

# Karakteristik Emisi Gas Buang Kendaraan Berbahan Bakar LPG untuk Mesin Bensin Single Piston

Bagiyo Condro Purnomo<sup>1\*</sup>, Noto Widodo<sup>2</sup>, Suroto Munahar<sup>3</sup>, Muji Setiyo<sup>4</sup>, Budi Waluyo<sup>5</sup>.

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang

\*Email: bagiyo\_condro@ummgl.ac.id

## Abstrak

### Keywords:

LPG; Bahan Bakar Alternatif; Tekanan Kompresi; Emisi Gas Buang

LPG sebagai bahan bakar alternatif yang sangat menjanjikan, banyak digunakan di sejumlah negara maju. Penggunaan LPG tersebut karena memiliki properties yang baik seperti nilai kalor, nilai oktan yang tinggi serta emisi yang lebih ramah lingkungan. Makalah ini mempelajari pengaruh tekanan kompresi terhadap emisi gas buang untuk kendaraan motor bensin satu silinder dengan menggunakan bahan bakar alternatif LPG. Pengujian dilakukan dengan variasi tekanan kompresi dari 12,5 Bar, 13 Bar, 13,5 Bar dan 14 Bar untuk setiap perubahan nilai lambda pada campuran kurus. Hasil pengujian berupa emisi gas buang (CO, CO<sub>2</sub> dan HC). Hasil pengujian menunjukkan secara umum bahwa nilai emisi gas buang yang terbaik adalah pada tekanan kompresi 13,5 Bar, baik untuk nilai CO, CO<sub>2</sub> dan HC dibanding dengan tekanan kompresi yang lain.

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai bahan bakar alternatif di sektor transportasi *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) banyak digunakan di sejumlah negara maju. Negara-negara maju seperti Korea, Turki, Rusia dan Polandia selama tahun 2000 sampai 2010 menempati urutan teratas konsumsi bahan bakar LPG, namun secara umum konsumsi global terhadap bahan bakar LPG mencapai 22,9 juta ton pada tahun 2010. Pada kurun waktu 2000 sampai 2010 permintaan meningkat sebesar 8,5 Mt atau sekitar 59% (1).

Sebagai bahan bakar alternatif LPG mempunyai nilai oktan yang tinggi yaitu sekitar 112 sangat baik untuk jenis mesin bensin (*spark ignited*) (2). Untuk mengaplikasikan bahan bakar LPG tersebut di mesin bensin dibutuhkan seperangkat alat yang namanya *converter*

*kits*. Penggunaan *converter kits* pada kendaraan baik mesin karburator maupun injeksi memiliki kelemahan dalam hal efisiensi volumetriknya menjadi sedikit menurun (3)(4).

Penggunaan bahan bakar LPG memiliki efek pada lingkungan yang lebih baik daripada penggunaan bahan bakar bensin, untuk semua kadar emisi CO, CO<sub>2</sub>, HC, dan NO<sub>x</sub> (5)(6)(7). Namun demikian penggunaan LPG menghasilkan performa kurang baik dibandingkan gasoline. Penurunan daya yang terjadi pada umumnya berkisar antara 5% sampai 20% (8).

Performa Mesin bensin yang dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar gas LPG mengalami penurunan. Penurunan ini terjadi dikarenakan karakteristik sifat bahan bakar bensin

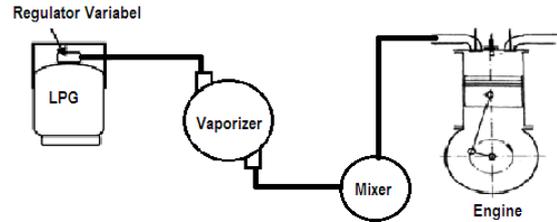
berbeda dengan LPG. Hal ini dapat diatasi dengan mengatur saat penyalaan sehingga lebih sesuai dengan karakteristik gas LPG. Pengaturan saat penyalaan  $11^\circ$  sebelum TMA, menghasilkan prestasi (Torsi dan Daya) yang dekat dengan prestasi motor bensin yaitu hanya selisih 3 %. Prestasi terbaik pada mesin bahan bakar bensin ataupun LPG berkisar pada putaran 4000 s.d 5000 rpm (9).

