

## PENGUJIAN BAHAN BAKAR LPG PADA MESIN SEPEDA MOTOR INJEKSI DITINJAU DARI ASPEK GAS BUANG

\*Jamal Setia Wijaya<sup>1</sup>, Ariyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: jamalsetiawijaya@gmail.com

### Abstrak

Laju penjualan kendaraan bermotor di Indonesia semakin tahun semakin meningkat dan di dominasi oleh sepeda motor. Hal ini berdampak pada persediaan minyak bumi yang terus menipis dan meningkatnya jumlah polusi udara, sehingga mendorong manusia menjadi kreatif. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan gas buang dari sebuah mesin sepeda motor yang menggunakan bahan bakar premium dan gas LPG, serta untuk mengetahui kelayakan dari bahan bakar gas LPG sebagai pengganti dari bahan bakar premium. Pengujian ini menggunakan metode *Constant Speed Test*, pengujian ini dilakukan pada mesin injeksi sepeda motor Verza 4 langkah dengan menggunakan transmisi pada gigi 3, dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap mesin dengan bahan bakar premium pada rpm awal 7000 kemudian dilakukan pengereman sampai rpm 3000, setelah itu lakukan pengujian terhadap gas LPG dengan cara yang sama. Pengukuran emisi gas buang dilakukan dengan menggunakan alat *Gas Analyzer Stargas mod 898*. Dari hasil pengujian bila dibandingkan dengan premium, Pada gas LPG mengalami penurunan kadar CO, dengan kadar CO terendah pada putaran mesin 7000 rpm. Pada gas LPG mengalami penurunan kadar CO<sub>2</sub>, dengan kadar CO<sub>2</sub> terendah pada putaran mesin 3000 rpm. Pada gas LPG mengalami penurunan kadar HC, dengan kadar HC terendah pada putaran mesin 7000 rpm. Pada gas LPG mengalami peningkatan kadar O<sub>2</sub>, dengan kadar O<sub>2</sub> terendah pada putaran mesin 3000 rpm. Berdasarkan standar emisi yang berlaku saat ini, dengan nilai ambang batas maksimum CO = 4,5 % dan HC = 1200 ppm, maka bahan bakar gas LPG layak digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak.

**Kata kunci:** LPG dan Premium

### Abstract

*The rate of motor vehicle sales in Indonesia increased more years, and is dominated by motorcycles. This has an impact lack supply of crude oil, so makes human being creative. In this research aims to determine the ratio of exhaust gases from a motorcycle engine that uses premium fuel and LPG, and to investigate the feasibility of fuel LPG in lieu of premium fuel. This research using Constant Speed Test method, this test is carried out on the injection machine motorcycle Verza 4 steps by using the transmission in gear 3, by performing tests on machines with premium fuel at rpm early 7000 and then braking at 3000 rpm, after it did testing of the propane gas in the same way. Measurement of exhaust emissions is done by using a mod 898 Gas Analyzer Stargas. From the test results when compared with premium at LPG CO levels decreased, with the lowest levels of CO at 7000 rpm. On LPG CO<sub>2</sub> levels decreased, with the lowest CO<sub>2</sub> levels in the engine turns 3000 rpm. On LPG gas HC levels decreased, with the lowest levels of HC in the engine turns 7000 rpm. In the LPG gas O<sub>2</sub> levels increased, with the lowest levels of O<sub>2</sub> at 3000 rpm. Based on the applicable emission standards today, with a maximum threshold value CO = 4.5% and HC = 1200 ppm, the fuel gas used as a substitute for a decent LPG fuel*

**Keywords:** LPG and Premium

### 1. Pendahuluan

Semakin bertambahnya kepemilikan kendaraan bermotor di Indonesia ini dapat diindikasikan sebagai salah satu tolak ukur peningkatan tingkat kesejahteraan masyarakat Indonesia. Tentu saja peningkatan jumlah kendaraan bermotor di jalan-jalan raya mempunyai dua sisi yang saling bertolak belakang. Satu sisi memperlancar sistem transportasi dan angkutan jalan raya, sedang sisi yang lain menimbulkan berbagai macam permasalahan antara lain kemacetan, polusi udara dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi [1].

Dengan semakin menipisnya ketersediaan dan cadangan bahan bakar minyak bumi. Maka layak untuk menjadi pemikiran kita yaitu mencari bahan bakar pengganti sehingga pemakaian premium dapat dikurangi. Tujuan lain selain

mengurangi penggunaan premium yaitu gas buang yang dihasilkan akan lebih baik dari segi kualitasnya. Salah satu bahan bakar alternatif adalah gas LPG. Pertimbangannya adalah cadangan bahan bakar gas lebih banyak daripada cadangan minyak bumi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian terhadap gas LPG sebagai bahan bakar alternatif kendaraan. Dalam pengujian ini diharapkan dapat diketahui perbandingan kadar emisi gas buangnya.

