

INVESTIGASI PENURUNAN DAYA MOBIL BERBAHAN BAKAR LPG MELALUI PENGUKURAN EFISIENSI VOLUMETRIK

Muji Setiyo¹

muji_setiyo@gmail.com

Program Studi Mesin Otomotif
Universitas Muhammadiyah Magelang

Bagiyo Condro Purnomo²

superbg@yahoo.com

Program Studi Mesin Otomotif
Universitas Muhammadiyah Magelang

ABSTRAK

Liquified Petroleum Gas (LPG) merupakan bahan bakar alternatif yang memiliki semua sifat kunci untuk mesin *Spark Ignition*. Salah satu model sistem pemasukan LPG ke mesin adalah dengan *converter kits* model *vaporizer-mixer*. LPG dimasukkan dalam fasa gas melalui *throttle body* (TB) dalam kondisi panas. Kondisi ini akan mengurangi massa aliran udara yang masuk ke mesin, karena keduanya (LPG dan udara) dimasukkan pada saluran yang sama pada *throttle body*, yang diduga menjadi penyebab penurunan daya. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi dugaan penurunan daya pada mobil berbahan bakar LPG (TOYOTA 4A-FE 1500 cc) yang disebabkan oleh sistem pemasukan tersebut. Metode yang digunakan adalah dengan pengukuran efisiensi volumetrik pada dua jenis mode bahan bakar (LPG dan bensin). Pada masing-masing mode operasi, dilakukan variasi bukaan *throttle valve* dari 8,2%, 9,2%, 10,2%, 11,2%, sampai 12,2% pada diameter *airflow meter* konstan. Pada konfigurasi tersebut dilakukan pengukuran aliran udara dan putaran mesin. Dari olah data, diperoleh bahwa kecenderungan efisiensi volumetrik untuk mode LPG mengalami kenaikan untuk setiap penambahan bukaan *throttle*, yaitu 36% @8,2%TB dan 41% @12,2%TB. Sementara pada mode operasi bensin mengalami penurunan untuk setiap penambahan bukaan *throttle*, yaitu 37% @8,2%TB dan 31% @12,2%TB. Dari hasil analisis lanjut, diperoleh bahwa penurunan daya pada mode operasi LPG dikarenakan pada bukaan *throttle body* yang sama, mesin LPG menghasilkan putaran mesin yang lebih rendah yaitu 1690 rpm, @ 12,2%TB sementara mode operasi bensin menghasilkan 220 rpm @ 12,2%TB.

Kata kunci : Mobil LPG, penurunan daya, efisiensi volumetris

I. PENDAHULUAN

Konsumsi energi primer Indonesia telah meningkat lebih dari 50 persen sejak tahun 2000 hingga 2010. Namun demikian, produksi minyak yang masih mendukung sebagian besar kebutuhan energi, telah turun dari puncak produksi sejumlah 1,6 juta barel per hari menjadi hanya 861.000 barel per hari di tahun 2012. Pada saat bersamaan, cadangan minyak terbukti menurun lebih dari 1,9 miliar barel sejak 1992, yang merupakan penurunan paling tajam di Asia [1].

Pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar kendaraan sudah menjadi kebijakan energi di beberapa Negara seperti Turki, Polandia, Jepang, dan Korea Selatan. Indonesia seharusnya mengikuti langkah mereka, sambil terus mengembangkan infrastruktur yang sesuai dengan kondisi iklim dan topografi. Saat ini, ada lebih dari 17,4 juta kendaraan LPG digunakan dan menghiasi jalan-jalan diseluruh dunia sebagai kendaraan yang lebih ramah

lingkungan dengan lebih dari 57.000 stasiun pengisian bahan bakar. Konsumsi global dari LPG mencapai 22,9 juta ton pada tahun 2010, dan meningkat sangat cepat. Permintaan meningkat sebesar 8,5 Mt, atau 59%, antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2010 [2].

