

STUDI KOMPARASI PERFORMA MESIN DAN KADAR EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR EMPAT LANGKAH BERBAHAN BAKAR BENSIN DAN LPG

Nanang Romandoni

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
ramdhan_akhi@yahoo.com

Indra Herlamba Siregar, S.T., M.T.

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Indra_adsite2006@yahoo.com

Abstrak

Penggunaan bahan bakar LPG merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan emisi gas buang kendaraan bermotor. *Conversion kits* adalah alat yang digunakan untuk mengkonversi LPG menjadi bahan bakar pada sepeda motor. LPG digunakan sebagai alternatif bahan bakar sepeda motor karena mudah diperoleh dipasaran dan tekanan *output* yang rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data perbandingan performa mesin dan kadar emisi gas buang sepeda motor berbahan bakar bensin dan LPG. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen murni. Penelitian dilakukan dengan dua pengujian, yaitu pengujian standar dan pengujian eksperimen dengan menggunakan bahan bakar LPG pada sepeda motor Honda Vario 110 cc tahun 2010.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat meningkatkan torsi dan daya. Peningkatan torsi tertinggi sebesar 63,90% didapatkan pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Peningkatan daya tertinggi sebesar 50,44% didapatkan pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Sedangkan konsumsi bahan bakar mengalami penurunan. Penurunan konsumsi bahan bakar tertinggi sebesar 23,09% didapatkan pada putaran 6000 rpm. Selain itu, terjadi penurunan yang signifikan pada kadar emisi CO, CO₂, dan HC. Penurunan emisi CO tertinggi sebesar 99,56% didapatkan pada putaran 5500 rpm. Penurunan emisi CO₂ tertinggi sebesar 55,72% didapatkan pada putaran 3500 rpm. Penurunan emisi HC tertinggi sebesar 77,67% didapatkan pada putaran 5500 rpm. Sedangkan konsentrasi O₂ mengalami peningkatan. Peningkatan tertinggi konsentrasi O₂ sebesar 85,28% pada putaran 7500 rpm

Kata kunci: LPG, Conversion Kits, Performa mesin, Emisi gas buang, dan Sepeda motor 4 langkah

Abstract

The use of LPG fuel is one effort that can be done to control the emission of exhaust gas of a motor vehicle. Conversion kits are a tool used to convert into fuel (LPG) on a motorcycle. LPG used as motor fuel alternative because it is easy to obtain in the market and the low output pressure. The purpose of this research was to obtain data comparisons of engine performance and exhaust emission levels of motorcycle gasoline and LPG fuelled. This type of research is the study of pure experimentation. The research was conducted with two testing, i.e. testing standard and experimental testing with the use of LPG fuel on the Honda Vario 110 cc 2010 motorcycle.

Based on the results of the study it can be concluded that the use of LPG fuels can increase the torque and power. An increase in the highest torque of 63,90% obtained in the 2000 rpm with the use of LPG fuel. An increase in the highest power of 50,44% obtained in the 2000 rpm with the use of LPG fuel. While fuel consumption has decreased. The highest decrease in fuel consumption of 23,09% obtained at 6000 rpm. In addition, there was a significant reduction in the levels of emissions of CO, CO₂ and HC. The highest decrease in emissions of CO of General 99,56% is obtained on a round of 5500 rpm. The highest CO₂ emissions decrease of 55,72% obtained in the 3500 rpm. The highest decrease in emissions of HC 77,67% is obtained on a round of 5500 rpm. While the O₂ concentration increased. The highest increase in O₂ concentration of 85,28% on lap 3500 rpm.

Keywords: LPG, Conversion Kits, engine performance, exhaust emissions, and motorcycles 4 steps

PENDAHULUAN

Emisi gas buang hasil pembakaran bahan bakar minyak (BBM) pada sepeda motor mampu menurunkan kualitas udara dan menyebabkan terjadinya pemanasan global (*global warming*). Solusinya adalah memanfaatkan LPG (*Liquified Petroleum Gas*) untuk digunakan sebagai

bahan bakar alternatif pada sepeda motor empat langkah. Ini dikarenakan gas LPG mudah diperoleh dipasaran dan tekanan *output* yang rendah.

Salah satu langkah nyata untuk meningkatkan penggunaan LPG sebagai bahan bakar gas adalah melalui pengkajian modifikasi sepeda motor empat langkah berbahan bakar bensin untuk dikonversi menggunakan

bahan bakar gas LPG. Modifikasi yang sudah dilakukan yaitu dengan menggunakan katup suplai *solenoid* sebagai pengganti mekanisme sistem bahan bakar minyak menjadi gas. *Solenoid valve* berfungsi untuk mengalirkan gas LPG secara otomatis ketika sepeda motor dihidupkan dengan *pressure regulator* sebagai pengatur tekanan dan volume gas yang masuk ke dalam ruang bakar. Penggunaan bahan bakar gas LPG sebagai bahan bakar alternatif tentu dapat mempengaruhi performa mesin dan emisi gas buang yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian secara langsung pada salah satu sampel sepeda motor yang dimodifikasi menjadi bahan bakar gas LPG, yaitu Honda Vario. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh data perbandingan antara penggunaan bahan bakar minyak dan gas LPG ditinjau dari performa mesin dan kadar emisi gas buang sepeda motor empat langkah.

METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu dan tempat yang dilakukan peneliti selama melakukan kegiatan penelitian sebagai berikut:

1. Waktu Penelitian

Penelitian eksperimen (*experimental research*) ini dimulai pada bulan April sampai September 2012.

2. Tempat Penelitian

Penelitian eksperimen (*experimental research*) ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Teknik Mesin FT Unesa dan UD. Sumber Makmur Abadi Surabaya.

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, yaitu peneliti yang dengan sengaja dan secara sistematis mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan suatu variabel. Menurut Arikunto (2006:3), eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Eksperimen selalu dilakukan untuk melihat akibat suatu perlakuan.

C. Objek Penelitian

Adapun objek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin Honda Vario Tahun 2010.

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah semua yang akan menjadi objek pengamatan penelitian (Direktorat Pendidikan Tinggi dalam Narbuko, 2005:118).

Variabel yang termasuk dalam penelitian eksperimen ini adalah:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan kondisi-kondisi atau karakteristik-karakteristik yang oleh peneliti dimanipulasi dalam rangka untuk menerangkan hubungannya dengan fenomena yang diobservasi. Variabel ini disebut variabel pengaruh, sebab berfungsi mempengaruhi variabel lain (Narbuko, 2005:119).

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah motor Honda Vario standart berbahan bakar

bensin dan motor Honda Vario yang dimodifikasi berbahan bakar LPG menggunakan *solenoid valve* sebagai katup suplai gas dengan *pressure regulator* sebagai pengatur tekanan gas.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan kondisi atau karakteristik yang berubah atau muncul ketika penelitian mengintroduksi, mengubah atau mengganti variabel bebas. Variabel ini dipengaruhi oleh variabel lain, karenanya juga disebut variabel yang dipengaruhi atau variabel terpengaruh (Narbuko, 2005:119).

Variabel terikat pada penelitian ini adalah performa mesin (torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar), dan emisi gas buang (CO, CO₂, HC, O₂, lambda (λ)).

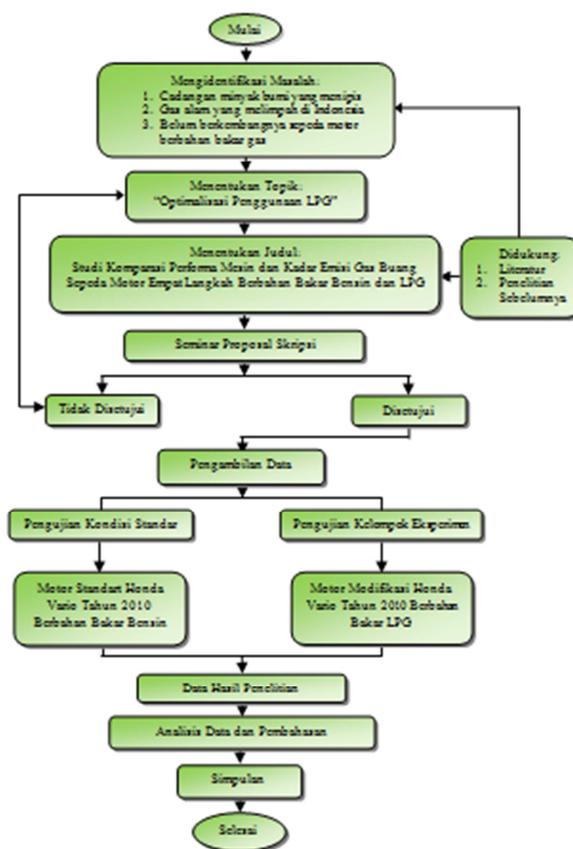
3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang membatasi (sebagai kendali) atau mewarnai variabel moderator (penengah) (Narbuko, 2005:120).

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Putaran mesin yaitu 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm, 5500 rpm, 6000 rpm, 6500 rpm, 7000 rpm, 7500 rpm, dan 8000 rpm.
- Temperatur oli mesin saat pengujian 60°C.

E. Rancangan Penelitian



Gambar 1. Skema Flow Chart Penelitian

F. Desain Penelitian

Conversion kits pada motor Honda Vario terdiri dari karburator, tabung LPG, selang LPG, *solenoid*, dan *pressure reguator* yang dirakit menjadi satu sehingga komponen-komponen dari sistem bahan bakar LPG ini akan tampak secara keseluruhan.

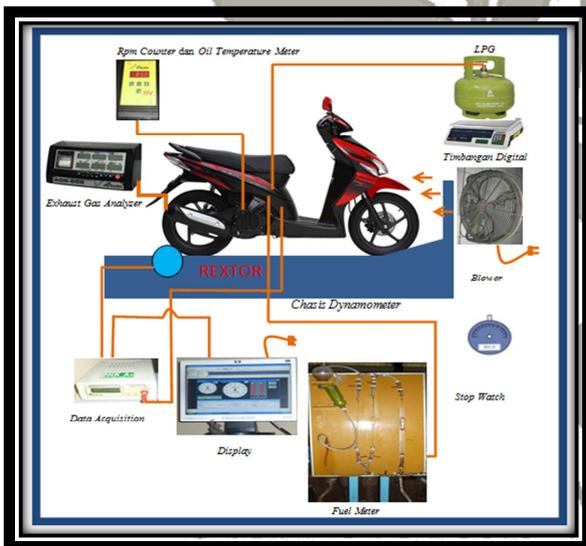
Adapun tampak secara keseluruhan *conversion kits* pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. *Conversion Kits*

G. Peralatan dan Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat ukur dan alat uji yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3 tentang skema instrumen penelitian.



