

# **PENGARUH PERUBAHAN WAKTU PENYALAAAN (*IGNITION TIMING*) TERHADAP TORSI DAN DAYA PADA SEPEDA MOTOR VEGA R 110 CC TAHUN 2008 DENGAN BAHAN BAKAR LPG (*LIQUEFIED PETROLEUM GAS*)**

**Lalus Setiyono, Subagsono, dan Basori**

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Telp/Fax(0271) 718419

Email: [lalus\\_setiyono@ymail.com](mailto:lalus_setiyono@ymail.com)

## **ABSTRACT**

*This research is written to achieve some objectives as follows: (1) find out the alteration of ignition timing toward torque and power on 110 cc Vega R motorcycle year of 2008. (2) find out the amount of torque and power on 110 cc Vega R motorcycle year of 2008 after setting up the ignition timing.*

*This research used descriptive quantitative method. The sample used in this study is 110 cc Vega R motorcycle year of 2008, engine numbered MH34D70028J737691. The data are obtained from the amount of torque and power by using premium fuel in a standard ignition angle ( $10^{\circ}$  BTDC/ Before Top Dead Centre) and using LPG gas fuel performed on standard ignition angle ( $10^{\circ}$  BTDC), advanced ignition angle ( $13^{\circ}$  BTDC) and backward ignition angle ( $7^{\circ}$  BTDC).*

*Based on the results of this study, it can be concluded that: (1) There are differences in torque and power on 110 cc Vega R motorcycle Year of 2008 using LPG in a standard ignition angle ( $10^{\circ}$  BTDC), advanced ignition timing ( $13^{\circ}$  BTDC) and the ignition timing backdated ( $7^{\circ}$  BTDC). (2) The torque produced by the motorcycle using LPG gas fuel in advanced ignition timing ( $13^{\circ}$  BTDC) is higher than the other variations ignition timing, that is 7.31 Nm at 6088 rpm engine speed. Torque dropped 1.34 Nm of the resulting torque by motorcycles using premium fuel in standard ignition timing is 8.65 Nm at 5337 rpm engine speed, (3) The power is produced by the motorcycle using LPG gas fuel in advanced ignition timing ( $13^{\circ}$  BTDC) is higher than the other variations ignition timing, that is 6,9 HP in 7591 rpm engine speed. The power dropped 0.9 HP of the resulting power by motorcycles using premium fuel in ignition time standard of 7.8 HP at 7344 rpm engine speed. (4) Time optimal ignition in 110 cc Vega R motorcycle Year of 2008 using LPG gas fuel is  $13^{\circ}$  BTDC or advanced ignition timing. (5) The effective engine speed of 110 cc Vega R motorcycle year of 2008 that used LPG gas fuel in advanced ignition timing is 6000 rpm up to 8000 rpm.*

**Keywords:** *Altered Ignition Timing, Torque and Power, LPG (Liquefied Petroleum Gas)*

## **PENDAHULUAN**

Dewasa ini ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami kemajuan yang pesat, semakin moderen serta canggih. Kebutuhan manusia pun semakin meningkat dan beraneka ragam, salah satunya kebutuhan manusia dibidang transportasi. Sepeda motor merupakan alat transportasi roda dua yang sangat mudah dikendarai. Di Indonesia sepeda motor merupakan alat transportasi yang paling banyak digunakan, dari tahun ketahun jumlahnya terus mengalami peningkatan. Data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor

Indonesia (Gaikindo) dan Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) menunjukkan jumlah populasi kendaraan bermotor di Indonesia hingga 2010 lalu mencapai 50.824.128 unit.

Semakin meningkat jumlah sepeda motor semakin meningkat pula kebutuhan akan bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan pada sepeda motor adalah bahan bakar minyak (BBM) yaitu bahan bakar premium atau bensin. Dengan demikian akibat penggunaan bahan bakar minyak yang cukup

besar ini mengakibatkan persediaan minyak bumi semakin menipis.

