

## **TUGAS AKHIR SARJANA**

**Uji Pengaruh Perubahan Saat Penyalaan (Ignition Timing) Terhadap Prestasi  
Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Premium dan LPG  
(Bi-Fuel)**



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

**Disusun oleh :**

**ENDIKA PRANNANTA**

**L2E 604 207**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG**

**2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Uji Pengaruh Perubahan Saat Penyalaan (Ignition Timing) Terhadap Prestasi Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Premium dan LPG (Bi-Fuel)" telah disahkan pada:

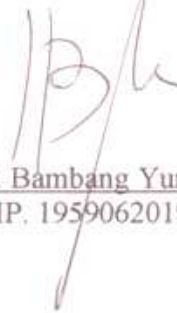
Hari : Kamis  
Tanggal : 24-3-2010

Pembimbing II



Muchammad, ST, MT  
NIP. 197303051997021001

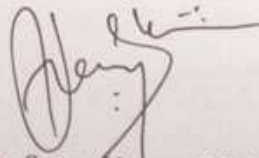
Pembimbing I



Ir. Bambang Yuniarto, Msc  
NIP. 195906201987031003

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT.  
NIP. 197104211999031003

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO:**

- ☆ Hidup lebih mudah dengan mengikuti aturan yang ada
- ☆ Dengan mencoba kita akan tahu, daripada hanya diam merenunginya
- ☆ Awali dengan niat, ikhtiar dan serahkan semuanya pada Allah SWT

### **PERSEMBAHAN:**

- ☆ Bapak dan Ibu tercinta atas Do'anya
- ☆ Adik "IA" atas motivasinya
- ☆ Teman – teman Mech '04-X atas kerjasamanya

## ABSTRAK

Gas Elpiji (LPG) merupakan gas bumi yang mempunyai cadangan cukup besar di Indonesia. Dengan adanya pemanfaatan bahan bakar gas diharapkan masalah kebutuhan energi serta pencemaran lingkungan dapat teratasi.

Mesin motor bensin dapat dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar gas LPG, namun performa mesin tersebut menurun ketika menggunakan bahan bakar LPG. Penurunan performa mesin bensin ini karena memang mesin tersebut dirancang untuk bahan bakar bensin dikarenakan karakteristik penyalaan dari kedua bahan bakar tersebut. Salah satu cara untuk meningkatkan performa mesin tersebut adalah dengan mengatur penyalaan pengapian sehingga waktu penyalaan lebih sesuai dengan karakteristik gas LPG dan bensin.

Pengaturan pemajuan waktu dilakukan dengan mengatur sudut pada *pulser* (pada sistem pengapian) sampai didapatkan sudut penyalaan yang tepat, sehingga didapatkan performa mesin yang maksimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar LPG pada mesin bensin satu silinder mengakibatkan penurunan daya hingga 25% dari daya yang dihasilkan oleh bensin. Sedangkan nilai BSFC-nya memperlihatkan hasil yang setara antara kedua bahan bakar, dimana kondisi optimal berada pada kisaran putaran 4.000 rpm sampai 5.000 rpm.

Keywords : LPG, gasoline, ignition timing.

## **ABSTRACT**

*The fuel gas (LPG) is natural gas that has a sizable reserves in Indonesia. With the utilization of gas fuel is expected the problem of energy needs and environmental pollution can be solved.*

*Gasoline engine can be operated by using LPG gas fuel, Nevertheless, the performances of gasoline engine is decrease when it using LPG. This performance reduction is caused by the different characteristics of the two fuels.*

*One way to improve the performance of these machines is to adjust the ignition timing so that the ignition timing is more appropriate with the characteristics of LPG gas and gasoline.*

*One way to improve gasoline engine performance that used LPG gas fuel by controlling ignition timing more accurate. Controlling ignition timing is done by sliding angle position on pulser to get ignition timing accurately. The result of test indicated that usage of LPG as fuel on single cylinder gasoline engine result dropping of power till 25% than gasoline power. While value of BSFC show equivalent result between both fuel gasoline and LPG, where optimum condition is ranging from 4.000 rpm until 5.000 rpm.*

