

# KAJIAN TENTANG PENGGUNAAN BAHAN BAKAR GAS LPG DAN PERTAMAX TERHADAP KINERJA DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR EMPAT LANGKAH 125 cc

Iron Teguh Pratama  
Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan Bantul 55183  
Email: [ironteguhpratama99@gmail.com](mailto:ironteguhpratama99@gmail.com)

## ABSTRAK

Populasi kendaraan di Indonesia yang berbahan bakar minyak (BBM) setiap tahunnya semakin meningkat sedangkan untuk cadangan minyak sendiri semakin menipis. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan sebagai pengganti BBM untuk kendaraan, salah satu bahan bakar alternatif tersebut adalah bahan bakar gas (BBG). Teknologi bahan bakar Gas (BBG) untuk kendaraan bermotor telah lama diterapkan. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar gas LPG terhadap unjuk kerja motor 4 langkah 125 cc perlu dilakukan penelitian yang akurat.

Untuk dapat menggunakan Bahan Bakar Gas LPG tersebut perlu dipasang peralatan tambahan yang disebut alat konversi “*Conversion kit*”. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sepeda motor 4 langkah Supra X 125 cc. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan bakar Pertamina dan bahan bakar gas LPG. Pengujian ini untuk mencari unjuk kerja mesin 4 langkah meliputi Torsi (N.m), Daya (kW), Tekanan Rata-rata (kPa) BMEP dan konsumsi bahan bakar uji tetap dan uji jalan pada bahan bakar Pertamina dan bahan Gas LPG serta membandingkan unjuk kerja kondisi tersebut diatas.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai Torsi (N.m), Daya (kW), dan tekanan Rata-rata (kPa) BMEP yang tertinggi didapat pada jenis bahan bakar Pertamina pada saat putaran rendah, tetapi pada jenis bahan bakar Gas LPG putaran tinggi nilai Torsi (N.m), Daya (kW) dan Tekanan Rata-rata (kPa) BMEP.

Kata kunci: Kit Konversi, Bahan Bakar Pertamina, dan Bahan Bakar Gas LPG.