Pada tahun 2010 lalu, tercatat produksi minyak Indonesia hanya 986 kbpd (*Thousand Barrels Per Day*), di lain sisi tingkat konsumsi melonjak hingga menembus angka 1,304 kbpd atau defisit 318 kbpd (Fika: 2012). Sedang pada Januari 2012 lalu, total konsumsi BBM bersubsidi mencapai 3,537 juta kl. Rinciannya, premium 2,222 juta kl, minyak tanah 106.318 juta kl, dan solar sebesar 1,208 juta kl (Lee: 2012).

Menurut peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional memutuskan sasaran kebijakan energi nasional adalah terwujudnya energi (primer) mix yang optimal pada tahun 2025, yaitu peranan masing-masing jenis energi terhadap konsumsi energi nasional: 1) minyak bumi menjadi kurang dari 20% (dua puluh persen). 2) gas bumi menjadi lebih dari 30% (tiga puluh persen).

Perlu dikembangkan diversifikasi bahan bakar selain bahan bakar minyak, salah satunya bahan bakar LPG yang merupakan bahan bakar gas yang ramah lingkungan. Mengingat LPG masuk ruang bakar sudah berada dalam fase gas maka dengan mudah dapat bercampur dengan udara dalam ruang bakar dan dapat memberikan pembakaran yang lebih sempurna.

Pengujian dilakukan pada sepeda motor empat langkah dengan menggunakan bahan bakar LPG sebagai alternatif bahan bakar pengganti premium. LPG (*Liquid Petroleum Gas*) merupakan unsur hidrokarbon yang berasal dari alam. Komponen LPG didominasi propana ( $C_3H_8$ ) lebih dari 60% dan butana ( $C_4H_{10}$ ) kurang dari 40%. LPG juga mengandung kurang dari 2% hidrokarbon ringan lain, misalnya etana ( $C_2H_6$ ) dan petana ( $C_5H_{12}$ ) (Afrox, Section 5).

Namun masih terdapat masalah ketika motor bensin dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar LPG yaitu unjuk kerja sepeda motor tersebut menurun. Nilai unjuk kerja dilihat dari besarnya torsi dan daya pada motor tersebut.

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja yakni

menggerakkan atau memindahkan mobil atau motor dari kondisi diam hingga berjalan. Untuk itu torsi berkaitan dengan akselerasi dan putaran bawah mesin. Semua ini merupakan kekuatan dorongan piston dan jarak berputarnya, sewaktu terjadi ledakan di *combustion chamber*. Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar pada porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar yang sama dan arah yang berlawanan. Dengan satuan Kg/m (kilogram/meter) atau Nm (*Newton meter*).

Daya mesin adalah besarnya kerja mesin tadi selama waktu tertentu. Daya menjelaskan besarnya *output* kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Daya berkaitan dengan kecepatan dan putaran atas mesin. Hal ini terlihat dari seberapa cepat kendaraan itu mencapai suatu kecepatan tertentu dengan waktu sesedikit mungkin. Dengan satuan kW (*Kilowatt*) atau HP (*Horsepower*).

Penurunan unjuk kerja ini karena mesin tersebut memang dirancang bukan untuk bahan bakar LPG, melainkan untuk bahan bakar bensin. Penurunan unjuk kerja ini disebabkan karena karakteristik penyalan antara bahan bakar LPG dan bahan bakar bensin berbeda.

Salah satu cara untuk meningkatkan unjuk kerja dari motor bensin yang menggunakan bahan bakar LPG adalah dengan mengatur waktu penyalan (*ignition timing*) sehingga waktu penyalannya menjadi lebih tepat sesuai dengan karakteristik penyalan dari bahan bakar LPG.