Gambar 3. Skema Instrumen Penelitian

1. Peralatan Penelitian

a. Mesin Honda Vario

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Honda Vario tahun 2010 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Diameter dan Langkah : 50,5 x 55,0 mm
- 2) Volume Langkah : 108,0 cm³
- 3) Perbandingan Kompresi : 10,7 : 1
- 4) Daya Maksimum : 8,99 PS/8.000 rpm
- 5) Torsi Maksimum : 0,86 kgf.m /6.500 rpm
- 6) Susunan Silinder : Silinder Tunggal

2. Instrumen Penelitian

a. Chassis Dynamometer

Chassis dynamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan mesin. Adapun spesifikasinya yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rextor Pro-dyno.

b. Exhaust Gas Analyzer

Exhaust gas analyzer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar polutan gas buang yang merupakan hasil dari proses pembakaran mesin. Adapun spesifikasinya yang digunakan dalam penelitian ini adalah merk *BrainBee AGS-688*.

H. Metode Pengujian

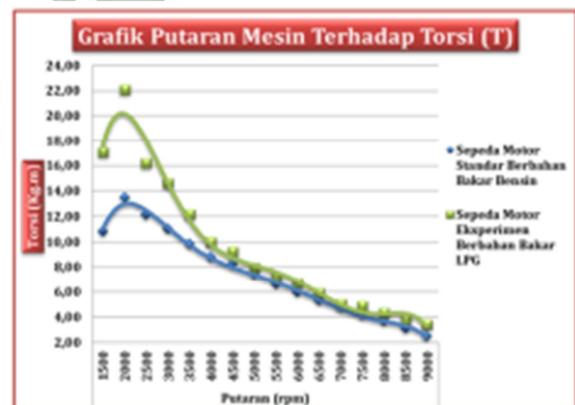
Metode pengujian performa mesin berdasarkan SAE J1349 yaitu "*Engine Power Test Code-Spark Ignition and Compression Ignition-Net Power Rating*" dan SNI 09-7118.3-2005 untuk prosedur pengujian emisi gas buang sepeda motor tipe L dalam kondisi *idle*. Pengujian ini dilakukan pada kondisi bukaan *throttle* kontinu mulai dari *idle* sampai bukaan *throttle* maksimum (akselerasi).

I. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisa dan ditarik kesimpulan. Sehingga dapat diketahui persentase perubahan torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar, dan kadar emisi gas buang menggunakan motor modifikasi (kelompok eksperimen) berbahan bakar LPG dibandingkan dengan motor standart berbahan bakar bensin (kelompok standar).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Torsi



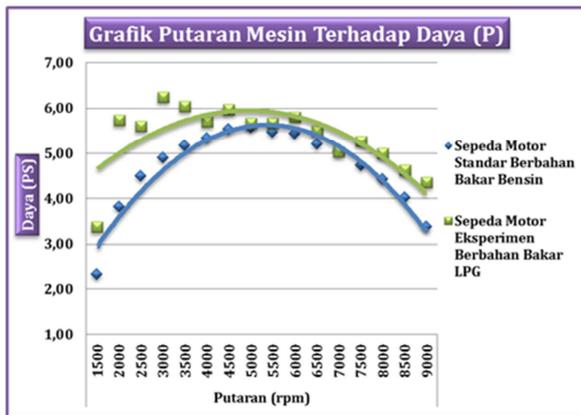
Gambar 4. Grafik Hubungan Putaran Mesin Terhadap Torsi (T)

Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat meningkatkan torsi mesin. Peningkatan torsi tertinggi dicapai oleh kelompok eksperimen sebesar 63,90% pada putaran 2000 rpm. Ini disebabkan karena *octane number* dan *heating value*. *Octane number* LPG sebesar 110 dan *heating value*nya mencapai 47000 kJ/kg, sedangkan

octane number bensin jenis pertamax sebesar 92 dan *heating valuenya* mencapai 43848 kJ/kg. Selain itu, naiknya torsi pada kelompok eksperimen juga dipengaruhi oleh rasio kompresi yang digunakan. Tingginya rasio kompresi yang dimiliki Honda Vario yaitu 10,7 : 1, diimbangi dengan tingginya *octane number* LPG, maka torsi yang dihasilkan semakin besar.

Pada grafik torsi menunjukkan peningkatan torsi pada putaran rendah (1500-3500 rpm) untuk kelompok eksperimen sepeda motor berbahan bakar LPG dibandingkan kelompok standar. Ini disebabkan karena kendaraan pada putaran awal membutuhkan torsi yang besar untuk menghasilkan daya dan menggerakkan roda. Karena *density* LPG yaitu 1,5 kg/m³ lebih rendah dari pada bensin jenis pertamax yaitu 715 kg/m³, maka LPG akan lebih mudah untuk bercampur dengan udara di *intake manifold* dibandingkan dengan bensin yang masih dalam bentuk cair. Di saat putaran semakin tinggi, maka turbulensi aliran campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar semakin meningkat. Pada keadaan ini campuran udara dan bahan bakar mendekati *stoichiometric*, akibatnya tekanan dan temperatur yang dihasilkan semakin tinggi dan menyebabkan torsi yang dihasilkan semakin besar.