LPG memiliki nilai oktan 112 yang memungkinkan untuk diterapkan pada mesin dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi sehingga memberikan efisiensi thermal yang lebih tinggi pula [3]. Kandungan energi LPG sebesar 46.23 MJ/kg dan 26 MJ/l, sedangkan kandungan energi bensin sebesar 44.4 MJ/kg dan 34,8 MJ/l. Dibandingkan dengan bensin, LPG memiliki kandungan energi per satuan massa relatif tinggi, walaupun kandungan energi per satuan volumenya rendah [4].

Namun demikian, mesin LPG pada umumnya menghasilkan daya yang lebih rendah daripada mesin bensin. Penurunan daya pada mesin LPG dengan sistem pemasukan

sederhana sekitar 20%-30% [5]. Dengan sistem dan teknologi mesin yang lebih maju, penurunan daya dapat direduksi menjadi 5% - 10% [6]. Mesin LPG sangat sensitif terhadap bentuk dan ukuran mixer. Jika ukuran mixer tidak sesuai, kemungkinan besar akan mengalami kerugian daya hingga 20 % dan seolah olah mesin hanya bekerja setengah *throttle* [7].

Salah satu model sistem pemasukan LPG ke mesin adalah dengan converter kits konvensional. LPG dimasukkan dalam fasa gas melalui *throttle body* dalam kondisi panas. Gas dalam kondisi panas membutuhkan volume yang lebih banyak dalam ukuran massa yang sama [8]. Kondisi ini akan mengurangi massa aliran udara yang masuk ke mesin, karena keduanya (Gas LPG dan udara) dimasukkan pada saluran yang sama pada *throttle body*. Hal inilah yang menyebabkan penurunan efisiensi volumetris yang diduga menjadi penyebab penurunan daya.

Metode pendekatan untuk mengetahui secara pasti kerugian daya yang terjadi pada mesin berbahan bakar LPG salah satunya adalah melalui pengukuran jumlah udara yang dihisap mesin dan capaian putaran mesin (rpm) pada bukaan *throttle valve* yang sama dengan mode operasi bensin. Metode ini dikenal dengan pengukuran volumetris mesin. Jika benar jumlah udara yang dihisap lebih sedikit, maka kemungkinan besar penyebab penurunan dayanya akibat penurunan efisiensi volumetriknya. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian untuk menginvestigasi penurunan daya mesin LPG melalui pengukuran efisiensi volumetris. Data hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk pengembangan model converter kits yang optimal.

II. SET UP EKSPERIMEN

Penelitian ini terdiri dari tahap persiapan penelitian, tahap pengujian mesin (pengambilan data), dan tahap analisis data. Variabel bebas yang diteliti dan variasi rentang levelnya serta parameter yang diukur dalam penelitian ini disajikan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel penelitian dan parameter ukur

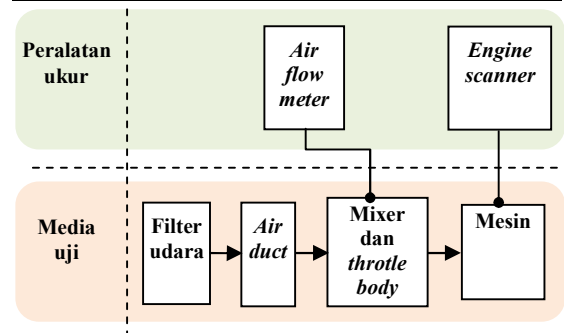
Variabel penelitian	Level	Parameter ukur
Mode bahan bakar	Bensin dan LPG	Putaran mesin (rpm).
Bukaan <i>throttle</i>	8,2; 9,2;	

(%)	10,2; 11,2; 12,2	Kecepatan udara (m/s).
-----	------------------------	------------------------

Alat dan *set up* penelitian disajikan dalam tabel 2 dan gambar 1 berikut secara berurutan.