Sistem pengapian berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Agar sistem pengapian bisa berfungsi secara optimal, maka sistem pengapian harus memiliki kriteria seperti di bawah ini:

1. Percikan bunga api harus kuat.
2. Saat pengapian harus tepat.
3. Sistem pengapian harus kuat dan tahan.

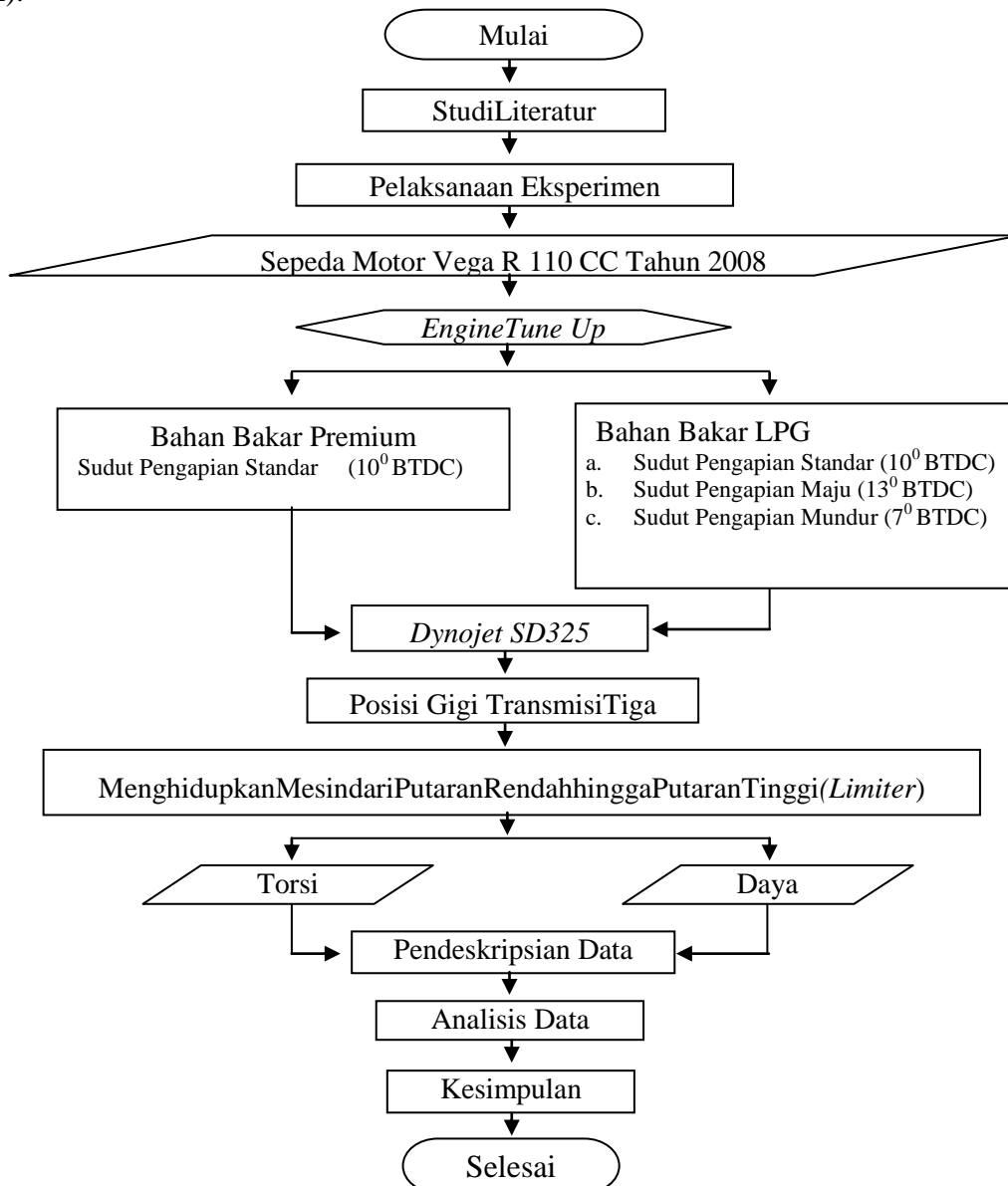
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sampel sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 bernomor mesin MH34D70028J737691 menggunakan bahan bakar premium dan menggunakan bahan bakar LPG. Data diperoleh daribesarnya torsi dandayadenganmenggunakan bahan bakar premium pada sudut pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan dengan menggunakanbahan bakar LPG yang dilakukan pada beberapa sudut pengapian yang sudah ditentukan, yaitu:

1. Sudut pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA).
2. Sudut pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA).
3. Sudut pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA).