B. Daya Efektif

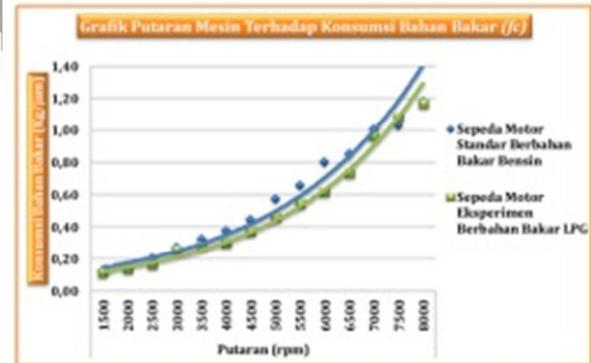


Gambar 5. Grafik Hubungan Putaran Mesin Terhadap Daya (P)

Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat meningkatkan daya mesin. Peningkatan daya tertinggi dicapai oleh kelompok eksperimen sebesar 50,44% pada putaran 2000 rpm. Meningkatnya daya efektif pada kelompok eksperimen yaitu sepeda motor berbahan bakar LPG disebabkan karena torsi yang dihasilkan meningkat (lihat gambar 4). Dampaknya daya efektif meningkat secara signifikan dibandingkan dengan kelompok standar yaitu sepeda motor berbahan bakar bensin. Peningkatan daya lebih cepat diperoleh pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok standar dikarenakan pengaruh kecepatan perambatan penyalan (*flame velocity*) yang dimiliki oleh LPG. Menurut Sitorus (2002:2) kecepatan nyala LPG mencapai 0,82 m/s, sedangkan bensin berkisar 20-40 m/s. Kecepatan nyala bahan bakar ini juga

dipengaruhi oleh AFR dari bahan bakar tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Ki Hyung Lee *et.al* (2002) menyimpulkan bahwa rasio ekuivalen udara dan bahan bakar pada LPG akan memberikan efek yang besar terhadap kecepatan perambatan, tekanan pembakaran, dan durasi pembakaran. LPG akan terbakar lebih cepat dari bensin pada kondisi $\lambda > 1$. Dengan kompresi tinggi yang sesuai dengan *octane number* LPG yaitu 110 dan *ignition timing* kondisi standar, maka diperoleh tekanan pembakaran yang tinggi sehingga menghasilkan penyaluran tenaga *output* pembakaran yang lebih besar.

C. Konsumsi Bahan Bakar

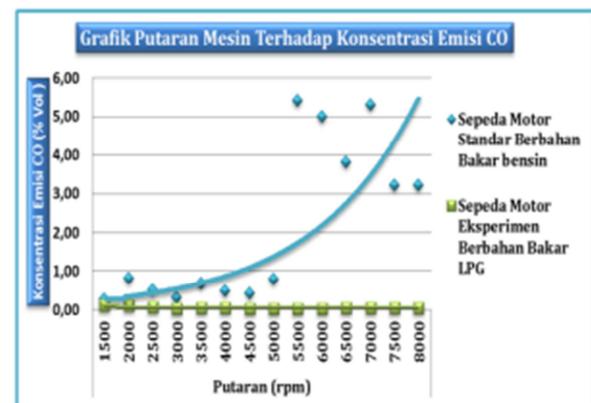


Gambar 6. Grafik Hubungan Putaran Mesin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar (f_c)

Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat menurunkan konsumsi bahan bakar. Penurunan konsumsi bahan bakar tertinggi dicapai oleh kelompok eksperimen sebesar 23,09% pada putaran 6000 rpm.

Menurunnya konsumsi bahan bakar pada kelompok eksperimen yaitu sepeda motor berbahan bakar LPG disebabkan karena *density* dari bahan bakar LPG yang lebih rendah dibandingkan dengan bensin jenis pertamax. Selain itu, tekanan gas LPG yang telah diatur menggunakan regulator dapat mempermudah gas untuk masuk ke dalam ruang bakar dengan tekanan rendah. Dampaknya konsumsi bahan bakar menurun secara signifikan dibandingkan bahan bakar bensin jenis pertamax.

D. Konsentrasi Emisi Karbon monoksida (CO)



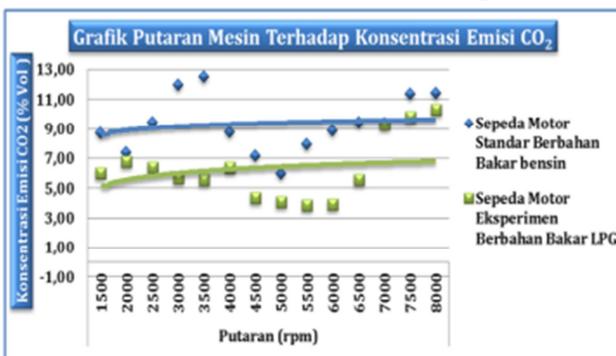
Gambar 7. Grafik Hubungan Putaran Mesin Terhadap Konsentrasi Emisi CO

Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat menurunkan konsentrasi CO. Penurunan konsentrasi CO tertinggi dicapai oleh kelompok eksperimen sebesar 99,56% pada putaran 5500 rpm.