*Keywords : LPG, gasoline, 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 Perubahan Saat Penyalaan (Ignition Timing) Terhadap Prestasi Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Premium dan LPG (Bi-Fuel)” 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 Yuniyanto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Muchammad,ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST. MT. selaku koordinator tugas akhir yang telah memberikan regulasi pelaksanaan tugas akhir dengan baik.
4. 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, Januari 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penulisan .....	2
1.3. Pembatasan Masalah .....	2
1.4. Lingkup Pembahasan .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Umum .....	6
2.2. Motor Bensin.....	6
2.2.1. Motor Bensin 4 Langkah.....	7
2.2.2. Siklus Otto Motor Bensin 4 Langkah .....	9
2.2.3. Siklus Aktual Atau Sebenarnya .....	10
2.3. Bahan Bakar Dan Proses Pembakaran .....	11
2.3.1. Bahan Bakar Minyak .....	12
2.3.2. Bensin .....	12
2.3.3. Bahan Bakar Gas.....	16

2.4. Proses Pembakaran .....	18
2.4.1. Persamaan Pembakaran.....	19
2.4.2. Sistem Penyalaan Pengapian.....	23
2.5. Parameter Prestasi Mesin .....	26
2.5.1. Daya indikator (indikatif).....	27
2.5.2. Torsi Dan Daya Pengereman .....	27
2.5.3. Efisiensi Mekanis .....	28
2.5.4. Tekanan Efektif Rata - Rata.....	28
2.5.5. Efisiensi Thermal .....	29
2.5.6. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Pengereman .....	30
2.5.7. Efisiensi Volumetris.....	32

### **BAB III PENGUJIAN DAN PENGUMPULAN DATA**

3.1. Metodologi Pengujian .....	34
3.2. Deskripsi Perangkat Uji .....	35
3.2.1. Mesin Uji.....	36
3.2.2. Karburator .....	37
3.2.3. Tabung dan Gas Elpiji.....	37
3.2.4. Kipas Angin Pendingin .....	38
3.2.5. Gelas Ukur .....	38
3.2.6. <i>Dynamometer</i> .....	38
3.2.7. <i>Anemometer</i> .....	40
3.3. Kalibrasi Alat Ukur .....	40
3.3.1. Kalibrasi <i>Load Cell</i> Torsi.....	40
3.4. Prosedur Pengujian .....	42
3.4.1. Persiapan Pengujian .....	42
3.4.2. Langkah Pengujian .....	43
3.5. Formulasi Perhitungan .....	44
3.5.1. Perhitungan Torsi dan Daya Pengereman.....	44
3.5.2. Perhitungan Untuk Laju Konsumsi Bahan Bakar .....	45
3.5.3. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik .....	46

3.5.4. Perhitungan Untuk Laju Konsumsi Udara.....	46
3.5.5. Perhitungan AFR (Air Fuel Ratio).....	46
3.5.6. Efisiensi Thermal .....	46

#### **BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1. Data Hasil Pengujian .....	47
4.2. Perhitungan .....	49
4.2.1. Perhitungan Torsi Dan Daya Pengereman .....	49
4.2.2. Perhitungan Konsumsi Udara Dan Bahan Bakar .....	50
4.2.3. Perhitungan AFR.....	52
4.2.4. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC).....	53
4.3. Pembahasan .....	54
4.3.1. Analisa Torsi Dan Daya.....	57
4.3.2. Pengaruh Pengaturan Sudut Pengapian Terhadap Daya .....	58
4.3.3. Pengaruh Proses Pembakaran Terhadap Daya.....	60
4.3.4. Analisa Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC).....	61

#### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran.....	63

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gerakan torak pada pada mesin 4 langkah .....	8
Gambar 2.2	P-V dan T-S diagram siklus Otto .....	9
Gambar 2.3	Diagram P-V siklus Otto ideal dan aktual pada motor 4 langkah .....	10
Gambar 2.4	Diagram P-V <i>valve timing</i> pada mesin 4 langkah .....	11
Gambar 2.5	Batas TMA dan TMB piston .....	24
Gambar 2.6	Posisi saat pengapian .....	25
Gambar 2.7	Skema pengukuran torsi pada dinamometer .....	27
Gambar 2.8	Tipikal grafik unjuk kerja motor bensin .....	30
Gambar 2.9	Variasi daya poros terhadap putaran mesin untuk bahan bakar bensin dan LPG bagi kendaraan uji Xenia ( "X" ) dan Soluna ( "S" ) .....	31
Gambar 2.10	Variasi torsi terhadap putaran mesin untuk bahan bakar bensin dan LPG bagi kendaraan uji Xenia ( "X" ) dan Soluna ( "S" ) .....	32
Gambar 3.1	Diagram alir pengujian .....	34
Gambar 3.2	Skema perangkat uji mesin bi-fuel .....	35
Gambar 3.3	Mesin uji sepeda motor Rimco 100 cc .....	36
Gambar 3.4	Karburator dan modifikasi untuk saluran LPG .....	37
Gambar 3.5	Gelas ukur .....	38
Gambar 3.6	Skema susunan prony brake .....	39
Gambar 3.7	Pemasangan Dinamometer .....	39
Gambar 3.8	<i>Hot Wire Anemometer</i> .....	40
Gambar 4.1	Torsi Terhadap Putaran Mesin Untuk Bahan Bakar Bensin dan LPG.....	57
Gambar 4.2	Daya Pengereman terhadap Putaran Mesin untuk Bahan Bakar Bensin dan LPG.....	58
Gambar 4.3	Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin Untuk Bahan Bakar Bensin Dan LPG.....	59
Gambar 4.4	AFR Relatif Terhadap Putaran Mesin Untuk Bahan	

	Bakar Bensin Dan LPG.....	60
Gambar 4.5	Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin Untuk	
	Bahan Bakar Bensin Dan LPG.....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai oktan gasolin Indonesia .....	13
Tabel 2.2	Sifat Bahan bakar Bensin dan LPG .....	14
Tabel 2.3	Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 88 .....	15
Tabel 2.4	Spesifikasi bahan bakar gas jenis LPG untuk kendaraan .....	16
Tabel 2.5	Komposisi Udara .....	19
Tabel 3.1	Langkah pengkalibrasi.....	41
Tabel 4.1	Data hasil pengujian mesin menggunakan bahan bakar bensin.....	47
Tabel 4.2	Data hasil pengujian mesin menggunakan LPG dengan sudut Penyalan 11 <sup>o</sup> sebelum TMA .....	48
Tabel 4.3	Data hasil pengujian mesin menggunakan LPG dengan sudut Penyalan 14 <sup>o</sup> sebelum TMA .....	48
Tabel 4.4	Data hasil pengujian mesin menggunakan LPG dengan sudut Penyalan 17 <sup>o</sup> sebelum TMA .....	49
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Performa Bensin dengan sudut penyalan 14 <sup>o</sup> ....	55
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Performa LPG dengan sudut penyalan 11 <sup>o</sup> .....	55
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Performa LPG dengan sudut penyalan 14 <sup>o</sup> .....	56
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Performa LPG dengan sudut penyalan 17 <sup>o</sup> .....	56

## DAFTAR NOTASI

NOTASI	SATUAN	KETERANGAN
A	m <sup>2</sup>	Luas penampang aliran udara
b	m	Jarak lengan gaya
F	N	Gaya
g	m/s <sup>2</sup>	Percepatan gravitasi bumi
$\lambda$	-	AFR relatif
M	kg	Massa yang bekerja
$\dot{m}_a$	kg/jam	Laju konsumsi udara
$\dot{m}_f$	kg/jam	Laju konsumsi bahan bakar
n	rpm	Putaran poros
P <sub>b</sub>	kW	Daya pengereman poros
$\rho_a$	kg/m <sup>3</sup>	Massa jenis udara
$\rho_{premium}$	gr/cm <sup>3</sup>	Berat jenis premium
t	detik	Waktu
$\tau$	Nm	Torsi
V	m/s	Kecepatan aliran udara