

TUGAS AKHIR SARJANA

**Pengaruh Pembebanan Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah
Dengan Sistem Dua Bahan Bakar (*Bifuel*) Premium dan LPG Dengan Variasi Sudut
Penyalaaan**



*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Akademis
Dalam Menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang*

Disusun oleh :

EDY MURDIYANTO

L2E 604 205

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

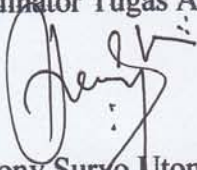
2010

HALAMAN PENGESAHAN

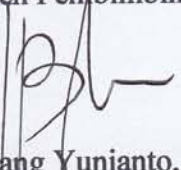
Proposal tugas akhir dengan judul “ Pengaruh Pembebanan Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Sistem Dua Bahan Bakar (*Bifuel*) Premium dan LPG dengan Variasi Sudut Penyalaan ” telah disahkan pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 17-3-2010

Mengetahui,
Kordinator Tugas Akhir


Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT.
NIP .1971 0421 1999 031 003

Mengesahkan
Dosen Pembimbing


Ir. Bambang Yuniyanto, M.Sc.
NIP. 1959 0620 1987 031 003

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

- ☆ Hidup adalah anugerah, buatlah ia berkualitas
- ☆ Keberanian dalam melangkah adalah awal kesempurnaan ikhtiar
- ☆ Luruskan niat, sempurnakan ikhtiar, konsisten dan sandarkan diri pada-Nya

PERSEMBAHAN

1. Bapak, Ibu dan Ade-adeku tercinta
2. Teman seperjuangan ekstensi angkatan 04
3. Civitas akademika jurusan teknik Mesin Undip

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah kendaraan di Indonesia dewasa ini mengalami peningkatan yang cukup pesat terutama pada jenis kendaraan sepeda motor. Emisi gas buang dari kendaraan merupakan sumber polusi udara yang sangat penting di negara kita. Diperkirakan sekitar 80% CO, 60% HC and 40% NO_x di atmosfer dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Perbaikan kualitas udara membutuhkan perhatian khusus terhadap polusi yang dihasilkan oleh kendaraan jenis ini. Fokus pengujian ini adalah pada aplikasi bahan bakar alternatif, LPG (liquified petroleum gas). LPG mempunyai beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan bensin, yaitu emisi yang lebih bersih dan angka oktan yang lebih tinggi.

Sistem dua bahan bakar (LPG/Bensin) telah dipelajari dan dibuat untuk diterapkan pada sepeda motor bensin. Dalam penerapannya, LPG yang digunakan dalam fraksi gas pada tekanan 28 mbar, fraksi campuran pada berbagai putaran mesin diatur oleh sebuah mekanisme katup gas (konverter kit) yang dipasang pada karburator. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan emisi gas buang antara Bensin dan LPG dengan menggunakan gas analyzer Stargas MOD 898 Pengaturan pemajuan waktu dilakukan dengan mengatur sudut pada pulser (pada sistem pengapian) sampai didapatkan sudut penyalaan yang tepat, sehingga didapatkan performa mesin yang maksimal.

Sepeda motor yang dijalankan dengan bahan bakar LPG timing 11⁰ memiliki penurunan emisi CO sebesar 0,24% - 97,68% volume, emisi HC sampai sebesar 97,5% jika dibandingkan dengan bahan bakar Bensin timing 14⁰.

Kata kunci: LPG, konverter kit, Emisi gas buang, Ignition Timing.

ABSTRACT

Development of vehicles in Indonesia nowadays is very fast specially the motorcycle. Exhaust gas of vehicles is the essential source of air pollution in our country. It is estimated that about 80% CO, 60% HC and 40% NO_x in the atmosphere are emitted by the automobiles. Improvement of air quality thus requires a particularly attention to pollution emission of these kind of vehicles. Our researches focus on the application of alternative fuel, LPG (liquified petroleum gas). LPG offers some benefits compare with gasoline, its clean emission and higher octane number.