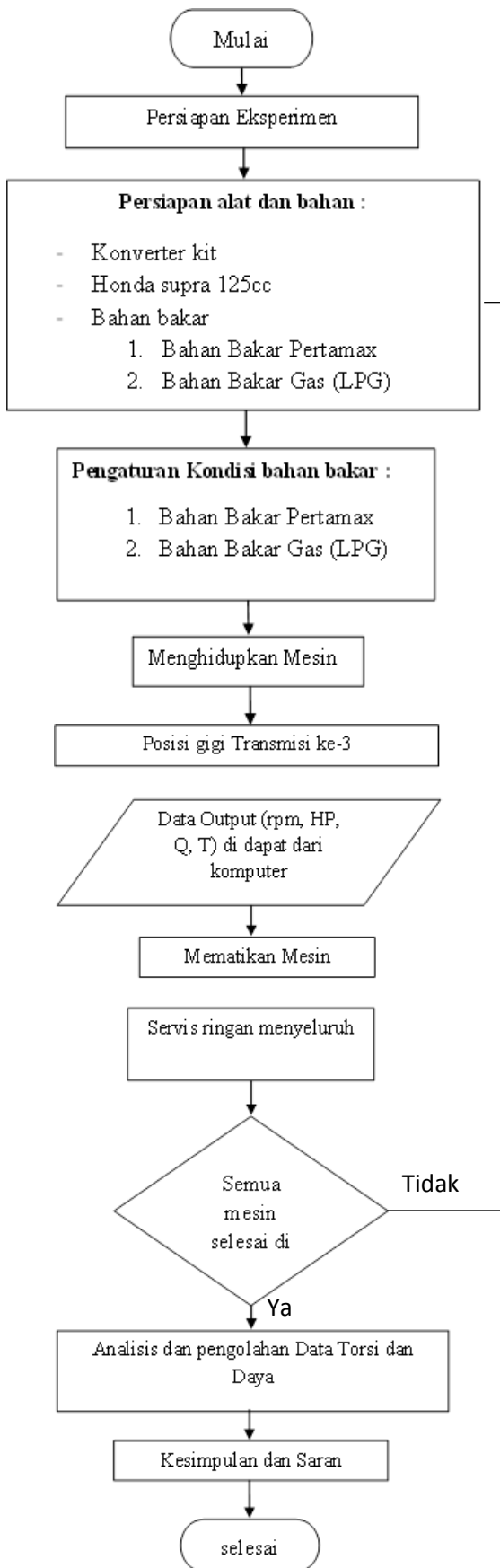
## PENDAHULUAN

Saat ini sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia adalah energi fosil yang berupa bahan bakar minyak. Persediaan cadangan minyak bumi di Indonesia diperkirakan hingga 30 tahun kedepan akan semakin menipis, kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) sampai saat ini masih tergantung pada pasokan bahan bakar minyak bumi, bahan bakar ini mayoritas adalah bahan bakar yang berbentuk cair. Minyak bumi merupakan sumber energi fosil yang diperkirakan suatu saat akan habis. Selain itu juga dilakukan upaya pengembangan teknologi yang berguna bagi efisiensi pemakaian bahan bakar tersebut. Hal ini menimbulkan suatu permasalahan tersendiri sehingga perlu dilakukannya upaya pemanfaatan bahan bakar alternatif yaitu (BBG) yang diperkirakan persediaan bahan bakar gas (BBG) masih banyak untuk 50 tahun kedepan. Maka dengan permasalahan tersebut diatas, dapat diambil suatu solusi yaitu konversi bahan bakar minyak menjadi BBG. Dengan solusi ini diharapkan mampu mengurangi jumlah pemakaian bahan bakar

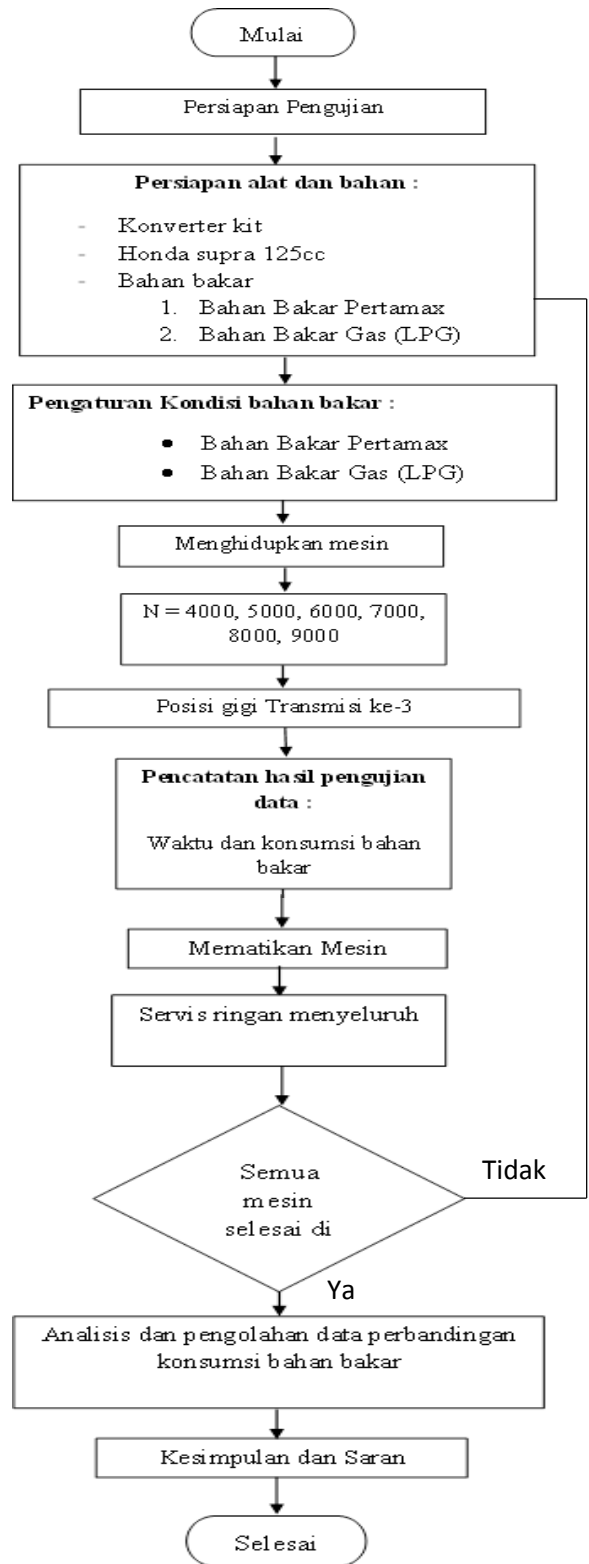
minyak. Bahan bakar gas (BBG) sebagai bahan bakar alternatif sebenarnya telah lama dikenalkan oleh pemerintah salah satunya di Jakarta dengan melakukan percobaan pada taksi, bajaj dan sampai sekarang masih digunakan pada kendaraan angkutan umum trans Jakarta. Penggunaan bahan bakar gas (BBG) pada sepeda motor perlu dipasang alat tambahan yang disebut konversi “*Conversion Kit*” adalah peralatan tambahan pada motor bakar yang biasa disebut dengan konversi sehingga motor tersebut dapat menggunakan BBG. Tipe *converter kit* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem *dual fuel* dan bertekanan konstan.

