

# Uji Performa *Engine Matic 110 cc Bi-Fuel (Pertamax – LPG)* dengan Variasi Rasio Kompresi dan *Ignition Timing*

Achmad Aminudin<sup>(1)</sup>, Nanang Romandoni<sup>(2)</sup>, Viby Yuan Kurnia<sup>(3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Negeri Madiun, Indonesia

Email: <sup>1</sup>udin@pnm.ac.id, <sup>2</sup>nanang@pnm.ac.id,  
<sup>3</sup>vibyyuan1998@gmail.com

---

## Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

---

## Sejarah Artikel

Diterima pada 27 Mei 2020  
Disetujui pada 29 Agustus 2020  
Dipublikasikan pada 31 Agustus 2020 Hal. 584-590

---

## Kata Kunci:

Daya; rasio kompresi; *bi-fuel*; torsi; LPG

---

## DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v3i4.481>

**Abstrak:** *Engine bi-fuel* merupakan konsep kendaraan yang dioperasikan dengan dua sistem bahan bakar secara bergantian, dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar Pertamax dan LPG. Dimana untuk bahan bakar LPG dilakukan modifikasi pada *engine* dengan meningkatkan rasio kompresi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh peningkatan rasio kompresi terhadap performa (daya dan torsi) pada *engine matic 110 cc* dengan konsep *bi-fuel*. Metode eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan bervariasi rasio kompresi dan menggunakan *chasis roller dynamometer* sebagai alat uji performa *engine*. Dari proses pengujian didapatkan capaian performa optimum pada pemakaian bahan bakar LPG untuk rasio kompresi 11,2:1 dan igt 18° STMA dengan nilai daya dan torsi berturut-turut sebesar 7,5 Hp dan 17,08 N.m.

## PENDAHULUAN

*Liquefied Petroleum Gas* (LPG) digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan dengan mesin pembakaran dalam. LPG adalah campuran dari propana, butana, dan zat lain dengan jumlah kecil dan diperoleh sebagai produk samping dari pembuatan selama pemurnian minyak bumi (František et al., 2019). Selain itu, LPG merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan pada mesin pembakaran dalam. Hal ini disebabkan karena LPG mudah didapat, mudah digunakan pada tingkat pengguna, mesin dapat beroperasi dengan biaya bahan bakar yang lebih murah dan irit dalam hal konsumsi (Latif M.Z, 2016).

LPG juga disebut sebagai propana atau butana dan/ atau campuran *propana* (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) dan *butane* (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), adalah campuran yang mudah terbakar dari gas hidrokarbon yang digunakan sebagai bahan bakar pada kendaraan. LPG banyak digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada kendaraan karena karakteristik pembakarannya yang efisien dan emisi yang rendah. LPG memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dengan rentang (105-112) sedangkan bahan bakar Pertamax memiliki rentang nilai oktan (91-97), hal ini memungkinkan untuk digunakan pada rasio kompresi yang lebih tinggi dan dapat meningkatkan efisiensi termal *engine* (Dheeraj Kalra et al., 2014).

Bahan bakar LPG memiliki angka oktan lebih tinggi dari *unleaded petrol* (ULP)/ bensin, sehingga rasio kompresi mesin bisa lebih tinggi jika mesin itu digunakan untuk bahan bakar LPG dan karenanya kinerja mesin dapat ditingkatkan (Sulaiman, M. Y., Ayob, M. R., Meran, I., 2013). Nilai rasio kompresi yang lebih tinggi dapat digunakan pada *engine*, karena semakin tinggi suhu penyalaan otomatis dan nilai oktan LPG serta peningkatan rasio kompresi dapat meningkatkan suhu gas dalam silinder dan menurunkan pengenceran gas residu yang dapat meningkatkan campuran kurus sampai batas operasional *engine* (K. Ravi, J. Pradeep Bhasker, E. Porpatham., 2017).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh (Sulaiman, et al. 2013) tentang performa *engine* 1 silinder dengan bahan bakar LPG dijelaskan bahwa peningkatan kinerja *engine* dapat dilakukan dengan meningkatkan rasio kompresi serta memajukan saat pengapian. Peningkatan kompresi dapat dilakukan dengan memperkecil *volume* ruang bakar melalui pemotongan silinder atau kepala silinder sehingga temperatur dan tekanan pembakaran menjadi lebih tinggi yang akan berpengaruh terhadap tenaga atau daya yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini dilakukan optimalisasi performa *engine* dengan melakukan perubahan pada rasio kompresi pada ruang bakar serta mengatur *ignition timing* 18° Sebelum Titik Mati Atas (STMA) pada *engine matic* 110cc dengan konsep *bi-fuel*.

