

PENGARUH PERUBAHAN WAKTU PENGAPIAN (*IGNITION TIMING*) TERHADAP EMISI GAS BUANG CO DAN HCPADA SEPEDA MOTOR VEGA R 110 CC TAHUN 2008 DENGAN BAHAN BAKAR LPG (*LIQUEFIED PETROLEUM GAS*)

Nur Dyan Enggar Rastoto, 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 : Nd.enggarrastoto@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research are: (1) To know the effect of modified ignition timing to exhaust emissions CO and HC on motorcycles Yamaha Vega R 110 CC in 2008 that use LPG fuel. (2) To know amount the effect of modified ignition timing to exhaust emissions CO and HC on motorcycles Yamaha Vega R 110 CC in 2008 that use LPG fuel by ignition timing 7°, 10°, 13° BTDC.

Based on this research can be conclude: (1) Modified ignition timing on the use of LPG fuel effect on the result of exhaust gas emissions levels of CO and HC. (2) The results gas emissions levels of CO 0.041% by ignition timing 7° BTDC, the results gas emissions levels of CO 0.052% by ignition timing 10° BTDC, while the result gas emissions levels of CO 0.098% by 13° BTDC. (3) Gas emissions levels of HC 130 ppm by ignition timing 7° BTDC, gas emissions levels of HC 272.67 ppm by ignition timing 10° BTDC, while gas emissions levels of HC 473.33 ppm by ignition timing 13° BTDC. (4) The ignition timing 13° BTDC increase the results exhaust gas emissions levels of CO and HC, while ignition timing 7° BTDC will decrease the result exhaust gas emissions of CO and HC but also decrease engine power.

Keywords: *Liquefied Petroleum Gas (LPG), Gas Fuel, Ignition Timing, Exhaust Gas Emissions of CO and HC*

PENDAHULUAN

Dalam rangka mengoptimalkan sumber daya potensial yang ada dilingkungan sekitar, pengembangan teknologi di Indonesia masih terus dilakukan, tak terkecuali dunia otomotif. Salah satunya perkembangan sektor transportasi di Indonesia khususnya sepeda motor yang semakin hari semakin bertambah, membawa dampak terjadinya peningkatan polusi udara serta peningkatan konsumsi bahan bakar. Terlebih pada umumnya kendaraan bermotor di Indonesia mengkonsumsi bahan bakar minyak jenis premium untuk motor bensin dan solar untuk mesin diesel.

Perkembangan sepeda motor dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan yang signifikan. Dari data Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2009 menunjukkan angka pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun 1999 jumlah sepeda motor 13.053.148 unit dan pada tahun 2009

sudah sebanyak 52.763.093 unit. Dalam kurun waktu 10 tahun saja sudah mengalami peningkatan 39.714.076 unit. Kenaikan jumlah ini berdampak pada kebutuhan akan bahan bakar minyak (BBM) meningkat. “Seperti diketahui, pemerintah akan mulai menerapkan pembatasan konsumsi BBM bersubsidi untuk mobil di atas tahun 2005. Hal itu dilakukan seiring terus meningkatnya konsumsi BBM akibat meningkatnya pertumbuhan kendaraan “(Ramadhania El Hida, 2010). “Pada 2010, tercatat produksi minyak Indonesia hanya 986 kbpd, di lain tingkat konsumsi melonjak hingga menembus angka 1,304 kbpd atau defisit 318 kbpd” (Fika, 2012). “Pada Januari 2012 konsumsi premium mencapai 2.222.871 kl. Kemudian minyak tanah atau kerosene mencapai 106.318 kl, dan solar mencapai 1.208.609 kl” (Saugi Riyandi, 2012).

Penggunaan bahan bakar fosil yang dalam hal ini diwakili oleh bensin yang selalu

mengalami peningkatan dalam jumlah konsumsi bahan bakar fosil tentulah polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan juga meningkat. Dilain pihak baru-baru ini Pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional dimana salah satu butir amanatnya ialah target untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak menjadi kurang dari 20% serta kekosongan yang terjadi diisi oleh bahan bakar gas dengan porsi 30% pada tahun 2025. Berdasarkan hal ini peluang untuk menggunakan bahan bakar *liquefied petroleum gas* (LPG) cukup besar terutama digunakan sebagai bahan bakar sepeda motor.

Mengacu pada situasi di atas, maka LPG sebagai pengganti bahan bakar premium dapat menjawab beberapa persoalan krusial yang akhir-akhir ini menjadi perhatian masyarakat umum, yaitu mitigasi pencemaran udara akibat pengoperasian kendaraan bermotor, keekonomian dalam kaitannya dengan subsidi bahan bakar minyak dan merupakan sebagian jawaban terhadap kepastian ketersediaan energi.