## METODOLOGI PENELITIAN

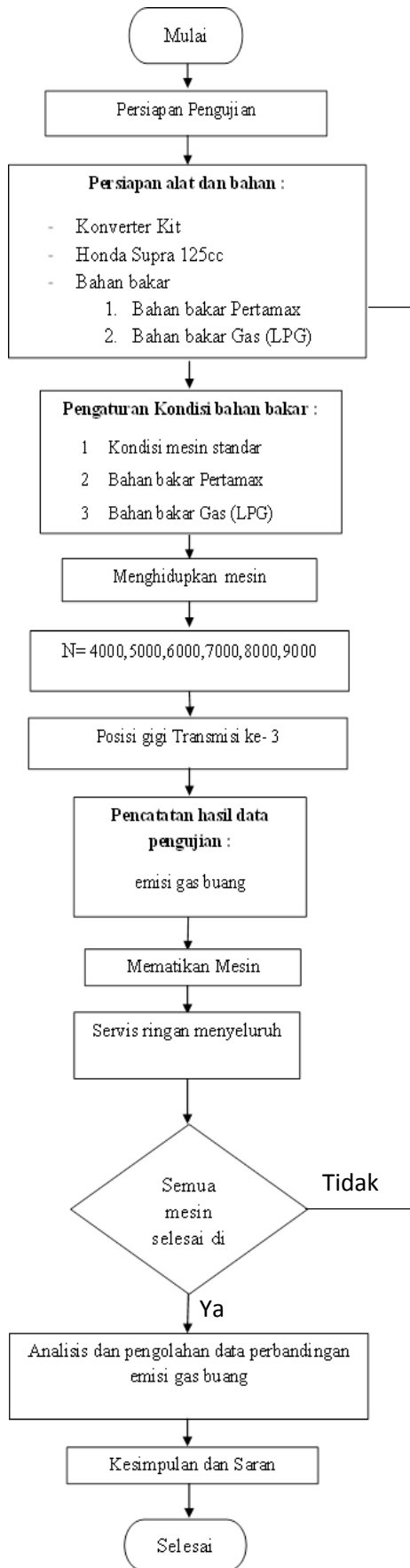
Data perancangan bejana tekan yang digunakan berdasarkan bejana tekan yang sudah ada yaitu bejana tekan vertikal slug catcher yang terdapat di Qatar Petroleum, Bul Hanine Arab “C” Gas Cap Recycling.



Gambar 3.1. Diagram alir pengujian Torsi dan Daya



Gambar 3.2. Diagram alir pengujian konsumsi bahan bakar



Gambar 3.3. Diagram alir pengujian Emisi Gas Buang

### 3.1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Lab. Teknik Mesin UMY.
- Henryansah Yogyakarta.
- Pengujian di badan lingkungan hidup UNY.
- Lokasi Uji Jalan Jl. Ringroad Lingkar Selatan Taman Tirto Kasihan, Bantul
- Kecepatan 40 km/jam transmisi 3

### 3.2. Bahan dan Alat

#### 3.2.1. Bahan Penelitian

- Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:
  - Bahan Bakar Pertamina
  - Bahan Bakar Gas (LPG)
- Mesin uji, mesin uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin sepeda motor 4 langkah dengan data sebagai berikut:

Merek : HONDA

Tipe : NF 125 TD (Supra X)

Tipe Mesin : 4 langkah, pendingin udara

Diameter x Langkah: 52.4 mm x 57.9 mm

Volume Langkah : 124,8 cc

Perbandingan Kompresi: 9,0 : 1

Daya Maksimum : 9,3 PS / 7.500 rpm (STD)

Torsi Maksimum : 1,03 kgf.m / 4000 rpm (STD)

Tipe Transmisi: Kecepatan bertautan tetap

Gigi Transmisi : 4 kecepatan N-1-2-3-4

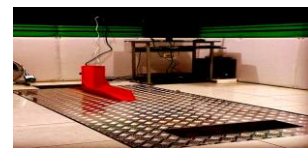
Sistem Pengapian : Carburator-DC CDI

Tipe Kopling : Kopling ganda otomatis sentrifugal

Tipe Starter : Pedal dan elektrik

#### 3.2.2. Alat Penelitian

- Dynomometer*, adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi mesin.



