

PENGARUH PERUBAHAN SAAT PENYALAN (IGNITION TIMING) TERHADAP PRESTASI MESIN PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN BAHAN BAKAR LPG

Bambang Yuniarto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia
Phone: +62-24-7460059, FAX: +62-24-7460058, E-mail: bbyun@yahoo.com

Abstrak

Bahan bakar LPG merupakan bahan bakar gas yang ramah lingkungan, sehingga dapat dijadikan bahan bakar alternatif selain bahan bakar bensin. Performa Mesin bensin yang dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar gas LPG mengalami penurunan. Penurunan ini terjadi dikarenakan karakteristik sifat bahan bakar bensin berbeda dengan LPG. Hal ini dapat diatasi dengan mengatur saat penyalaan sehingga lebih sesuai dengan karakteristik gas LPG. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa dengan pengaturan saat penyalaan 11° sebelum TMA, menghasilkan prestasi (Torsi dan Daya) yang dekat dengan prestasi motor bensin yaitu hanya selisih 3%. Prestasi terbaik pada mesin bahan bakar bensin ataupun LPG berkisar pada putaran 4000 s.d 5000 rpm

Kata kunci: LPG, prestasi mesin, saat penyalaan.

1. PENDAHULUAN

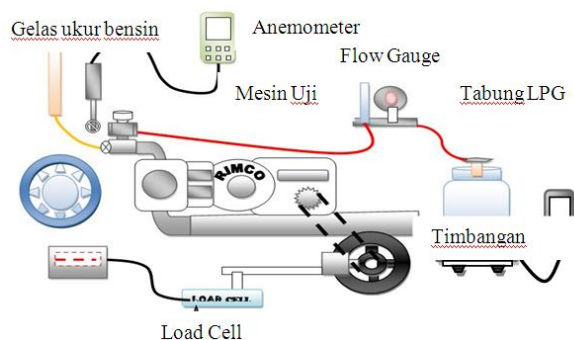
Dewasa ini industri kendaraan bermotor telah berkembang pesat. Sebagian besar dari kendaraan bermotor tersebut menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber energi penggerak. Akibat penggunaan bahan bakar minyak yang cukup besar ini persediaan minyak bumi semakin menipis. Perlu dikembangkan diversifikasi 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

Pada pengujian ini akan dilakukan uji sepeda motor 4 langkah dengan menggunakan bahan bakar LPG sebagai alternatif uji coba sebagai pengganti premium. LPG (Liquid Petroleum Gas) merupakan unsur hidrokarbon yang berasal dari alam. Komponennya didominasi oleh propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}), LPG juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12})

Selain dapat menggunakan bahan bakar bensin, motor bensin juga dapat menggunakan bahan bakar gas. Namun unjuk kerja dari motor bensin menurun ketika menggunakan bahan bakar. Penurunan unjuk kerja ini karena mesin tersebut memang dirancang untuk bahan bakar bensin, kecuali kalau mesin itu memang dirancang untuk berbahan bakar gas.

Penurunan unjuk kerja motor ini disebabkan oleh adanya perbedaan karakteristik penyalaan dari kedua bahan bakar tersebut. Salah satu cara untuk meningkatkan unjuk kerja dari motor bensin yang menggunakan bahan bakar gas adalah dengan mengatur penyalaan pengapian sehingga waktu pengapian menjadi lebih tepat.