Dengan bahan bakar gas LPG tentu akan mempengaruhi kerja mesin dan komposisi gas buangnya. Yang menjadi masalah adalah belum tersedianya cukup informasi tentang seberapa besar pengaruh bahan bakar tersebut terhadap kerja dan komposisi gas buangnya [2]. Bertolak dari permasalahan di atas, maka perlu diketahui pengaruh penggantian bahan bakar gas lpg tersebut, sehingga pada akhirnya dihasilkan suatu kesimpulan bahwa apakah layak bahan bakar gas digunakan sebagai bahan bakar pengganti premium di masa yang akan datang. Secara spesifik penelitian ini diarahkan hanya untuk mendapatkan hasil pengujian perbandingan emisi gas buang yang dihasilkan dari bahan bakar premium dan gas lpg. Lingkup penelitian dibatasi hanya pada kondisi mesin standart tanpa modifikasi. Diharapkan penelitian ini dapat memberi informasi bahwa banyak jenis bahan bakar selain minyak bumi yang dapat diproduksi, murah dan ramah lingkungan, ikut serta mengatasi kelangkaan minyak bumi serta berpartisipasi dalam mengatasi pemanasan global dan menjaga kelestarian lingkungan [3].

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mengetahui perbandingan emisi gas buang dari sebuah mesin sepeda motor yang menggunakan bahan bakar premium dan gas lpg, serta mengetahui kelayakan bahan bakar gas sebagai pengganti bahan bakar minyak dari segi emisi gas buang.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

### 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Semua kegiatan pengujian komposisi gas buang dilakukan di Lab. Thermofluida Teknik Mesin Undip Semarang, dengan menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

#### a. Mesin Uji

Mesin uji yang digunakan adalah Honda Verza 150, lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1. Spesifikasi mesin yang dipakai untuk pengujian adalah sebagai berikut:

Diameter x langkah	: 57,3 x 57,8 mm
Volume langkah	: 149,2 cc
Perbandingan kompresi	: 9,5 :1
Torsi maksimum	: 12,7 Nm (1,29 kgf.m) / 5.500 rpm



**Gambar 1.** Mesin uji.

#### b. Alat Uji Gas Buang

*Gas Analyzer Stargas Mod 898* dapat dilihat pada Gambar 2. Spesifikasinya sebagai berikut:

Range	: CO = 0 – 15% vol
	: CO <sub>2</sub> = 0 – 20% vol
	: HC = 0 – 30000 ppm
	: O <sub>2</sub> = 0 – 25% vol
	: Lambda = 0,5 - 2
Tegangan listrik	: 220 / 240 ± 15 % V
Daya listrik	: 75 W
Hisapan gas	: 10 L/menit
Type	: 898 <i>Multigas Tester</i> dengan infra merah
Kalibrasi	: <i>Automatic calibration</i>



**Gambar 2.** *Gas Analyzer stargas mod 898.*

c. *Orifice Plate Flowmeter*

*Orifice Plate* adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengukur laju aliran masa dari aliran, prinsip kerja aliran melewati *orifice plate* kemudian akan mengecil dan membentuk suatu daerah yang disebut *vena contracta* selanjutnya akan terjadi perbedaan tekanan aliran antara sebelum dan setelah melewati *orifice plate* dan setelah itu laju aliran masa dari aliran dihitung. *Orifice Plate Flowmeter* dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



**Gambar 3.** *Orifice Plate Flowmeter.*

d. *Stopwatch*

*Stopwatch* digunakan untuk mengukur waktu konsumsi udara dan waktu konsumsi bahan bakar. *Stopwatch* yang digunakan adalah tipe digital, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