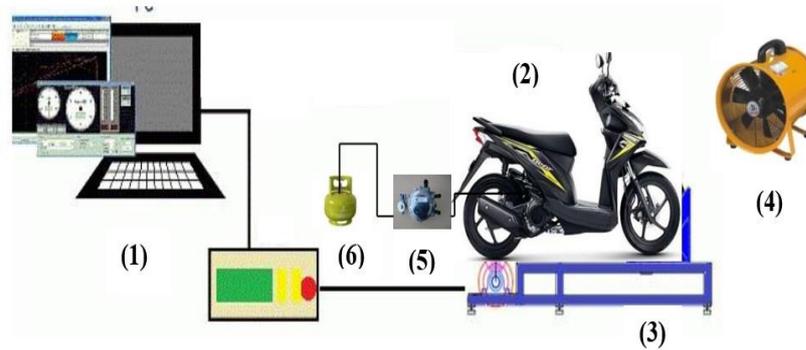
## **METODE**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Pengujian dilakukan pada *engine matic* 1 silinder 4 langkah dengan kapasitas *engine* 110 cc serta sistem inputan bahan bakar *single fuel gasoline engine* (Pertamax) yang dimodifikasi menjadi *bi-fuel engine*, yaitu dari *engine* berbahan bakar *gasoline* menjadi LPG atau sebaliknya yang sesuai kebutuhan pengguna.

Dalam melakukan pengaturan perbandingan kompresi, prinsip yang digunakan adalah dengan melakukan modifikasi *volume* ruang bakar standar 13,20 cc. Untuk pemakaian bahan bakar LPG dilakukan variasi 2 rasio kompresi, yaitu: variasi 1 sebesar 10,2:1 dan variasi 2 sebesar 11,2:1 serta mengatur *ignition timing* 18° (STMA) sedangkan untuk penggunaan bahan bakar Pertamax tidak dilakukan perubahan rasio kompresi (standar). Langkah yang dilakukan untuk menaikkan rasio kompresi yaitu dengan cara memangkas *cylinder block* dan mengatur jumlah *packing/gasket* pada *cylinder block* dan *cylinder head*. Pada kondisi standar *volume* ruang bakar, rasio kompresi dan tekanan berturut-turut sebesar 13,20 cc; 9,2:1 dan 9 bar. Sedangkan pada variasi 1 *volume* ruang bakar, rasio kompresi dan tekanan berturut-turut sebesar 11,70 cc; 10,2:1 dan 10 bar. Sedangkan pada variasi 2 *volume* bahan bakar sebesar 10,50 cc; rasio kompresi 11,2:1 dan tekanan kompresi sebesar 11 bar.

Pada variasi rasio kompresi 1 digunakan *cylinder block* yang sudah dipangkas, 1 buah *packing cylinder head* yang berdiameter 51 mm dan memiliki tebal 0,5 mm dan 1 buah *packing cylinder block engine matic* yang berdiameter 51 mm dan memiliki tebal 0,8 mm. Perbandingan kompresi yang diperoleh setelah variasi adalah 10,2:1 ( $r_{10,2:1}$ ). Sedangkan pada variasi rasio kompresi 2 digunakan *cylinder block* yang sudah dipangkas kemudian ditambahkan 1 buah *packing cylinder head* yang berdiameter 51 mm dan memiliki tebal 0,5 mm dan 1

buah *packing cylinder block* yang berdiameter 51 mm dan memiliki tebal 0,5 mm sehingga diperoleh perbandingan kompresi sebesar 11,2 : 1 (r11,2:1).