2. ALAT PERCOBAAN



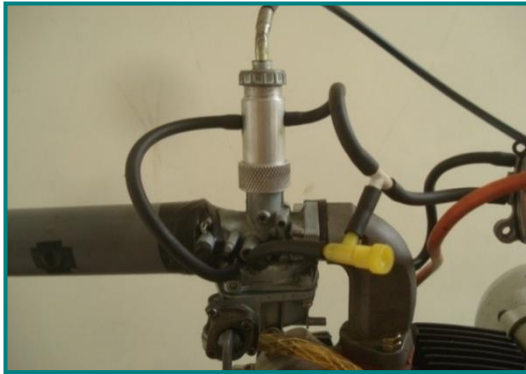
Gambar 1. Skema perangkat uji mesin bi-fuel

Mesin yang digunakan dalam pengujian ini adalah mesin sepeda motor 4 tak dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

Merk	: RIMCO
Jumlah silinder	: 1 buah
Diameter silinder dan langkah	: 50x 49,5 mm
Volume langkah	: 100 CC
Kompresi ratio	: 8,8 : 1

Daya maksimum : 7,5 Hp / 7.000 rpm
 Torsi maksimum : 0,77 Kgm / 5.000 rpm
 Tekanan kompresi : 10,5 Kg/cm² / 400 rpm
 Putaran *idle* mesin : 1950 rpm
 Sitem pengapian : CDI

Dalam operasionalnya, mesin ini telah mengalami perbesaran diameter silinder (*over size*) 0,25 mm. Untuk gambar converterkit pada karburator sebagai berikut:

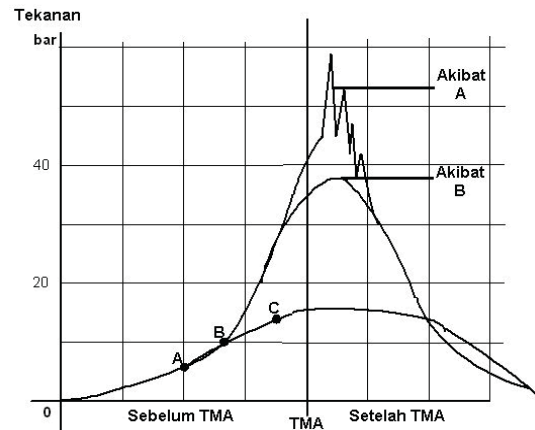


Gambar 2. Converter kit

Modifikasi dilakukan dengan cara membuat mekanisme pengatur laju gas yang pergerakannya sama dengan pergerakan katup throttle karburator, serta membuat lubang baru untuk pemasukan gas pada karburator. Agar lebih aman dan baik mekanisme pemasukan gasnya, digunakan katup membran yang bekerja berdasarkan kevakuman pada *intake manifold*, jadi gas LPG baru akan mengalir saat mesin dihidupkan (ada isapan/vakum di intake manifold), dan akan berhenti mengalir jika mesin mati.

3. SISTEM PENGAPIAN

Sistem pengapian pada motor bensin berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Saat penyalaan yang tepat sangat mempengaruhi proses pembakaran sempurna. Sistem pengapian terdiri dari berbagai komponen, yang bekerja bersama-sama dalam waktu yang sangat cepat dan singkat. (*KSME International Journal, Vol 16 No. 7, pp. 935~ 941, 2002*). Bila saat pengapian *dimajukan terlalu jauh* (lihat gambar 2.6 titik A) maka tekanan pembakaran maksimum akan tercapai sebelum 10° sesudah TMA. Karena tekanan di dalam silinder akan menjadi lebih tinggi dari pada pembakaran dengan waktu yang tepat, pembakaran campuran udara bahan bakar yang spontan akan terjadi dan akhirnya akan terjadi *knocking atau detonasi*.