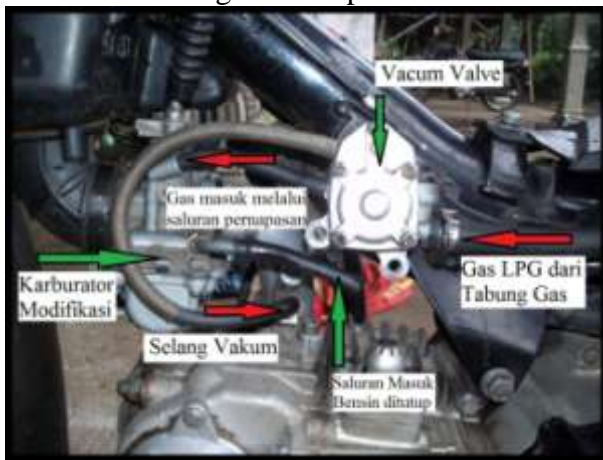
Metode pengumpulan data yang digunakan penelitian ini adalah metode dokumentasi, dengan memanfaatkan *print out/* cetakan hasil pengukuran dari alat uji torsi dandayaDynojet SD325.

Analisis data penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Dimana hasil pengukuran kemudian di lakukananalisis data menggunakanmetode penyelidikan deskriptif.Metode penyelidikan deskriptif adalah menuturkan dan menafsirkan data yang ada. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik kemudian dianalisis. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah:



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Pengujian dilakukan pada sepeda yang sudah dimodifikasi, berikut instalasi motor LPG sebagai bahan penelitian:



Gambar 2. Instalasi Motor LPG

Modifikasi sudut pengapian sepeda motor dilakukan dengan cara memodifikasi *pick up pulser/ triger*. Modifikasi *pick up pulser/ triger* sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 ada beberapa tahap yang perlu dilakukan, yaitu:

### 1. Mengetahui Sudut Pengapian Standar (*Ignition Timing*) Sepeda Motor Vega R 110 CC Tahun 2008

Sudut pengapian standar sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 diperoleh dari buku panduan reparasi sepeda motor Vega R 110 cc, yaitu  $10^0$  sebelum TMA.

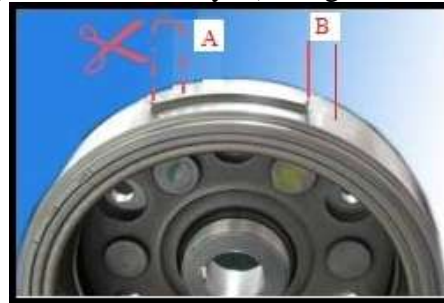
### 2. Pengukuran Diameter Magnet

Pengukuran diameter magnet ini berguna untuk perhitungan perderajat pengapian dalam memodifikasi *pick up pulser/ triger*. Pengukuran diameter magnet menggunakan jangka sorong. Hasil pengukuran didapat diameter magnet sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 adalah 112 mm.



### 3. Modifikasi *Pick UpPulser/ Triger*

Modifikasi dilakukan dengan cara menggeser posisi *pick up pulser/ triger* sesuai dengan besaran derajat yang diinginkan atau menambah panjang ujung B dan memotong ujung A atau sebaliknya (lihat gambar 4).



Gambar 4. Memodifikasi *Pick UpPulser/ Triger*

Adapun rumus yang diterapkan dalam memodifikasi *Pick UpPulser/ Triger* yaitu:

$$1^0 = \frac{(3,14 \times \text{Diameter Magnet (mm)})}{360}$$

Diameter standar sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 yaitu 112 mm.

$$1^0 = \frac{(3,14 \times 112 \text{ mm})}{360} = 0,98 \text{ mm}$$

Magnet berputar searah dengan putaran poros engkol atau putaran mesin. Apabila ingin memajukan waktu pengapian, panjang *pick up pulser/ triger* digeser searah putaran mesin sebesar 0,98 mm perderajat dan apabila ingin memundurkan waktu pengapian, panjang *pick up pulser/ triger* digeser berlawanan arah putaran mesin sebesar 0,98 mm perderajat.