Gambar 1. *Engine Setup*.

Keterangan: (1). Layar monitoring hasil uji; (2). Mesin uji; (3). *Chassis Roller Dynamometer*; (4). *Blower*; (5). *Converter Kits*; dan (6) Tabung Gas LPG.

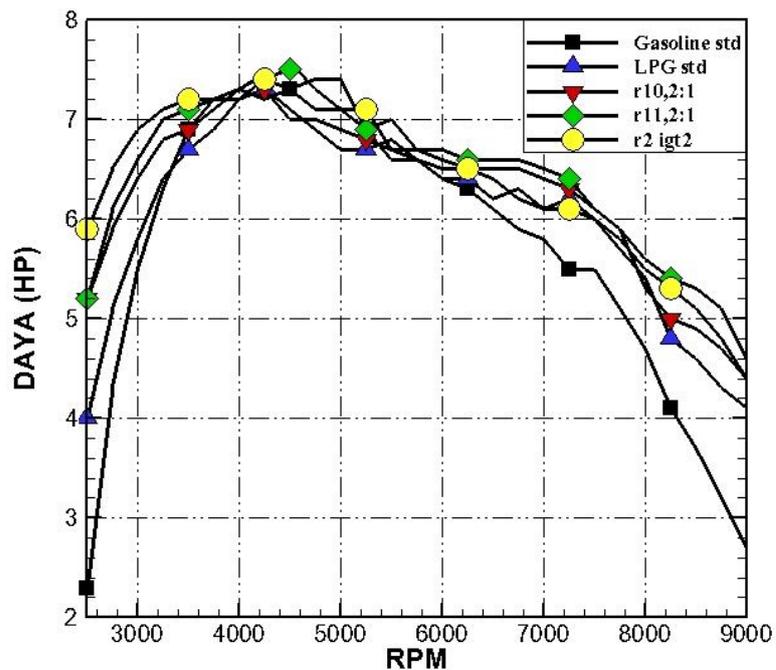
Untuk mengetahui performa *engine* (torsi dan daya) maka dilakukan pengujian dengan menggunakan alat *chassis roller dynamometer*. Pada saat awal proses pengambilan data dilakukan *setting* alat uji secara tepat pada dudukan *chassis roller dynamometer*. Kemudian dilakukan *starting engine* untuk masing-masing bahan bakar yang digunakan dan perubahan rasio kompresi sampai temperatur kerja *engine* tercapai. Setelah temperatur kerja *engine* tercapai, langkah selanjutnya adalah melakukan uji performa dengan metode menyalakan *engine* dan membuka *throttle valve* sampai terbuka penuh. Untuk data hasil performa *engine* akan ditampilkan pada monitor hasil uji.

## HASIL

Proses pengambilan data performa *engine* (daya dan torsi) dilakukan pada 5 (lima) variabel pengujian: (1) *engine* standar dengan pemakaian bahan bakar Pertamina; (2) *engine* standar dengan pemakaian bahan bakar LPG; (3) *engine* bahan bakar LPG dengan variasi rasio kompresi 10,2:1 (r10,2:1); (4) *engine* bahan bakar LPG dengan variasi rasio kompresi 11,2:1 (r11,2:1); (5) *engine* bahan bakar LPG dengan variasi rasio kompresi 11,2:1 dan *ignition timing* 18° (r11,2:1 igt 18°).