Pada putaran mesin rendah atau *idle* (1500 rpm), emisi CO mengalami penurunan. Penurunan terjadi pada kelompok eksperimen sepeda motor berbahan bakar LPG sebesar 61,02% pada putaran mesin 1500 rpm. Penurunan konsentrasi emisi CO pada rpm rendah yang *extreme* ini disebabkan karena rantai atom C dan H dalam LPG lebih kecil dibandingkan bensin. Dengan kecilnya rantai atom C dalam LPG maka potensi untuk terbentuknya gas CO setelah pembakaran akan semakin kecil. Selain itu, ini juga dipengaruhi oleh lambda pada putaran *idle* yang mencapai 2,07. Pada penggunaan bahan bakar bensin AFR ideal yang digunakan adalah 14,7 : 1, berbeda dengan menggunakan bahan bakar LPG. Menurut penelitian Tenaya dan Hardiana (2011:7), untuk bahan bakar LPG AFR *stoichiometric* yang ideal adalah 20 : 1, sehingga dapat disimpulkan untuk menghidupkan mesin dibutuhkan campuran udara yang miskin saat menggunakan bahan bakar LPG.

Pada putaran mesin menengah (± 4500 rpm), CO mengalami penurunan emisi gas buang yang signifikan dibandingkan pada waktu putaran mesin rendah atau *idle*. Pada putaran 4500 rpm, penurunan kadar emisi CO mencapai 93,56%. Terjadinya penurunan emisi CO yang lebih besar saat menggunakan bahan bakar LPG pada putaran mesin menengah disebabkan karena udara yang dibutuhkan dalam proses pembakaran tercukupi untuk membakar semua bahan bakar sehingga terjadi pembakaran yang mendekati sempurna. Unsur oksigen yang meningkat dalam proses pembakaran pada putaran menengah mampu menurunkan emisi CO karena oksigen bereaksi dengan karbon membentuk CO₂. Lambda yang mencapai 3,28 pada putaran 5000 rpm menunjukkan AFR mendekati *stoichiometric* karena pada putaran ini nilai emisi CO merupakan terendah dibandingkan putaran lainnya yaitu mencapai 0,022% vol. Pada putaran 4500-8000 rpm, konsentrasi CO mengalami penurunan seiring dengan lambda yang semakin mendekati *stoichiometric*.

E. Konsentrasi Emisi Karbondioksida (CO₂)



Gambar 8. Grafik hubungan Putaran Mesin Terhadap Konsentrasi Emisi CO₂

Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat menurunkan konsentrasi CO₂. Penurunan konsentrasi CO₂ tertinggi dicapai oleh kelompok eksperimen sebesar 55,69% pada putaran 6000 rpm.

Emisi CO₂ merupakan hasil dari pembakaran sempurna. Semakin rendah konsentrasi emisi CO maka semakin tinggi konsentrasi emisi CO₂ dari hasil pembakaran. Apabila campuran udara dan bahan bakar *stoichiometric* maka akan dihasilkan konsentrasi CO₂ yang ideal. Kenaikan putaran mesin mempercepat proses pembakaran sehingga bahan bakar yang terbakar relatif lebih banyak dan konsentrasi emisi CO₂ cenderung semakin besar. Dalam penelitian ini, terjadi penurunan konsentrasi emisi CO₂ yang signifikan pada kelompok eksperimen sepeda motor berbahan bakar LPG dibandingkan bahan bakar bensin. Menurunnya konsentrasi emisi CO₂ disebabkan semakin rendahnya konsentrasi emisi CO dari proses pembakaran yang dihasilkan.

F. Konsentrasi Emisi Hidrokarbon (HC)

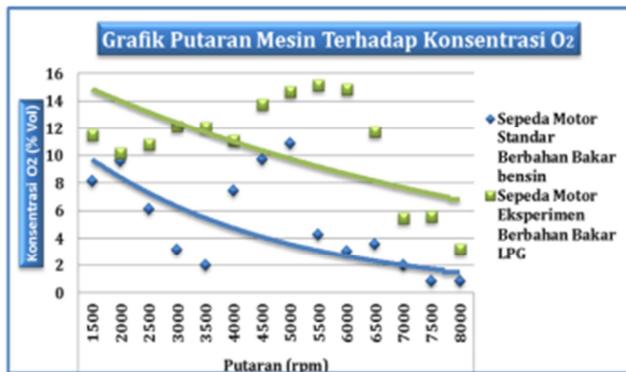


Gambar 9. Grafik hubungan Putaran Mesin Terhadap Konsentrasi Emisi HC

Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat menurunkan konsentrasi HC. Penurunan konsentrasi HC tertinggi dicapai oleh kelompok eksperimen sebesar 77,67% pada putaran 5500 rpm.

Penurunan yang signifikan ini disebabkan karena campuran udara dan bahan bakar mendekati *stoichiometric*. Pada putaran 5500 rpm pada sepeda motor berbahan bakar LPG diperoleh lambda 3,28. Ini merupakan lambda tertinggi dari tiap rentang putaran. Sehingga pada putaran ini, udara yang masuk cukup untuk membakar semua bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran yang mendekati sempurna. Pada putaran 6000 rpm, diperoleh konsentrasi emisi HC terendah sebesar 87 ppm dengan lambda 3,24 sehingga dapat dikatakan pada putaran ini diperoleh perbandingan udara dan bahan bakar yang ideal.

G. Konsentrasi Emisi Oksigen (O₂)



Gambar 10. Grafik Hubungan Putaran Mesin Terhadap Konsentrasi Emisi O₂

Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat meningkatkan konsentrasi O₂. Penurunan konsentrasi O₂ tertinggi dicapai oleh kelompok eksperimen sebesar 85,28% pada putaran 7500 rpm.

