

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR LGV PADA MOBIL PENUMPANG 1200 CC DAN 1500 CC TERHADAP KEBUTUHAN UDARA DAN BAHAN BAKAR

Amirur Rozak^{1*}, Nazaruddin Sinaga²

^{1&2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

*email: amirur.rozk@gmail.com

ABSTRACT

LGV (liquefied gas for vehicle) is one of the alternative fuel, which prioritized for a fuel diversification program of transportation sector in Indonesia. Having different characteristics and properties of gasoline fuel, the use of LGV fuel will have an effect on the working parameters of an engine. Based on that, this research is conducted to analyze the effect of using LGV fuel at a mass air flow rate and fuel rate in passenger cars. Through this research also expected as an act to support the diversification fuel program that proclaimed by Indonesia Government. Passenger cars used in this research have a different engine capacity, i.e., 1200 cc and 1500 cc. Measurement of mass air flow rate and fuel rate are performed with the throttle position variation (absolute throttle position) from 14% to 30% on third gear. The results obtained indicate that there is a decrease in air and fuel flow rate of 4% for the test car Honda Mobilio (1500 cc) and 2% for Mitsubishi Mirage (1200 cc). In addition, the air fuel ratio (AFR) of LGV fuel has the same range like fuel petrol mixing, the value of the measured air fuel ratio is 14.4-14.8 for Honda Mobilio and 13.5-14.6 for Mitsubishi Mirage.

The lower value of fuel flow rate than gasoline fuel, prove that the use of the LGV fuel is more efficient and cheaper (due to the LGV price) than gasoline. In addition, LGV fuel also more environmentally friendly than gasoline fuel as seen from result of emission testing done by the most researchers.

Keywords: fuels, LGV, passenger cars, throttle position.

PENDAHULUAN

Masalah lingkungan dan kebutuhan energi yang tinggi mendorong dilakukannya program diversifikasi bahan bakar di Indonesia. Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia Nomor 8 tahun 2014, bahan bakar gas adalah bahan bakar yang diprioritaskan penggunaannya dalam program diversifikasi bahan bakar di sektor transportasi (Kementrian ESDM, 2014). Salah satu bahan bakar gas yang diprioritaskan untuk program diversifikasi adalah bahan bakar LGV. Bahan bakar ini merupakan bahan bakar LPG (*liquid petroleum gas*) yang dikhususkan untuk

penggunaan di mobil. Bahan bakar ini terdiri dari campuran 59% Propana (C3) dan 41% Butana (C4) (Mirza, 2014).

Bahan bakar LGV ini memiliki beberapa keunggulan seperti emisi gas buang yang lebih rendah dibanding bahan bakar bensin. Hal ini dikarenakan LGV memiliki jumlah atom Karbon dan Hidrogen yang lebih sedikit dibandingkan bensin (Gumus, 2011). Hal ini dibuktikan dengan pendapat Oprešnik (2012) yang menyebutkan bahwa ada penurunan emisi gas buang saat menggunakan bahan bakar LGV di banding bahan bakar bensin sebesar 35% Karbon Monoksida (CO) dan 6% Karbon Dioksida

(CO₂) dengan skema uji NEDC (*New European Driving Cycle*). Selain aspek emisi, bahan bakar LGV juga mempunyai resistansi terhadap fenomena *knocking* yang lebih baik dari bensin karena memiliki angka oktan yang lebih tinggi yaitu 98 (Mirza, 2014) dan harga yang relatif lebih murah dibanding bahan bakar bensin.

Dengan karakteristik dan sifat yang berbeda dari bahan bakar bensin, penggunaan bahan bakar LGV ini akan berpengaruh terhadap parameter kerja dari sebuah mesin. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan bahan bakar LGV terhadap parameter kebutuhan udara dan bahan bakar dengan memvariasikan posisi *throttle* (*absolute throttle position*). Posisi *throttle* menjadi variabel independen dalam penelitian ini dikarenakan posisi *throttle* merupakan parameter yang penting dalam perubahan konsumsi bahan bakar, sehingga diperlukan perhatian dan pemahaman dalam menjaga nilai-nilai parameter tersebut untuk mencapai kondisi yang paling optimum (Nazaruddin, 2013). Selain tujuan tersebut, penelitian ini juga dimaksudkan sebagai langkah untuk mendukung program pemerintah mengenai diversifikasi bahan bakar di sektor transportasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Telah dilakukan beberapa studi mengenai penggunaan bahan bakar LGV ini di antaranya oleh Ali (2009) di dalam jurnalnya disebutkan bahwa bahan bakar LGV memiliki *volumetric efficiency* yang lebih rendah sebesar 10% dibanding dengan bahan bakar bensin. Hal ini akan mengakibatkan berkurangnya torsi dan daya yang dihasilkan kendaraan. Dari sisi emisi menurut Anggarani (2015) di dalam penelitiannya yang membahas tentang pengaruh penambahan *Dimethyl Ether* (DME) pada bahan bakar LGV menyebutkan bahwa terjadi