### 4. Modifikasi Sudut Pengapian $7^0$ Sebelum TMA (Waktu Pengapian Dimundurkan)

Modifikasi sudut pengapian (*ignition timing*) standar ( $10^0$  sebelum TMA) sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 menjadi  $7^0$  sebelum TMA (waktu pengapian dimundurkan) dengan cara menggeser *pick up pulser/ triger* berlawanan arah putaran

mesin 3°. Untuk 3° diaplikasikan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$1^\circ = 0,98 \text{ mm}$$

$$3^\circ = 0,98 \text{ mm} \times 3 = 2,94 \text{ mm}$$

Jadi, *pick uppulser/ triger* digeser berlawanan arah putaran mesin sebesar 2,94 mm.



Gambar 5. Modifikasi Magnet 7° BTDC

### 5. Modifikasi Sudut Pengapian 13° Sebelum TMA (Waktu Pengapian Dimajukan)

Modifikasi sudut pengapian (*ignition timing*) standar (10° sebelum TMA) sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 menjadi 13° sebelum TMA (waktu pengapian dimajukan) dengan cara menggeser *pick uppulser/ triger* searah putaran mesin sebesar 3°. Untuk 3° diaplikasikan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$1^\circ = 0,98 \text{ mm}$$

$$3^\circ = 0,98 \text{ mm} \times 3 = 2,94 \text{ mm}$$

Jadi, *pick uppulser/ triger* digeser searah putaran mesin sebesar 2,94 mm.



Gambar 6. Modifikasi Magnet 13° BTDC

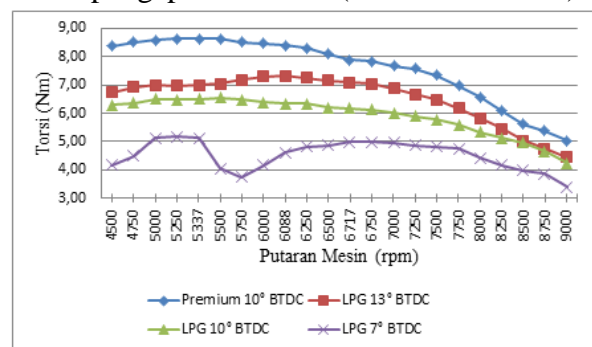
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian pengaruh perubahan waktu penyalan (*ignition timing*) terhadap torsi dan daya pada sepeda motor

Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dengan menggunakan alat uji *dynojet* SD325 diperoleh data torsi pada poros roda dan daya pada poros roda.

### 1. Torsi pada Poros Roda

Berikut gambar 7. torsi pada poros roda sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar (10° sebelum TMA) dan dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju (13° sebelum TMA), waktu pengapian standar (10° sebelum TMA) dan waktu pengapian mundur (7° sebelum TMA).

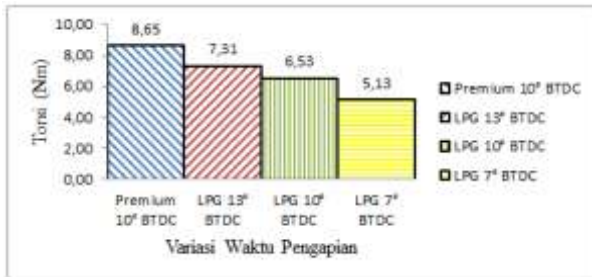


Gambar 7. Grafik Torsi pada Poros Roda dengan Bahan Bakar Premium pada Waktu Pengapian 10° BTDC dan Bahan Bakar LPG pada Variasi Waktu Pengapian 13° BTDC, 10° BTDC dan 7° BTDC

Gambar 7. menunjukkan torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar (10° sebelum TMA) adalah 8,65 Nm pada putaran mesin 5337 rpm, torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju (13° sebelum TMA) adalah 7,31 Nm pada putaran mesin 6088 rpm, torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian standar (10° sebelum TMA) adalah 6,53 Nm pada putaran mesin 5500 rpm dan torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian mundur (7° sebelum TMA) adalah 5,13 Nm pada putaran mesin 5058 rpm.

