

## **Pengaruh Bahan Bakar LPG Sistem Manifold Injeksi Terhadap Performa Single Cylinder Spark Ignition Engine**

Journal of Mechanical Engineering,  
Science, and Innovation  
e-ISSN: 2776-3536  
2021, Vol. 1, No. 1  
ejournal.itats.ac.id/jmesi

**Rizal Mahmud<sup>1</sup>, Nasrul Ilminnafik<sup>2</sup>, Apip Amrullah<sup>3</sup>,  
dan Achmad Aminudin<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,

<sup>2</sup>Universitas Negeri Jember,

<sup>3</sup>Universitas Lambung Mangkurat,

<sup>4</sup>Politeknik Negeri Madiun

e-mail: [rizal@itats.ac.id](mailto:rizal@itats.ac.id)

### **Abstract**

*This study is a continuation of previous studies with respect to conversion from fuel oil to LPG fuel (Liquified Petroleum Gas) using the type 1 injection system. This system also known as manifold injection and the simplest injection design for a carburetor system, which it is expected to improve fuel supply. Chassis dynamometer was used for measuring Torque and power engine. Gasoline and LPG as fuel were used in this study. The results show that the efficiency thermal increase around 6,28% when using LPG fuel with the type 1 injection system. However, the torque, engine power and specific fuel consumption were decreased at single cylinder spark ignition comparing with gasoline fuel.*

**Keywords:** *LPG, manifold injection system, engine performance*

### **Abstrak**

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya. Konversi dari bahan bakar minyak ke bahan bakar gas jenis LPG (Liquified Petroleum Gas) dengan menggunakan sistem injeksi tipe 1. Sistem injeksi tipe I atau disebut dengan manifold injection merupakan desain injeksi yang paling sederhana pengganti sistem karburator, dimana sistem ini diharapkan mampu memperbaiki pasokan bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin. Torsi dan daya mesin diperoleh dengan menggunakan peralatan chassis dynamometer. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan bahan bakar minyak jenis premium dan bahan bakar gas jenis LPG. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan menggunakan bahan bakar LPG injeksi tipe 1, efisiensi thermal meningkat sebesar 6,38%. Akan tetapi, terjadi penurunan torsi, daya mesin, dan spesifik konsumsi bahan bakar pada single cylinder spark ignition dibandingkan dengan bahan bakar premium.

**Kata kunci:** *LPG, sistem manifold injeksi, performa engine*

Handling Editor: Afira Ainur Rosidah

This article was presented at the SENASTITAN 2021, 6 Maret 2021, Surabaya.

## PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar minyak masih menjadi sumber energi utama untuk pembakaran dalam khususnya pada dunia otomotif transportasi. Bertambahnya quantity kendaraan setiap tahunnya juga berdampak pada jumlah pemakaian konsumsi bahan bakar minyak (BBM), dimana emisi polutan yang dihasilkan dari pembakaran engine juga ikut meningkat. Sehingga bahan bakar alternatif yang aman, menaikkan *efficiency engine* dan *low emission* diharapkan menjadi salah satu solusi untuk memperlambat habisnya bahan bakar fosil minyak bumi.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya [1]. Konversi dari BBM ke bahan bakar gas (BBG) jenis LPG (*Liquified Petroleum Gas*) dengan menggunakan sistem injeksi tipe 1, dimana emisi yang dihasilkan significant lebih rendah. Sistem ini diharapkan mampu memperbaiki pasokan bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin.

Penelitian terkait konversi dari bahan bakar minyak ke bahan bakar gas sudah banyak dilakukan sebelumnya. Perbandingan penggunaan bahan bakar antara LPG dan BBM tersebut sangat mempengaruhi performa *engine* dan kadar emisi gas buang. Penelitian yang dilakukan oleh Romadhoni [2], terjadi peningkatan performa mesin dan reduksi kadar emisi gas buang pada mesin *single cylinder*. Hal ini disebabkan oleh tingginya nilai *octane number* dan *heating value* serta tingginya *compression ratio* pada engine yang digunakan. Hasil yang sama juga dilakukan oleh Erkus et al [3], perbandingan dengan variasi penggunaan gasolin karburator, LPG sistem karburator dan LPG sistem injeksi pada kecepatan 2000-4000 rpm dalam keadaan posisi katub *trottle* terbuka 25% dan 50% menghasilkan peningkatan performa mesin pada mesin *spark ignition* (SI). Sedangkan penelitian lanjutan yang dilakukan oleh Sulaiman et al [4], perbandingan penggunaan bahan bakar LPG dengan jenis LPG-B dan LPG-V dibandingkan dengan bahan bakar premium (ULP) menghasilkan penurunan terhadap performa mesin pada mesin 1 silinder. Pada jenis LPG-V digunakan untuk mesin dengan *vaporizer* LPG dan jenis LPG-B menggunakan mesin dengan sistem katup kapsul, dimana silinder di dalam katup kapsul LPG menggunakan lubang berdiameter 0,5 mm. *Standar ignition* dan *low flame speed* menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *power loss*.