Gambar 3.5. *Dynomometer*

- komputer, berfungsi sebagai akuisasi data dari *Dynomometer*.
- Tacmometer*, adalah alat untuk mengukur putaran mesin.



Gambar. 3.6. *Tacmometer*

4. *Stop Watch*, adalah alat untuk mengukur waktu konsumsi bahan bakar.



Gambar 3.7. *Stop watch*

5. *Thermometer*, adalah alat untuk mengukur suhu.



Gambar 3.8. *Thermometer*

6. Konverter Kit, adalah alat penyuplai bahan bakar gas LPG ke *intake manifold*.



Gambar. 3.9. Konverter Kit

7. Gas LPG, adalah bahan bakar gas.



Gambar. 3.10. Tabung Gas LPG 3 KG

8. *Burret* adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur volume bahan bakar.



Gambar 3.11. *Burret*

**PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN**

**4.2. Perhitungan**

Perhitungan unjuk kerja mesin berdasarkan data hasil pengujian kondisi yang dilakukan mulai 4000 rpm sampai dengan putaran mesin maksimal, dengan sistem gas spontan. Dari data yang didapat perhitungan Torsi, Daya, Konsumsi bahan bakar dan Emisi gas buang ini

berdasarkan data-data pengujian motor standart 4 langkah :

1. Torsi (T), terukur pada hasil pengujian.
2. Daya (P), terukur pada hasil pengujian.

$$1 \text{ HP} = 0,7454 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ HP}$$

3. *Break Mean Effective pressure (BMEP)*

Diambil dari data di lampiran

Jika:

$$P = 5,4 \text{ HP}$$

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ kW}$$

$$P = 5,4 \cdot 0,7457 \text{ kW}$$

$$P = 4,026 \text{ kW}$$

$$BMEP = \frac{60 \cdot P \cdot Z}{V_1 \cdot n} \text{ (kPa)} \dots\dots\dots$$

Dengan:

$$n = 4000 \text{ rpm}$$

$$P = 4,026 \text{ kW}$$

$$V_1 = 100 \text{ cm}^3 = 10 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$Z = 2 \text{ untuk mesin 4 langkah, 1}$$

untuk mesin 2 langkah

Maka:

$$BMEP = \frac{60 \cdot 4,026 \cdot 2}{10 \cdot 10^{-5} \cdot 4250} \left( \frac{\text{kW}}{\text{m}^3 \cdot \text{rpm}} \right)$$

$$BMEP = 1208,034 \text{ kPa.}$$

$$1 \text{ HP} = 0,7454 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ HP}$$

4. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P} \left( \frac{\text{kg/jam}}{\text{kW}} \right) \dots\dots\dots$$

Dengan :

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ Kw.}$$

$$\dot{m}_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \text{pbb (kg / jam)} \dots\dots\dots$$

Jika :

$$b = 20 \text{ cc}$$

$$t = 118 \text{ s}$$

$$\text{pbb} = 0,7471 \text{ (kg/liter), Massa jenis}$$

Pertamax.

Maka :

$$1. \dot{m}_f = \frac{20}{107} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot 0,7471 \left( \frac{\text{cc}}{\text{s}} \cdot \text{kg / liter} \right).$$

$$\dot{m}_f = 0,455$$

$$2. SFC = \frac{0,455}{6,268} \left( \frac{\text{kg/jam}}{\text{kW}} \right)$$

$$= 0,072 \text{ kg/kW}$$

5. Konsumsi bahan bakar pada Gas LPG

Dengan:

$$KBB = \frac{\text{Berat BB}}{\text{Jarak Tempuh}} = \frac{\text{kg}}{\text{km}} = \frac{0,040 \text{ kg}}{5,7 \text{ km}} \text{ diambil dari data lampiran. } = 0,007 \text{ kg/km.}$$