Berikut gambar 8. torsi pada poros roda maksimal sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar (10° sebelum TMA)

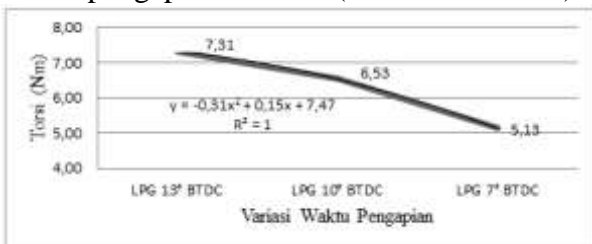
dan dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA), waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA).



Gambar 8. Histogram Hubungan Torsi pada Poros Roda dengan Bahan Bakar Premium pada Waktu Pengapian  $10^0$  BTDC dan Bahan Bakar LPG pada Variasi Waktu Pengapian  $13^0$  BTDC,  $10^0$  BTDC dan  $7^0$  BTDC

Gambar 8. menunjukkan torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) adalah 8,65 Nm, torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA) adalah 7,31 Nm, torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) adalah 6,53 Nm dan torsi pada poros roda maksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA) adalah 5,13 Nm.

Berikut gambar 9. torsi pada poros roda maksimal sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA), waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA).

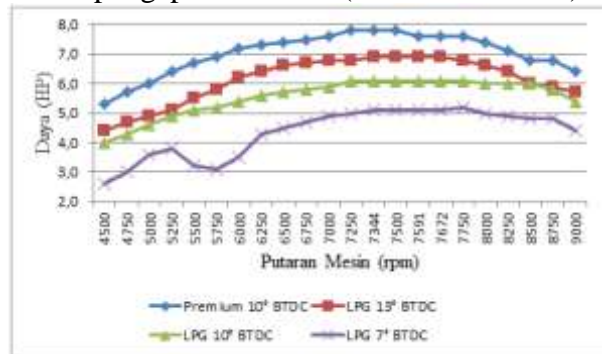


Gambar 9. Grafik Hubungan Torsi pada Poros Roda dengan Bahan Bakar LPG pada Variasi Waktu Pengapian  $13^0$  BTDC,  $10^0$  BTDC dan  $7^0$  BTDC

Gambar 9. grafik hubungan torsi pada poros roda di atas menunjukkan torsi tertinggi dicapai sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar LPG adalah pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA) sebesar 7,31 Nm dan torsi terendah pada waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA) sebesar 5,17 Nm. Hal ini disebabkan karena temperatur penyalaan minimal LPG adalah  $460^0$  C sedangkan temperatur penyalaan minimal premium adalah  $360^0$  C (Tulus Burhanudin Sitorus, 2002). Kecepatan pembakaran LPG menjadi lebih lambat sehingga waktu pengapian harus dimajukan.

## 2. Daya pada Poros Roda

Berikut gambar 10. daya pada poros roda sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA), waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA).



Gambar 10. Grafik Daya pada Poros Roda dengan Bahan Bakar Premium pada Waktu Pengapian  $10^0$  BTDC dan Bahan Bakar LPG pada Variasi Waktu Pengapian  $13^0$  BTDC,  $10^0$  BTDC dan  $7^0$  BTDC

Gambar 10. menunjukkan daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) adalah 7,8 HP pada putaran mesin 7500 rpm, daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA) adalah 6,9 HP pada putaran mesin 7591 rpm,

daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) adalah 6,1 HP pada putaran mesin 8000 rpm dan daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA) adalah 5,2 HP pada putaran mesin 7750 rpm.

Berikut gambar 11. daya pada poros roda maksimal sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA), waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA).