Karakteristik kinerja dan operasional kendaraan LPG lebih menguntungkan dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. LPG memiliki nilai oktan mencapai 112, lebih tinggi dari pertamax plus. Nilai oktan yang tinggi memungkinkan untuk diterapkan pada mesin-mesin dengan rasio kompresi tinggi, yang dapat memberikan peningkatan efisiensi termal yang lebih baik, mengurangi konsumsi bahan bakar, dan mereduksi emisi gas buang (10).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik emisi gas buang untuk berbagai variasi tekanan kompresi pada mesin bensin satu silinder dengan menggunakan bahan bakar LPG. Pengujian dilakukan terhadap perubahan nilai lambda dengan nilai emisi gas buang. Hasil pengujian ini diharapkan menjadi sebuah referensi dalam pengembangan kendaraan dengan menggunakan bahan bakar alternatif LPG.

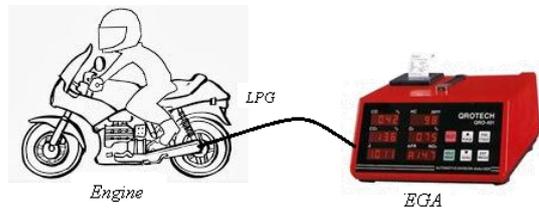
## 2. METODE

Sebuah *vaporizer* LPG dipasang pada kendaraan sepeda motor untuk mereduksi tekanan dan mengubah LPG dalam fase gas. LPG yang digunakan adalah kemasan tabung 3 kg dengan regulator variabel. Di depan intake manifold dipasang sebuah mixer variabel yang berfungsi untuk mengatur campuran LPG dengan udara. Penyetelan lambda atau AFR dilakukan dengan menyetel kombinasi antara *Idle Speed Adjusting Screw* dan regulator LPG. Skema pemasangan *converter kits* disajikan dalam gambar 1. berikut.



Gamabr 1. Skema Instalasi mesin dengan bahan bakar LPG

Parameter pengujian dalam penelitian ini adalah emisi gas buang. Pengujian dilakukan dengan bantuan alat Engine Gas analyzer (EGA) merk *Qrotech*. Data dari EGA kemudian dicetak sesuai dengan variasi nilai lambda ( $\lambda$ ) dari 1,09 sampai 1,59. Pengambilan data dilakukan setiap kali perubahan nilai tekanan kompresi (12,5 bar; 13 bar; 13,5 dan 14 bar).



Gambar 2. Pengukuran Emisi Gas buang

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1, tabel 2, tabel 3 dan tabel 4 berikut menunjukkan hasil pengukuran performa mesin/emisi gas buang dengan bahan bakar LPG pada setiap variasi tekanan kompresi. Pengambilan data dilakukan tiga kali untuk setiap tekanan kompresi. Data yang ditampilkan merupakan merupakan hasil pengukuran yang terbaik dari setiap tekanan kompresi.

Tabel 1. Emisi gas buang pada 12,5 Bar

NO	LAMBDA	CO	CO2	O2	HC
		%	%	%	ppm
1	1.09	4.56	3.3	9.78	4624
2	1.158	5.21	4.2	8.1	1362
3	1.313	3.64	5.8	7.89	290
4	1.439	1.86	7.1	7.86	101
5	1.509	1.08	7.5	7.97	79

Tabel 2. Emisi gas buang pada 13 Bar

NO	LAMBDA	CO	CO2	O2	HC
		%	%	%	ppm
1	1.081	5.51	3.2	9.37	3475
2	1.153	4.65	3.1	9.02	2942
3	1.313	4.02	4.1	9.31	1604
4	1.431	3.72	4.3	9.53	751
5	1.507	2.42	5.4	9.29	731

Tabel 3. Emisi gas buang pada 13,5 Bar

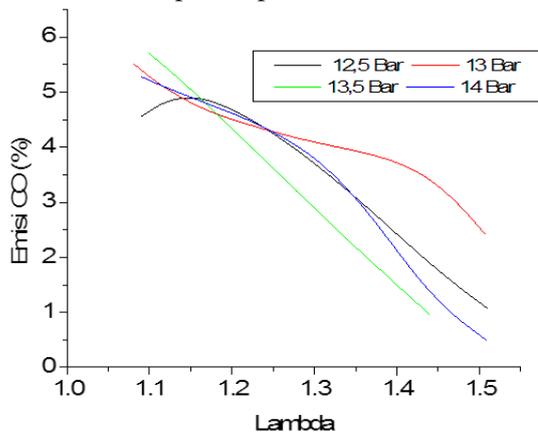
NO	LAMBDA	CO	CO2	O2	HC
		%	%	%	ppm
1	1.099	5.71	4.4	6.54	320
2	1.157	4.99	4.9	6.42	0
3	1.311	2.7	6.7	6.72	0
4	1.439	0.97	7.8	6.93	0
5	1.503	0,2	8.2	7.01	0