- Konsumsi bahan bakar pada Pertamina  

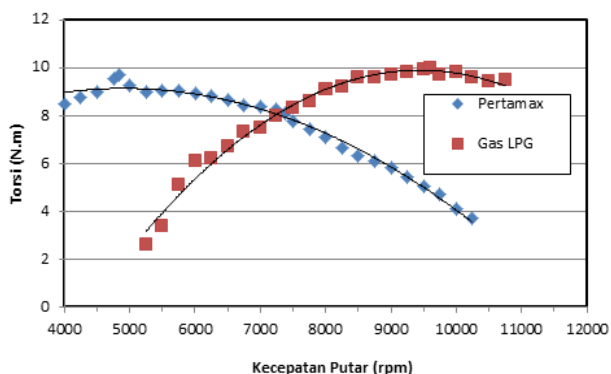
$$KBB = \frac{\text{Berat BB}}{\text{Jarak Tempuh}} = \frac{\text{ml}}{\text{km}} \cdot \rho = \frac{70 \text{ ml}}{5,7 \text{ km}} \cdot 0,74 \text{ kg/l} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}}$$
 diambil dari data lampiran. = 0,009 kg/km
- Perbandingan konsumsi bahan bakar Pertamina dan konsumsi bahan bakar Gas LPG. Konsumsi bahan bakar terukur dari hasil pengujian dengan pemakaian langsung kendaraan uji tetap dan uji jalan.

## Pembahasan

Tabel-tabel hasil pengujian dan perhitungan tersebut kemudian di buat dalam bentuk grafik.

### 4.3.1. Karakteristik Torsi mesin

Gambar 4.1. menunjukkan pengaruh Putaran mesin terhadap Torsi (N.m) dengan menggunakan dua jenis bahan bakar yang berbeda yaitu bahan bakar Pertamina dan bahan bakar gas LPG.



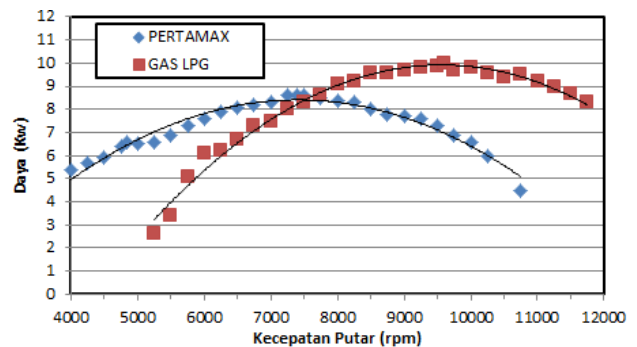
Gambar 4.1. Grafik pengaruh ke jenis terhadap Torsi untuk berbagai bahan bakar

Dari Gambar 4.1. dapat diambil kesimpulan bahwa torsi terbesar didapat pada jenis bahan bakar pertamax pada putaran rendah, hal ini disebabkan oleh naiknya angka oktan atau nilai oktan suatu bahan bakar, dengan bahan bakar yang mempunyai nilai oktan yang tertinggi menyebabkan tekanan dan temperatur pembakaran semakin tinggi sehingga energi pembakaran yang dihasilkan juga akan semakin besar. Tetapi pada putaran 7000 rpm

keatas Torsi pada bahan bakar LPG lebih baik karena bahan bakar Gas LPG bersifat gas, jadi lebih mudah terbakar didalam ruang bakar.

### 4.3.2. Karakteristik Daya Mesin

Gambar 4.2. menunjukkan pengaruh Putaran mesin terhadap Daya (kW) dengan menggunakan dua jenis bahan bakar yang berbeda yaitu bahan bakar Pertamina dan bahan bakar gas LPG.



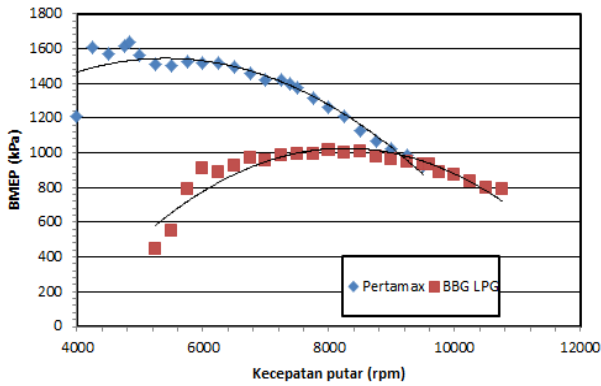
Gambar 4.2. Grafik pengaruh ke jenis terhadap Torsi untuk berbagai bahan bakar

Dari Gambar 4.2. dapat diambil kesimpulan bahwa Daya terbesar didapat pada jenis bahan bakar pertamax pada putaran rendah, hal ini disebabkan oleh naiknya angka oktan atau nilai oktan suatu bahan bakar yang mempunyai nilai oktan yang tertinggi menyebabkan tekanan dan temperatur pembakaran semakin tinggi sehingga energi pembakaran yang dihasilkan juga akan semakin besar. Tetapi pada putaran 7000 rpm keatas Daya pada bahan bakar LPG lebih baik karena bahan bakar LPG bersifat gas, jadi lebih mudah terbakar didalam ruang bakar.