Merk : Yamako  
 Range : 0 s/d 30 menit  
 Ketelitian : 0,01 detik



**Gambar 4.** *Stopwatch.*

e. *Anemometer*

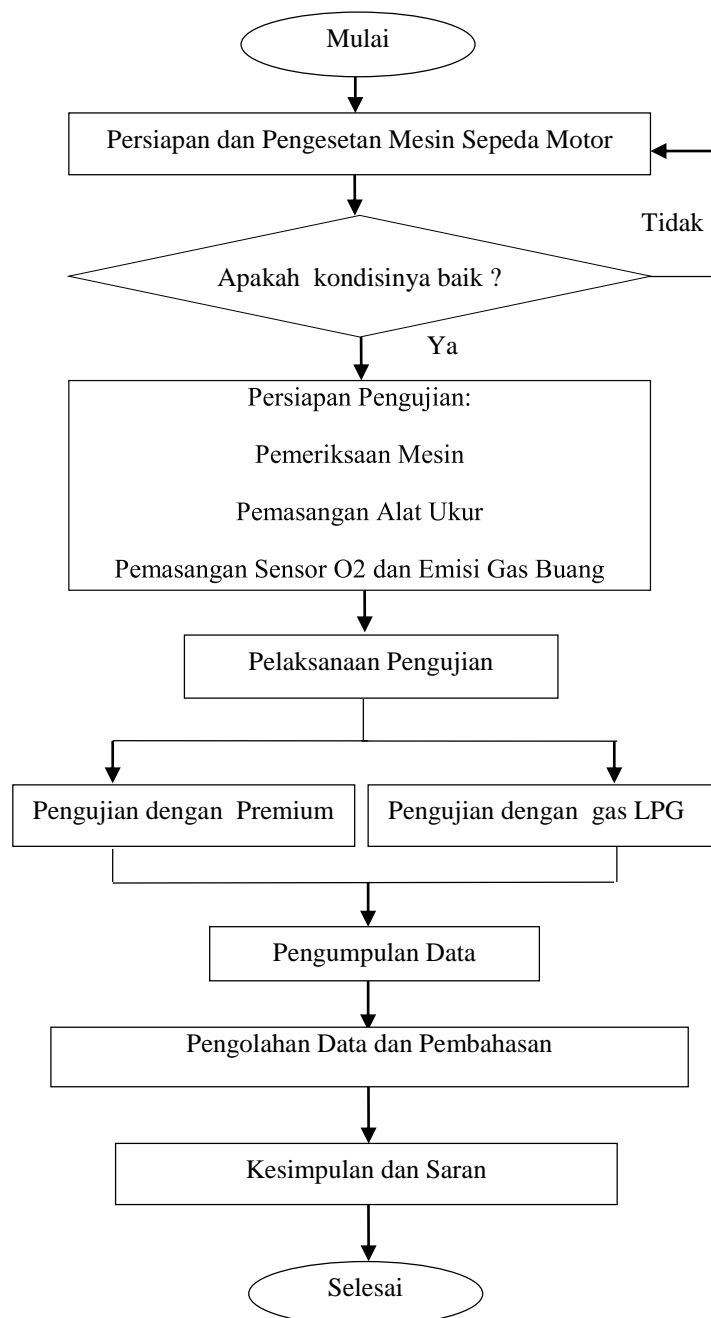
*Anemometer* adalah salah satu alat ukur untuk mengukur kecepatan fluida, dalam hal ini udara. *Anemometer* ini berfungsi untuk mengukur kecepatan udara yang di hisap oleh *manifold*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Anemometer.

## 2.2 Prosedur Penelitian

Didalam melakukan pengujian diperlukan beberapa tahapan agar dapat berjalan lancar, sistematis dan sesuai dengan prosedur dan literatur yang ada seperti pada Gambar 7.



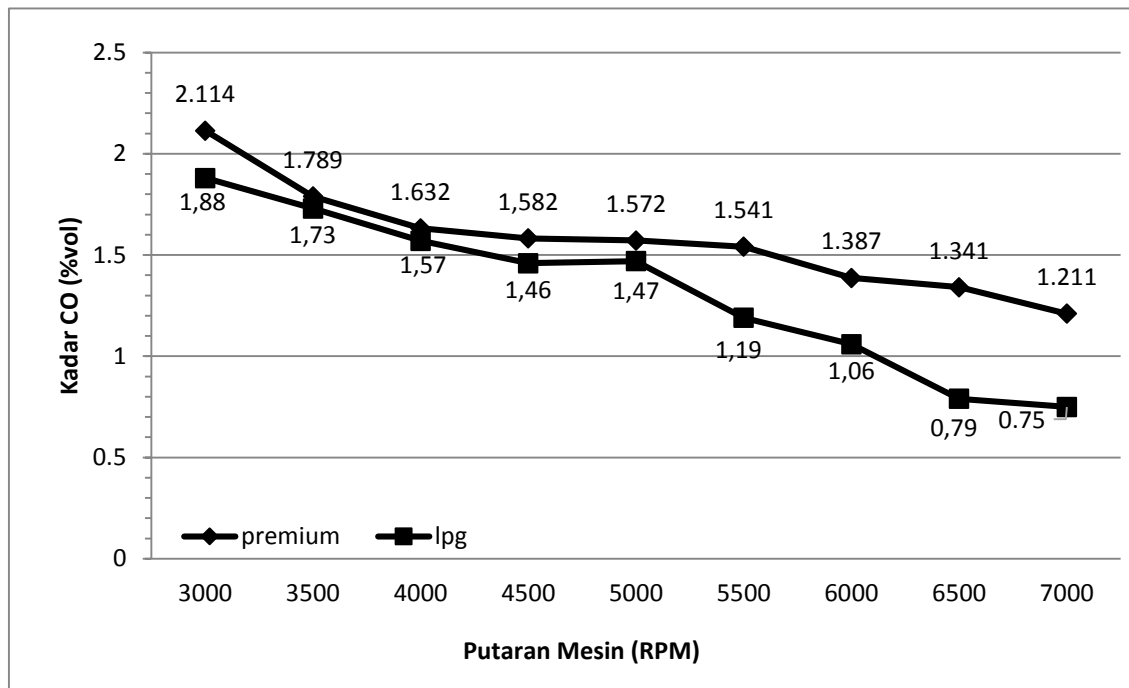
**Gambar 6.** Diagram alir metodologi pengujian.