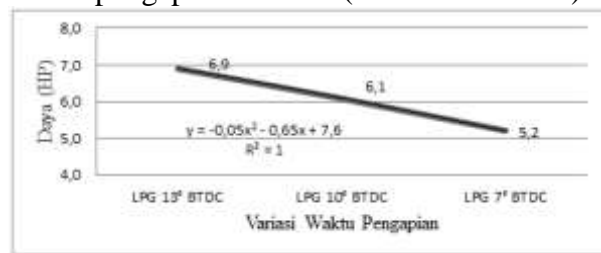


Gambar 11. Histogram Hubungan Daya pada Poros Roda dengan Bahan Bakar Premium pada Waktu Pengapian  $10^0$  BTDC dan Bahan Bakar LPG pada Variasi Waktu Pengapian  $13^0$  BTDC,  $10^0$  BTDC dan  $7^0$  BTDC

Gambar 11. menunjukkan daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) adalah 7,8 HP, daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA) adalah 6,9 HP, daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) adalah 6,1 HP dan daya pada poros rodamaksimal dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA) adalah 5,2 HP.

Berikut gambar 12. daya pada poros roda maksimal sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA) dan dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian standar ( $10^0$  sebelum TMA), waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA) dan waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA).

pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA) dan waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA).



Gambar 12. Hubungan Daya pada Poros Roda dengan Bahan Bakar LPG pada Variasi Waktu Pengapian  $13^0$  BTDC,  $10^0$  BTDC dan  $7^0$  BTDC

Gambar 12. grafik hubungan daya pada poros roda di atas menunjukkan daya tertinggi dicapai sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar LPG adalah pada waktu pengapian maju ( $13^0$  sebelum TMA) sebesar 6,9 HP dan daya terendah pada waktu pengapian mundur ( $7^0$  sebelum TMA) sebesar 5,2 HP. Hal ini disebabkan karena temperatur penyalaan minimal LPG adalah  $460^0$  C sedangkan temperatur penyalaan minimal premium adalah  $360^0$  C (Tulus Burhanudin Sitorus, 2002). Kecepatan pembakaran LPG menjadi lebih lambat sehingga waktu pengapian harus dimajukan.

## KESIMPULAN

1. Terdapat perbedaan torsi dan daya pada sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian standar ( $10^0$  derajat sebelum TMA), waktu pengapian dimajukan ( $13^0$  derajat sebelum TMA) dan waktu pengapian dimundurkan ( $7^0$  derajat sebelum TMA).
2. Torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian dimajukan ( $13^0$  derajat sebelum TMA) paling tinggi dibandingkan dengan variasi waktu pengapian yang lain, yaitu 7,31 Nm pada putaran mesin 6088 rpm. Torsi mengalami penurunan sebesar 1,34 Nm dari torsi yang dihasilkan sepeda motor dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar yaitu 8,65 Nm pada putaran mesin 5337 rpm.