Gambar 3. Posisi saat pengapian

Knocking merupakan ledakan yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan karena naiknya tekanan yang besar dan kuat yang terjadi pada akhir pembakaran. Saat pengapian yang terlalu maju juga bisa menyebabkan suhu mesin menjadi terlalu tinggi. Sedangkan bila saat pengapian *dimundurkan terlalu jauh* (lihat gambar 3 titik C) maka tekanan pembakaran maksimum akan terjadi setelah 10° setelah TMA (saat dimana torak telah turun cukup jauh). Bila dibandingkan dengan pengapian yang waktunya tepat (gambar 3 titik B), maka tekanan di dalam silinder agak rendah sehingga output mesin menurun, dan masalah pemborosan bahan bakar dan lainnya akan terjadi. Saat pengapian yang tepat dapat menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal. Motor bakar dengan bahan bakar gas LPG mempunyai karakteristik yang berbeda dalam hal proses pembakaran yang disebabkan oleh perbedaan nilai AFR relative (λ) dari bahan bakar tersebut, yaitu perambatan nyala antara bahan bakar bensin dan LPG dapat dibandingkan dengan melihat kondisi AFR relatifnya (λ). Perambatan nyala LPG akan lebih cepat dari pada bensin apabila kondisi $\lambda > 1$ atau campuran miskin. Tetapi apabila $\lambda < 1$ atau campuran bahan bakar kaya maka perambatan nyala dari bensin lebih cepat dari LPG. (*KSME International Journal, Vol 16 No. 7, pp. 935~ 941, 2002*)

4. LANGKAH PENGUJIAN

Pengujian diawali dengan menggunakan bahan bakar bensin pada kondisi saat penyalaan standart (14° sebelum TMA). Sedangkan pengujian dengan bahan bakar LPG dilakukan pada beberapa sudut pengapian 14°, yaitu:

- ⇒ Sudut pengapian 11° sebelum TMA
- ⇒ Sudut pengapian 14° sebelum TMA (posisi standart)
- ⇒ Sudut pengapian 17° sebelum TMA

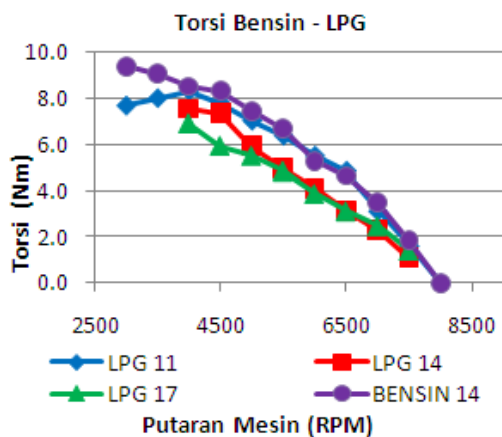
Adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menghidupkan mesin dan mengatur kran pengatur laju LPG agar diperoleh putaran mesin yang stabil.
2. Memasukkan persneling/transmisi pada posisi gigi 4, dan mulai membuka *throttle* gas untuk mencapai putaran 8.000 rpm.
3. Mengukur dan mencatat parameter-parameter yaitu kecepatan udara melewati karburator, waktu konsumsi bensin dan beban pengereman yang tampil di display digital (pada kondisi ini adalah nol karena belum dilakukan beban pengereman).
4. Merubah pembebanan sehingga putaran mesin turun pada putaran 7.500 rpm, kemudian catat parameter-parameter tersebut di atas. Demikian seterusnya sampai pada putaran 3.000 rpm, dengan selisih setiap penurunan putaran 500 rpm.

5. DATA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Torsi dan Daya

Dari gambar 4 terlihat bahwa mesin dengan bahan bakar gas LPG menghasilkan torsi yang lebih kecil (rata-rata sebesar 25% lebih kecil) dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin.