A bi-fuel system (LPG/Gasoline) has been studied and manufactured for adapting on original gasoline motorcycle. In application, the LPG in gaseous state at 28 mbar is used, the mixture fraction at any regime of engines is controlled by a throttling valve (converter kit) wich is fitted on the carburetor. This experiment to find out the comparison of exhaust emission between gasoline and LPG using Stargas MOD 898 gas analyzer. One way to improve gasoline engine performance that used LPG gas fuel by controlling ignition timming more accurate. Controlling ignition timming is done by sliding angle position on pulser to get ignition timming accurately.

The motorcycle running on LPG timing 11⁰ have emission reduction of CO about 0,24% - 97,68% and HC up to 97,5% in comparison with original gasoline timing 14⁰ running.

Keyword: LPG, Converter kit, Exhaust emission, Ignition Timing.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul ” Uji Pengaruh Pembebanan Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Sistem Dua Bahan Bakar (*Bifuel*) Premium dan LPG Dengan Variasi Sudut Penyalaan” ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan program sarjana di jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan motivasi serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu, diantaranya :

1. Bapak Ir. Bambang Yuniarto, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST. MT. selaku koordinator tugas akhir yang telah memberikan regulasi pelaksanaan tugas akhir dengan baik.
3. Semua pihak yang telah turut serta memberikan bantuan, dorongan serta masukan demi selesainya tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu penulis berharap adanya masukan dan saran yang bersifat membangun serta terbuka terhadap kritik demi semakin baiknya tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan khususnya pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi mahasiswa.

Semarang, Maret 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penulisan	3
1.3. Lingkup Pembahasan.....	3
1.3.1. Perumusan Masalah.....	3
1.3.2. Pembatasan Masalah	3
1.4. Metodologi Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan	7
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Umum.....	8
2.2. Motor Bensin.....	9
2.2.1. Siklus Mesin 4 Langkah	10
2.2.2. Siklus Mesin 2 Langkah	11
2.2.3. Siklus Udara Volume Konstan (Siklus Otto).....	12
2.2.4. Siklus Aktual Motor Bensin 4 Langkah.....	14
2.3. Bahan Bakar	15
2.3.1. Bahan Bakar Minyak.....	16

2.3.2. Bahan Bakar Gas.....	20
2.4. Proses Pembakaran	22
2.4.1. Fenomena Proses Pembakaran.....	22
2.4.1.1Pembakaran Normal	23
2.4.1.2PembakaranTidak Normal	24
2.4.2. Persamaan Pembakaran	28
2.4.3. Stoikiometri	29
2.4.3.1. Stoikiometri Bahan Bakar Premium.....	30
2.4.3.2. Stoikiometri Bahan Bakar Elpiji	31
2.5. Sistem Pengapian Sepeda Motor 4 Langkah.....	32
2.5.1. Sistem CDI (<i>Capacitive Discharge Ignition System</i>).....	33
2.5.2. Sudut Pengapian.....	34
2.6. Emisi Gas Buang	36
2.6.1. Pembentukan Karbon Monoksida	37
2.6.2. Pembentukan Hidrokarbon	37
2.6.3. Pembentukan Oksida Nitrogen	38
2.6.4. Pembentukan Timbal.....	39
2.7. Pengaruh Emisi Terhadap Lingkungan.....	39
2.8. Membaca Hasil Gas Analyzer	42
2.9. Karakteristik Emisi Gas Buang Mesin Bahan Bakar Premium dengan Mesin Bahan Bakar LPG	44
2.9.1. terhadap Daya pengereman.....	44
2.9.2. terhadap Emisi gas Buang	45

BAB III PENGUJIAN DAN PENGUMPULAN DATA

3.1. Metodologi Pengujian.....	51
3.2. Pengujian Gas buang	52
3.3. Deskripsi Perangkat Uji	53
3.3.1. Mesin Uji	53

3.3.2.	Karburator dan Konverter Kit Elpiji	54
3.3.3.	Tabung Gas Elpiji	55
3.3.4.	Kipas angin pendingin.....	55
3.3.5.	Gelas Ukur	55
3.3.6.	Dynamometer.....	56
3.3.7.	Anemometer.....	57
3.3.8.	Alat Uji Gas Buang	58
3.4.	Kalibrasi Alat Ukur	59
3.5.	Prosedur Pengujian	60
3.5.1.	Persiapan Pengujian	60
3.5.2.	Langkah Pengujian	61
3.6.	Formulasi Perhitungan	62
3.6.1.	Perhitungan Laju Konsumsi Bahan Bakar.....	63
3.6.2.	Perhitungan Laju Konsumsi Udara	63
3.6.3.	Perhitungan AFR	63
3.6.4.	Perhitungan Torsi dan Daya Pengereman	64
3.6.5.	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	64
3.6.6.	Perhitungan Efisiensi.....	65