### 4.3.3. Karakteristik Brake Mean Effective Pressure (BMEP)

Gambar 4.3. menunjukkan pengaruh Putaran mesin (rpm) Brake Mean Effective

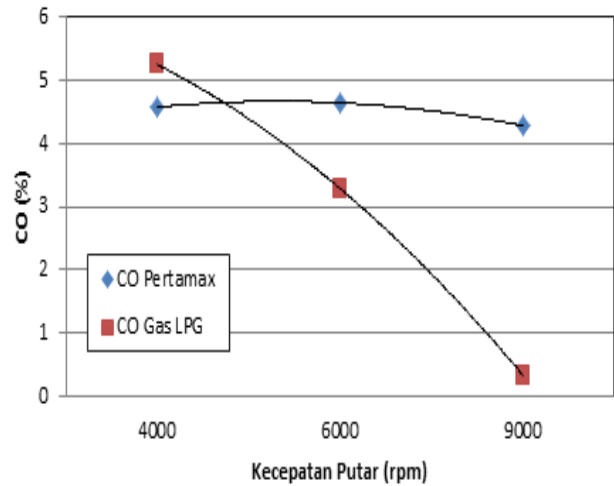
Pressure BMEP (kPa) menggunakan jenis bahan bakar Pertamax



Gambar 4.3. Grafik pengaruh ke jenis terhadap Torsi untuk berbagai bahan bakar

Dari Gambar 4.3. di atas dapat diambil kesimpulan bahwa *Break Mean Effective Pressure* (BMEP) tertinggi didapat pada jenis bahan bakar pertamax pada putaran rendah, hal ini dikarenakan daya efektif pada bahan bakar pertamax semakin meningkat pada putaran rendah, sedangkan pada putaran tinggi daya efektif pertamax mengalami penurunan, sehingga BMEP yang dihasilkan semakin menurun. Pada putaran 7000 rpm keatas BMEP pada bahan gas LPG lebih baik karena bahan bakar gas LPG bersifat gas jadi lebih mudah terbakar di dalam ruang bakar.

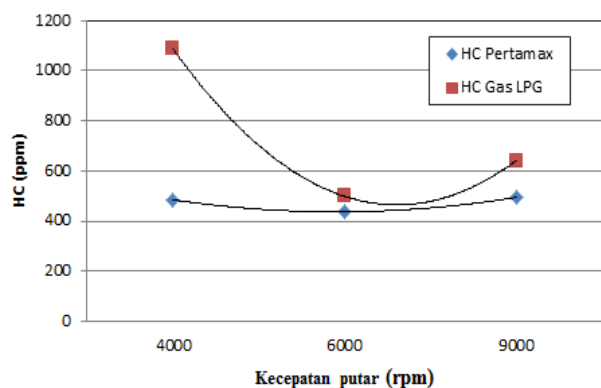
#### 4.3.4. Karakteristik Emisi Gas Buang Bahan Bakar Pertamax dengan Bahan Bakar Gas LPG CO.



Gambar 4.4. Grafik pengaruh jenis bahan bakar pertamax dan bahan bakar Gas LPG terhadap emisi gas buang CO pada kecepatan putaran 4000, 6000, dan 9000.

Pada pengujian diatas terjadinya perubahan siklus pada grafik dikarenakan pada putaran awal pertamax dan LPG mengalami peningkatan pada gas buang, semakin kecepatan putaran bertambah terjadi penurunan pada gas buang dikarenakan pembakaran yang sempurna.

