advantech Portable Data Acquisition Module USB 4718	51
Gambar 3.15	<i>Heater</i> 3000 watt	51
Gambar 3.16	Venturi <i>Scrubber</i> yang digunakan pada <i>Cool EGR</i>	52

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.17	Grafik hubungan antara V (m/s) dan putaran mesin (rpm) yang menyatakan perbandingan hasil pengukuran dari anemometer dengan <i>orifice</i> meter	54
Grafik 3.18	Grafik kalibrasi termokopel yang menyatakan perbandingan hasil pengukuran dari termometer dengan termokopel.....	55
Grafik 4.1	Grafik hubungan antara <i>Smoke Opacity</i> (%) dan N (rpm) variasi <i>load</i> 25% dengan % <i>EGR</i> pada temperatur T_3 37 ⁰ C, 40 ⁰ C, 50 ⁰ C, 60 ⁰ C	65
Grafik 4.2	Grafik hubungan antara <i>Smoke Opacity</i> (%) dan N (rpm) variasi <i>load</i> 50% dengan % <i>EGR</i> pada temperatur T_3 37 ⁰ C, 40 ⁰ C, 50 ⁰ C, 60 ⁰ C	65
Grafik 4.3	Grafik hubungan antara <i>Smoke Opacity</i> (%) dan N (rpm) variasi <i>load</i> 75% dengan % <i>EGR</i> pada temperatur T_3 37 ⁰ C, 40 ⁰ C, 50 ⁰ C, 60 ⁰ C	66
Grafik 4.4	Grafik hubungan antara <i>Smoke Opacity</i> (%) dan N (rpm) variasi <i>load</i> 100% dengan % <i>EGR</i> pada temperatur T_3 37 ⁰ C, 40 ⁰ C, 50 ⁰ C, 60 ⁰ C	67
Grafik 4.5	Grafik hubungan antara <i>Smoke Opacity</i> (%) dan N (rpm) untuk variasi % <i>EGR</i> pada <i>Scrubber EGR</i> temperatur T_3 37 ⁰ C dan No <i>EGR</i>	68
Grafik 4.6	Grafik hubungan antara <i>Smoke Opacity</i> (%) dan % <i>Load</i> untuk variasi % <i>EGR</i> dengan (N) 2500rpm dan temperatur T_3 37 ⁰ C.....	69
Grafik 4.7	Grafik hubungan antara <i>Smoke Opacity</i> (%) dan <i>Load</i> (%) untuk variasi % <i>EGR</i> dengan (N) 2500 rpm dan temperatur T_3 37 ⁰ C dan 60 ⁰ C	70
Grafik 4.8	Grafik hubungan antara η_f dan N pada variasi <i>load</i> 25%, % <i>EGR</i> dan variasi temperatur T_3	71
Grafik 4.9	Grafik hubungan antara η_f dan N pada variasi <i>load</i> 50%, % <i>EGR</i> dan variasi temperatur T_3	72

Grafik 4.10	Grafik hubungan antara η_f dan N pada variasi <i>load</i> 75%, % <i>EGR</i> dan variasi temperatur T_3	72
Grafik 4.11	Grafik hubungan antara η_f dan N pada variasi <i>load</i> 100%, % <i>EGR</i> dan variasi temperatur T_3	73
Grafik 4.12	Grafik hubungan antara η_f dan <i>load</i> untuk variasi % <i>EGR</i> dengan (N) 2500 rpm dan temperatur $T_3 = 37^{\circ}\text{C}$	74
Grafik 4.13	Grafik hubungan antara η_f (%) untuk variasi % <i>EGR</i> pada 2500 rpm, <i>load</i> 100 % dengan $T_3 = 37^{\circ}\text{C}$ dan 60°C	75
Grafik 4.14	Grafik hubungan antara η_f dan <i>load</i> (%) untuk variasi % <i>EGR</i> pada venturi <i>scrubber EGR</i> temperatur T_3 37°C dan tanpa <i>EGR</i> temperatur T_3 100°C dengan (N) 2500rpm saat <i>load</i> 100%	76
Grafik 4.15	Grafik hubungan antara η_f dan <i>smoke opacity</i> (%) untuk variasi % <i>EGR</i> pada venturi <i>scrubber EGR</i> temperatur T_3 37°C dan tanpa <i>EGR</i> temperatur T_3 100°C dengan (N) 2500rpm saat <i>load</i> 100% ..	76

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 25% dan *load* 25%
- Lampiran 2 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 50% dan *load* 25%
- Lampiran 3 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 75% dan *load* 25%
- Lampiran 4 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 100% dan *load* 25%
- Lampiran 5 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 25% dan *load* 50%
- Lampiran 6 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 50% dan *load* 50%
- Lampiran 7 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 75% dan *load* 50%
- Lampiran 8 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 100% dan *load* 50%
- Lampiran 9 : Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 25% dan *load* 75%
- Lampiran 10: Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 50% dan *load* 75%
- Lampiran 11: Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 75% dan *load* 75%
- Lampiran 12: Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 100% dan *load* 75%
- Lampiran 13: Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 25% dan *load* 100%
- Lampiran 14: Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 50% dan *load* 100%
- Lampiran 15: Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 75% dan *load* 100%
- Lampiran 16: Data pengamatan motor diesel *EGR scrubber* 100% dan *load* 100%
- Lampiran 17: Data pengamatan motor diesel tanpa *EGR* dan *load* 25%
- Lampiran 18: Data pengamatan motor diesel tanpa *EGR* dan *load* 50%
- Lampiran 19: Data pengamatan motor diesel tanpa *EGR* dan *load* 75%
- Lampiran 20: Data pengamatan motor diesel tanpa *EGR* dan *load* 100%