penurunan emisi gas buang HC (Hidrokarbon) ketika menggunakan bahan bakar LGV.

Selain kedua peneliti tersebut, Ceviz (2015) juga melakukan penelitian tentang bahan bakar LGV ini. Penelitian yang dilakukan Ceviz ini dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh temperatur bahan bakar LGV terhadap emisi dan performa dari kendaraan. Di dalam penelitiannya, Ceviz melakukan pengontrolan temperatur dari gas LGV sebelum diinjeksikan menggunakan katup yang diatur oleh *controller*. Dari penelitian ini dihasilkan kesimpulan bahwa temperatur gas LGV yang dikontrol akan menghasilkan emisi NO_x yang lebih rendah 2% dibandingkan saat temperatur gas LGV tidak dikontrol.

Berbeda dengan Ceviz, Raslavičius (2014) melakukan studi tentang kelayakan bahan bakar alternatif yang dianjurkan untuk sektor transportasi. Di dalam jurnalnya Raslavičius memberikan banyak penjelasan dan dampak mengenai penggunaan bahan bakar alternatif. Bahan bakar alternatif yang di bahas oleh Raslavičius adalah LGV, CNG (*compressed natural gas*), LNG (*liquid natural gas*). Disebutkan juga di dalam jurnalnya tentang keunggulan dari setiap generasi sistem konverter kit. Terdapat 5 generasi sistem konverter kit LGV yang dibedakan menurut cara pengontrolan distribusi bahan bakarnya dan sistem konverter kit generasi ke 4 (*sequential multi point injection*) adalah sistem konverter kit telah memenuhi standar emisi dari Euro 3.

Dari sisi konsumsi bahan bakar, Oprešnik (2012) melakukan penelitian mengenai penggunaan bahan bakar CNG, LGV dan bensin di mobil penumpang. Di dalam jurnalnya, Oprešnik membahas tentang hasil pengujian emisi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan dari penggunaan ketiga bahan bakar tersebut. Pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan skema UDC (*urban driving cycle*), EUDC (*extra urban driving cycle*) dan NEDC. Didapatkan hasil untuk konsumsi bahan

bakar LGV dengan NEDC *test cycle* sebesar 62.83 g/km sedangkan untuk bensin sebesar 64.26 g/km.

METODOLOGI

Mobil penumpang yang digunakan sebagai kendaraan uji pada penelitian ini adalah Mitsubishi Mirage M/T (*manual transmission*) tahun 2015 dengan kapasitas mesin 1200 cc dan Honda Mobilio M/T tahun 2015 dengan kapasitas mesin 1500 cc. Berikut gambar kendaraan uji beserta tabel spesifikasinya yang dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 1. Kendaraan uji Honda Mobilio M/T tahun 2015.

Sedangkan bahan bakar uji yang digunakan adalah Vigas (LGV) dan Premium dari PT. Pertamina. Spesifikasi bahan bakar uji tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan untuk alat ukur *engine scanner* yang digunakan pada pengujian ini adalah Auterra DashDyno SPD yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Kendaraan uji Mitsubishi Mirage M/T tahun 2015.