Keterangan diagram alir metodologi pengujian:

- Studi Pustaka: pembuatan proposal Tugas Akhir, mencari literatur dan bahan penunjang untuk Tugas Akhir.
- Persiapan dan Pengesetan Mesin Uji: mempersiapkan mesin uji (mesin HondaVerza 150 SW 2013) untuk melakukan pengujian, setelah melakukan persiapan dan pemeriksaan, selanjutnya melakukan pengesetan pada mesin yang akan diuji.
- Kondisi Mesin Baik: setelah melakukan pengesetan, mesin dihidupkan dan dianalisa apakah mesin tersebut dalam kondisi baik atau tidak, jika tidak maka perlu diadakan servis pada mesin uji kemudian kembali ke tahap persiapan.
- Persiapan Pengujian: komponen utama untuk melakukan pengujian dipersiapkan, yaitu menyiapkan *stargas analyzer*, memasang sensor O<sub>2</sub> dan gas buang, pemasangan *tachometer*, pemasangan *thermocouple* dan pemasangan *anemometer* sedangkan komponen lainnya adalah pemasangan gelas ukur dan bahan bakar.
- Pelaksanaan Pengujian: Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap mesin dengan bahan bakar premium dengan rpm awal 7000 kemudian dilakukan pengereman hingga mencapai dengan rpm 6500, 6000, 5500, 5000, 4500, 4000, 3500, dan 3000.
- Pengujian ini diulangi lagi dengan bahan bakar gas LPG.
- Pengambilan Data: mengambil data dari gas buang yang ditampilkan pada *display gas analyzer*.
- Pengolahan Data dan Pembahasan: mengolah data dari hasil pengujian dan membahasnya disertai dengan referensi dari literatur dan buku-buku pendukung.
- Kesimpulan dan Saran: mengambil kesimpulan dari keseluruhan proses pengujian dan memberikan saran yang dibutuhkan untuk melengkapi kekurangan pada pengujian yang telah dilakukan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perbandingan Kadar CO Terhadap Putaran Mesin

