

KADAR EMISI GAS BUANG MESIN MOBIL TOYOTA KIJANG 5K DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR LPG KOMPARASI BAHAN BAKAR BENJIN

Raden Kharisma Wahyu Brimasta

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: brima_wahyu@yahoo.com

Dwi Heru Sutjahjo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: DwiHeruc2h5oh@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya populasi terhadap kendaraan bermotor, maka akan berdampak pada peningkatan konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Semakin meningkatnya konsumsi BBM yang dibutuhkan pada proses pembakaran mesin tentu akan berdampak pada peningkatan kadar emisi gas buang yang dihasilkan. Seperti diketahui bahwa emisi gas buang pada kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi kehidupan. Kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan solar akan menghasilkan emisi gas buang seperti CO (Karbon Monoksida), HC (Hidrokarbon), NO_x (Nitrogen Oksida), SO_x (Sulfur Oksida), Pb (Timbal), dan partikulat. Untuk itu perlu adanya pengkonversian bahan bakar yaitu bahan bakar gas (BBG) dalam hal ini adalah gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Gas LPG diperoleh dari gas bumi, dan memiliki jumlah yang lebih banyak daripada bahan bakar minyak, gas LPG tidak bisa diterapkan langsung ke mesin kendaraan, akan tetapi menggunakan alat yang bernama *Converter Kit*. *Converter Kit* adalah serangkaian alat yang berfungsi untuk memasukkan gas LPG ke dalam ruang bakar. Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Objek penelitian adalah mobil Toyota Kijang 5K. Dengan menggunakan putaran mesin *idle* (800 rpm) kemudian 1500 rpm-5000 rpm dengan *range* 500 rpm. Penelitian ini menggunakan metode pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada putaran *idle* berdasarkan SNI 19 – 7118.1 – 2005. Namun untuk melihat *trend* emisi gas buang di setiap putaran mesin juga dilakukan pada pengujian pada kecepatan yang bervariasi. Bahan bakar yang digunakan adalah premium dan gas LPG. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif yaitu mendeskripsikan data *numeric* yang diperoleh, kemudian dijelaskan dalam bentuk kalimat sederhana yang mudah dipahami. Dari serangkaian penelitian, perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan, bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada mobil Toyota Kijang 5K 1500CC tahun 1993 dapat menurunkan dan menaikkan kadar emisi gas buang kendaraan bermotor. Kadar emisi CO (Karbon Monoksida) mengalami penurunan, penurunan CO tertinggi sebesar 96,82% pada putaran 2500 rpm dan penurunan terendah 28,9% pada 5000 rpm. Kadar emisi HC (Hidro Karbon) mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu peningkatan tertinggi sebesar 625% didapatkan pada putaran 3500 rpm, dan hanya sekali mengalami penurunan emisi yaitu sebesar 48,1% pada putaran 5000 rpm, tetapi kenaikan pada emisi HC tersebut dapat diterima, dikarenakan tidak melampaui ambang batas emisi yang ditentukan Kementerian Lingkungan Hidup No.05 tahun 2006 yaitu HC sebesar 1200 ppm vol dan CO 4,5 % vol.

Kata kunci: LPG, Premium, *Converter Kit*, Emisi Gas Buang, dan Motor 4 Langkah.

