

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN HASIL UJIAN PENDADARAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
INTISARI	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Meningkatkan Batas <i>Exhaust Gas Recirculation</i> pada Mesin Diesel	4
2.2. Penelitian Penggunaan EGR pada <i>Spark Ignition Engine</i> Berbahan Bakar Gas Alam	6
2.3. Eksperimen Pengaruh EGR dan Kecepatan Mesin terhadap Emisi CO dan HC pada Mesin HCCI <i>Dual Fuel</i>	8
 BAB III DASAR TEORI	
3.1. Parameter Geometri Mesin	10
3.2. Parameter Unjuk Kerja Mesin	11
3.2.1. Kerja (<i>work</i>)	11

3.2.2. Tekanan efektif rata-rata (<i>mean effective pressure</i>)	13
3.2.3. Torsi (<i>torque</i>) dan daya (<i>power</i>)	13
3.2.4. <i>Specific fuel consumption</i>	14
3.3. Siklus Otto	14
3.4. Emisi	18
3.4.1. Oksida nitrogen (NO _x)	18
3.4.2. Hidrocarbon (HC)	22
3.4.3. Karbon Monoksida (CO)	23
3.5. <i>Exhaust Gas Recirculation</i> (EGR)	23

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Motor Uji	25
4.2. Komponen Modifikasi Sistem EGR	26
4.2.1. Leher knalpot	26
4.2.2. <i>Intake manifold</i> dan <i>ball valve</i>	26
4.3. Alat Penelitian	26
4.3.1. Alat ukur putaran mesin	26
4.3.2. Alat ukur debit EGR	27
4.3.3. Alat ukur konsumsi bahan bakar	27
4.3.4. <i>Gas analyzer</i>	28
4.3.5. Dinamometer	28
4.4. Pengambilan Data	29
4.5. Penghitungan Persentase EGR	30
4.6. Penghitungan <i>brake specific fuel consumption (bsfc)</i>	35
4.7. Kesulitan –Kesulitan dalam Penelitian dan Solusinya	35

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengaruh EGR terhadap Unjuk Kerja Mesin	37
5.2. Pengaruh EGR terhadap Emisi Gas Buang	41
5.3. Persentase Optimal EGR pada Mesin Bensin Silinder Tunggal Empat Langkah	45

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan 50

6.2. Saran 50

DAFTAR PUSTAKA 51

LAMPIRAN 53

DAFTAR GAMBAR

Tinjauan Pustaka

Gambar 2.1	Pertukaran konsentrasi HC dan NO _x sebagai fungsi tingkat EGR (Wagner dkk, 2000)	5
Gambar 2.2	Pertukaran konsentrasi PM dan NO _x sebagai fungsi tingkat EGR (Wagner dkk, 2000)	5
Gambar 2.3	Variasi emisi NO terhadap EGR pada berbagai putaran (Ibrahim dan Bari, 2007)	7
Gambar 2.4	Variasi <i>brake specific fuel consumption</i> terhadap jumlah EGR dengan temperatur masuk 333 K, menggunakan <i>Supercharger</i> , dan berbagai macam putaran. (Ibrahim Dan Bari, 2007)	7
Gambar 2.5	Pengaruh EGR terhadap emisi CO pada mesin HCCI-DI <i>dual fuel</i> pada berbagai putaran mesin (Ghazikhani dkk, 2009)	9
Gambar 2.6	Pengaruh EGR terhadap emisi HC pada mesin HCCI-DI <i>dual fuel</i> pada berbagai putaran mesin (Ghazikhani dkk, 2009)	9

Dasar Teori

Gambar 3.1	Geometri piston dan silinder pada <i>reciprocating engine</i> (Pulkrabek, 1997)	11
Gambar 3.2	Diagram indikator untuk mesin bensin empat langkah (Pulkrabek, 1997)	12
Gambar 3.3	Skema langkah piston mesin bensin empat langkah (Cengel dan Boles, 2006)	15
Gambar 3.4	Siklus Otto pada (a) Koordinat $P - v$ dan (b) Koordinat $T - s$ (Pulkrabek, 1997)	16
Gambar 3.5	Pengaruh rasio ekuivalen terhadap emisi mesin bensin (Pulkrabek, 1997)	20
Gambar 3.6	Pengaruh lama pembakaran terhadap pembentukan NO _x (Pulkrabek, 1997)	21