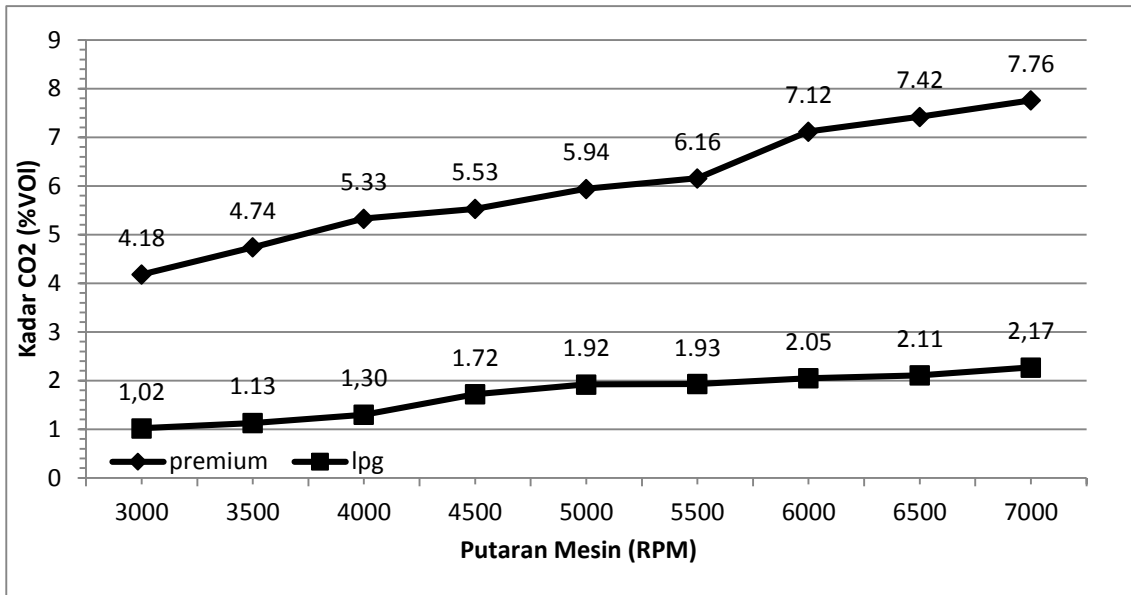


Gambar 7. Grafik perbandingan kadar CO terhadap putaran mesin.

Dari grafik CO diatas dapat dilihat bahwa kadar CO yang dihasilkan oleh mesin dengan bahan bakar gas lpg lebih rendah dibandingkan bahan bakar premium dengan kadar CO tertinggi pada gas LPG sebesar 1,88 %vol pada rpm 7000 dengan pemberian beban hingga rpm 3000, sedangkan untuk bahan bakar premium kadar CO tertinggi sebesar 2,114 %vol pada rpm 7000 dengan pemberian beban hingga rpm 3000.

Penurunan kadar CO bahan bakar gas LPG sebesar 11,06 % sampai 38,06 %. Salah satu penyebab nilai CO semakin meningkat adalah adanya pembakaran pada sepeda motor yang tidak berlangsung secara normal yang disebabkan campuran bahan bakar dan udara yang tidak seimbang dan kemungkinan terjadi kebocoran kompresi pada katup isap dan buang. Akan tetapi, nilai CO tertinggi pada kendaraan sistem EFI dan sistem Karburator tidak melebihi batas normal emisi gas buang yang diizinkan yaitu 4,5%.

#### 3.2. Perbandingan Kadar CO<sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin

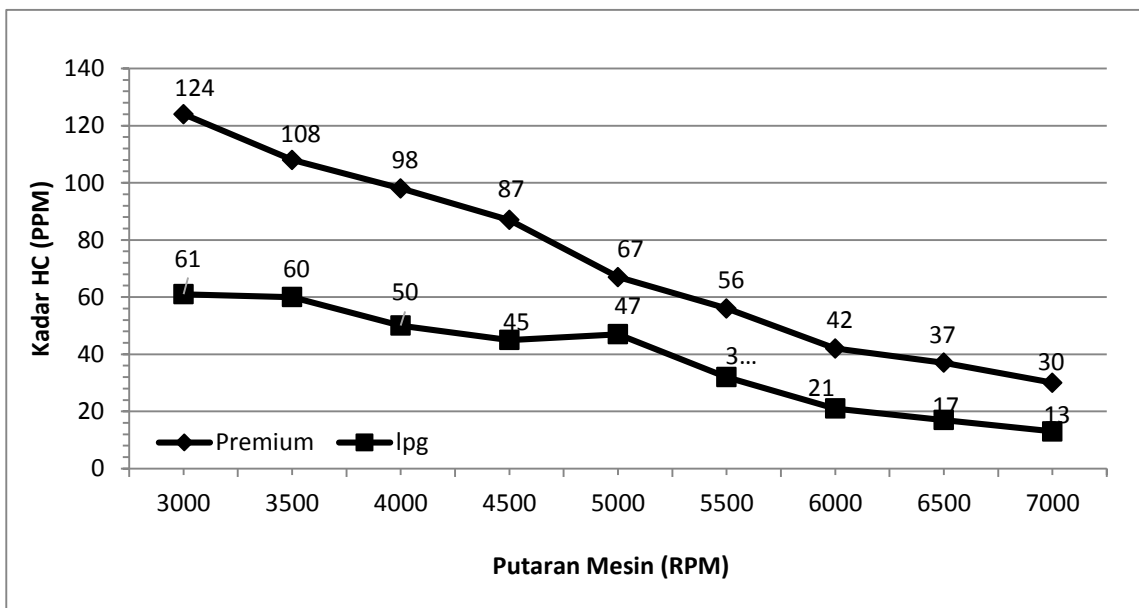


Gambar 8. Grafik perbandingan kadar CO<sub>2</sub> terhadap putaran mesin.