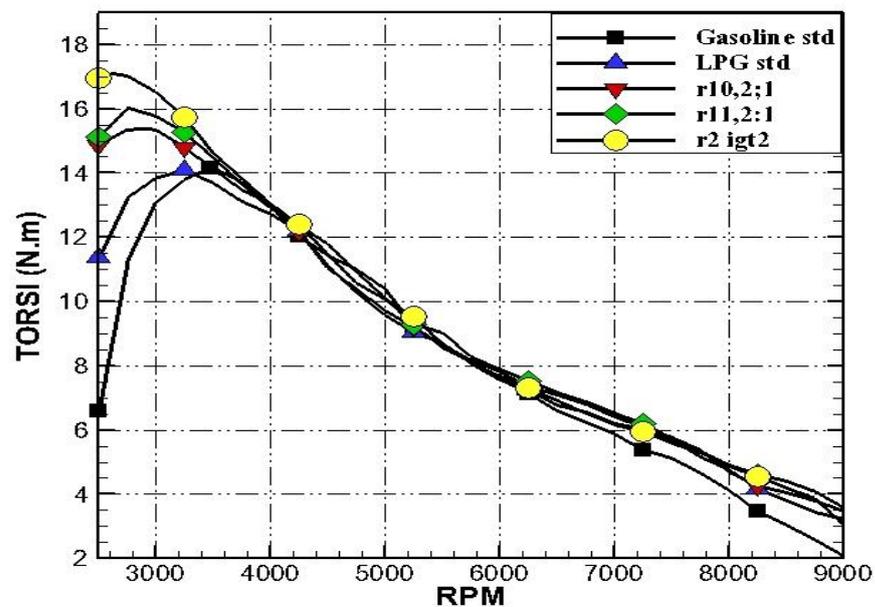
### Pengujian Daya

Daya didefinisikan sebagai besarnya tenaga yang dihasilkan motor pada setiap satu satuan waktu. Dalam pengujian ini hasil daya *engine* diperoleh dengan melakukan pengujian pada *chassis roller dynamometer*. Adapun hasil dari pengujian daya dari 5 variasi pengujian eksperimen tersebut disajikan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat dilihat hubungan putaran *engine* dan daya yang dihasilkan kendaraan pada setiap rasio kompresi.



Gambar 2. Daya untuk pengujian kendaraan *bi-fuel* pada 5 variabel yaitu: standar Pertamina, Standar BB LPG, variasi r10,2:1 LPG, variasi r11,2:1 LPG dan variasi r11,2:1 igt18° LPG.

### Pengujian Torsi



Gambar 3. Hasil torsi untuk pengujian kendaraan *bi-fuel* pada 5 variabel yaitu standar pertamax, standar LPG, variasi r10,2:1 LPG, variasi r11,2:1 LPG dan variasi r11,2:1 igt18° LPG.

Torsi adalah energi yang dikeluarkan mesin, dari kondisi *engine* diam sampai kendaraan bergerak. Adapun hasil dari pengujian torsi *engine* dari 5 variasi pengujian eksperimen tersebut disajikan dalam Gambar 3. Pada Gambar 3. dapat dilihat hubungan putaran mesin dan torsi yang dihasilkan kendaraan pada masing-masing perubahan rasio kompresi.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian hubungan antara daya terhadap putaran *engine* didapatkan daya tertinggi pada penggunaan bahan bakar Pertamina sebesar 7,4 Hp pada putaran *engine* 4957 rpm dan daya terendah sebesar 2,3 Hp pada 2500 rpm. Sedangkan untuk *engine* standar dengan pemakaian bahan bakar LPG daya tertinggi sebesar 7,3 Hp pada 4260 rpm dan daya terendah sebesar 4,0 Hp pada 2500 rpm. Untuk variasi rasio kompresi r10,2:1 untuk bahan bakar LPG menghasilkan daya tertinggi sebesar 7,4 Hp pada putaran *engine* 4168 rpm dan yang terendah 4,4 Hp pada 9000 rpm. Sedangkan untuk variasi rasio kompresi r11,2:1 untuk bahan bakar LPG daya tertinggi diperoleh sebesar 7,5 Hp pada putaran *engine* 4565 rpm dan daya terendah 4,6 Hp pada 9000 rpm. Selanjutnya untuk gabungan dari variasi rasio kompresi r11,2:1 pada bahan bakar LPG dan *ignition timing* 18° daya tertinggi yang dihasilkan sebesar 7,4 Hp pada 4176 rpm dan yang terendah 4,4 pada 9000 rpm.