#### 4.3.5. Karakteristik Emisi Gas Buang Bahan Bakar Pertamax dengan Bahan Bakar Gas LPG HC.

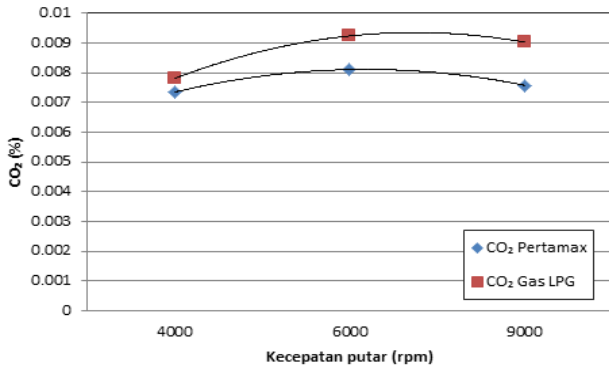


Gambar 4.5. Grafik pengaruh jenis bahan bakar Pertamax dengan bahan bakar Gas LPG terhadap emisi gas buang HC pada kecepatan putaran 4000, 5000, 9000.

Pada pengujian diatas terjadinya perubahan siklus pada grafik dikarenakan pada putaran awal pertamax dan LPG mengalami peningkatan pada

gas buang, semakin kecepatan putaran bertambah terjadi penurunan pada gas buang dikarenakan pembakaran yang sempurna.

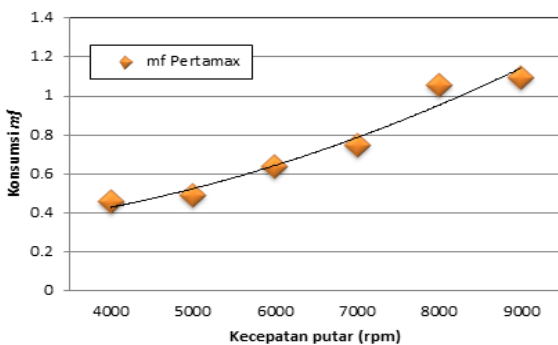
#### 4.3.6. Karakteristik Emisi Gas Buang Bahan Bakar Pertamax dengan Bahan Bakar Gas LPG.



Gambar 4.6. Grafik pengaruh jenis bahan bakar Pertamax dengan bahan bakar Gas LPG terhadap emisi gas buang CO<sub>2</sub> pada kecepatan putaran 4000, 5000, 9000

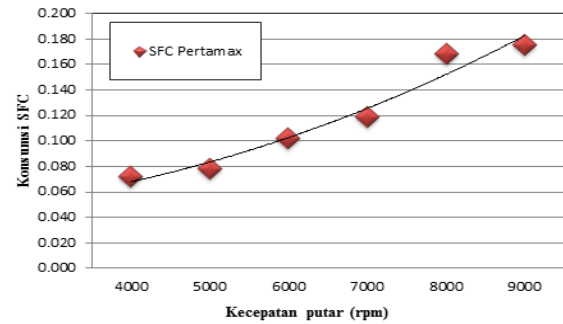
Pada pengujian diatas terjadinya perubahan siklus pada grafik dikarenakan pada putaran awal pertamax dan LPG mengalami peningkatan pada gas buang, semakin kecepatan putaran bertambah terjadi penurunan pada gas buang dikarenakan pembakaran yang sempurna.

#### 4.3.7. Karakteristik Konsumsi Bahan Bakar Pertamax mf (KBB)



Gambar 4.7. Grafik pengaruh jenis bahan bakar pertamax terhadap konsumsi bahan bakar

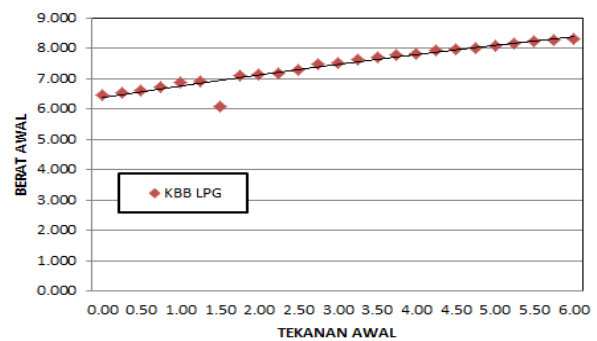
#### 4.3.8. Karakteristik Konsumsi Bahan Bakar Pertamax SFC (KBB)



Gambar 4.8. Grafik pengaruh jenis bahan bakar pertamax terhadap konsumsi bahan bakar.

Gambar 4.8. di atas menunjukkan data hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pertamax spesifik (SFC) terhadap variasi putaran mesin 4000, 6000, dan 9000 rpm pada jenis bahan bakar pertamax menggunakan jenis kendaraan 4 langkah konvensional dalam kondisi mesin standard.