Tabel 1. Spesifikasi Honda Mobilio 2015 (Honda Prospect Motors, 2015)

Tipe Mesin	1,5 L SOHC, 16 katup i-VTEC + DBW (<i>drive by wire</i>)
Sistem Suplai Bahan Bakar	PGM-FI
Kapasitas	1496 cc
Rasio Kompresi	10,3 : 1
Daya Maksimum	87 Kw / 6.600 rpm
Torsi Maksimum	145 Nm /4.800 rpm

Tabel 2. Spesifikasi Mitsubishi Mirage 2015 (KTB Motors, 2015)

Tipe mesin	1,2 L; 12-valve; 3-cylinder DOHC MIVEC (3A92)
Sistem Suplai Bahan bakar	ECI-MPI
Kapasitas	1193cc
Rasio kompresi	10,5:1
Daya maksimum	57 kw / 6000 rpm
Torsi Maksimum	100 Nm / 4000 rpm

Tabel 3. Spesifikasi bahan bakar uji (Mirza, 2014; Anggarani, 2015; Irzon, 2012)

Properties	Bahan Bakar	
	Vigas	Premium
RON	98	88
MON	88	-
Specific Gravity (15 °C)	0.535	0.720
AFR stoikiometri	15,6	14,6

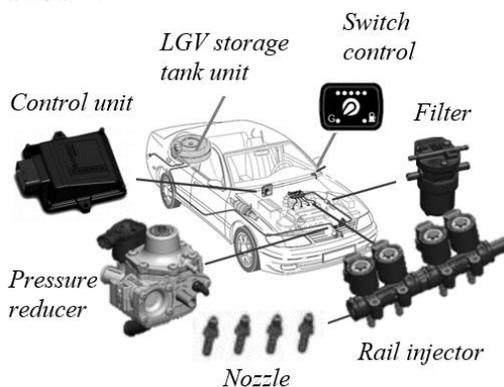
Lower Heating Value	46 MJ/kg	44,5 MJ/kg
---------------------	----------	------------



Gambar 3. Alat ukur Auterra DashDyno SPD™.

Konverter Kit Bahan Bakar LGV

Alat konverter kit adalah alat tambahan untuk penggunaan bahan bakar LGV di mobil. Konverter kit yang digunakan pada penelitian ini adalah Lovato Easy Fast *sequential multi point injection* untuk mesin yang mempunyai 3-4 silinder. Berikut gambar komponen dari alat konverter kit Easy Fast yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Komponen konverter kit LGV Easy Fast pada kendaraan.

Penjelasan komponen konverter kit :

a. LGV Control Unit

LGV *control unit* adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur keseluruhan proses pada mesin saat menggunakan bahan bakar LGV. Komponen LGV *control unit* ini melakukan beberapa pengaturan di antaranya pendistribusian bahan bakar LGV ke mesin, mematikan sementara *injector* bensin (emulasi) saat menggunakan bahan bakar LGV, melakukan diagnosa sistem dan mengidentifikasi jika terjadi

masalah pada sistem konverter kit dan sebagai komponen pengaman jika terjadi masalah kebocoran LGV (*control unit* langsung mengubah penggunaan bahan bakar ke *mode* bensin jika terjadi kebocoran) (Lovato Gas, 2010).

b. Pressure Reducer

Pressure reducer atau *vaporizer* merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah fasa bahan bakar LGV dari cair menjadi gas. Proses menurunkan tekanan dari bahan bakar LGV juga terjadi di dalam komponen ini. Cara kerja dari komponen ini adalah mengalirkan bahan bakar LGV (cair) melalui ruangan yang dilewatkan cairan *coolant* bertemperatur tinggi dari mesin yang akan mengubah fasa bahan bakar LGV cair ke gas seluruhnya. Selain itu fungsi dari mengalirkan cairan *coolant* ini dari mesin adalah untuk mencegah adanya efek *icing* saat proses evaporasi bahan bakar LGV.

c. Rangkaian Rail Injector LGV

Rangkaian *rail injector* merupakan rangkaian dari komponen *injector* bahan bakar LGV yang berfungsi mendistribusikan bahan bakar LGV ke ruang bakar melalui *intake manifold*. Selain mendistribusikan bahan bakar, *rail injector* juga berfungsi untuk menyeragamkan tekanan dari bahan bakar LGV saat proses injeksi bahan bakar ke ruang bakar. Rangkaian *rail injector* ini terdiri dari beberapa komponen seperti *injector* gas LGV, *nozzle*, dan *controllable solenoid valve*. Rangkaian *rail injector* ini mengatur banyaknya bahan bakar LGV yang didistribusikan dengan lama bukaan dari komponen *controllable solenoid valve* dan diameter dari *injector* LGV yang digunakan.