Abstract

The increasing population of the motor vehicle, it will result in increased consumption of fuel oil (BBM). The increasing consumption of fuel that is needed on the combustion engine will certainly result in increased levels of exhaust emissions produced. As it is known that emissions on a vehicle is dangerous for life. Motor vehicles that use gasoline and diesel fuel will result in exhaust emissions such as CO (Carbon Monoxide), HC (hydrocarbons), NO_x (nitrogen oxides), SO_x (Sulfur Oxides), Pb (lead), and particulates. For that we need the conversion of the fuel gas fuel (BBG) in this case is the gas LPG (Liquefied Petroleum Gas). LPG gas derived from natural gas, and has a larger number than fuel oil, LPG gas can not be applied directly to the vehicle's engine, but using a tool called Conversion Kit. Conversion Kit is a set of tools that work to include LPG gas into the combustion chamber. This type of research is experimental. Object of study is the Toyota Kijang 5K. By using the engine idle (800 rpm) and 1500 rpm-5000 rpm with 500 rpm range. This study uses emission testing performed on idle rotation by SNI 19-7118.1-2005. But to see the trend of emissions in each round of testing is also done on the machine at varying speeds. The fuel used is premium gas and LPG. The data analysis technique used is descriptive analysis to describe numeric data obtained, and described in a simple sentence easily understood. Of a series of studies, calculations, and data analysis that has been done, that the use of LPG fuel in a Toyota Kijang 5K 1500cc 1993 to lower and raise the levels of vehicle exhaust emissions.

Emission levels of CO (Carbon Monoxide) highest CO decreased by 96.82% at 0.875 and the lowest lambda 62.7% at 0.974 lambda. CO₂ emissions (carbon dioxide) the highest reduction of 25.28% in the lambda 0.820, and the lowest at 0.38%, the lambda 0.974, and the highest increase of 28.66% on the lambda 0.891, and the lowest at 5.38% lambda 0.875. O₂ emission levels have increased, by 773% at lambda 0.820, and the lowest was 44.8% at 0.891 lambda. HC emissions increased by 353.9% obtained at lambda 0.990, and all emissions decreased by 48.1% to 0.891 lambda, but an increase in the HC emissions are acceptable, because not exceed the emission limits specified Ministry of Environment No.. 05 in 2006 that of 1200 ppm vol HC and CO 4.5% vol.

Keyword: LPG, Premium, Converter Kit, Exhaust Gas Emission, and 4 Stroke Motor

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi otomotif saat ini semakin berkembang pesat. Ini terbukti dengan adanya varian – varian baru pada kendaraan bermotor, baik kendaraan berupa sepeda motor maupun mobil. Dengan semakin meningkatnya populasi terhadap kendaraan bermotor, maka akan sangat berdampak pada peningkatan konsumsi bahan bakar minyak (BBM).

Semakin meningkatnya konsumsi BBM yang dibutuhkan pada proses pembakaran mesin tentu akan berdampak pada peningkatan kadar emisi gas buang yang dihasilkan. Seperti diketahui bahwa emisi gas buang pada kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan. Kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan solar akan menghasilkan emisi gas buang seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), sulfur oksida (SO_x), timbale (Pb), dan partikulat.

Dengan melihat kenyataan diatas kita dapat mengetahui seberapa besarnya dampak negatif dari emisi gas buang kendaraan bermotor, maka prioritas utama yang perlu dilakukan adalah menciptakan kendaraan baru yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya adalah jenis kendaraan menggunakan bahan bakar gas (BBG).

Kendaraan bermotor yang menggunakan BBG adalah kendaraan yang mempunyai emisi

gas buang dengan kadar yang rendah. Kendaraan ini bisa menyaingi kendaraan jenis bensin dari segi ramah lingkungan.

Kendaraan BBG dirancang khusus untuk memenuhi salah satu tuntutan teknologi otomotif, yaitu rendah emisi gas buang. Sebagai contoh, dibandingkan dengan bensin, BBG lebih ramah lingkungan.

Untuk memenuhi kebutuhan penggunaan BBM, pemerintah telah mengimpor sebagian bensin dari luar negeri yang akan berdampak pada peningkatan harga-harga secara umum dan secara langsung juga dapat berakibat pada naiknya biaya produksi industri.

Banyak sumber yang sedang diteliti sebagai bahan bakar pengganti BBM, salah satunya adalah BBG berupa LPG (*Liquid Petroleum Gas*) yang merupakan gas bumi dengan cadangan cukup besar di Indonesia. Sehingga konversi penggunaan bahan bakar gas ini, menjadi agenda nasional dalam mengatasi krisis energi yang terjadi di Indonesia.