LPG merupakan gas hasil produksi dari kilang BBM dan kilang Gas, komponen utamanya adalah gas *propane* (C_3H_8) dan *butana* (C_4H_{10}) kurang lebih 97% dan sisanya adalah gas *pentana* (C_5H_{12}) yang dicairkan. LPG lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2.01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap LPG cair dalam tabung sekitar 5.0 sampai dengan 6.2 kg/cm^2 . Zat markaptan yang ditambah pada LPG dimaksudkan untuk keselamatan dengan memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas mudah diketahui dengan cepat.

Latar belakang dari penelitian ini adalah berkaitan dengan perbedaan karakteristik penyalan bahan bakar LPG dengan bahan bakar bensin. Penggunaan bahan bakar LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) yang diaplikasikan pada sepeda motor berdampak pada prestasi kerja dari motor bensin menurun. Penurunan prestasi kerja ini karena mesin tersebut memang dirancang untuk bahan bakar bensin, kecuali kalau mesin itu memang dirancang untuk berbahan bakar gas. Salah satu cara untuk

meningkatkan prestasi kerja dari motor bensin yang menggunakan bahan bakar gas adalah dengan mengatur waktu pengapian sehingga waktu pengapiannya menjadi lebih tepat.

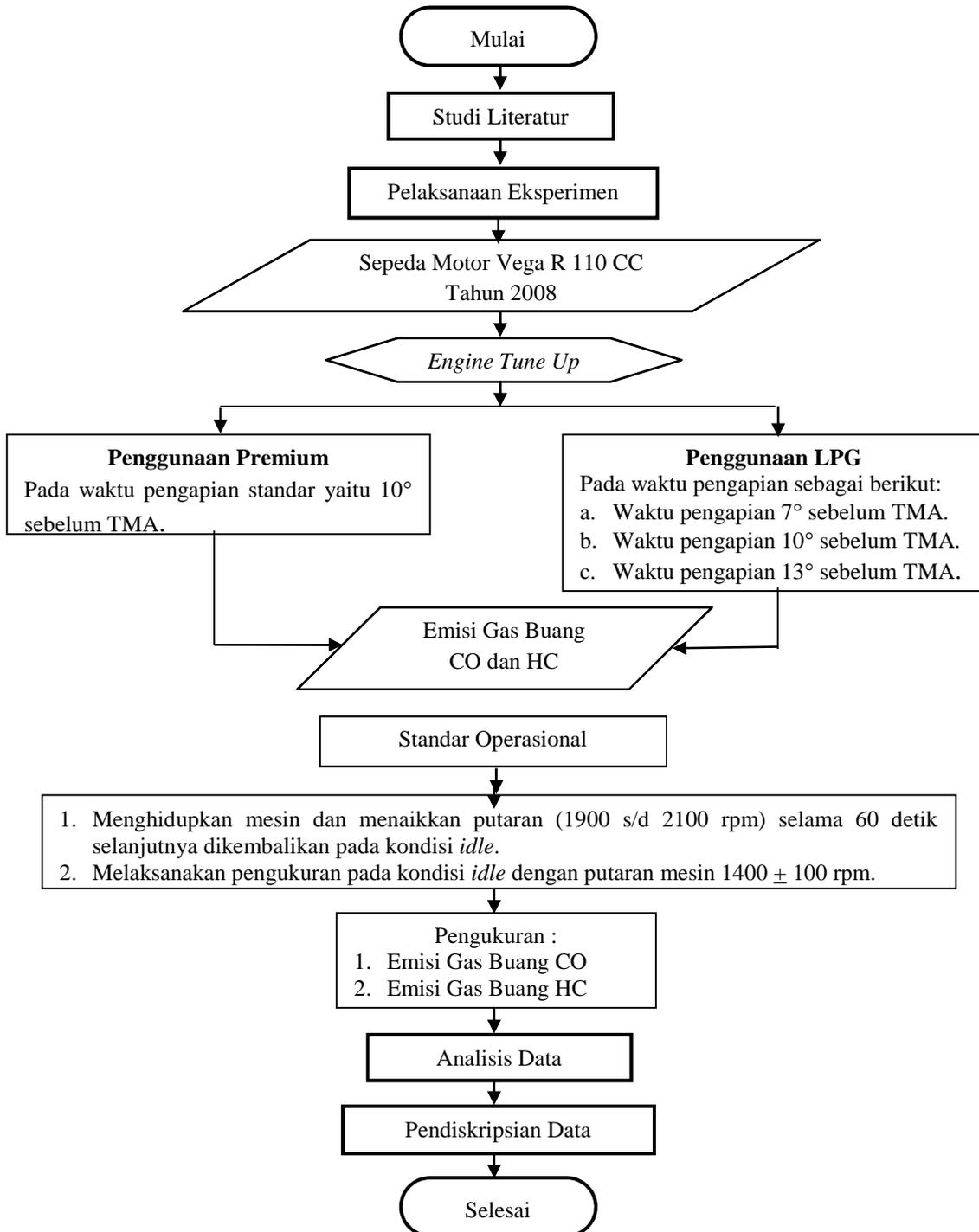
Dengan adanya penggunaan bahan bakar LPG yang diaplikasikan pada sepeda motor tersebut maka dalam hal ini dapat pula mengakibatkan pencemaran lingkungan khususnya pencemaran udara yang disebabkan oleh emisi gas buang pada sepeda motor yang berbahan bakar LPG dengan perubahan waktu pengapian (*ignition timing*). Wisnu Arya Wardhana menyatakan, "Perkiraan prosentase komponen pencemar udara dari sumber pencemar transportasi di Indonesia adalah karbon monoksida (CO) sebesar 70,50%, nitrogen oksida (NO_x) sebesar 8,89%, sulfur oksida (SO_x) sebesar 0,88%, hidro karbon (HC) 18,34% dan partikel sebesar 1,33%" (2004: 33). Dari data tersebut dapat diketahui bahwa gas CO adalah polutan yang menempati peringkat paling tinggi prosentasenya. Gas CO menurut Srikandi Fardiaz adalah suatu komponen tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu diatas $-192^{\circ}C$ (1992: 94). Telah lama diketahui bahwa kontak antara manusia dengan CO pada konsentrasi tinggi dapat menimbulkan kematian. Sedangkan hidrokarbon (HC) menempati peringkat kedua yaitu dengan prosentase 18,34%. Hidrokarbon menurut Wisnu Arya Wardhana adalah pencemar udara yang dapat berbentuk gas, cairan maupun padatan (2004: 51).

METOODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini sampelnya adalah sepeda motor Yamaha Vrga R 110 CC tahun 2008 bernomor mesin MH34D70028J737691 yang masih menggunakan bahan bakar minyak dengan jenis premium, kemudian dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar gas dengan jenis LPG. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik sampel bertujuan (*purposive sample*). Teknik sampel bertujuan dilakukan dengan cara mengambil subyek bukan didasarkan atas strata, *random* atau daerah tetapi didasarkan

atas adanya tujuan dari penelitian. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode dokumentasi. Metode dokumentasi yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah memanfaatkan *print out*/cetakan hasil

pengukuran dari alat uji emisi (*gas analyzer*) untuk data emisi gas buang CO dan HC. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Tujuan dari membandingkan penggunaan kedua bahan bakar tersebut ialah untuk mendapatkan data pengukuran emisi gas buang CO dan HC seminimal mungkin sesuai ambang batas emisi gas buang dengan waktu pengapian (*igniton timing*) 10° (standar) sebelum TMA dengan bahan bakar premium, kemudian dibandingkan dengan variasi waktu pengapian (*ignition timing*) 10° (standar) sebelum TMA, 13° sebelum TMA, dan 7° sebelum TMA pada penggunaan bahan bakar LPG. Pengujian emisi gas buang dilaksanakan berdasarkan pada SNI 09-7118.3-2005 yaitu cara uji kendaraan bermotor kategori L pada kondisi *idle*. Dalam memodifikasi waktu pengapian (*ignition timing*) yaitu dengan memodifikasi panjang tonjolan *triger* magnet pada sepeda motor Yamaha Vega R 110 CC tahun 2008. Dalam modifikasi *triger* magnet sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 ada beberapa tahap yang perlu dilakukan, yaitu:

1. Waktu pengapian (*ignition timing*) sepeda motor.
Untuk mengetahui waktu pengapian pada sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 yaitu dengan membuka *service manual* sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008. Untuk waktu pengapian (*ignition timing*) sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 yaitu 10° sebelum TMA.
2. Pengukuran diameter
Dalam pengukuran diameter magnet ini berguna nantinya untuk perhitungan perderajat pengapian dalam pemotongan dan penambahan panjang tonjolan *triger*. Diameter magnet sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 adalah 112 mm.