Nilai daya maksimum pada pemakaian bahan bakar LPG mengalami penurunan sebesar 1,3% jika dibandingkan dengan Pertamina. Penyebab terjadinya penurunan daya *engine* berbahan bakar LPG diantaranya dikarenakan kecepatan energi per satuan *volume* yang dimiliki gas LPG lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar Pertamina, selain itu energi hasil pembakaran turun selain itu LPG memiliki rantai hidrokarbon yang lebih pendek, sehingga energi total dan tekanan puncak pembakaran yang dihasilkan dari proses pembakaran LPG tidak sebanyak yang dihasilkan pada proses pembakaran Pertamina (Wiryawan, dkk., 2017). Sedangkan untuk variasi rasio kompresi r10,2:1 bahan bakar LPG daya maksimum sebesar 7,4 Hp atau naik 1,3% dari standar LPG. Variasi variasi rasio kompresi r11,2 pada bahan bakar LPG didapatkan daya sebesar 7,5 Hp pada putaran *engine* 4565 rpm, daya tersebut meningkat sebesar 2,6% dibandingkan dengan standar bahan bakar LPG. Hasil dari variasi rasio kompresi r11,2 dengan pengaturan saat pengapian igt 18° bahan bakar LPG sama dengan standar Pertamina dan variasi r10,2:1 LPG yaitu sebesar 7,4 Hp. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG dengan meningkatkan rasio kompresi mampu meningkatkan daya pada kendaraan dikarenakan LPG memiliki nilai oktan yang tinggi.

Sedangkan untuk pengujian torsi terhadap putaran *engine* menunjukkan bahwa torsi yang dihasilkan standar Pertamina menghasilkan torsi tertinggi 14,15 N.m pada putaran 3474 rpm dan terendah 2,09 N.m pada 9000 rpm. Sedangkan untuk standar bahan bakar LPG torsi tertinggi sebesar 14,09 N.m pada 3236 rpm dan torsi yang terendah 3,24 N.m pada 9000 rpm, selanjutnya pada LPG dengan variasi r10,2:1 menghasilkan torsi tertinggi 15,39 N.m pada 2909 rpm dan yang terendah 3,49 N.m pada 9000 rpm. Sedangkan untuk variasi r11,2:1 LPG torsi tertinggi didapat 16,02 N.m pada 2765 rpm dan yang terendah 3,59 N.m pada 9000 rpm. Selanjutnya untuk LPG variasi r11,2:1 igt 18° daya tertinggi didapat 17,08 N.m pada 2626 rpm dan yang terendah 3,05 N.m pada 9000 rpm.

Nilai torsi maksimum pada pemakaian bahan bakar LPG mengalami penurunan sebesar 0,4% jika dibandingkan dengan Pertamina. Untuk variasi rasio kompresi r10,2:1 pada penggunaan bahan bakar LPG torsi maksimum yang dapat dicapai sebesar 15,39 N.m atau naik 9,2% dari standar LPG. Sedangkan untuk variasi r11,2:1 LPG diperoleh torsi maksimum sebesar 16,02 N.m atau naik 12% dari standar LPG. Sedangkan pada variasi r11,2:1 igt 18° LPG memperoleh torsi tertinggi yaitu 17,08 N.m meningkat 17,1% dari standar bahan bakar Pertamina dan meningkat sebesar 17,5% dari standar LPG. Secara keseluruhan pada putaran rendah, torsi yang dihasilkan besar dan akan terus meningkat dan mencapai maksimum pada putaran 2500 - 4000 rpm, dan menurun pada putaran yang lebih tinggi.