Tabel 4. Emisi gas buang pada 14 Bar

NO	LAMBDA	CO	CO2	O2	HC
		%	%	%	ppm
1	1.09	5.28	3.1	8.69	2899
2	1.146	4.91	4.5	8.05	1751
3	1.317	3.99	4.6	8.36	677
4	1.43	1.36	7.5	7.15	0
5	1.509	0.49	7.9	7.28	0

### 3.1. Emisi CO

Gambar 3 berikut adalah kurva emisi gas CO terhadap perubahan lambda, untuk setiap tekanan kompresi. Emisi gas CO semakin besar memberikan informasi bahwa proses pembakaran tidak sempurna dimana banyak gas karbon (C) dalam bahan bakar tidak mendapat cukup oksigen (O<sub>2</sub>) dalam proses pembakaran.

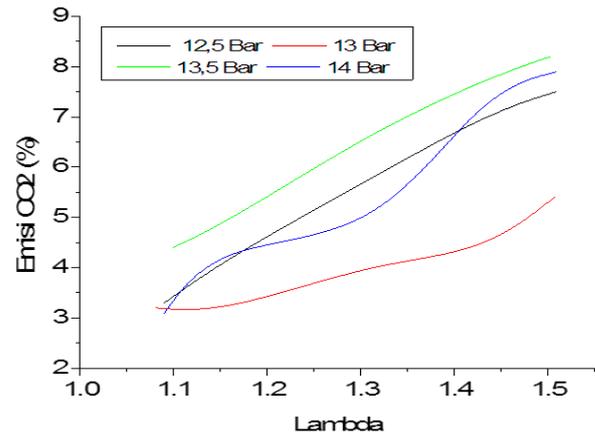


Gambar 3. Emisi CO terhadap Lambda

Dari gambar 3 tersebut memberikan informasi bahwa setiap kenaikan nilai lambda akan diiringi dengan penurunan emisi CO, untuk setiap tekanan kompresi. Terdapat sedikit perbedaan untuk tekanan kompresi 12,5 Bar, dimana titik puncak emisi CO berada pada nilai lambda sekitar 1,15 sedangkan untuk tekanan kompresi yang lain masih dibawah 1,1.

### 3.2. Emisi CO<sub>2</sub>

Gambar 4 berikut adalah kurva emisi gas CO<sub>2</sub> terhadap perubahan lambda, untuk setiap tekanan kompresi.

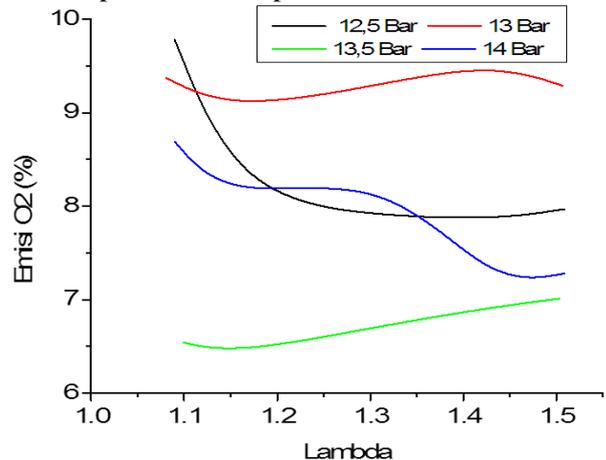


Gambar 4. Emisi CO<sub>2</sub> terhadap Lambda

Dari gambar 4 tersebut memberikan informasi bahwa setiap kenaikan nilai lambda akan diiringi dengan kenaikan emisi CO<sub>2</sub>, untuk setiap tekanan kompresi. Emisi CO<sub>2</sub> tertinggi dicapai untuk tekanan kompresi 13,5 Bar, hal ini menunjukkan bahwa proses pembakaran terjadi lebih sempurna, karena sebagian besar atom karbon dalam LPG terbakar semua. Sedangkan emisi CO<sub>2</sub> terkecil pada tekanan kompresi 13 Bar.

### 3.3. Emisi O<sub>2</sub>

Gambar 5 berikut adalah kurva emisi gas O<sub>2</sub> terhadap perubahan lambda, untuk setiap tekanan kompresi.