Gambar 2. Pengukuran Diameter Magnet

3. Pengukuran panjang tonjolan *triger* magnet

Untuk pengukuran tonjolan *triger* ini berguna sebagai acuan nantinya jika tonjolan *triger* sudah di modifikasi dalam artian sudah dipotong atau ditambah tonjolan *triger* nya. Untuk panjang tonjolan *triger* standar sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 adalah 57,5 mm.



Gambar 3. Pengukuran Panjang *Triger*

4. Pemotongan tonjolan *triger*
Untuk pemotongan tonjolan *triger* ini tidak asal saja dalam memotong tetapi ada dasar rumus untuk memotong per derajatnya. Adapun rumus yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut:

Rumus:

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

Untuk diameter magnet standar sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 yaitu 112 mm. Rumus tersebut dapat diterapkan dalam hitungan sebagai berikut:

$$1 \text{ Derajat} = \frac{(3,14 \times 112 \text{ mm})}{360} = 0,97 \text{ mm}$$

Sehingga apabila ingin memajukan atau memundurkan waktu pengapian, pada tonjolan *triger* dapat ditambah dengan 0,97 mm/derajat atau dengan mengurangi tonjolan *triger* dengan memotong *triger* 0,97 mm/derajat.

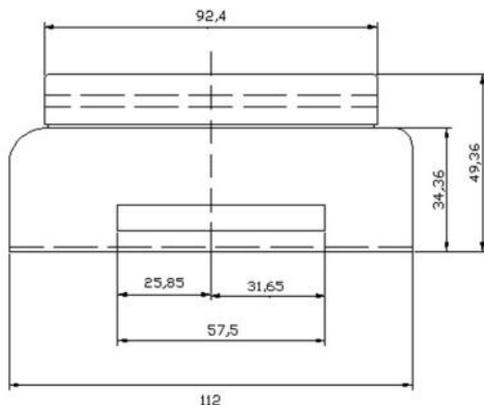
5. Modifikasi Waktu Pengapian 7° Sebelum TMA

Dalam modifikasi waktu pengapian (*ignition timing*) pada sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 dengan

waktu pengapian standar yaitu 10° sebelum TMA menjadi 7° sebelum TMA yaitu dengan memotong tonjolan *triger* pada magnet sebesar 3°. Untuk 3° dapat diaplikasikan dengan rumus sebagai berikut:

$$3 \text{ Derajat} = \frac{3(3,14 \times 112 \text{ mm})}{360} = \frac{3 \times 351,68}{360} = \frac{1055,04}{360} = 2,9 \text{ mm}$$

Jadi, panjang tonjolan *triger* dipotong sebesar 2,9 mm. Dalam pemotongan *triger* tersebut tidak mengurangi ukuran panjang tonjolan *triger* sebesar 57,5 mm tersebut. Pada prinsipnya hanya menggeser tonjolan *triger* dengan mengurangi atau menambah tonjolan *triger*. Panjang tonjolan *triger* yang dipotong adalah panjang *triger* sebelah kiri sebesar 2,9 mm. Setelah panjang *triger* sebelah kiri dipotong selanjutnya penambahan tonjolan *triger* sebelah kanan sebesar 2,9 mm. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 3.17. Dimensi *Triger* Magnet Modifikasi Waktu Pengapian 7° Sebelum TMA di bawah ini:



Gambar 4. Dimensi *Triger* Magnet Modifikasi Waktu Pengapian 7° Sebelum TMA

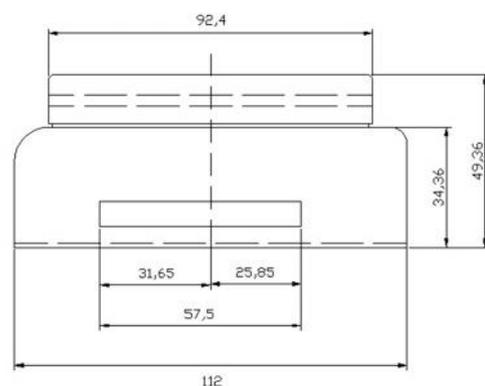
6. Modifikasi Waktu Pengapian 13° Sebelum TMA

Dalam modifikasi waktu pengapian (*ignition timing*) pada sepeda motor Vega R 110 CC tahun 2008 dengan waktu pengapian standar yaitu 10 derajat sebelum TMA menjadi 13° sebelum TMA yaitu

dengan menambah tonjolan *triger* sebesar 3°. Untuk 3° dapat diaplikasikan dengan rumus sebagai berikut:

$$3 \text{ Derajat} = \frac{3(3,14 \times 112 \text{ mm})}{360} = \frac{3 \times 351,68}{360} = \frac{1055,04}{360} = 2,9 \text{ mm}$$