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1.	Data Hasil Pengujian	66
4.1.1.	Data Emisi Bensin 14 ⁰ (standart)	66
4.1.2.	Data Emisi LPG 14 ⁰ (standart).....	67
4.1.3.	Data Emisi LPG 17 ⁰ (maju)	68
4.1.4.	Data Emisi LPG 11 ⁰ (mundur).....	69
4.2.	Pengolahan Data dan Perhitungan Data.....	69
4.2.1.	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar.....	69
4.2.2.	Perhitungan Konsumsi Udara	70
4.2.3.	Perhitungan AFR.....	71

4.3. Grafik dan Analisa	72
4.3.1. Perbandingan Emisi CO terhadap Putaran Mesin.....	72
4.3.2. Perbandingan Emisi CO ₂ terhadap Putaran Mesin	74
4.3.3. Perbandingan Emisi HC terhadap Putaran Mesin.....	76
4.3.4. Perbandingan Emisi O ₂ terhadap Putaran Mesin.....	77
4.3.5. Perbandingan Nilai Lambda terhadap putaran Mesin	79
4.3.6. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin	80

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	82
5.2. Saran	82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dan Kendaraan di Indonesia.....	1
Gambar 1.2.	Kebutuhan Bensin untuk Kendaraan di Indonesia	2
Gambar 1.3.	Prosentase pencemaran udara dari berbagai sektor di Indonesia	2
Gambar 1.4.	Diagram Alir Proses Penyiapan dan Pengujian Mesin	6
Gambar 2.1.	Gerakan Torak pada pada motor 4 langkah	10
Gambar 2.2.	Siklus Motor 2 Langkah.....	11
Gambar 2.3.	Diagram P – V Siklus Otto (<i>Siklus Volume Konstan</i>)	12
Gambar 2.4.	Diagram P-V Siklus Tekanan Konstan	13
Gambar 2.5.	Diagram P – V Siklus Aktual Motor Bensin.....	15
Gambar 2.6.	Proses pembakaran normal dan pembakaran sendiri.....	28
Gambar 2.7.	Keadaan dalam ruang bakar sebelum dan sesudah detonasi.....	29
Gambar 2.8.	Diagram Katup Motor Bensin Empat Langkah <i>Low Speed</i> (a) dan <i>High Speed</i> (b).....	34
Gambar 2.9.	Posisi saat pengapian	35
Gambar 2.10.	Perbandingan Daya dan Torsi yang dihasilkan pada mesin mobil <i>Xenia</i> dan sedan <i>Soluna</i> bahan bakar Bensin dan LPG	43
Gambar 2.11.	Perbandingan Daya dan Torsi yang dihasilkan pada mesin bahan bakar Bensin dan LPG.....	44
Gambar 2.12.	Grafik pengaruh AFR terhadap emisi gas buang yang dihasilkan pada mesin dengan bahan bakar Bensin dan LPG.....	44
Gambar 2.13.	Grafik emisi gas buang CO yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin mobil <i>Xenia</i> dan sedan <i>Soluna</i> bahan bakar Bensin dan LPG	45
Gambar 2.14.	Grafik emisi gas buang CO yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin sepeda motor bahan bakar Bensin dan LPG.....	45
Gambar 2.15.	Grafik emisi gas buang CO yang dihasilkan pada mesin sepeda motor bahan bakar Bensin dan LPG	46