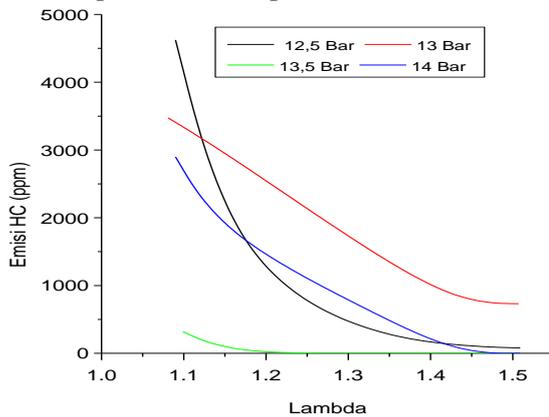


Gambar 5. Emisi O<sub>2</sub> terhadap Lambda

Dari gambar 5 tersebut memberikan informasi bahwa setiap kenaikan nilai lambda akan diiringi dengan kenaikan emisi O<sub>2</sub>, untuk tekanan kompresi 13 dan 13,5 Bar, sedangkan untuk tekanan kompresi 12 dan 14 Bar terjadi penurunan kadar O<sub>2</sub>.

### 3.4. Emisi HC

Gambar 6 berikut adalah kurva emisi gas HC terhadap perubahan lambda, untuk setiap tekanan kompresi.



Gambar 6. Emisi HC terhadap Lambda

Dari gambar 6 tersebut memberikan informasi bahwa setiap kenaikan nilai lambda akan diiringi dengan penurunan emisi HC, untuk setiap tekanan kompresi. Nilai HC terendah dihasilkan pada tekanan kompresi 13,5 Bar, sedangkan tertinggi pada tekanan kompresi 13 Bar. Emisi HC semakin besar menunjukkan dalam proses pembakaran terdapat sebagian bahan bakar tidak terjadi proses pembakaran. Dengan demikian untuk tekanan kompresi 13,5 Bar hanya sebagian kecil bahan bakar tidak terbakar.

### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian ini antara lain :

- Kadar emisi CO secara umum terendah dicapai pada tekanan kompresi 13,5 Bar dan tertinggi pada tekanan kompresi 13 Bar.
- Kadar emisi CO<sub>2</sub> tertinggi dicapai pada tekanan kompresi 13,5 Bar dan terendah pada tekanan kompresi 13 Bar.
- Kadar emisi HC terendah dicapai pada tekanan kompresi 13,5 Bar dan tertinggi pada tekanan kompresi 13 Bar.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana dengan baik karena banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- LP3M Universitas Muhammadiyah Magelang dalam hal ini sebagai penyanggah dana penelitian.
- Kepala Laboratorium Mesin Otomotif yang telah memberikan ijin tempat mengambil data penelitian.
- Teman-teman laboratorium Mesin Otomotif yang telah membantu dalam proses pengambilan data penelitian.

### REFERENSI

- World LP Gas Association. 2012;
- Pourkhesalian AM, Shamekhi AH, Salimi F. Alternative fuel and gasoline in an SI engine : A comparative study of performance and emissions characteristics. *Fuel*. 2010;89(5):1056–63.
- Division ES. Propane Vehicles : Status , Challenges , and Opportunities.
- Gumus M. Effects of volumetric efficiency on the performance and emissions characteristics of a dual fueled ( gasoline and LPG ) spark ignition engine. *Fuel Process Technol*. 2011;92(10):1862–7.
- Bayraktar H, Durgun O. Investigating the effects of LPG on spark ignition engine combustion and performance. 2005;46:2317–33.
- Pradesh-india A, Pradesh-india A. Performance and Emission Characteristics of LPG-Fuelled Variable Compression Ratio SI Engine. 2008;32:7–12.
- Pourkhesalian AM, Shamekhi AH, Salimi F. Alternative fuel and gasoline in an SI engine : A comparative study of performance and emissions characteristics. *Fuel* [Internet]. 2010;89(5):1056–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2009.11.025>
- Ceviz MA, Yu F. Cyclic variations on LPG and gasoline-fuelled lean burn SI engine. 2006;31:1950–60.
- Yunianto B. PENGARUH PERUBAHAN SAAT PENYALAN ( IGNITION TIMING ) TERHADAP PRESTASI MESIN PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN BAHAN. *J Ilmu Pengetah dan Teknol Kelaut* [Internet]. 2010;7:242–7.

- Available from: Gasoline / LPG Automotive Bifuel  
<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal/article/view/3771> Engine. 2009;199–202.
10. Saraf RR, Thipse SS, Saxena PK.  
Comparative Emission Analysis of