Tabel 2. Peralatan dan Material Utama Penelitian

No	Nama peralatan dan material penelitian	Spesifikasi
1	Kendaraan bi-fuel bensin/ LPG	Toyota 4A-FE 1500 cc
2	<i>Engine scanner</i>	
3	<i>Air flow meter</i> digital	



Gambar 1. Set Up Penelitian

Lingkup penelitian ini mencakup dua jenis mode bahan bakar (LPG dan bensin). Pada konfigurasi tersebut dilakukan pengukuran aliran udara, konsumsi bensin dan tekanan. Setiap nomor pengujian dilakukan pengulangan tiga kali. Tabel 3 berikut menyajikan rancangan percobaannya.

Tabel 1. Rancangan Percobaan

No uji	Variabel penelitian			Parameter ukur	
	Mode operasi	Ø <i>Air flow meter</i> (m)	Bukaan <i>throttle body</i> (%)	Putaran mesin (rpm)	Kecepatan udara (m/s)
1	Bensin	0.0697	8.2		
2		0.0697	9.2		
3		0.0697	10.2		
4		0.0697	11.2		
5		0.0697	12.2		
6	LPG	0.0697	8.2		
7		0.0697	9.2		
8		0.0697	10.2		
9		0.0697	11.2		
10		0.0697	12.2		

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Mode Operasi Bensin

Pengambilan data mode operasi bensin dilakukan untuk mengetahui besarnya

kecepatan putar mesin dan kecepatan udara untuk setiap variabel bukaan *throttle body*.

Tabel 2. Capaian putaran mesin dan kecepatan udara pada mode operasi bensin

No	Bukaan Throttle (%)	Put mesin (rpm)	Kecepatan Udara (m/s)			Kecepatan Udara Rata-rata (m/s)
			1	2	3	
1	8.2	750	0.9	0.9	0.9	0.900
2	9.2	1000	1.19	1.19	1.19	1.190
3	10.2	1340	1.46	1.46	1.46	1.460
4	11.2	1840	1.94	1.94	1.94	1.940
5	12.2	2200	2.22	2.22	2.22	2.220

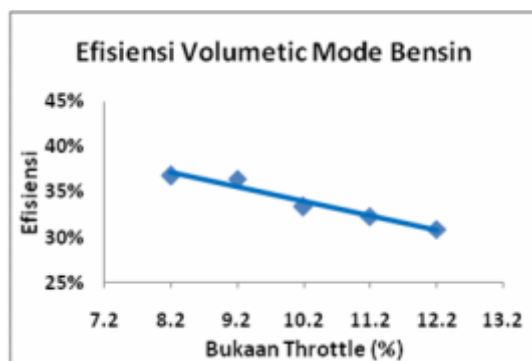
keterangan:

Diameter *Air flow meter* : 69,7 mm = 0,0697 m
 Luasan *air flow meter* : 0,003814 m²
 Kapasitas mesin : 1493 cc = 0,001493 m³

Tabel 3. Perhitungan efisiensi volumetrik mode operasi bensin

No	Bukaan Throttle (%)	Q _{Udara} (m ³ /s)	Q _{Teoritis} (m ³ /s)	Efisiensi (%)
1	8.2	0.00343	0.0093313	37%
2	9.2	0.00454	0.0124417	36%
3	10.2	0.00557	0.0166718	33%
4	11.2	0.00740	0.0228927	32%
5	12.2	0.00847	0.0273717	31%

Dari pengolahan data diatas terlihat bahwa untuk setiap peningkatan bukaan *throttle* terjadi penurunan efisiensi volumetrik, secara jelas dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Efisiensi volumetrik mode operasi bensin

3.2. Mode Operasi LPG

Pengambilan data mode LPG dilakukan untuk mencari besarnya perubahan kecepatan putar mesin dan kecepatan udara yang dibutuhkan setiap perubahan bukaan *throttle*.