Gambar 2.16. Grafik emisi gas buang CO yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin mobil bahan bakar Bensin dan LPG	46
Gambar 2.17. Grafik emisi gas buang CO ₂ yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin mobil <i>Xenia</i> dan sedan <i>Soluna</i> bahan bakar Bensin dan LPG	47
Gambar 2.18. Grafik emisi gas buang CO ₂ yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin mobil bahan bakar Bensin dan LPG	47
Gambar 2.19. Grafik emisi gas buang HC yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin mobil <i>Xenia</i> dan sedan <i>Soluna</i> bahan bakar Bensin dan LPG	48
Gambar 2.20. Grafik emisi gas buang HC yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin sepeda motor bahan bakar Bensin dan LPG.....	48
Gambar 2.21. Grafik emisi gas buang HC yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin sepeda motor bahan bakar Bensin dan LPG.....	49
Gambar 2.22. Grafik emisi gas buang HC yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin mobil bahan bakar Bensin dan LPG	49
Gambar 2.23. Grafik emisi gas buang O ₂ yang dihasilkan yang dihasilkan pada mesin mobil <i>Xenia</i> dan sedan <i>Soluna</i> bahan bakar Bensin dan LPG	50
Gambar 3.1. Diagram alir pengujian	51
Gambar 3.2. Skema perangkat uji mesin <i>bi-fuel</i>	52
Gambar 3.3. Mesin uji sepeda motor Rimco 100 cc.....	54
Gambar 3.4. Karburator dan <i>converter kit LPG</i>	55
Gambar 3.5. Gelas ukur	56
Gambar 3.6. Skema susunan <i>prony brake</i>	56
Gambar 3.7. Pemasangan Dinamometer.....	57
Gambar 3.9. <i>Hot Wire Anemometer</i>	57
Gambar 3.10 . Gas Analyzer Stargas 898	59
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Emisi CO Bahan BakarPremium dan LPG	70
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Emisi CO ₂ Bahan BakarPremium dan LPG	71
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Emisi HC Bahan BakarPremium dan LPG	73
Gambar 4.4. Grafik Perbandingan Emisi O ₂ Bahan BakarPremium dan LPG	74

Gambar 4.5. Grafik Perbandingan konsumsi Udara Bahan Bakar Premium dan LPG	75
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dengan Bahan Bakar Premium dan LPG	76
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan AFR Aktual Bahan Bakar Premium dan LPG	77
Gambar 4.8. Grafik Perbandingan Lambda Bahan Bakar Premium dan LPG.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel. 2.1. Sifat fisik methanol, isooktan, dan bensin	17
Tabel. 2.2. Spesifikasi Premium 88 Di Indonesia	20
Tabel.2.3. Standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar gas jenis LPG untuk kendaraan bermotor yang dipasarkan di dalam negeri.....	21
Tabel 2.4. Komposisi Udara.....	23
Tabel 4.1. Data hasil pengukuran emisi CO.....	66
Tabel 4.2. Data hasil pengukuran emisi CO ₂	66
Tabel 4.3. Data hasil pengukuran emisi HC.....	67
Tabel 4.4. Data hasil pengukuran emisi O ₂	67
Tabel 4.5. Data hasil pengukuran Lambda.....	68

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Dimensi
η_f	<i>fuel conversion efficiency</i>	%
λ	AFR relatif	
$\rho_{alkohol}$	berat jenis alkohol	g/cm^3
$\rho_{premium}$	berat jenis premium	g/cm^3
ρ_{udara}	massa jenis udara	kg/m^3
A	luas penampang	m^2
AFR	perbandingan massa udara dan massa bahan bakar	
b	jarak lengan torsi	m
F	gaya penyeimbang	N
g	gravitasi bumi	m/s^2
m	beban	kg
m_{bb}	laju aliran bahan bakar	kg/jam
mep	tekanan efektif rata-rata	kPa
m_{udara}	laju aliran udara	kg/jam
N	putaran kerja	rev/s
n_R	jumlah putaran engkol untuk setiap langkah kerja (2 untuk siklus 4 langkah; 1 untuk siklus 2 langkah)	
P	daya	kW, Hp
sfc	konsumsi bahan bakar spesifik	$kg/kW.jam$
T	torsi	$N.m, kg.m$
t	waktu untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar	<i>detik</i>
v	kecepatan	m/s
V_d	volume ruang bakar	dm^3