Jadi, tonjolan *triger* ditambah sebesar 2,9 mm. Dalam penambahan *triger* tersebut tidak menambah ukuran panjang tonjolan *triger* sebesar 57,5 mm tersebut. Pada prinsipnya hanya menggeser tonjolan *triger* tersebut dengan menambah atau mengurangi tonjolan *triger*. Panjang tonjolan *triger* yang ditambah adalah panjang *triger* sebelah kiri sebesar 2,9 mm. Setelah panjang *triger* sebelah kiri ditambah selanjutnya pemotongan tonjolan *triger* sebelah kanan sebesar 2,9 mm. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 3.18. Dimensi *Triger* Magnet Modifikasi Waktu Pengapian 13° Sebelum TMA di bawah ini:



Gambar 5. Dimensi *Triger* Magnet Modifikasi Waktu Pengapian 13° Sebelum TMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

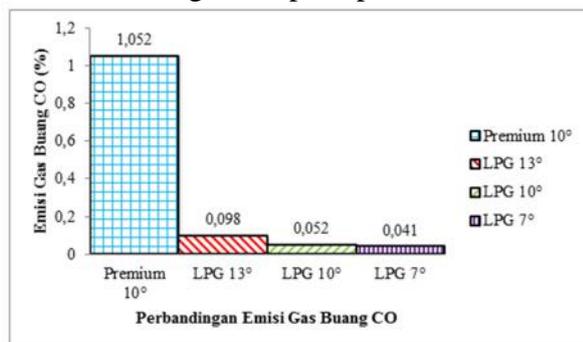
Dalam pengujian pengaruh perubahan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Yamaha Vega R 110 CC tahun 2008 dengan bahan bakar LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) yang dilakukan dengan alat uji *gas analyzer* tipe 898 OTC *Stargas Global Diagnostic* menghasilkan data sebagai berikut:

1. Emisi Gas Buang CO Penggunaan Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian 7°, 10°, dan 13° sebelum TMA.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Perbandingan Emisi Gas Buang CO antara Bahan Bakar Premium dan Bahan Bakar LPG dengan Mengubah Waktu Pengapian (7°, 10°, dan 13° sebelum TMA)

Uji	Premium		LPG		LPG		LPG	
	10° BTDC		7° BTDC		10° BTDC		13° BTDC	
	Temp Mesin (%)	CO (%)						
1	66,9	0,987	62,5	0,031	63,9	0,051	67,9	0,086
2	66,2	1,070	61,9	0,039	64,6	0,050	67,8	0,100
3	65,0	1,099	61,2	0,053	62,5	0,054	67,2	0,110
Jumlah	198,1	3,156	185,6	0,123	191	0,155	202,9	0,296
Rata-rata	66,03	1,052	61,86	0,041	63,67	0,052	67,63	0,098

Agar penyajian hasil pengamatan di atas lebih jelas, maka data disajikan dalam histogram seperti pada Gambar 6.

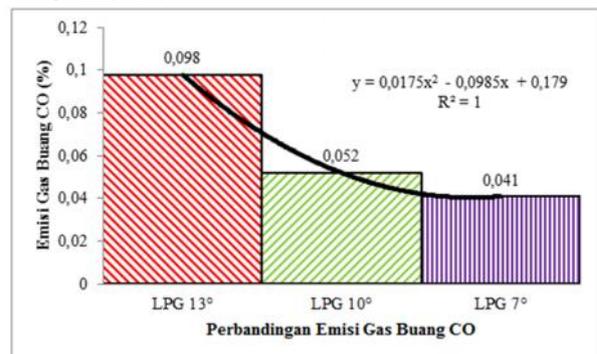


Gambar 6. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang CO antara Bahan Bakar Premium dan Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian (7°, 10°, dan 13° sebelum TMA)

Dari Gambar 6. di atas dapat dilihat bahwa emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar premium lebih banyak dibandingkan dengan kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), walaupun dalam penggunaan bahan bakar LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) sudah dilakukan perubahan waktu pengapian (*ignition timing*) kadar emisi gas CO tetap terjaga lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar premium.