Berdasarkan penelitian diatas, perbedaan karakteristik bahan bakar seperti bentuk cair atau gas dan *flame speed* akan mempengaruhi proses campuran udara dan bahan bakar yang akan masuk kedalam ruang bakar serta pada proses pembakaran yang menyebabkan baik tidaknya pada performa *engine*. Karena alasan ini, penting kiranya untuk mengetahui mekanisme dibalik pengaruh konversi dari BBM ke LPG terhadap performa *engine* dengan menggunakan sistem manifold injeksi.

Pada penelitian ini, peneliti membandingkan performa engine 125 cc single cylinder berbahan bakar premium dengan berbahan bakar LPG injeksi tipe I dengan konverter kit. Sistem injeksi tipe I atau disebut dengan manifold injection merupakan desain injeksi yang paling sederhana pengganti sistem karburator, dimana fungsi utama main jet dari karburator diganti oleh injektor. Injeksi bahan bakar pada sistem jenis ini pada awalnya persis yang dilakukan seperti kerja karburator yaitu terus menerus dengan jumlah *volume* semprotan tergantung dari variasi beban.

## METODE DAN ANALISIS

Instrumen penelitian yang digunakan sama dengan penelitian sebelumnya [1], *chasis dynamometer* (Rextor Pro – Dyno) dipakai untuk mengukur daya dan torsi dari mesin seperti pada Gambar 1. Data hasil tersebut dimunculkan dalam PC melewati data

*acquisition*. *Rpm counter* dan *oil temperature* dipasang untuk mendeteksi putaran mesin dan temperatur oli. Konsumsi bahan bakar diukur melalui fuel meter untuk BBM dan menggunakan timbangan digital untuk bahan bakar LPG. Pengukuran lambda diukur menggunakan *exhaust gas analyzer*. Spesifikasi kendaraan, konverter kit serta tipe injektor telah dijabarkan pada penelitian sebelumnya [1]. Untuk menjaga kendaraan tidak *overheating*, blower digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1. Skema instrumen penelitian [1].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis performa *engine* (Torsi dan Daya) menggunakan Bahan Bakar LPG dengan Premium

Gambar 2 (a-b) menunjukkan hasil perbandingan penggunaan bahan bakar LPG dengan premium. Gambar tersebut menunjukkan perbandingan daya dan torsi terhadap putaran mesin (rpm) pada kondisi *full open throttle*. Pada Gambar 2 (a), torsi menurun dengan meningkatnya putaran mesin pada bahan bakar LPG maupun Premium. Hal ini dikarenakan gaya yang dihasilkan pada *engine* menurun dengan semakin tingginya putaran mesin.

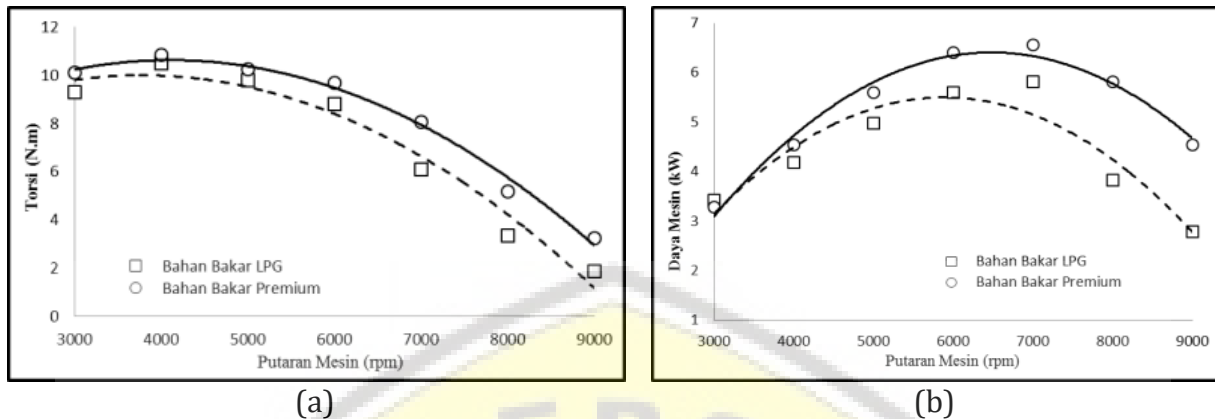
Pada Gambar 2 (b), daya meningkat dengan meningkatnya putaran mesin sampai level tertentu kemudian daya menurun secara drastis. *Friction losses* menjadi faktor dominan pada putaran mesin tinggi, dimana *efficiency volumetric* menjadi tidak optimal.