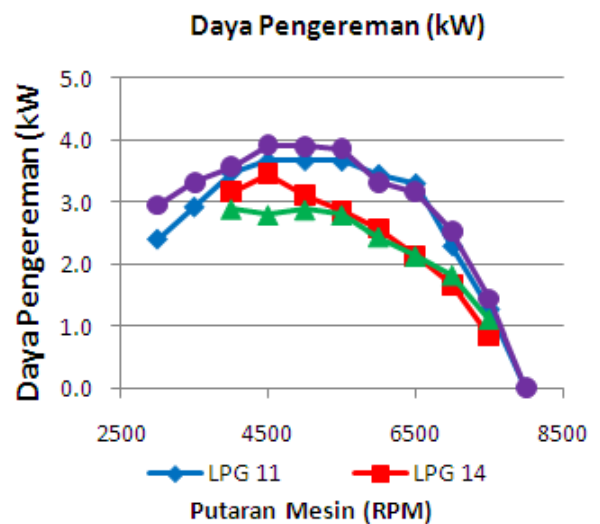
Gambar 4. Torsi Terhadap Putaran Mesin

Dari grafik torsi diatas menunjukkan bahwa pada kondisi pengoperasian yang sama, bahan bakar LPG dengan waktu pengapian 14° dan 17° sebelum TMA tidak mampu memutar mesin dengan beban pengereman saat di putaran kurang dari 4.000 rpm, hal ini dikarenakan efek torsi yang lebih kecil sehingga berdampak pada daya putar mesin yang lebih kecil dalam menerima beban, tetapi pada bahan bakar LPG dengan waktu pengapian 11° masih mampu untuk memutar mesin hingga pada putaran mesin 3000 rpm, hal ini disebabkan karena kecepatan perambatan nyala (*flame velocity*). Dalam *KSME International Journal*, Vol 16 No. 7, pp. 935~ 941, 2002 *Analysis of Combustion and Flame Propagation Characteristics of LPG and Gasoline Fuels by Laser Deflection Method*

terdapat disebutkan bahwa LPG terbakar lebih cepat dari bensin pada kondisi $\lambda > 1$. Hal ini akan mengakibatkan pergeseran terjadinya tekanan puncak pembakaran, yaitu lebih awal (formasi sudut engkol lebih kecil) daripada bensin. Hal ini dapat mengakibatkan penyaluran tenaga hasil pembakaran melalui engkol menjadi lebih kecil dari semestinya. Dengan pengapian pada 11° maka tekanan puncak pembakaran mencapai titik tekanan yang lebih besar dibandingkan dengan pengapian 14° dan 17° sehingga dihasilkan penyaluran tenaga hasil pembakaran yang lebih besar.

5.2. Analisa Pengaturan Sudut Pengapian Terhadap Daya Pengereman (kW)

Dibandingkan dengan bahan bakar bensin pengapian standart, daya LPG 11° hanya berselisih rata-rata 3 % lebih kecil dari torsi bensin standart.

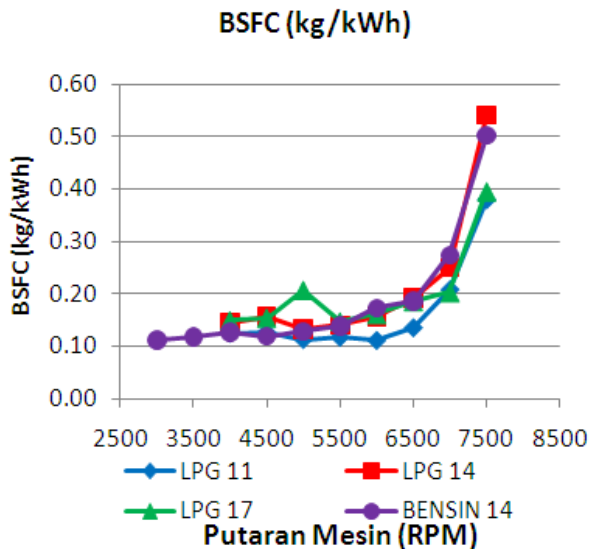


Gambar 5. Daya Pengereman terhadap Putaran

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa daya yang dihasilkan LPG 11° lebih tinggi dari daya pada variasi sudut pengapian yang lain. Daya tertinggi LPG 11° pada 5000 rpm dengan daya pengereman sebesar 3,673 kW.

5.3. Analisa Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC) menyatakan ukuran ekonomis dari bahan bakar dalam pengoperasian yaitu banyaknya bahan bakar yang digunakan setiap jam untuk menghasilkan satu satuan daya. Semakin rendah nilai BSFC maka pemakaian bahan bakarnya akan lebih ekonomis.