Dalam penelitian ini dilakukan suatu pengujian pada nilai-nilai yang menjadi parameter yang dihasilkan oleh kendaraan roda empat yaitu emisi gas buang, serta melakukan pengembangan dalam hal sistem mekanisme pemasukan dan pencampuran antara udara dan LPG dengan penambahan suatu instalasi peralatan yaitu *converter kit*.

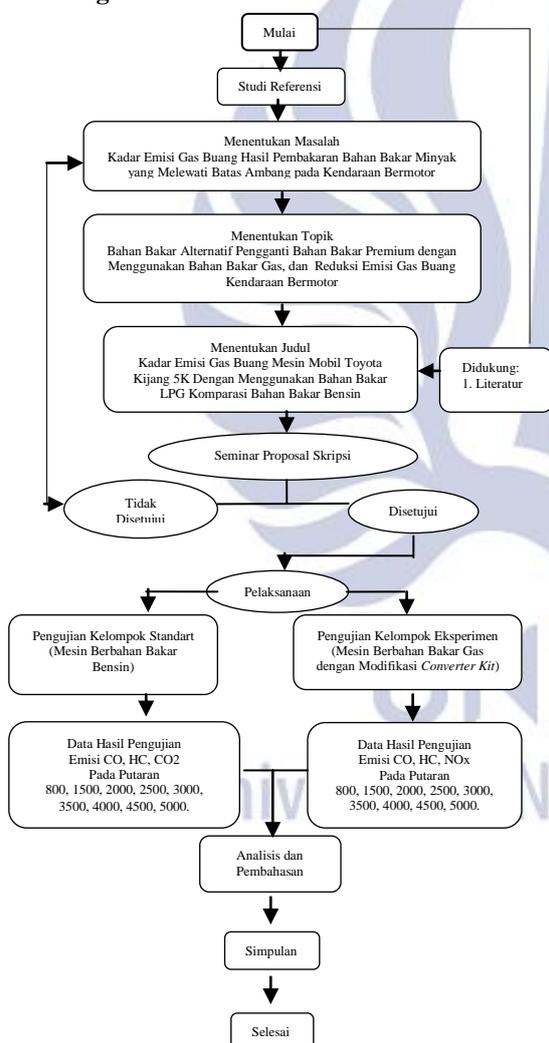
Tujuan utama dari kegiatan penelitian ini adalah Untuk mengetahui kadar emisi CO, CO₂,

O₂ dan HC yang dihasilkan mobil Toyota Kijang 5K bervolume silinder 1500 CC antara menggunakan bahan bakar bensin dan menggunakan bahan bakar LPG dengan penambahan *converter kit*.

Manfaat dari penelitian ini adalah Mengoptimalkan pemakaian LPG sebagai bahan bakar pengganti bensin dan ditemukannya pemecahan masalah tentang polusi udara akibat dari emisi gas buang kendaraan bermotor.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Jenis dan Variabel Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen.

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Variabel bebas

Variabel bebas dapat disebut variabel pengaruh, sebab berfungsi mempengaruhi variabel lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

- Mesin Toyota Kijang 5K kondisi standart.
- Mesin Toyota Kijang 5K yang telah dimodifikasi.

- Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain, karenanya juga disebut variabel yang dipengaruhi atau variabel terpengaruh. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- CO
- CO₂
- HC
- O₂

- Variabel kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah:

- Putaran mesin yaitu dimulai 800 (Idle) kemudian 1500 rpm hingga 5000 rpm dengan jarak selisih dari setiap rpm adalah 500 rpm
- Temperatur oli mesin saat pengujian 60°C

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan pada penelitian ini menggunakan teknik eksperimen, yaitu mengukur atau menguji obyek yang diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Data-data

yang diperlukan tersebut adalah emisi gas buang yang dikeluarkan oleh knalpot baik dalam kondisi mesin standar menggunakan bensin, maupun menggunakan LPG.

Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Sehingga analisis data dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kelompok Standar

Tabel 1. Data hasil pengujian konsentrasi gas buang kelompok standar

Putaran (Rpm)	Lambda (λ)	CO (%Vol)	CO ₂ (%Vol)	HC (Ppm vol)	O ₂ (% Vol)
800	0,820	4,416	8,69	764	1,31
1500	0,840	4,405	8,82	642	1,46
2000	0,847	4,316	9,76	544	1,66
2500	0,875	4,227	10,01	453	0,76
3000	0,987	1,245	13,15	192	0,75
3500	0,990	1,286	13,20	164	0,79
4000	0,981	1,493	13,11	191	0,76
4500	0,974	1,612	13,07	175	70,6
5000	0,891	2,177	10,27	493	0,88

Secara keseluruhan, lambda pada kelompok standar terjadi pada rentang 0,990 – 0,820. Konsentari CO terendah 1,245% vol terjadi pada putaran mesin 3000 rpm dan

tertinggi 4,416% vol terjadi pada putaran mesin 800 rpm. Konsentrasi CO₂ terendah 8,69% vol terjadi pada putaran 800 rpm dan tertinggi 13,20% vol terjadi pada putaran 3500 rpm. Konsentrasi HC terendah 164 ppm vol terjadi pada putaran 3500 rpm dan tertinggi 764 ppm vol terjadi pada putaran 800 rpm. Konsentrasi O₂ terendah 0,66% vol terjadi pada putaran 4500 rpm dan tertinggi 1,65% vol terjadi pada putaran 2000 rpm.

Hasil Pengujian Kelompok Eksperimen

Tabel 2. Data hasil pengujian konsentrasi gas kelompok eksperimen

Putaran (Rpm)	Lambda (λ)	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)	HC Ppm vol	O ₂ (% Vol)
800	1,380	0,089	6,47	1172	10,85
1500	1,357	0,092	6,78	1154	10,63
2000	1,297	0,096	8,22	1134	8,59
2500	1,174	0,139	10,55	1126	5,20
3000	1,090	0,145	10,80	792	4,09
3500	1,062	0,265	10,84	742	2,95
4000	1,060	0,299	12,20	734	3,35
4500	1,051	0,601	13,02	329	1,77
5000	1,026	0,712	13,23	256	1,28

Secara keseluruhan, lambda pada kelompok eksperimen terjadi pada rentang 1,380 – 1,026. Konsentrasi CO terendah 0,089% vol terjadi pada putaran mesin 800 rpm dan tertinggi 0,712% vol terjadi pada putaran mesin 5000 rpm. Konsentrasi CO₂ terendah 6,47% vol terjadi pada putaran 800 rpm dan tertinggi 13,23% vol terjadi pada putaran 5000 rpm. Konsentrasi HC terendah 256 ppm vol terjadi pada putaran 5000 rpm dan tertinggi 1170 ppm vol terjadi pada putaran 800 rpm. Konsentrasi O₂ terendah 1,28% vol terjadi pada putaran

5000 rpm dan tertinggi 10,63% vol terjadi pada putaran 2000 rpm.

Konsentrasi Emisi Karbon Monoksida (CO)

Tabel 3. Prosentase peningkatan dan penurunan konsentrasi emisi CO

Putaran (rpm)	Mobil Berbahan Bakar Bensin		Mobil Berbahan Bakar LPG		Persentase Penurunan dan Peningkatan Konsentrasi CO (%) Mobil Berbahan Bakar LPG
	Lambda	CO (% vol)	Lambda	CO (% vol)	
800	0,820	4,416	1,380	0,089	-98,0
1500	0,840	4,405	1,357	0,092	-97,9
2000	0,847	4,316	1,297	0,096	-97,7
2500	0,875	4,227	1,174	0,139	-96,7
3000	0,987	1,245	1,090	0,145	-88,4
3500	0,990	1,286	1,062	0,265	-79,4
4000	0,981	1,493	1,060	0,299	-80,0
4500	0,974	1,612	1,051	0,601	-62,7
5000	0,891	2,177	1,026	0,712	-67,2