d. Filter Gas LGV

Filter ini digunakan pada saat bahan bakar LGV berfasa gas setelah melalui komponen *pressure reducer*. *Filter* ini berfungsi untuk menyaring jika ada endapan sisa (*icing*) atau partikel pengotor hasil proses evaporasi yang

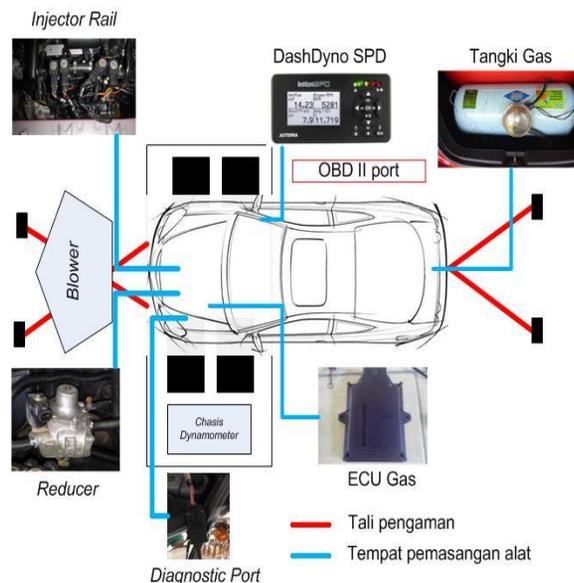
terjadi sebelumnya di dalam komponen *pressure reducer*.

e. Switch Control

Komponen ini merupakan panel *switch* untuk mengganti penggunaan bahan bakar bensin ke LGV atau sebaliknya. Di dalam komponen *switch control* ini juga terdapat *indicator level* dari bahan bakar LGV yang menginformasikan *level* bahan bakar yang ada di tangki penyimpanan. Selain itu *switch control* juga dilengkapi dengan *buzzer* yang akan berbunyi jika terjadi masalah pada sistem konverter kit.

f. LGV Storage Tank

LGV *storage tank* adalah tempat penyimpanan bahan bakar gas LGV. Di dalam komponen ini terdapat rangkaian *multivalve* yang mengatur proses pengisian dan penyaluran bahan bakar dari tangki penyimpanan LGV.



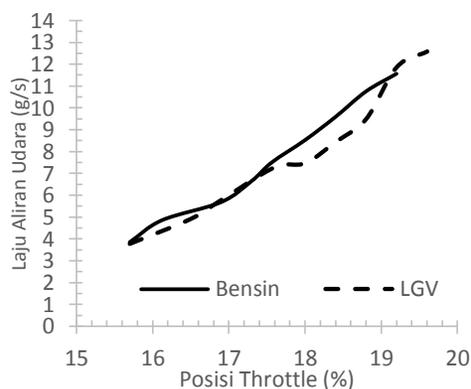
Gambar 5. Instalasi alat pengujian.

METODE PENELITIAN

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kebutuhan udara dan bahan bakar LGV dengan bensin di mobil penumpang bermesin 1200 cc dan 1500 cc. Untuk setiap mobil penumpang yang di uji dilakukan pengujian dengan variasi posisi *throttle* pada posisi gigi 3. Posisi *throttle* yang divariasikan adalah 14%-30% pada posisi gigi 3. Selanjutnya dilihat respon variasi tersebut terhadap parameter kebutuhan udara dan bahan bakar dari kendaraan uji. Pengukuran kebutuhan udara dan bahan bakar didapatkan dengan alat ukur DashDyno SPD. Pengukuran oleh DashDyno SPD dilakukan melalui sambungan OBD II (*On-board diagnostics II*). Hasil yang telah didapatkan kemudian di analisa dan dibandingkan antar bahan bakar uji yang digunakan. Berikut gambar instalasi alat pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

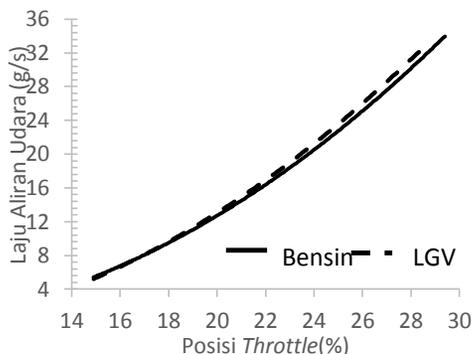
Berikut grafik hasil pengujian yang telah dilakukan di kedua kendaraan uji beserta pembahasannya.