Tabel 4. Capaian putaran mesin dan kecepatan udara pada mode operasi LPG

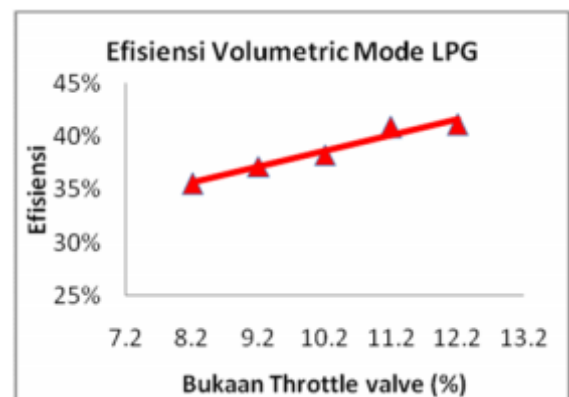
No	Bukaan Throttle (%)	Put mesin (rpm)	Kecepatan Udara (m/s)			Kecepatan Udara Rata-rata
			1	2	3	
1	8.2	750	0.87	0.87	0.87	0.870
2	9.2	980	1.19	1.19	1.19	1.190
3	10.2	1200	1.5	1.5	1.5	1.500
4	11.2	1500	2	2	2	2.000
5	12.2	1690	2.27	2.27	2.27	2.270

						(m/s)
1	8.2	750	0.87	0.87	0.87	0.870
2	9.2	980	1.19	1.19	1.19	1.190
3	10.2	1200	1.5	1.5	1.5	1.500
4	11.2	1500	2	2	2	2.000
5	12.2	1690	2.27	2.27	2.27	2.270

Tabel 5. Perhitungan efisiensi volumetrik mode LPG

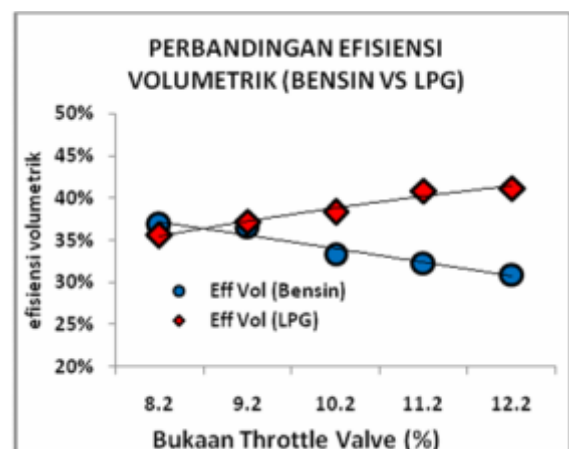
No	Bukaan Throttle (%)	Q _{Udara} (m ³ /s)	Q _{Teoritis} (m ³ /s)	Efisiensi (%)
1	8.2	0.00332	0.0093313	36%
2	9.2	0.00454	0.0121928	37%
3	10.2	0.00572	0.01493	38%
4	11.2	0.00763	0.0186625	41%
5	12.2	0.00866	0.0210264	41%

Dari data diatas terlihat bahwa untuk setiap peningkatan bukaan *throttle* terjadi peningkatan efisiensi volumetrik, secara jelas dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



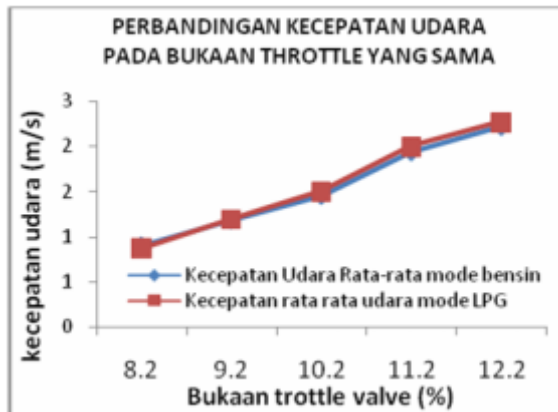
Gambar 3 Efisiensi volumetrik mode operasi LPG

Dari hasil perhitungan diatas, maka diperoleh data perbandingan efisiensi volumetrik antara mode operasi bensin dan LPG sebagai berikut.