Dari Gambar 2 (a-b), kita bisa melihat bahwa penggunaan bahan bakar LPG menghasilkan torsi dan daya lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar premium. Adapun beberapa penyebab torsi dan daya mesin menurun antara lain:

#### 1. *Energy Density*

*Energy density* yang dimiliki bahan bakar LPG sebesar 22,16 MJ/liter, jauh lebih rendah dibandingkan bahan bakar premium yaitu sebesar 32,0 MJ/liter [5]. Hasilnya, nilai torsi dan daya *engine* menurun dikarenakan rendahnya nilai *energy density*.

Dibawah ini merupakan Tabel 1. perbandingan persentasi penurunan *energy density* terhadap penurun torsi dan daya mesin pada putaran 4000 rpm.



Gambar 2. Perbandingan daya (a) dan torsi (b) mesin terhadap putaran mesin (rpm)

Tabel 1. Perbandingan presentasi penurunan *energy density* antara bahan bakar LPG dengan premium

Bahan Bakar	<i>Energy Density</i> (MJ/Liter)	Torsi (N.m)	Daya Mesin (kW)
LPG	22,16	10,50	4,18
Premium	32,0	10,83	4,55
	-30,75 %	-3,05 %	-8,13 %

Dari Tabel 1. diatas terlihat bahwa nilai *energy density* LPG lebih rendah 30,75 % dibandingkan bahan bakar premium. Kemudian dari penggunaan bahan bakar LPG dihasilkan torsi 3,05 % dan daya mesin 8,13 % lebih rendah dibandingkan bahan bakar premium. Hal ini dapat disimpulkan bahwa besarnya penurunan torsi maupun daya mesin lebih kecil dibandingkan dengan penurunan *energy density*.

### 2. Octane number

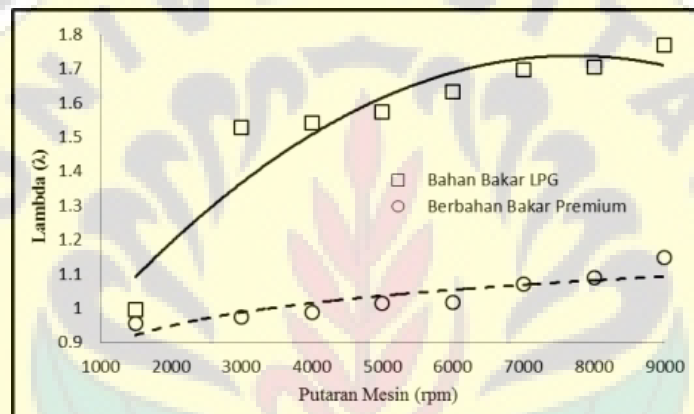
Pada bahan bakar LPG dengan nilai oktan sebesar 120, membutuhkan kompresi rasio sekitar 11,0:1. Sedangkan kompresi rasio yang digunakan pada penelitian ini sebesar 9,0:1. Hasilnya performa mesin menurun yang disebabkan karena *ignition lag* menjadi lebih panjang sehingga berdampak pada posisi tekanan maksimum.

### 3. Flame speed

*Flame speed* merupakan kecepatan dimana *combustion flame* sampai pada campuran yang mudah terbakar. *Flame speed* bahan bakar LPG lebih rendah dibandingkan bahan bakar premium, hal ini juga dapat terlihat pada Gambar 4. dimana lambda ( $\lambda$ ) pada LPG ( $\lambda$ ) > 1 sehingga menyebabkan rambatan pembakaran didalam ruang bakar menjadi lambat. Hal ini memungkinkan ada sebagian bahan bakar yang belum bereaksi sempurna ikut keluar bersama gas sisa pembakaran ke atmosfer. *Flame speed* mempengaruhi *ignition timing* sehingga *ignition timing* LPG perlu sedikit lebih cepat (dimajukan) dari pada premium.