Gambar 6. Grafik hubungan laju udara terhadap posisi throttle hasil pengujian di Honda Mobilio.

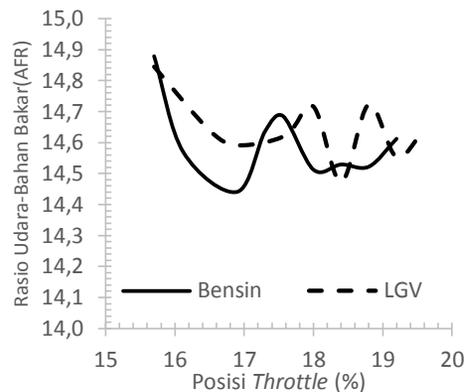
Pada Gambar 6 dan 7 dapat dilihat grafik hasil pengukuran laju udara dari kendaraan uji yang divariasikan terhadap posisi *throttle*. Di dalam Gambar 6 ditunjukkan grafik hasil pengujian di Honda Mobilio sedangkan pada Gambar 7 ditunjukkan grafik hasil pengujian di Mitsubishi

Mirage. Grafik pada Gambar 6 menunjukkan bahwa besarnya laju aliran udara di mobil uji Honda Mobilio saat menggunakan bahan bakar LGV lebih kecil di banding bahan bakar bensin. Untuk persentase tingkat perbedaan laju aliran yang terjadi di Honda Mobilio sebesar 4%



Gambar 7. Grafik hubungan laju udara terhadap posisi throttle hasil pengujian di Mitsubishi Mirage.

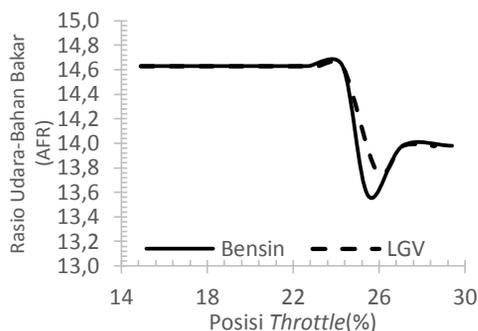
Sedangkan hasil pengujian di Mitsubishi Mirage yang ditunjukkan Gambar 7, menunjukkan bahwa laju aliran udara saat menggunakan bahan bakar LGV terlihat lebih besar dari bahan bakar bensin. Berbeda dengan hasil di Honda Mobilio, Persentase tingkat perbedaan saat menggunakan bahan bakar LGV di banding bahan bakar bensin di mobil Mitsubishi Mirage adalah 2%. Walaupun terjadi perbedaan besarnya nilai laju aliran udara di kedua mobil uji, kecenderungan dari hubungan variasi posisi *throttle* terhadap laju aliran udara adalah sama yaitu semakin besar posisi bukaan *throttle* membuat laju aliran udara juga semakin meningkat.



Gambar 8. Grafik hubungan rasio udara-bahan bakar terhadap posisi throttle di mobil Honda Mobilio.

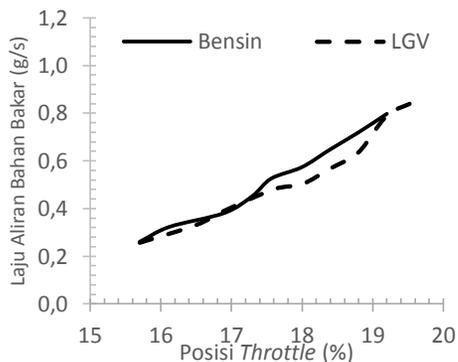
Selanjutnya dilihat dari sisi rasio udara-bahan bakar, pada Gambar 8 dan 9 terlihat hasil pengukuran rasio udara-bahan bakar dari kedua mobil uji. Pada Gambar 8 ditunjukkan hasil pengukuran yang dilakukan di Honda Mobilio. Pada gambar tersebut terlihat bahwa rasio udara-bahan bakar (AFR) dari bahan bakar LGV mempunyai nilai minimum dan maksimum yang relatif sama dengan bahan bakar bensin yaitu 14,4 dan 14,8. Tetapi saat menggunakan bahan bakar LGV terlihat bahwa kecenderungan nilai AFR yang didapatkan lebih stabil dibandingkan saat menggunakan bahan bakar bensin.