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada Mobil Toyota Kijang 5K tahun 1993 dapat menurunkan kadar emisi karbon monoksida (CO) yang signifikan. Penurunan emisi CO tertinggi sebesar 98,0% didapatkan pada putaran 800 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 rendah yang mencapai 1,357. 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

Konsentrasi Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Tabel 4. Prosentase peningkatan dan penurunan konsentrasi CO₂.

Putaran (rpm)	Mobil Berbahan Bakar Bensin		Mobil Berbahan Bakar LPG		Persentase Penurunan dan Peningkatan Konsentrasi CO ₂ (%) Mobil Berbahan Bakar LPG
	Lambda	CO ₂ (% vol)	Lambda	CO ₂ (% vol)	
800	0,820	8,69	1,380	6,47	-25,28
1500	0,840	8,82	1,357	6,78	-22,98
2000	0,847	9,76	1,297	8,22	-15,66
2500	0,875	10,01	1,174	10,55	5,38
3000	0,987	13,15	1,090	10,80	-17,91
3500	0,990	13,20	1,062	10,84	-17,86
4000	0,981	13,11	1,060	12,20	-6,93
4500	0,974	13,07	1,051	13,02	-0,38
5000	0,891	10,27	1,026	13,23	28,66

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada Mobil Toyota Kijang 5K 1500cc dapat menurunkan kadar emisi karbondioksida (CO₂), terkecuali pada putaran 2500 mengalami peningkatan sebesar 5,38%, dan pada putaran 5000 rpm mengalami peningkatan 28,66%. Penurunan emisi CO₂ tertinggi sebesar 22,98% didapatkan pada putaran 1500 rpm. Kenaikan CO₂ dikarenakan pembakaran yang sempurna, salah satu tanda pembakaran sempurna adalah besarnya konsentrasi CO₂ yang dihasilkan, karena kadar CO + O₂ terbakar seluruhnya, sehingga menghasilkan CO₂ yang tinggi, penurunan CO₂ terjadi karena CO + O₂ terbakar dengan sempurna, hal ini bisa dilihat dari lambda yang dihasilkan, lambda yang baik adalah dimana lambda tersebut

menunjukkan angka 1, yaitu campuran udara dan bahan bakar adalah 14 : 1.

Kadar Emisi Hidrokarbon (HC)

Tabel 5. Prosentase peningkatan dan penurunan konsentrasi emisi HC

Putaran (rpm)	Mobil Berbahan Bakar Bensin		Mobil Berbahan Bakar LPG		Persentase Penurunan dan Peningkatan Konsentrasi HC (%) Mobil Berbahan Bakar LPG
	Lambda	HC (ppm vol)	Lambda	HC (ppm vol)	
800	0,820	764	1,380	1172	53,5
1500	0,840	642	1,357	1154	79,8
2000	0,847	544	1,297	1134	108,8
2500	0,875	453	1,174	1126	148,8
3000	0,987	192	1,090	792	313,6
3500	0,990	164	1,062	742	353,9
4000	0,981	191	1,060	734	285,7
4500	0,974	175	1,051	329	88,5
5000	0,891	493	1,026	256	-48,1

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada Toyota Kijang 5K 1500cc tahun 1993 dapat meningkatkan kadar emisi hidrokarbon (HC). Peningkatan emisi HC tertinggi sebesar 353,9% didapatkan pada putaran 3500 rpm, dan mengalami penurunan emisi HC sebesar 49,1%, didapatkan pada putaran 5000 rpm, hal ini dikarenakan nilai lambda yang dicapai, produksi emisi HC tertinggi adalah ketika lambda tersebut menunjukkan lebih dari 1 (campuran udara cenderung lebih besar dari pada bahan bakar) dan ketika lambda tersebut menunjukkan kurang dari satu (campuran udara lebih sedikit daripada bahan bakar), maka dapat dilihat ketika diputaran 800 emisi HC sangat besar itu dikarenakan lambda menunjukkan lebih dari satu dan berangsur – angsur menurun ketika lambda menunjukkan angka 1 diputaran 5000 rpm.