Agar penyajian hasil pengamatan emisi gas buang CO dengan penggunaan bahan bakar LPG lebih jelas, maka data

disajikan dalam histogram seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang CO Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian (7°, 10°, dan 13° sebelum TMA)

Jika dikaitkan dengan tabel ambang batas emisi gas buang sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 pada tabel 3.1 bahwa ambang batas emisi gas buang CO untuk kendaraan bermotor kategori L sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan < 2010 sebesar 5,5%. Dengan demikian kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar LPG ramah lingkungan karena di bawah standar yang dikeluarkan oleh menteri negara lingkungan hidup, kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar LPG dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 13° sebelum TMA sebesar 0,098%. Kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar LPG dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 10° sebelum TMA sebesar 0,052%, sedangkan untuk waktu pengapian (*ignition timing*) 7° sebelum TMA sebesar 0,041%.

Dengan mengubah waktu pengapian (*ignition timing*) pada penggunaan bahan bakar LPG berpengaruh pada hasil kadar emisi gas buang CO. Ketika waktu pengapian (*ignition timing*) dimajukan, kadar emisi gas buang CO meningkat dibandingkan dengan waktu pengapian (*ignition timing*) yang standar (10° sebelum TMA) atau yang dimundurkan (7° sebelum TMA). Hal ini disebabkan campuran bahan bakar dan

udara tidak terbakar sempurna, karena durasi pembakaran terlalu cepat. Ketika waktu pengapian dimajukan tekanan maksimal hasil pembakaran terjadi kurang dari 10° sampai 15° sesudah TMA, tekanan tersebut menghambat gerak piston saat kompresi. Sehingga campuran bahan bakar dan udara tidak terkompresi secara maksimal dan waktu pembakaran sudah terjadi sebelum waktunya. Sebaliknya apabila waktu pengapian (*ignition timing*) dimundurkan maka kadar emisi gas buang CO menurun. Hal ini disebabkan karena bahan bakar LPG mempunyai temperatur penyalaan minimal yang lebih lama sehingga membutuhkan waktu pengapian yang lebih lama sehingga bahan bakar dapat terkompresi secara maksimal dengan pembakaran yang lebih tepat. Selain itu temperatur mesin juga mempengaruhi tinggi rendahnya kadar emisi gas buang CO pada waktu pengujian.

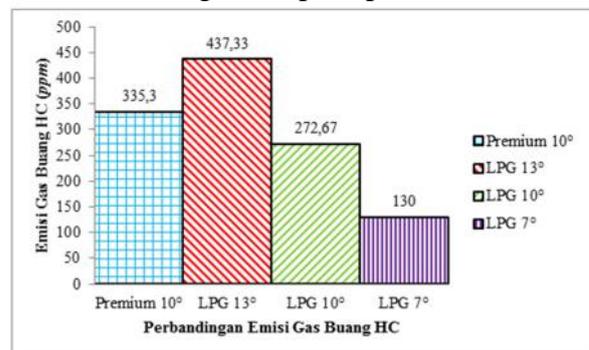
Untuk kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar LPG dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 7°, 10°, dan 13° sebelum TMA lebih baik dibanding dengan penggunaan bahan bakar premium dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 10° derajat sebelum TMA, hal ini disebabkan karena LPG berbentuk gas, sehingga pembakaran dari bahan bakar LPG lebih baik dibanding dengan bahan bakar premium.

2. Emisi Gas Buang CO Penggunaan Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian 7°, 10°, dan 13° sebelum TMA

Tabel 2. Hasil Pengamatan Perbandingan Emisi Gas Buang HC antara Bahan Bakar Premium dan Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian (7°, 10°, dan 13° sebelum TMA)

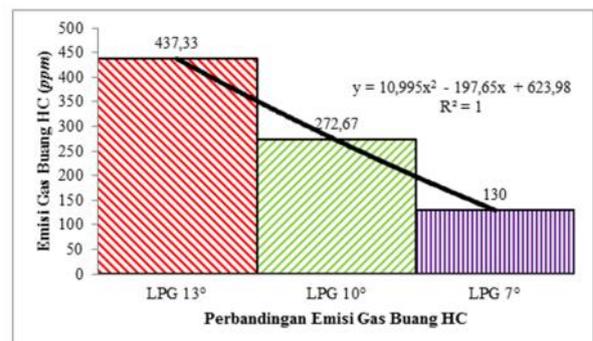
Uji	Premium		LPG					
	10° BTDC		7° BTDC		10° BTDC		13° BTDC	
	Temp Mesin	ppm	Temp Mesin	ppm	Temp Mesin	ppm	Temp Mesin	ppm
1	66,9	220	62,5	185	63,9	256	67,9	593
2	66,2	221	61,9	81	64,6	268	67,8	400
3	65,0	565	61,2	124	62,5	294	67,2	319
Jumlah	198,1	1006	185,6	390	191	818	202,9	1312
Rata-rata	66,03	335,3	61,86	130	63,67	272,67	67,63	437,33