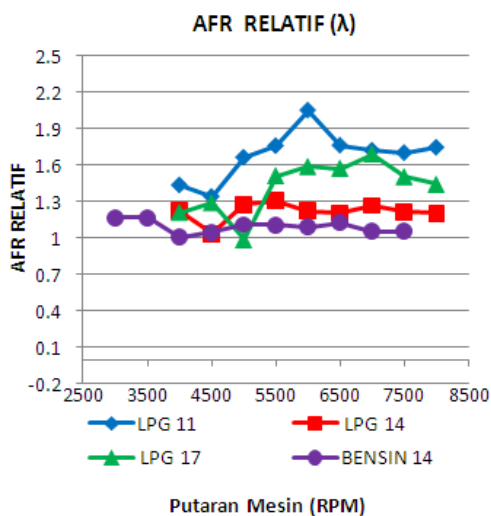
Gambar 6. BSFC terhadap putaran mesin

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa kondisi terbaik mesin adalah pada kisaran putaran 3.000 rpm sampai 4.500 untuk bahan bakar bensin dan 4.000 rpm sampai 5.000 rpm untuk bahan bakar LPG pada pengapian standart (14° sebelum TMA). Nilai BSFC terbaik untuk bahan bakar LPG pada pengapian 11° sebelum TMA dengan nilai BSFC 0,111 kg/kWh pada 6000 rpm.

5.4. Analisa Konsumsi Udara Terhadap Daya

Rasio konsumsi udara terhadap bahan bakar adalah untuk menyatakan kaya atau miskinnya campuran udara bahan bakar. Rasio ini dinyatakan dalam AFR relatif yaitu yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{AFR_{\text{aktual}}}{AFR_{\text{stokimetri}}}$$



Gambar 7. AFR relatif terhadap Putaran Mesin

Dari grafik pengujian AFR relatif (λ) diatas dapat dilihat bahwa AFR relatif pada LPG 11° sebelum TMA lebih besar dari AFR relatif pada variasi perubahan sudut yang lain. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pengubahan sudut pengapian 11° sebelum TMA adalah kondisi sudut pengapian yang menghasilkan daya yang maksimal (mendekati daya pada bensin dengan pengapian standart) dibandingkan dengan variasi sudut pengapian 14° dan 17° sebelum TMA.

6. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian mesin sepeda motor Rimco terhadap performa untuk dua jenis bahan bakar yaitu bensin dan LPG dengan pengubahan pada sudut pengapian, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Pemakaian bahan bakar LPG pada mesin menghasilkan daya dan torsi rata-rata sebesar 25% lebih kecil dibandingkan daya dan torsi yang dihasilkan oleh bensin.
- Torsi LPG pada sudut pengapian 11° lebih tinggi dari torsi pada variasi sudut pengapian yang lain, yaitu pada 4000 rpm dengan torsi 8.309 Nm. Dibandingkan dengan bahan bakar bensin pengapian standart, LPG11° hanya berselisih rata-rata 3 % lebih kecil dari torsi bensin standart.
- Kondisi operasi terbaik mesin baik dengan bahan bakar bensin maupun LPG dalam kisaran putaran 4.000 rpm sampai 5.000 rpm

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto, *“Penggerak Mula Motor Bakar Torak”*, Edisi Kedua, ITB Bandung, 1988..
- Heywood, John B., *“Internal Combustion Engine Fundamentals”*, McGraw Hill Book Company, Singapore, 1988.
- KSME International Journal, VoL 16 No. 7, pp. 935~ 941, 2002 Analysis of Combustion and Flame Propagation Characteristics of LPG and Gasoline Fuels by Laser Deflection Method*
- ..., *“Elpiji”*, <http://www.wikipedia.org/>, 2009.
- ..., *“Konversi Elpiji Pertamina”*, <http://www.pertamina.org/>, 2009.
- ..., *“Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Gas Jenis LPG...”*, <http://www.migasedm.com/>, 2009