Tidak jauh berbeda dengan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 8, hasil pengukuran rasio udara-bahan bakar di mobil Mitsubishi Mirage yang terlihat pada Gambar 9 menunjukkan bahwa besarnya rasio udara-bahan bakar relatif sama untuk kedua jenis bahan bakar. Tetapi saat posisi *throttle* sebesar 24% - 26% nilai rasio udara-bahan bakar dari LGV mengalami kenaikan sebesar 1%. Untuk nilai minimum dan maksimum rasio udara-bahan bakar di mobil Mitsubishi Mirage adalah 13,5 dan 14,6.



Gambar 9. Grafik hubungan rasio udara-bahan bakar terhadap posisi throttle di mobil Mitsubishi Mirage.

Dari sisi laju aliran bahan bakar yang dapat dilihat pada Gambar 10, terlihat bahwa laju aliran bahan bakar di mobil Honda Mobilio untuk LGV lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Persentase tingkat perbedaannya adalah 4%. Sedangkan untuk hasil pengukuran di Mitsubishi Mirage terlihat pada Gambar 11. Pada gambar tersebut laju aliran bahan bakar LGV juga terlihat lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Untuk persentase tingkat perbedaan laju aliran bahan bakar di Mitsubishi Mirage adalah 2%.

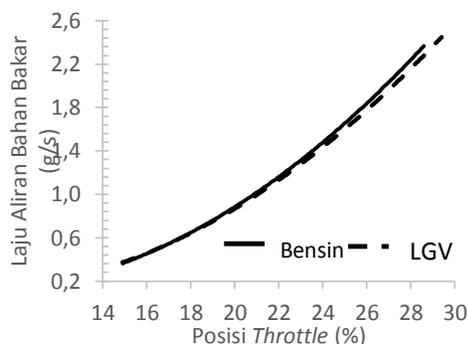


Gambar 10. Grafik hubungan laju aliran bahan bakar terhadap posisi throttle di mobil Honda Mobilio.

Penurunan laju aliran bahan bakar ini disebabkan oleh besarnya nilai kalor yang dimiliki bahan bakar LGV. Dengan nilai kalor yang lebih tinggi akan membuat laju aliran dari

bahan bakar LGV yang dibutuhkan menjadi lebih kecil untuk menghasilkan energi yang sama dengan bahan bakar bensin. Besarnya nilai kalor ini telah ditunjukkan di Tabel 3.

Dari kedua grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 10 dan Gambar 11, laju aliran bahan bakar semakin meningkat mengikuti posisi throttle. Pada penelitian sebelumnya, posisi throttle optimum dengan konsumsi bahan bakar terendah tercapai pada rentang 14 – 35%. (Nazaruddin, 2013). Dengan menjaga putaran mesin pada 2000 – 2600 rpm atau rentang posisi throttle 14 - 35% saat berkendara akan menghemat konsumsi bahan bakar dari kendaraan sebesar 40% (Nazaruddin, 2011).



Gambar 11. Grafik hubungan laju aliran bahan bakar terhadap posisi throttle di mobil Mitsubishi Mirage.