Pada putaran mesin rendah atau *idle* (1500 rpm), konsentrasi O₂ mengalami peningkatan. Peningkatan konsentrasi O₂ sebanyak 29,12% pada putaran 1500 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Meningkatnya konsentrasi O₂ pada rpm rendah disebabkan karena udara yang masuk dalam ruang bakar cukup banyak sehingga ada oksigen yang tidak dimanfaatkan untuk membakar bahan bakar dalam proses pembakaran. Oksigen yang tidak dimanfaatkan ini ikut keluar dalam gas buang. Ini terjadi karena untuk mendapatkan putaran 1500-2500 rpm, dilakukan pengaturan gas yang keluar dari tabung LPG menggunakan regulator. Pada kondisi ini sepeda motor masih belum berjalan sehingga campuran udara lebih banyak yang masuk dari pada bahan bakar. Ini dapat dilihat dari lambda pada putaran *idle* yang mencapai 2,07. Ditinjau dari pembakarannya, kebutuhan O₂ untuk membakar LPG lebih sedikit dibandingkan dengan bensin. Kandungan LPG yang dominan dengan gas propana (C₃H₈) membutuhkan O₂ lebih sedikit daripada bensin (C₈H₁₈). Karena menggunakan media yang sama yaitu *internal combustion engine* maka kebutuhan O₂ yang idealnya cukup digunakan untuk membakar bensin, saat menggunakan LPG konsentrasi O₂ menjadi meningkat karena tidak dimanfaatkan untuk membakar.

Pada putaran menengah (3000-6000 rpm), konsentrasi O₂ mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan tertinggi sebesar 79,28% pada putaran 6000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Peningkatan konsentrasi O₂ pada rpm menengah ini disebabkan karena semakin naik putaran mesin semakin banyak volume udara yang masuk dalam ruang bakar sehingga diindikasikan semakin banyak oksigen yang tidak ikut terbakar bersama bahan bakar.

Pada putaran menengah ke atas (6000-8000 rpm), konsentrasi O₂ mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan tertinggi sebesar 85,28% pada putaran 7500 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Peningkatan yang signifikan ini disebabkan karena semakin naiknya putaran mesin maka indikasi

udara yang terbakar bersama bahan bakar semakin sedikit dan *overlapping* katup pada putaran tinggi menyebabkan udara yang belum terbakar bersama sisa pembakaran keluar melalui saluran buang.

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Di Indonesia, Penelitian tentang BBG mulai dikembangkan. Keuntungan dari menggunakan bahan bakar alternatif ini adalah bahwa rasio C dan H lebih kecil dan cenderung akan mengurangi emisi gas CO₂. Berdasarkan penelitian Romandoni, dkk (2011) bahwa LPG dapat langsung diaplikasikan sebagai bahan bakar sepeda motor menggunakan katup suplai bahan bakar *solenoid* hasil eksperimen tanpa menimbulkan masalah teknis dan sangat ramah lingkungan. Setelah dilakukan pengujian emisi menggunakan gas analiser pada putaran 1500 rpm untuk bahan bakar bensin diperoleh kadar CO = 0,36 % Vol, sedangkan menggunakan LPG kadar CO = 0,10 % Vol. Terjadi penurunan emisi CO pada saat menggunakan gas LPG karena rantai C dan H LPG lebih pendek dari pada bensin.

Penelitian lanjutan dilakukan oleh Priyoutomo (2010), yang membandingkan AFR_{LPG} dengan variasi *mixer standart*, *mixer venturi*, dan *mixer difusor* pada genset motor bensin 4 langkah 1 silinder. Dari hasil percobaan menggunakan *mixer venturi* diperoleh hasil putaran mesin lebih stabil pada putaran konstan 3100 rpm dengan AFR_{LPG} adalah 12,8 grm udara/grm bahan bakar, sedangkan AFR_{LPG} mengalami penurunan pada *mixer standart* dan *mixer difusor*, hal ini dikarenakan pencampuran udara dan bahan bakar belum merata.

Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Ghifari (2010), disimpulkan bahwa menggunakan bahan bakar LPG dengan penambahan *mixer venturi* memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dan lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan bakar premium. Dari hasil pengukuran dan analisa perbandingan parameter unjuk kerja, pada *konstan speed* 3300 rpm nilai efisiensi menggunakan bahan bakar bensin adalah 4,57 %, sedangkan menggunakan LPG adalah 12,70%.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan dari Romandoni, dkk tentang penggunaan katup suplai *solenoid* dengan *pressure regulator* sebagai pengatur volume bahan bakar LPG pada sepeda motor dan membandingkannya dengan sepeda motor standart berbahan bakar premium ditinjau dari performa mesin dan kadar emisi gas buang yang dihasilkan. Harapan peneliti, LPG dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bensin dengan menggunakan *conversion kits* berupa katup suplai *solenoid* dan *pressure regulator*.

B. Liquefied Petroleum Gas (LPG)

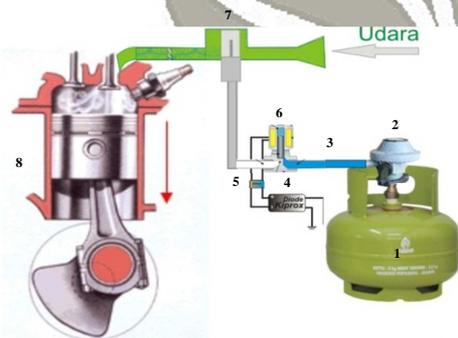
Komponennya didominasi propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀). LPG juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C₂H₆) dan pentana (C₅H₁₂).