3. Daya yang dihasilkan oleh sepeda motor dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian dimajukan (13 derajat sebelum TMA) paling tinggi dibandingkan dengan variasi waktu pengapian yang lain, yaitu 6,9 HP pada putaran mesin 7591 rpm. Daya mengalami penurunan sebesar 0,9 HP dari daya yang dihasilkan sepeda motor dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar yaitu 7,8 HP pada putaran mesin 7344 rpm.
4. Torsi dan daya paling optimal dihasilkan sepeda motor dengan bahan bakar premium pada waktu pengapian standar (10<sup>0</sup> sebelum TMA).
5. Waktu pengapian optimal sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar LPG adalah 13 derajat sebelum TMA atau waktu pengapian dimajukan.
6. Putaran mesin efektif sepeda motor Vega R 110 cc tahun 2008 dengan bahan bakar LPG pada waktu pengapian dimajukan adalah 6000 rpm s/d 8000 rpm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afrox. (Section 5). *Liquefied Petroleum Gas*. Product Reference Manual.
- Arends, BPM & Berenschot, H. (1980). *Motor Bensin*. Terj. Arisunandar, Wiranto. Jakarta: Erlangga.
- Arends, BPM & Berenschot, H. (1980). *Motor Bensin*. Terj. Sukrisno, Umar. Jakarta: Erlangga
- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. (2011). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Badan Pusat Statistika. (2009). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis Tahun 1987-2011. Diperoleh 05 April 2013, dari [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12)
- Basyirun, Winarno & Karwono. (2008) *Mesin Konversi Energi*. Semarang: PKUTP UNNES.
- Budiman, Bangkit. (2012). *Analisis Penggunaan Bahan Bakar Liquefied Petroleum Gas (LPG) terhadap Torsi dan Daya Pada Motor Supra X 125R Tahun 2009*. Surakarta: UNS
- Cesur, Idris. (2011). *The Effects of Modified Ignition Timing on Cold Start HC Emissions and WOT Performance of an LPG Fuelled SI Engine with Thermal Barrier Layer Coated Piston*. *International Journal of the Physical Sciences Vol. 6(3)*, pp. 418-424, 4 February, 2011
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS Press.
- Fika. (2012). Kenaikan BBM: Mengusung Penderitaan Baru Rakyat Indonesia. Diperoleh 06 Agustus 2012, dari <http://kampus.okezone.com/read/2012/03/20/367/596815/kenaikan-bbm-mengusung-penderitaan-baru-rakyat-indonesia>
- Hida, Ramdhania El. (2010). Tingkat Polusi Tinggi, Premium Hanya Dijual di Indonesia. Diperoleh 06 Agustus 2012, dari <http://finance.detik.com/read/2010/11/29/213541/1505259/4/tingkat-polusi-tinggi-premium-hanya-dijual-di-indonesia>
- Kurdi, O & Arijanto. (2007). Aspek Torsi dan Daya pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkahdengan Bahan Bakar Campuran Premium – Methanol. Diperoleh 25 Mei 2013 dari <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/download/2439/2157>



- LEE, Yohanes. (2012). Harga Pertamina Naik, Premium Bisa Tembus 47 Juta KL. Diperoleh 06 Agustus 2012, dari [www.pelitakarawang.com/2012/04/harga-pertamax-naik-konsumsi-premium.html](http://www.pelitakarawang.com/2012/04/harga-pertamax-naik-konsumsi-premium.html)
- Jama, J & Wagino. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 2 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Kristanto P, Willyanto & Wahyudi D. (2001). *Pengaruh Perubahan Pemajuan Waktu Penyalaan Terhadap Motor Dual Fuel (Bensin-BBG)*. Universitas Kristen Petra
- Maymuchar. (2010). Penelitian Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Sepeda Motor. Diperoleh 15 Mei 2013, dari <http://herrywidhiarto.blogspot.com/2011/04/penelitian-pemanfaatan-lpg-sebagai.html>.
- Pundkar A.H, Lawankar S.M & Deshmukh S. (2012). *Performance and Emissions of LPG Fueled Internal Combustion Engine: A Review. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 3, Issue 3, March - 2012*
- R.R. Saraf, S.S.Thipse & P.K.Saxena. (2009). *Comparative Emission Analysis of Gasoline/LPG Automotive Bifuel Engine. International Journal of Civil and Environmental Engineering 1:4 2009.*
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional.
- Rohmat, T.A. & Saptoadi, H. (2003). Pengaruh waktu Penyalaan Terhadap Kinerja *Spark-Ignation Engine* Berbahan Bakar LPG. *Media Teknik 2003, XXV(3)*.
- Sanusi, B. (1982). *Energi Asean*. Jakarta: Bina Aksara.
- Sitorus T.B. (2006). Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas sebagai Bahan Bakar Alternatif Diperoleh 06 Juli 2012, dari <http://library.usu.ac.id/download/ft/mesin-tulus2.pdf>
- Staffell, Lain. (2011). *The Energy and Fuel Data Sheet*. UK: University of Birmingham.
- Sudjana. (1991). *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Surakhmad, W. (1998). *Pengantar Penelitian Ilmiah*. Bandung: Tarsito.
- Susanti, Vita dkk. (2011). *Kebijakan Nasional Program Konversi dari BBM ke BBG untuk Kendaraan*. Jakarta: LIPI Press.
- Yamaha. (2006). *Service Manual Vega R (New)*. Jakarta: PT. Yamaha Motor Kencana Indonesia