Terlepas dari faktor bertambahnya volume saat bahan bakar gas diinjeksikan yang bisa mencapai 260-270 kali dari volume saat kondisi fasa cairnya (Mirza, 2014), laju aliran bahan bakar yang lebih kecil dalam satuan massa akan membuat pemakaian bahan bakar LGV lebih irit dibandingkan bahan bakar bensin. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian konsumsi NEDC *driving cycle* yang dilakukan oleh Oprešnik (2012). Di dalam jurnalnya disebutkan bahwa konsumsi bahan bakar LGV sebesar 62,83 g/km sedangkan bensin sebesar 64,26 g/km.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Penggunaan bahan bakar LGV di mobil penumpang mempengaruhi kebutuhan udara dan bahan bakar dari mesin. terjadi penurunan laju aliran udara dan bahan bakar di mobil Honda Mobilio sebesar 4% saat menggunakan bahan bakar LGV dibandingkan bahan bakar bensin. Sedangkan untuk Mitsubishi Mirage terjadi penurunan sebesar 2%.
- b. Besarnya nilai rasio udara-bahan bakar saat menggunakan bahan bakar LGV relatif sama dengan bahan bakar bensin yaitu di antara 13.5-14.8.
- c. Dari pengukuran nilai rasio udara bahan bakar saat menggunakan bahan bakar LGV. Diketahui bahwa sistem kendali dari mobil masih mengikuti target dari AFR bensin yaitu 14,6. Berdasarkan hal itu maka sistem konverter kit masih bisa di optimalkan penggunaannya dengan mengatur injeksi bahan bakar agar sesuai dengan rasio udara bahan bakar stoikiometrik dari bahan bakar LGV yaitu 15,6.
- d. Dengan laju aliran bahan bakar yang lebih rendah semakin membuktikan bahwa penggunaan bahan bakar LGV lebih irit dibanding bahan bakar bensin. Selain lebih irit bahan bakar LGV juga lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar bensin dilihat dari hasil pengujian emisi yang telah dilakukan oleh sebagian besar peneliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih untuk Bapak Bagia Purnama sebagai teknisi Autogas Indonesia telah memberikan penjelasan mengenai instalasi alat konverter kit dan semua pihak yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali M. Pourkhesalian, Amir H. Shamekhi and Farhad Salimi, (2009), *Alternative fuel and gasoline in an SI engine: A comparative study of performance and emissions characteristics*, Elsevier, Fuel Vol. 89, Issue 5, pp 1056-1063.
- Anggarani, R., Wibowo, C.S. and Sukarharja, R., (2015). *Performance and Emission Characteristics of Dimethyl Ether (DME) Mixed Liquefied Gas for Vehicle (LGV) as Alternative Fuel for Spark Ignition Engine*. *Energy Procedia*, 65, pp.274-281.
- Ceviz, Mehmet Akif, (2015), *Controlling LPG temperature for SI engine applications*, *Applied Thermal Engineering* 82, pp.298-305.
- Gumus M, (2011), *Effects of volumetric efficiency on the performance and emissions characteristics of a dual fueled (gasoline and LPG) spark ignition engine*, *Fuel Processing Technology* 31, 92 (10), 1862-7.
- Honda Prospect Motors Indonesia, (2015), *Spesifikasi Honda Mobilio M/T 2015*. <http://www.honda-indonesia.com/model/mobilio>, Diakses: 1 Januari 2016, jam 10.00.
- Irzon, Ronaldo, (2012), *Perbandingan Calorific Value Beragam Bahan Bakar Minyak yang Dipasarkan di Indonesia Menggunakan Bomb Calorimeter*. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, ISSN 1829-5819 vol. 22 no.4, pp. 217-223.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, (2014), *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia Nomor 8 tahun 2014 tentang Pelaksanaan, Penyediaan dan Pendistribusian Bahan Bakar Gas untuk Transportasi*, <http://jdih.esdm.go.id/?page=peraturan&act=search>. Diakses: 11 Maret 2016, jam 10.00.
- Krama Yuda Tiga berlian Motors Indonesia, (2015), *Spesifikasi Mitsubishi Mirage M/T 2015*, <http://www.ktb-mitsubishimotors.co.id/id/our-cars/mirage>, Diakses: 1 Januari 2016, jam 10.00.
- Lovato Gas, (2010), *Lovato Easy Fast Installation Manual*, Revision 2010.

- Mahendra, Mirza, (2014), *Modeling Of LGV Supply Chain System for Land Transportation Sector*, Procedia Chemistry. 9, pp.284-294.
- Oprešnik, Samuel Rodman, (2012), *Exhaust emissions and fuel consumption of a triple-fuel spark-ignition engine powered passenger car*, Transportation Research Part D 17, pp.221–227.
- Raslavičius, Laurencas, (2014), *Liquefied petroleum gas (LPG) as a medium-term option in the transition to sustainable fuels and transport*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 32, pp.513–525.
- Sinaga, Nazaruddin, (2011), *Pengujian Teknik Mengemudi Hemat Energi Pada Kendaraan Penumpang Untuk Mendukung Program Smart Driving di Indonesia*, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X, Universitas Brawijaya Malang.
- Sinaga, Nazaruddin, Purnomo, S. J., (2013), *Hubungan antara Posisi Throttle, Putaran Mesin dan Posisi Gigi terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Kendaraan Penumpang*, Jurnal Eksergi Vol 9 No. 1 Januari 2013, pp.12 – 17.