Agar penyajian hasil pengamatan di atas lebih jelas, maka data disajikan dalam histogram seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang HC antara Bahan Bakar Premium dan Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian (7°, 10°, dan 13° sebelum TMA)

Agar penyajian hasil pengamatan emisi gas buang HC dengan penggunaan bahan bakar LPG lebih jelas, maka data disajikan dalam histogram seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang HC Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian (7°, 10°, dan 13° sebelum TMA)

Jika dikaitkan dengan tabel ambang batas emisi gas buang sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 pada tabel 3.1 bahwa ambang batas emisi gas buang HC untuk kendaraan bermotor kategori L sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan < 2010 sebesar 2400 ppm. Dengan demikian kadar emisi gas buang HC pada penggunaan bahan bakar LPG ramah lingkungan karena di bawah standar

yang dikeluarkan oleh menteri negara lingkungan hidup, kadar emisi gas buang HC pada penggunaan bahan bakar LPG dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 13° sebelum TMA sebesar 437,33 ppm. Kadar emisi gas buang HC pada penggunaan bahan bakar LPG dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 10° sebelum TMA sebesar 272,67 ppm, sedangkan untuk waktu pengapian (*ignition timing*) 7° sebelum TMA sebesar 130 ppm.

Dengan mengubah waktu pengapian (*ignition timing*) pada penggunaan bahan bakar LPG berpengaruh pada hasil kadar emisi gas buang HC. Ketika waktu pengapian (*ignition timing*) dimajukan, kadar emisi gas buang HC meningkat dibandingkan dengan waktu pengapian (*ignition timing*) yang standar (10° sebelum TMA) atau yang dimundurkan (7° sebelum TMA). Ketika waktu pengapian dimajukan kadar emisi gas buang HC akan naik, hal ini disebabkan proses pembakaran bahan bakar dalam ruang bakar lebih singkat, sehingga temperatur di dalam ruang bakar bertahan pada level yang singkat, maka hal ini akan menyebabkan kadar emisi gas buang HC naik.

Untuk bahan bakar LPG dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 13° sebelum TMA kadar emisi HC lebih tinggi dari penggunaan bahan bakar premium dengan waktu pengapian (*ignition timing*) standar (10° sebelum TMA), hal ini dipengaruhi oleh nilai oktan bahan bakar LPG lebih tinggi dari premium, sehingga mampu mempertahankan diri untuk tidak segera terbakar.

Sebaliknya apabila waktu pengapian (*ignition timing*) dimundurkan kadar emisi gas buang HC akan turun, hal ini disebabkan proses pembakaran bahan bakar dalam ruang bakar lebih lama sehingga temperatur di dalam ruang bakar yang relatif tinggi terus, maka kadar emisi gas buang HC akan turun. Hal ini juga disebabkan karena temperatur penyalaan minimal bahan bakar LPG yang lebih

lama. Namun, bila terlalu mundur maka terdapat sisa bahan bakar yang tidak sempat terbakar, menyebabkan kandungan kadar emisi HC akan meningkat drastis. Dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 7° sebelum TMA juga akan mempengaruhi menurunnya daya dari kendaraan