### 4. Air fuel rasio

*Air fuel ratio* (AFR) adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran di dalam ruang bakar. Lambda ( $\lambda$ ) dapat digunakan untuk mewakili AFR stoikiometri. Dikatakan lambda ( $\lambda$ ) < 1 dimana campuran udara dan bahan bakar yang akan masuk dalam ruang bakar kekurangan pasokan udara dan berlebihan bahan bakar, akibatnya dari kondisi pembakaran tertentu dapat menghasilkan energi yang lebih besar dan *flame speed* yang terjadi lebih cepat. Dikatakan lambda ( $\lambda$ ) = 1 dimana campuran udara dan bahan bakar yang akan masuk dalam ruang bakar sesuai dengan isi dalam silinder dengan campuran stoikiometri. Sedangkan dikatakan lambda ( $\lambda$ ) > 1 dimana campuran udara dan bahan bakar yang akan masuk dalam ruang bakar berlebihan pasokan udara dan kurangnya bahan bakar, akibatnya dari pembakaran tersebut menghasilkan energi yang lebih rendah dan *flame speed* yang terjadi lebih rendah. Nilai lambda ( $\lambda$ ) pada bahan bakar LPG ( $\lambda$ ) > 1, hal inilah yang menyebabkan daya maupun torsi lebih kecil dibandingkan bahan bakar premium yang memiliki kisaran lambda ( $\lambda$ ) = 1. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



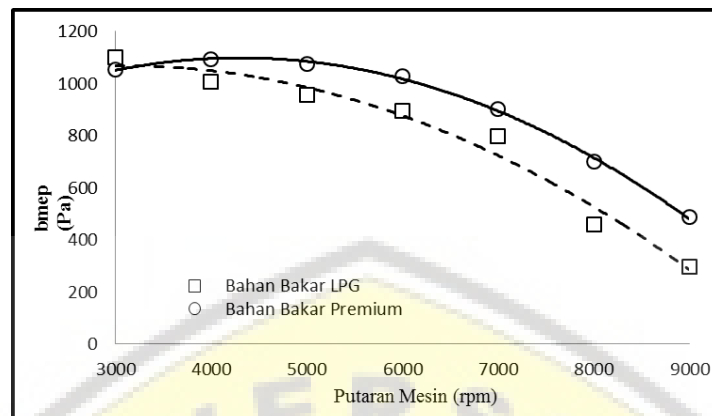
**Gambar 3.** Perbandingan lambda terhadap putaran mesin (rpm) dari penggunaan bahan bakar LPG dibandingkan penggunaan bahan bakar premium pada kondisi *full open throttle*.

### Analisis Penggunaan Bahan Bakar LPG dengan Bahan Bakar Premium Terhadap Tekanan Efektif rata-rata ( $B_{mep}$ ), Efisiensi Thermal ( $\eta_t$ ), dan konsumsi Bahan Bakar spesifik ( $sfc$ )

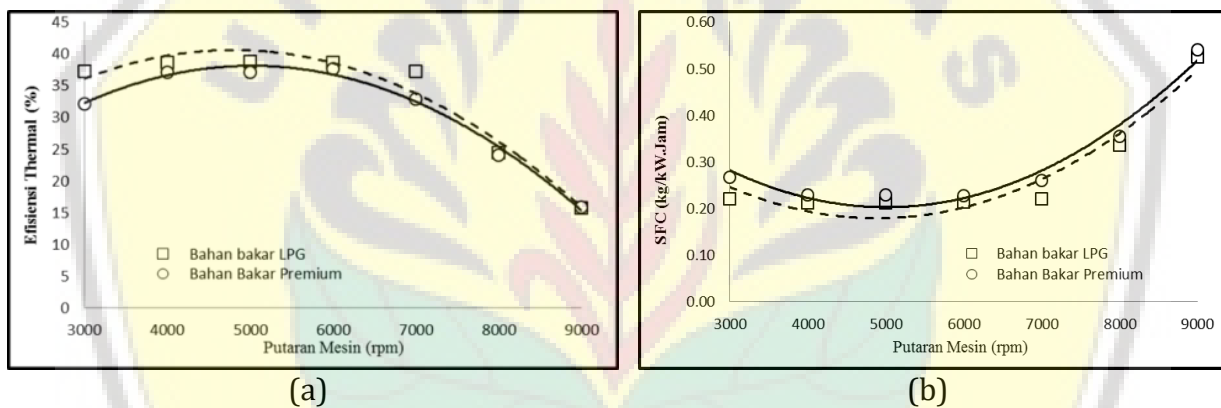
Tekanan efektif rata-rata ( $b_{mep}$ ) dari penggunaan bahan bakar LPG dan menggunakan bahan bakar premium diperlihatkan pada Gambar 4. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa pada titik maksimum (putaran mesin 4000 rpm)  $b_{mep}$  yang dihasilkan penggunaan bahan bakar LPG lebih rendah dibandingkan  $b_{mep}$  yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar premium.  $B_{mep}$  yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar LPG lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar premium. Penurunan ini disebabkan karena *flame speed* yang dimiliki LPG jauh lebih rendah sehingga rambatan pembakaran di dalam ruang bakar menjadi lambat. Hal ini mengakibatkan tekanan pembakaran yang dihasilkan menjadi kurang optimal dibandingkan penggunaan bahan bakar premium.