Bahan bakar minyak dan gas mempunyai karakteristik yang berbeda. Komponen dalam gas seperti karbon dan hidrogen dengan jumlah yang

bervariasi akan mempengaruhi karakteristik gas tersebut. Dalam penelitian Purnama (2010) dipaparkan LPG memiliki *heating value* 47000 kJ/kg dengan *density* bahan bakar sebesar 1,5 kg/m³. sedangkan bensin jenis pertamax memiliki *heating value* 43848 kJ/kg dengan *density* bahan bakar sebesar 715 kg/m³. Karena dalam *heating value* setiap mol LPG berubah-ubah, maka dalam penelitian ini peneliti menggunakan LHV (*Lower Heating Value*) atau nilai *heating value* terendah. Berikut paparan data fisik dan kimiawi gas LPG yang sudah diteliti oleh unit produksi pelumas surabaya.

C. Converter Kits Solenoid

Converter kits berfungsi untuk menyalurkan LPG dari tabung menuju karburator untuk dicampur dengan udara menggunakan katup suplai *solenoid valve*. *solenoid valve* akan beroperasi saat dihubungkan dengan alternator. Sehingga pada saat mesin dalam kondisi hidup, secara otomatis *solenoid valve* terbuka karena arus yang mengalir pada *solenoid*. LPG yang bertekanan akan keluar menuju karburator, selanjutnya masuk ke ruang bakar untuk dibakar. Banyaknya volume gas yang tersimpan ditabung dapat dilihat di manometer (Romandoni, dkk., 2011:9).



Gambar 11. Skema *Converter Kits Solenoid*

Sumber: Romandoni, dkk (2011:9)

Keterangan:

1. Tabung LPG
2. Regulator Tekanan Tinggi
3. Selang Regulator
4. *Dioda Kiprox* (Penyearah Arus)
5. *Elco* (Penyimpan Muatan Listrik)
6. *Solenoid Valve*
7. Karburator
8. *Spark Igniton Engine* Satu Silinder Empat Langkah

Bahan bakar LPG yang berada dalam tabung bertekanan tinggi dikeluarkan dengan menurunkan tekanannya menggunakan regulator LPG tekanan tinggi dan kembali diturunkan tekanannya sesuai dengan kebutuhan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan regulator. Gas yang sudah diturunkan tekanannya dialirkan melalui selang gas ke *solenoid valve*. *Solenoid valve* terbuka ketika mendapat arus dari alternator berupa arus AC yang dirubah menjadi arus DC kemudian gas dialirkan ke *mixer* karburator melalui *main jet* dan *pilot jet*. Udara yang masuk karena kevakuman dalam ruang bakar akan bercampur

dengan LPG dan kemudian masuk ke dalam ruang bakar mesin satu silinder empat langkah.

PENUTUP

A. Simpulan

Dari serangkain penelitian, perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG berpengaruh terhadap performa mesin dan kadar emisi gas buang sepeda motor Honda Vario 110 cc tahun 2010.

1. Penggunaan bahan bakar LPG pada sepeda motor Honda Vario 110 cc tahun 2010 dapat meningkatkan torsi (*torque*), dan daya (*power*). Peningkatan torsi tertinggi sebesar 63,90% didapatkan pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Peningkatan daya tertinggi sebesar 50,44% didapatkan pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Sedangkan konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan konsumsi bahan bakar tertinggi sebesar 23,09% didapatkan pada putaran 6000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG.
2. Penggunaan bahan bakar LPG pada sepeda motor Honda Vario 110 cc tahun 2010 dapat menurunkan kadar emisi gas buang seperti CO, HC, dan CO₂. Penurunan CO tertinggi sebesar 99,56% didapatkan pada putaran 5500 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Penurunan CO₂ tertinggi sebesar 55,72% didapatkan pada putaran 3500 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Penurunan HC tertinggi sebesar 77,67% didapatkan pada putaran 5500 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Sedangkan konsentrasi O₂ mengalami peningkatan yang signifikan pada penggunaan bahan bakar LPG. Peningkatan tertinggi sebesar 83,65% didapatkan pada putaran 7500 rpm.