Gambar 3.7	Pengaruh waktu penyalaan awal terhadap konsentrasi NO _x pada gas buang (Pulkrabek, 1997)	21
------------	---	----

Metodologi Penelitian

Gambar 4.1	Mesin Yamaha Jupiter MX	25
Gambar 4.2	Leher knalpot yang telah dimodifikasi	26
Gambar 4.3	<i>Intake manifold</i> dan <i>ball valve</i>	26
Gambar 4.4	<i>Digital tachometer</i>	27
Gambar 4.5	Alat-alat yang digunakan untuk mengukur debit EGR (a) <i>orifice</i> , (b) manometer, (c) termometer digital	27
Gambar 4.6	Pipa ukur	27
Gambar 4.7	<i>Gas analyzer</i> (a) Stargas 898, (b) Dwyer model 1207	28
Gambar 4.8	Dinamometer	28
Gambar 4.9	Skema susunan peralatan penelitian	29
Gambar 4.10	<i>Orifice</i> dengan tipe tap D dan D/2	30
Gambar 4.11	<i>Coefficient of discharged</i> untuk beberapa rasio diameter dan angka Reynold (Dally dkk, 1984)	33
Gambar 4.12	<i>Coeffisien of discharged</i> untuk beberapa rasio area (Yahya, 1982)	34

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Gambar 5.1	Pengaruh EGR terhadap torsi pada putaran yang berbeda	38
Gambar 5.2	Pengaruh EGR terhadap <i>bsfc</i> pada putaran yang berbeda	39
Gambar 5.3	Variasi <i>brake power</i> terhadap EGR pada 1000 rpm dan kondisi masuk yang berbeda (Ibrahim dan Bari, 2007)	40
Gambar 5.4	Pengaruh EGR terhadap emisi NO _x pada putaran yang berbeda	41
Gambar 5.5	Pengaruh AFR terhadap kecepatan pembakaran (Pulkrabek, 2004)	42
Gambar 5.6	Pengaruh persentase EGR terhadap temperatur EGR pada	

	<i>orifice</i>	42
Gambar 5.7	Pengaruh EGR terhadap kualitas pembakaran mesin bensin dan emisi HC pada gas buang (Kuroda dkk, 1978)	43
Gambar 5.8	Pengaruh EGR terhadap emisi HC pada putaran yang berbeda	43
Gambar 5.9	Pengaruh EGR terhadap emisi CO pada putaran yang berbeda	44
Gambar 5.10	Skema penelitian yang dilakukan Ghazikhani dkk (2009)	45
Gambar 5.11	Pertukaran konsentrasi NO _x dan <i>bsfc</i> sebagai fungsi EGR pada putaran yang berbeda	46
Gambar 5.12	Pertukaran konsentrasi NO _x dan HC sebagai fungsi EGR pada putaran yang berbeda	47
Gambar 5.13	Perbandingan massa emisi HC terhadap emisi NO _x	48

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Φ	=	rasio ekuivalen
ρ	=	massa jenis
r_c	=	rasio kompresi
A	=	luas penampang
AFR	=	Air-Fuel Ratio
B	=	diameter silinder (Bore)
BDC	=	Bottom Dead center
bsfc	=	brake specific fuel consumption
CO	=	Karbon monoksida
EGR	=	Exhaust Gas Recirculation
HC	=	Hidrokarbon
HCCI	=	Homogenous Charge Compression Ignition
$\dot{m}_f$	=	laju konsumsi bahan bakar
mep	=	mean effective pressure
NO	=	Nitrogen monoksida
NO _x	=	Oksida nitrogen
NO ₂	=	Nitrogen dioksida
P	=	tekanan
O ₃	=	Ozon
PM	=	Particulate Mass
S	=	panjang langkah (Stroke)
T	=	temperatur
TDC	=	Top Dead Center
v	=	volume jenis / kecepatan
V_c	=	<i>clearance volume</i> / volume silinder minimum
V_d	=	<i>displacement volume</i> / kapasitas silinder
W	=	kerja
$\dot{W}$	=	daya
WOT	=	Wide Open Throttle