Terlihat pada Gambar 5 (a), bahwa penggunaan bahan bakar LPG menghasilkan efisiensi termal lebih besar dibandingkan penggunaan bahan bakar premium. Hal ini disebabkan karena bahan bakar LPG dalam bentuk gas serta menggunakan sistem injeksi tipe 1 dengan kecilnya kerugian gesekan sampai didalam ruang bakar.

Berkurangnya *losses* tersebut yang menjadi faktor utama yang mengakibatkan besarnya efisiensi termal yang dihasilkan oleh mesin.



**Gambar 4.** Perbandingan tekanan efektif rata-rata (bmep) terhadap putaran mesin (rpm) pada kondisi *full open throttle*.



**Gambar 5.** Perbandingan efisiensi termal dan konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc) terhadap putaran mesin (rpm) pada kondisi *full open throttle*.

Efisiensi termal ( $\eta_t$ ) dari penggunaan bahan bakar LPG dan bahan bakar premium dapat diperlihatkan pada Gambar 5 (a). Konsumsi bahan bakar spesifik dari penggunaan bahan bakar LPG dan bahan bakar premium dapat dilihat pada Gambar 5 (b). Dari Gambar tersebut, menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar terus meningkat dengan meningkatnya putaran mesin. Ini berarti, dengan semakin putaran mesin dinaikkan, bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin semakin meningkat. Hal ini dapat dibuktikan dengan dengan meningkatnya daya yang dihasilkan pada Gambar 2 (b) pada level tertentu. Dari penggunaan bahan bakar LPG dan bahan bakar premium, konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan penggunaan bahan bakar LPG lebih rendah dibandingkan premium. Rendahnya konsumsi bahan bakar spesifik ini dikarenakan pada bahan bakar LPG dalam bentuk gas serta menggunakan sistem injeksi tipe 1 dengan kecilnya kerugian gesekan sampai didalam ruang bakar. Akibatnya, pembakarannya sempurna merata dibandingkan bahan bakar premium dalam bentuk cair.

## KESIMPULAN

Pengaruh bahan bakar LPG menggunakan sistem injeksi tipe I terhadap performa engine sudah di investigasi. Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dari penggunaan bahan bakar LPG menghasilkan torsi, daya mesin, dan tekanan efektif rata-rata lebih rendah dibandingkan bahan bakar premium. *Energy Density, Nilai Oktan, Flame speed* dan *Air fuel rasio* menjadi dominan faktor terhadap penurunan tersebut. Sebaliknya, jumlah konsumsi bahan bakar spesifik yang lebih rendah dengan nilai daya yang diperoleh pada Gambar 2 (b), maka efisiensi termal yang dihasilkan lebih tinggi bila dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar premium.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. H. Djoko Sungkono M.Eng.Sc. yang telah memberikan banyak masukan dalam penelitian ini.

## DEKLARASI PENULIS

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan dengan sehubungan dengan penelitian, kepenulisan, dan / atau publikasi ini artikel.

## PENDANAAN

Penulis tidak menerima dukungan finansial untuk penelitian, kepenulisan, dan/atau publikasi artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Mahmud, R. *et al.*, "Komparasi Penggunaan Bahan Bakar Premium Dengan Bahan Bakar Lpg Sistem Manifold Injeksi Terhadap Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah". Jurnal Integrasi. 7 (1): 45-49. 2015.
- [2] N. Romadhoni, "Studi Komparasi Performa Mesin Dan Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Bensin Dan Lpg", Skripsi Spd, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 2012.
- [3] B. Erkus *et al.*, "A Comparative Of Carburation And Injection Fuel Supply Methods In An Lpg-Fuelled Si Engine" Fuel, Vol.107, Hal.511-517. 2013
- [4] A. Sulaiman *et al.*, "Performance Of Single Cylinder Spark Ignition Engine Fueled By Lpg" Procedia Engineering, Vol.53, Hal.579-585. 2013.
- [5] S. D. Kawano, 2011, "Pencemaran Udara", Its. Press, Surabaya. 2011.