Dari Grafik CO<sub>2</sub> terlihat bahwa degan penggantian bahan bakar premium dengan gas LPG mengalami penurunan kadar CO<sub>2</sub>. Bahan bakar premium mengalami penurunan pada rpm 7000 dengan pembebanan hingga rpm 3000 sebesar 4,18 % vol sedangkan gas LPG mengalami penurunan pada 7000 rpm hingga pembebanan rpm 3000 rpm sebesar 1,02 % vol. Dibanding menggunakan bahan bakar premium, bahan bakar gas LPG mengalami penurunan kadar CO<sub>2</sub> sebesar 72,03 % sampai 75,05 %.

Kadar CO<sub>2</sub> menunjukkan hasil pembakaran di dalam mesin. Semakin tinggi nilainya, semakin baik pembakaran yang terjadi. Artinya, energi yang dibakar semakin banyak namun tidak semua CO<sub>2</sub> mengalami kenaikan. CO<sub>2</sub> mempunyai tingkat racun yang lebih rendah dari pada CO yang terlepas ke udara dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan untuk proses fotosintesis, sehingga tidak mengkhawatirkan bagi kesehatan manusia di dunia. CO<sub>2</sub> mempunyai tingkat racun yang lebih rendah daripada CO dan CO<sub>2</sub> yang terlepas ke udara dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan untuk proses fotosintesis, sehingga tidak mengkhawatirkan bagi kesehatan manusia di dunia.

### 3.3. Perbandingan Kadar HC Terhadap Putaran Mesin



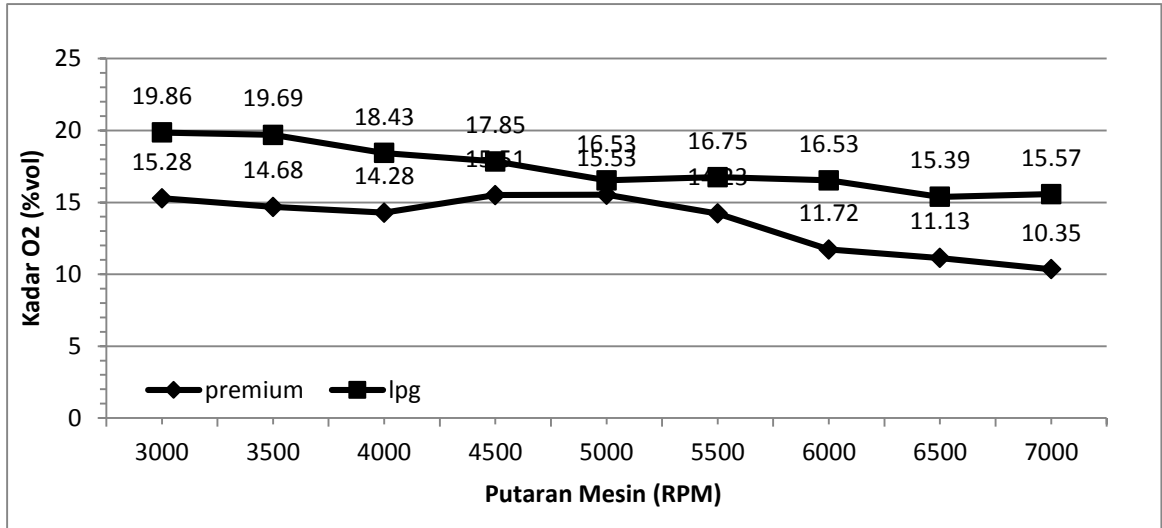
Gambar 9. Grafik perbandingan kadar HC terhadap putaran mesin.

Grafik kadar Hc diatas menunjukkan bahwa mengalami kenaikan HC baik itu bahan bakar premium dan gas lpg, dimana bahan bakar premium (30-124 ppm) memiliki kadar HC lebih tinggi dibandingkan kadar HC gas LPG (13-61

ppm), Namun Hc yang ditimbulkan oleh bahan bakar gas LPG lebih kecil dibandingkan bahan bakar premium. Prosentase penurunan kadar HC dari premium ke bahan bakar gas LPG sebesar 50,8 % sampai 56,6 %.

Kadar HC gas buang menunjukkan besarnya jumlah bahan bakar yang terbuang percuma dalam proses pembakaran atau dapat disimpulkan ikatan hidrokarbon berupa senyawa hidrat arang yang dihasilkan akibat proses pembakaran yang tidak sempurna. Penyebab emisi HC tinggi dan dapat menimbulkan gas – gas buang lain yang berbahaya diantaranya karena *Catalytic Converter* (CC) atau rasio perbandingan antara udara dan bensin yang tidak tepat sehingga mengakibatkan bahan bakar tidak terbakar sempurna di ruang bakar.