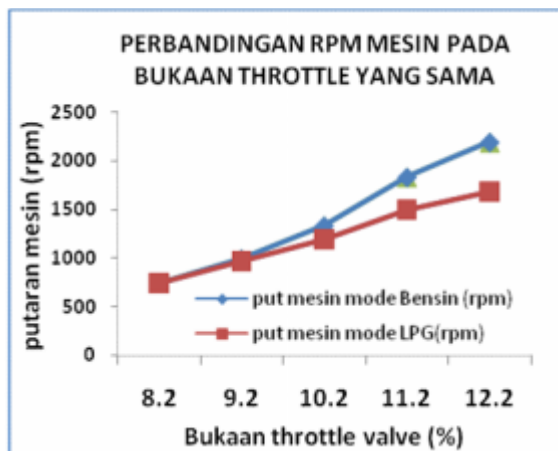


Gambar 4 Perbandingan Efisiensi volumetrik mode operasi bensin vs LPG pada basis bukaan *throttle*

Data penelitian menunjukkan kecepatan udara yang masuk ke mesin untuk setiap kenaikan bukaan *throttle* hampir sama untuk masing-masing mode operasi, sedangkan untuk kecepatan putaran mesin ada perbedaan, untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar 5 dan 6 berturut-turut sebagai berikut.



Gambar 5 Perbandingan kecepatan udara mode operasi bensin vs LPG pada basis bukaan *throttle*



Gambar 6 Perbandingan kecepatan putaran mesin mode bensin vs LPG pada basis bukaan *throttle*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi volumetrik mode LPG mengalami peningkatan sedangkan efisiensi volumetrik mode bensin mengalami penurunan setiap kenaikan bukaan *throttle* (8.2% sampai 12.2%). Perbedaan ini dipengaruhi oleh besarnya kecepatan putar mesin yang dicapai pada setiap tingkat bukaan *throttle*. Mode LPG cenderung memiliki efisiensi volumetrik yang lebih tinggi dari mode bensin. hal ini disebabkan kecepatan putar mesin yang lebih rendah, sementara kecepatan udara yang terukur pada *air flow meter* besarnya sama untuk setiap bukaan *throttle*.

IV. KESIMPULAN

Dengan konsumsi udara yang hampir sama (konsumsi bahan bakar diabaikan) pada kedua mode, sementara mode operasi LPG menghasilkan putaran yang lebih rendah dari mode operasi bensin, diperoleh kesimpulan bahwa penurunan daya mode operasi LPG (tanpa memajukan saat pengapian) dikarenakan capaian putan mesin yang lebih rendah pada bukaan *throttle body* yang sama dengan mode bensin.

V. REFERENSI

- [1] Agustawan, K. (2013). *Indonesia dan Ketahanan Energi*, Retrieved Juni 27, 2013, from : <http://www.pertamina.com/news-room/pidato-dan-artikel/indonesia-dan-ketahanan-energi/>
- [2] World Liquefied Petroleum Gas Association (2012), *Autogas Incentive Policies*, Neuilly-sur-Seine.
- [3] Brenda Brevitt, 2002, *Alternative Vehicle Fuels*, Science Environment Section, House of Commons Library, Research Paper 02/11.
- [4] IEA ETSAP. (2010, April). *Automotive LPG and Natural Gas Engines*. Technology Brief T03.
- [5] Tri Agung Rohmat, 2003, *Pengaruh Waktu Penyalaan Terhadap Kinerja Spark-Ignition Engine Berbahan Bakar LPG*, Media Teknik No.3 Tahun XXV edisi Agustus 2003 ISSN 0216-3012.
- [6] Ceviz, M., & Yuksel, F. (2005). *Cyclic variations on LPG and gasoline-fuelled*. Renewable Energy, 1950-1960
- [7] Osch, H. V, 2013, *Technique-LPG-Instalatie*. Retrieved April 10, 2013, from <http://www.chaosboyz.nl/>
- [8] Franz Hofmann, 2011, *Converting Vehicles to Propane Autogas Part I: Installing Fuel Tanks and Fuel Lines*, Propane Education & Research Council, Propane Exeptional Energy, Washington, D.C. 20036