Dari grafik daya dan torsi *engine* di atas setelah mencapai titik maksimum (*peak power* dan torsi), grafik cenderung bergerak ke turun. Sesuai dengan referensi pada buku (Willard W. Pulkrabek) proses ini disebabkan karena putaran mesin semakin tinggi sehingga gesekan pada dinding silinder semakin besar, proses pembakaran juga menjadi tidak sempurna dan piston tidak memiliki cukup waktu untuk mengisi *volume* ruang bakar secara penuh. Bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mulai berkurang sehingga tekanan kompresi menurun, torsi dan daya yang dihasilkan semakin menurun.

Dari grafik hubungan torsi dan putaran mesin di atas dapat disimpulkan bahwa perolehan torsi tertinggi sebesar 17,08 N.m pada variasi r11,2:1 igt 18° LPG dikarenakan nilai oktan dari LPG yang tinggi, rasio kompresi yang meningkat dan pengapian yang lebih maju membuat pembakaran lebih sempurna sehingga torsi lebih besar. Hal ini sejalan dengan penelitian (Sulaiman, et al. 2013) yang menjelaskan bahwa peningkatan performa *engine* untuk bahan bakar LPG dapat dilakukan dengan meningkatkan rasio kompresi serta memajukan saat pengapian.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa daya tertinggi diperoleh pada variasi rasio kompresi 11,2:1 berbahan bakar LPG sebesar 7,5 Hp pada putaran *engine* 4565 rpm. Sedangkan torsi tertinggi diperoleh pada variasi rasio kompresi 11,2:1 igt 18° berbahan bakar LPG yaitu sebesar 17,08 N.m pada putaran 2626 rpm.

## SARAN

Dari keseluruhan proses pengujian dan pembahasan ada beberapa saran yang dapat disampaikan yaitu semakin tinggi rasio kompresi daya dan torsi pada *engine* semakin meningkat, maka disarankan agar meningkatkan rasio kompresi yang lebih tinggi yaitu 12,1:1. Selain itu dapat dilakukan riset lanjutan untuk diaplikasikan pada *engine* dengan *type* injeksi.

## DAFTAR RUJUKAN

Dheeraj Kalra, Dr.Veeresh Babu A, M. Vijay Kumar. 2016. *Effects of LPG on the performance and emission characteristics of SI engine - An Overview*. Department of Mechanical Engineering. National Institute of Technology, Warangal, India.

- František Synáka, Kristián Čulík, Vladimír Rievaj, Ján Gaňa., 2019. *Liquefied petroleum gas as an alternative fuel. a University of Zilina, Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications, Department of Road and Urban Transport*. Univerzita 1, Žilina, 010 26, Slovak Republic.
- K. Ravi, J. Pradeep Bhasker, E. Porpatham. 2017. *Effect of compression ratio and hydrogen addition on part throttle performance of a LPG fuelled lean burn spark ignition engine*. School of Mechanical Engineering, VIT University, Vellore 632 014, India.
- Latif A., M. Zaki, dkk. 2016. “*Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan LPG sebagai Bahan Bakar pada Motor Bensin Pembakaran dalam 5,5 HP.*” Sorong dan Karawang: Politeknik Kelautan dan Perikanan.
- Sulaiman, M. Y., Ayob, M. R., Meran, I., 2013. *Performance of Single Cylinder Spark Ignition Engine Fueled by LPG*. Universiti Teknikal Malaysia Melaka, Melaka Malaysia.
- Wiryan, P. Nara., 2017 “*Pengaruh Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Minyak Pertalite dan Bahan Bakar Gas LPG terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin 4 Tak pada Motor Honda Supra Fit*” Bali: Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha.
- Willard W. Pulkrabek. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. University of Wisconsin-Platteville.