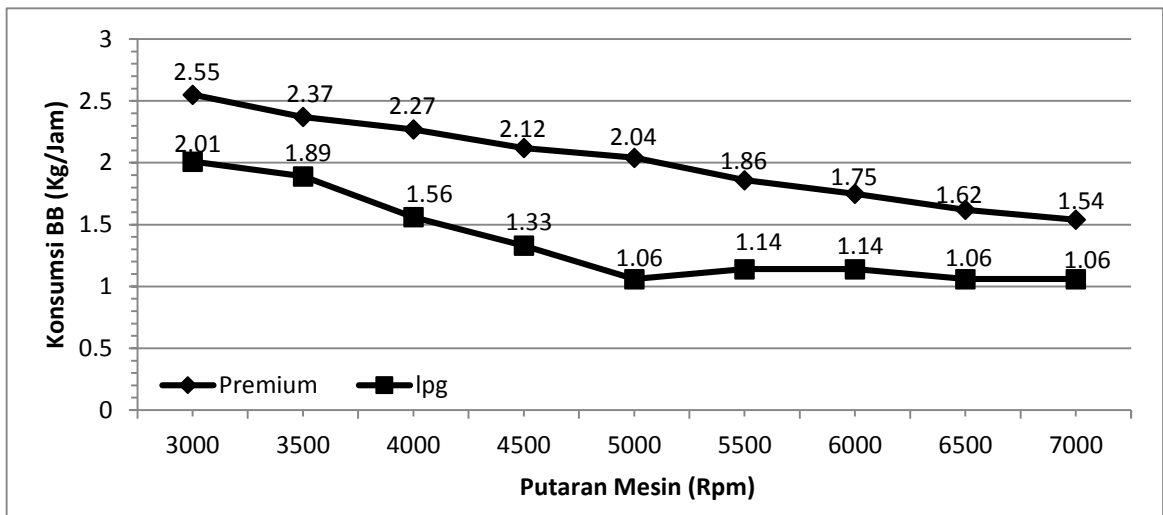
### 3.4. Perbandingan Kadar O<sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin



**Gambar 10.** Grafik perbandingan kadar O<sub>2</sub> terhadap putaran mesin.

Prosentase kadar O<sub>2</sub> dari bahan bakar premium ke bahan bakar gas LPG mengalami peningkatan sebesar 23,06 % sampai 33,52 %. Konsentrasi dari oksigen pada gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon. Kadar O<sub>2</sub> pada gas buang menunjukkan jumlah oksigen yang tidak bereaksi di dalam ruang bakar. Semakin kecil kadar O<sub>2</sub> yang ikut keluar pada gas buang maka pembakaran di dalam ruang bakar semakin sempurna.

### 3.5. Analisa Konsumsi Bahan Bakar

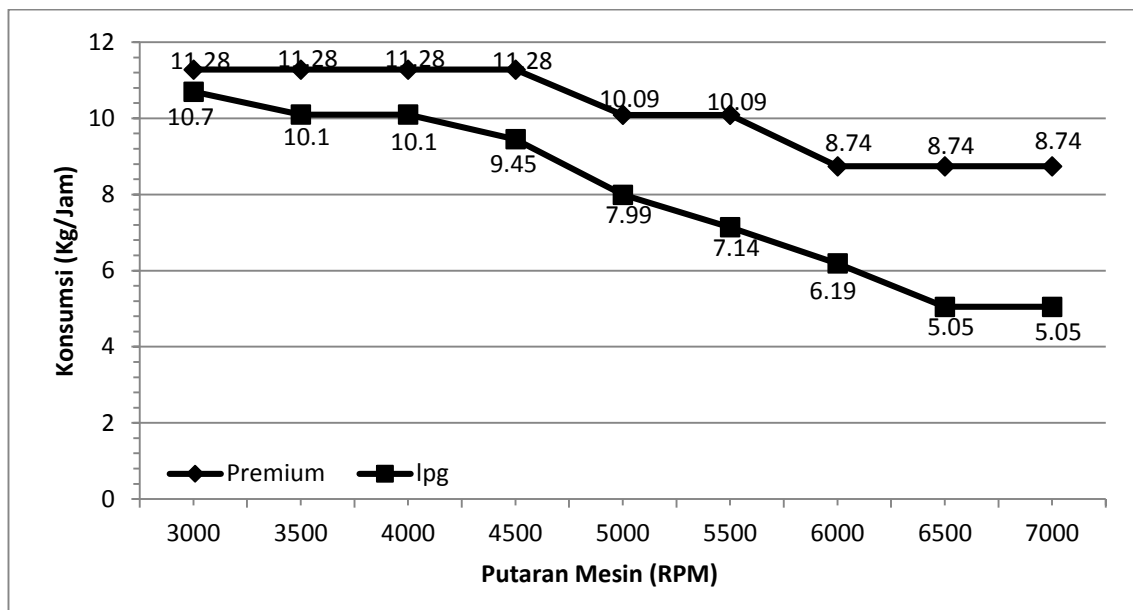


**Gambar 11.** Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin

Prosentase penurunan konsumsi bahan bakar pada bahan bakar premium dengan gas lpg pada putaran mesin 7000 rpm sebesar 31,1 % dan pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 21,2 % . Dari grafik dapat terlihat bahwa konsumsi