Kadar Emisi Oksigen (O₂)

Tabel 6. Prosentase peningkatan dan penurunan konsentrasi emisi O₂

Putaran (rpm)	Mobil Berbahan Bakar Bensin		Mobil Berbahan Bakar LPG		Persentase Penurunan dan Peningkatan Konsentrasi O ₂ (%) Mobil Berbahan Bakar LPG
	Lambda	O ₂ (% vol)	Lambda	O ₂ (% vol)	
800	0,820	1,31	1,380	10,85	733
1500	0,840	1,46	1,357	10,63	631
2000	0,847	1,66	1,297	8,59	419
2500	0,875	0,76	1,174	5,20	368
3000	0,987	0,75	1,090	4,09	458
3500	0,990	0,79	1,062	2,95	276
4000	0,981	0,76	1,125	3,35	345
4500	0,974	70,6	1,051	1,77	165
5000	0,891	0,88	1,026	1,28	44,8

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada Toyota Kijang 5K 1500cc tahun 1993 dapat menaikkan kadar konsentrasi (O₂) yang signifikan. Peningkatan konsentrasi O₂ terendah sebesar 44,8% didapatkan pada putaran 500 rpm dan peningkatan konsentrasi O₂ tertinggi sebesar 733% didapatkan pada putaran 800 rpm.

Pada putaran mesin baik rendah maupun tinggi konsentrasi O₂ dengan menggunakan bahan bakar LPG mengalami peningkatan. Meningkatnya konsentrasi O₂ pada rpm rendah maupun tinggi disebabkan karena udara yang masuk dalam ruang bakar cukup banyak sehingga ada oksigen yang tidak dimanfaatkan untuk membakar bahan bakar dalam proses pembakaran. 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 banyaknya O₂ yang tidak dimanfaatkan untuk dalam proses pembakaran.

PENUTUP

Simpulan

Dari serangkaian penelitian, perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan, bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada mobil Toyota Kijang 5K 1500CC tahun 1993 dapat menurunkan dan menaikkan kadar emisi gas buang kendaraan bermotor. Kadar emisi CO (Karbon Monoksida) mengalami penurunan, penurunan CO tertinggi sebesar 96,82% pada putaran 2500 rpm dan penurunan terendah 28,9% pada 5000 rpm. Kadar emisi HC (Hidro Karbon) mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu peningkatan tertinggi sebesar 625% didapatkan pada putaran 3500 rpm, dan hanya sekali mengalami penurunan emisi yaitu sebesar 48,1% pada putaran 5000 rpm, tetapi peningkatan pada emisi HC tersebut dapat diterima, dikarenakan tidak melampaui ambang batas emisi yang ditentukan Kementerian Lingkungan Hidup No.05 tahun 2006 yaitu HC sebesar 1200 ppm vol dan CO 4,5 % vol.

Saran

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

- Dalam penelitian ditemukan perbedaan data hasil emisi yang diukur, hal tersebut dikarenakan LPG ukuran 3 kg ketika mengeluarkan gas mengalami kondensasi yang besar, maka dari itu sebaiknya disarankan menggunakan LPG dengan ukuran 12 kg, hal ini

memungkinkan LPG mengalami kondensasi yang lebih kecil, sehingga gas dengan lancar masuk ke mesin, dan hasil emisi lebih akurat.

- Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat menurunkan kadar emisi CO, sedangkan HC, O₂ dan CO₂ mengalami peningkatan serta mengalami penurunan, sehingga perlunya diadakan penelitian lanjutan dengan kendaraan yang berbeda untuk memperoleh hasil data yang lebih baik.
- Sebaiknya menggunakan desain *mixer* yang berbeda, dikarenakan mixer pada *converter kit* yang digunakan dirasa kurang sempurna dalam mencampur campuran bahan bakar dan udara.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. **Ringkasan Perkembangan Impor Indonesia 2012**, (Online), [http:// www. Eksim_01 Mar 12.Pdf. data.com](http://www.Eksim_01_Mar_12.Pdf.data.com), diakses 09 Juni 2012.

Anonim. **Jumlah Kendaraan di Indonesia**. (Online), <http://id.wikipedia.org/wiki/Bahanbakarfosil>, diakses pada tanggal 24 Februari 2012.

Anonim. **Perkembangan Produksi Minyak di Indonesia**. (Online), <http://www.industryperminyakan.pdf.com>, diakses 16 juni 2012.

Anonim. **Langkah Motor Bakar**. (Online), [http// Motor 4 langkah ooprexmania.html](http://Motor4langkah.ooprexmania.html), diakses 5 Februari 2012.

Anonim. **Sifat – Sifat LPG**, (Online), [http// file:///D:/liquified_petroleum_gas.htm](http://file:///D:/liquified_petroleum_gas.htm), diakses 13 Maret 2012.

- Anonim. **Parameter uji spesifikasi LPG.** (Online), [http://file:///D:/skripsi/liquified petroleum gas](http://file:///D:/skripsi/liquified%20petroleum%20gas), diakses, 13 Maret 2012.
- Anonim. **Skema Converter Kit,** (Online), <http://auto.howstuffworks.com/>, diakses 30 Maret 2012.
- Anonim. **Regulator Tekanan Tinggi,** (Online) <http://www.google.co.id/imgres?q=regulator+tekanan+tinggi>, diakses 9 April 2012.
- Anonim, **Kementerian Lingkungan Hidup,** Nomor:Kep.35/MENLH/10/2003.
- Anonim, **Gambar penggunaan converter kit pada kendaraan,** (Online), <http://auto.howstuffworks.com/>, diakses 30 Maret 2012.
- Anonim, **Switch bahan bakar,** (Online), <http://www.google.co.id/imgres?q=fuel+switch>, diakses 9 April 2012
- Anonim, **Pengertian LPG** (Online), <http://motor-lpg.blogspot.com/>, diakses 30 maret 2012)
- Arikunto, Suharsini. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek.* Jakarta: Rineka Cipta.
- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Motor Bakar Torak (edisi kelima).* Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Aryadi, Riki.2010. *Modifikasi Mesin Motor Bensin Empat Langkah Tipe 5K 1486cc Menjadi Dual Fuel Bensin dan LPG.* Tugas Akhir tidak diterbitkan.Surabaya:Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.
- Burhanuddin S, Tulus. 2002. *Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif.* Sumatra Utara: Jurnal Teknik Mesin FTI USU.(Online)dalam(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1475/1/mesin-tulus2.pdf> diakses 26 februari 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. (2001). *Teknologi Minyak Bumi.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Narbuko, C dan Achmadi, H A. 2005. *Metodologi Penelitian.* Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- 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.
- Swisscontact. 2001. *Analisa Kinerja Mesin Diesel Berdasarkan Hasil Uji Emisi.* Jakarta: Swisscontact Clean Air Project.
- Tjokorowisastro dan Widodo, 1990.*Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar.* Surabaya:Jurusan Teknik Mesin FTI ITS.
- Toyota Astra Motor. 1995. *Training Manual New Step 2.* Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor.* Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press.
- Warju. 2011. *Teknologi Reduksi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.* Edisi Pertama.Surabaya: Unesa University Press.