KESIMPULAN

1. Perubahan waktu pengapian (*ignition timing*) pada penggunaan bahan bakar LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) berpengaruh pada hasil kadar emisi gas buang CO dan HC.
2. Kadar emisi gas buang CO dengan waktu pengapian 7° sebelum TMA sebesar 0,041%, kadar emisi gas buang CO dengan waktu pengapian 10° sebelum TMA sebesar 0,052%, sedangkan kadar emisi gas buang CO dengan waktu pengapian 13° sebelum TMA adalah 0,098%.
3. Kadar emisi gas buang HC dengan waktu pengapian 7° sebelum TMA sebesar 130 ppm, kadar emisi gas buang HC dengan waktu pengapian 10° sebelum TMA sebesar 272,67 ppm, sedangkan kadar emisi gas buang HC dengan waktu pengapian 13° sebelum TMA adalah 473,33 ppm.
4. Dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 13° sebelum TMA meningkatkan hasil kadar emisi gas buang CO dan HC, sedangkan dengan waktu pengapian (*ignition timing*) 7° sebelum TMA akan menurunkan hasil kadar emisi gas buang CO dan HC tetapi akan menurunkan tenaga mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM. dan H. Berenschot. (1980). *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga
- Arifin, Zainal. dan Sukoco. (2009). *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta.
- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Aziz, Muhammad. 2012. *Analisis Penggunaan Bahan Bakar Liquefied Petroleum Gas (LPG) terhadap Komsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Motor Supra X 125R Tahun 2009*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. <http://kampus.okezone.com/read/2012/03/20/367/596815/kenaikan-bbm-mengusung-penderitaan-baru-rakyat-indonesia>
- Badan Pusat Statistika. (2009). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis tahun 1987-2009*. Diperoleh 08 Juli 2012, dari http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=12
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *Emisi Gas Buang – Sumber Bergerak – Bagian 3: Cara Uji Kendaraan Bermotor Kategori L pada Kondisi Idle*. Diperoleh 03 April 2012, dari http://staff.undip.ac.id/env/semestergenap/files/2010/02/SNI-09-7118.3_2005-kendaraan-kategori-L-kondisi-idle.pdf
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (2007). *Kajian Dampak Penggunaan LPG sebagai Bahan Bakar Alternatif terhadap Mesin Kendaraan Bermotor dan Lingkungan*. Diperoleh tanggal 07 Juli 2012, dari <http://www.hubdat.web.id/studi/bstp/dampaklpg.pdf>
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS Press.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fika. (2012, 21 Maret). Kenaikan BBM: Mengusung Penderitaan Baru Rakyat Indonesia. *OKEZONE*. Diperoleh 06 Juli 2012, dari <http://kampus.okezone.com/read/2012/03/20/367/596815/kenaikan-bbm-mengusung-penderitaan-baru-rakyat-indonesia>
- Hida, Ramdhania El. (2010, 29 Nopember). Tingkat Polusi Tinggi, Premium Hanya Dijual di Indonesia. *DETIK FINANCE*. Diperoleh 06 Juli 2012, dari <http://finance.detik.com/read/2010/11/29/213541/1505259/4/tingkat-polusi-tinggi-premium-hanya-dijual-di-indonesia>
- Jama, J dan 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.
- K. S, Shankar dan Mohanan P. (2011). *MPFI Gasoline Engine Combustion, Performance and Emission Characteristics with LPG Injection*. Internasional Jornal Energy and Environment Vol 2, Issue 4, 2011 (761-770). Diperoleh 07 Oktober 2012, dari http://www.ijee.ieefoundation.org/vol2/issue4/IJEE_18_v2n4.pdf
- Nooryastuti, E. (2006). *Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama* Diperoleh 02 Agustus 2012, dari http://hukum.unsrat.ac.id/men/menlh_5_2006.pdf.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. (1999). Diperoleh 02 Agustus 2012, dari http://datahukum.pnri.go.id/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=1572:ppno4

[1th1999&id=118:tahun1999&Itemid=28&start=40](#)

- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional.* (2006). Diperoleh 07 Agustus 2012, dari http://prokum.esdm.go.id/perpres/2006/perpres_05_2006.pdf
- Riyandi, S. (2012, 10 Februari). Awal Tahun Konsumsi Naik 300 Ribu Kl. *OKEZONE*. Diperoleh 02 Agustus 2012, dari <http://www.okefood.com/read/2012/02/10/452/573553/awal-tahun-konsumsi-bbm-naik-300-ribu-kl>
- Sitorus T.B. (2002). *Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Diperoleh 06 Juli 2012, dari <http://library.usu.ac.id/download/ft/mesin-tulus2.pdf>
- Soenarta, Nakoela dan Shoichi Furuhamu. (1995). *Motor Serba Guna*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- 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 BGG untuk Kendaraan*. Jakarta: LIPI Press.
- Tenaya. I Gusti Ngurah Putu. dan Made Hardiana. (2011). *Pengaruh Air Fuel Ratio terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar LPG pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram* Vol. 5 No. 1. April 2011 (39-45). Diperoleh 16 Maret 2013, dari <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/download/2347/1552>
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Widodo, E. (2011). *Otomotif Sepeda Motor*. Bandung: Yrama Widya.
- Yunianto, Bambang. (2009). *Pengaruh Perubahan Penyalaan (Ignition Time) terhadap Emisi Gas Buang pada Mesin Sepeda Motor 4 (Empat) Langkah dengan Bahan Bakar LPG*. *Jurnal Ilmiah Rotasi* Vol. 11 No. 4. Oktober 2009. Diperoleh 07 Juli 2012, <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/download/2009/1759>
- Yamaha. (2006). *Service Manual Vega R (New)*. Jakarta: PT. Yamaha Motor Kencana Indonesia.