bahan bakar paling irit adalah gas LPG, hal ini disebabkan karena densitas dari bahan bakar gas LPG lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar premium.

### 3.6. Analisa Konsumsi Udara



Gambar 12. Grafik perbandingan konsumsi udara terhadap putaran mesin

Pada saat 7000 rpm dalam proses pembakaran dibutuhkan jumlah udara yang cukup sehingga dapat bercampur dengan baha bakar untuk proses pembakaran, dalam pengujian ini motor putaran mesin dibuat konstan yaitu 7000 rpm setelah itu diberikan pembebanan hingga mencapai 3000 rpm. konsumsi udara pada penggunaan bahan bakar premium ke bahan bakar LPG mengalami penurunan pada 7000 rpm sebesar 42 % dan pada 3000 rpm dengan pembebanan sebesar 5,14 %.

Udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran semakin besar karena adanya pembebanan yang diberikan terhadap rpm 7000 sehingga dari data pengujian yang ditampilkan dalam grafik diatas menunjukkan kenaikan konsumsi udara baik itu untuk gas LPG dan bahan bakar premium

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa pada bab sebelumnya dan data hasil pengujian serta data – data yang didapat dari perhitungan, dapat diambil kesimpulan prosentase kadar emisi gas buang menggunakan bahan bakar gas LPG dibanding dengan premium mengalami perubahan untuk kadar CO pada gas LPG mengalami penurunan kadar CO sebesar 11,06 % sampai 38,06. Dengan kadar CO terendah pada putaran mesin 7000 rpm 0,75 %vol dan tertinggi pada putaran mesin 3000 1,88 % vol. Untuk kadar CO<sub>2</sub> Pada penggunaan gas LPG mengalami penurunan kadar CO<sub>2</sub> sebesar 72,03 % pada 7000 rpm dan pada 3000 rpm mengalami penurunan sebesar 75,05 %. Untuk kadar HC pada gas LPG mengalami penurunan kadar HC sebesar 50,8 % sampai 56,6 % dengan kadar HC terendah pada putaran mesin 7000 rpm sebesar 13 ppm dan tertinggi pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 61 ppm. Untuk Kadar O<sub>2</sub> pada gas LPG mengalami peningkatan kadar O<sub>2</sub> sebesar 23,06 % sampai 33,52 % dengan kadar O<sub>2</sub> terendah pada putaran mesin 3000 rpm 15,57 % vol dan tertinggi pada putaran 3000 rpm sebesar 19,86 %vol. Berdasarkan standar emisi yang berlaku saat ini, dengan nilai batas maksimum CO = 4,5 %, HC = 1200 ppm, maka bahan bakar gas LPG layak digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak.

### 5. Daftar Pustaka

- [1] [<http://www.migas.esdm.go.id/data-kemigasana/5/Peta-Cadangan>] (diakses tanggal 10 Desember 2015).
- [2] Heywood, John B., “*Internal Combustion Engine Fundamentals*”, McGraw Hill Book Company, Singapore, 1988.
- [3] Maleev, V.L., “*Internal-Combustion Engines*”, McGraw Hill Book Company, Singapore, 1973.
- [4] Basyirun, Winarno, Karnowo. 2008. “*Mesin Konversi Energi*”, Universitas Negeri Semarang.
- [5] Arismunandar, Wiranto, “*Penggerak Mula Motor Bakar Torak*”, Edisi Keempat, ITB Bandung, 1988.
- [6] Khovakh M., “*Motor Vehicle Engines*”, 3<sup>rd</sup> Edition, Mir Publishers, Moscow, 1979.



- [7] Mathur M.L., Sharma R.P., “*A Course In Internal Combustion Engines*”, Published by J.C Kapur, for Dhanpat Rai & Sons, Nai Sarak, Delhi, 1980.
- [8] [http://gasdom.pertamina.com/produk\\_dan\\_services\\_elpiji\\_spesifikasi.aspx](http://gasdom.pertamina.com/produk_dan_services_elpiji_spesifikasi.aspx) (diakses tanggal 26 Desember 2015)