B. Saran

Dari serangkain pengujian, perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat meningkatkan performa mesin dan menurunkan kadar emisi gas buang dibandingkan bahan bakar bensin. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji ketahanan material *conversion kits* dan uji kelayakan jalan (*test drive*) pada sepeda motor.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu dengan bervariasi waktu pengapian (*ignition timing*).
3. Perlu dilakukan desain ulang tabung LPG yang sesuai dengan Honda vario 110 cc tahun 2010 sehingga LPG dapat dengan mudah diaplikasikan pada sepeda motor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Duduh. 2012. *Test Report LPG MIX Gas Domestik Region V*. Penelitian tidak diterbitkan. Surabaya: Unit Produksi Pelumas Surabaya.
- Anonim. Tanpa tahun. *Karakteristik Gas LPG*. (Online), (<http://alathematbbm.wordpress.com/2010/02/07/elpji-bensin-solar-pertamax/>), diakses 14 Februari 2012).
- Arikunto, Suharsini. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Aryadi, Riki. 2010. *Modifikasi Mesin Motor Bensin Empat Langkah Tipe 5K 1486 cc Menjadi Dual Fuel Bensin dan LPG*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.
- Badan Standart Nasional. 2008. *SNI 7369:2008 "Regulator Tekanan Rendah untuk Tabung Baja LPG"*. Jakarta: Badan Standar Nasional. (Online), (<http://pustan.bpkimi.kemenperin.go.id/files/SNI%207369-2008.pdf>), diakses 14 Maret 2012).
- Dormeyer. 2012. *Solenoids Used in Short-Stroke Linear Motion*. (Online), (<http://w2s.dormeyersolenoids.com/ledx/ds/LXDMY/LXDMY1e.lasso?pcode=D703>), diakses 14 Maret 2012).
- Purnama, Novian .E . 2010. *Studi Perbandingan Kinerja Motor Stasioner Empat Langkah Satu Silinder Menggunakan Bahan Bakar Gas LPG dan Biogas*. Tugas Akhir tidak Diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.
- Europa, Dialight. 2012. *Tubular Solenoid*. (Online), (<http://www.blpcomp.com/productinfo/solenoids.php>), diakses 14 Maret 2012).
- Europa, Dialight. 2012. *Open frame Solenoid*. (Online), (<http://www.blpcomp.com/productinfo/solenoids.php>), diakses 14 Maret 2012).
- Ghifari, Y.A. 2010. *Perbandingan Unjuk Kerja Genset 4-Langkah Menggunakan Bahan Bakar Bensin dan LPG dengan Penambahan Mixer Venturi*. Tugas Akhir tidak Diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.
- Hardjono, A. 2000. *Teknologi Minyak Bumi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Acuan Kerja Lomba Emisi Gas Kendaraan Bermotor*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian Perindustrian RI. 2009. *Spesifikasi Teknik Kompor Gas Bahan Bakar LPG Satu Tungku dengan Sistem Pemantik Mekanik Khusus untuk Usaha Mikro*. Jakarta: Kementerian Perindustrian RI. (Online), (<http://ngada.org/bn125-2009lmp.pdf>) diakses 14 Maret 2012).
- Ki Hyung Lee, Chang Sik Lee, Jea Duk Ryu, and Gyung Min Choi. 2002. *Analysis of Combustion and Flame Propagation Characteristics of LPG and Gasoline Fuels by Laser Deflection Method*. KSME International Journal Vol.16 No.7, page: 873-1028.
- Nahattandas, Lambock V. Tanpa tahun. *Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN)*.(Online), (http://prokum.esdm.go.id/perpres/2006/perpres_05_2006.pdf), diakses 23 Februari 2012).
- Narbuko, C dan Achmadi, H A. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Obert, Edward F. 1973. *Internal Combustion Engines and Air Pollution*. Third Edition. Now York: Harper & Row, Publisher, Inc.
- Metrotvnews.2011. *Cadangan Minyak Bumi Indonesia Tinggal 12 Tahun*. (Online),(<http://metrotvnews.com/read/newsvideo/2011/02/14/122461/Cadangan-Minyak-Bumi-Indonesia-Tinggal-12-Tahun>), diakses 22 Februari 2012).
- Pertamina. 1997. *Bahan Bakar Minyak Bumi untuk Kendaraan, RT, Industri dan Perkapalan*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
- Pertamina. 2007. *Data Fisik dan Kimiawi Pertamina*. Jakarta: PT. Pertamina (Persero) Direktorat Pemasaran Niaga.
- Prihandana, R.dkk. 2007. *Bioethanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT Agromedia Pres.
- Primajatkov, 2010. *Mengenal Solenoid Valve*. (Online), (<http://kecoakacau.blogspot.com/2010/12/mengenal-solenoid-valve.html>), diakses 14 Maret 2012).
- Priyoutomo, Rely.2010. *Modifikasi Genset Berpenggerak Motor Bensin 4 Langkah 1 Silinder Menjadi Bahan Bakar LPG*. Tugas Akhir tidak Diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.
- Pudjanarsa, Astu dan Nursuhud, Djati. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: C.V Andi.
- Romandoni, Nanang,dkk. 2011. *Desain Converter Kits Modifikasi Sistem Bahan Bakar Pada Motor HONDA GL Max 124,1 cc Menjadi Bahan Bakar LPG*. Penelitian tidak diterbitkan. Surabaya: Lemlit Unesa.
- Sitoru, Tulus. B. 2002. *Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Sumatra Utara: Jurnal Teknik Mesin FT USU.(Online),(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1475/1/mesin-tulus2.pdf>), diakses 26 Februari 2012).
- Soenarta, Nakoela dan Furuhamas, S. 1985. *Motor Serba Guna*. Jakarta: PT. Padnya Paramita.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Edisi 6. Bandung: Tarsito.
- Swisscontact. 2001. *Analisa Kinerja Mesin Diesel Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. Jakarta: Swisscontact Clean Air Project.

Tenaya, I Gusti P. dan Hardiana, M. 2011. ***Pengaruh Air Fuel Ratio Terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar LPG Pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell.*** Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra Vol.5 No. 1. Bali: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana.

Tjokorowisastro, E.H. dan Widodo, B.U.K. 1990. ***Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar.*** Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.

Toyota Astra Motor. 1995. ***New Step 2 Training Manual.*** Jakarta: PT. Toyota Astra Motor, Training Center.

Warju. 2009. ***Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor.*** Surabaya: Unesa University Press.

Wiranto, Arismunandar. 1983. ***Penggerak Mula Motor Bakar Torak.*** Edisi Kedua. Bandung : ITB Press.