#### 4.3.9. Karakteristik Konsumsi Bahan Bakar Dengan Bahan Bakar Gas LPG.



Gambar 4.9. Grafik pengaruh jenis bahan bakar Gas LPG terhadap konsumsi bahan bakar uji tetap.

Gambar 4.9. di atas menunjukkan data hasil konsumsi bahan bakar Gas LPG terhadap variasi putaran mesin 4000, 6000, dan 9000 (rpm) pada bahan bakar Gas LPG dengan menggunakan jenis kendaraan 4 langkah konvensional dengan mesin standard.

Dari hasil pengujian untuk konsumsi bahan bakar Gas LPG tidak dapat menampilkan hasil Torsi dan Daya, dibandingkan dengan Bahan Bakar Pertamax yang dapat menampilkan Torsi dan Daya pada saat pengujian berlangsung. Karena pada saat pengujian konsumsi bahan bakar untuk pengambilan data Torsi dan Daya terhadap Bahan

Bakar Gas LPG tidak dapat dilakukan waktu untuk pengambilan data terlalu lama. Dibandingkan dengan Bahan Bakar Pertamina yang waktunya terbilang singkat.

#### 4.3.10. Karakteristik Konsumsi Bahan Bakar Dengan Bahan Bakar Gas LPG.

Tabel 4.9. Pengujian Bahan Bakar Pertamina

PENG UJIAN	SELISIH BERAT (kg/km)
Pengujian 1	0,009
Pengujian 2	0,009
Pengujian 3	0,007
Pengujian 4	0,006
Pengujian 5	0,006
Rata-rata	0,007

Tabel 4.9. di atas menunjukkan data hasil perhitungan konsumsi bahan bakar dalam jarak 5,7 km/jam setiap pengujian dengan menggunakan bahan bakar Pertamina. Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa konsumsi bahan bakar pertamax adalah 0,007 kg/km.

Tabel 4.10. Pengujian Bahan Bakar Gas LPG

PENGUJIAN	SELISIH BERAT (kg/km)
Pengujian 1	$7,01 \cdot 10^{-3}$
Pengujian 2	$8,77 \cdot 10^{-3}$
Pengujian 3	$8,77 \cdot 10^{-3}$
Pengujian 4	$8,77 \cdot 10^{-3}$
Pengujian 5	$8,77 \cdot 10^{-3}$
Rata-rata	$8,418 \cdot 10^{-3}$

Tabel 4.9. di atas menunjukkan data hasil perhitungan konsumsi bahan bakar dalam jarak 5,7 km/jam setiap pengujian dengan menggunakan bahan bakar Gas LPG. Dari data diatas dapat

diambil kesimpulan bahwa konsumsi bahan bakar Gas LPG  $8,418 \cdot 10^{-3}$  kg/km.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dengan mengkaji kegiatan hasil penelitian yang meliputi proses pengambilan data hasil pengujian serta hasil perhitungan secara menyeluruh maka dapat diambil dari beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Torsi tertinggi untuk bahan bakar pertamax adalah 9,69 N.m pada putaran 4000 rpm. Daya tertinggi untuk bahan bakar pertamax adalah 5,4 kW pada putaran 4000 rpm. *Brake Mean Effective pressure* (BMEP) tertinggi untuk bahan bakar pertamax adalah 1208,034 kPa pada putaran 4000 rpm. Untuk konsumsi bahan bakar pertamax didapat 0,455 kg/jam pada putaran 4000 rpm. 0,489 kg/jam pada putaran 5000 rpm. 0,640 kg/jam pada putaran 6000 rpm. 0,747 kg/jam pada putaran 7000 rpm. 1,054 kg/jam pada putaran 8000 rpm. 1,097 kg/jam pada putaran 9000 rpm, sedangkan untuk konsumsi bahan bakar Pertamina uji jalan rata-ratanya 0,007 kg/km.
2. Torsi tertinggi untuk bahan bakar Gas LPG adalah 3,28 N.m pada putaran 5250 rpm. Untuk daya tertinggi untuk bahan bakar Gas LPG 2.6 kW pada putaran 5250 rpm. *Brake Mean Effective pressure* (BMEP) tertinggi untuk konsumsi bahan bakar Gas LPG adalah 443,15 kPa pada putaran 5250 rpm. Untuk konsumsi bahan bakar Gas LPG uji tetap tidak dapat menampilkan data pengujian torsi dan daya dikarenakan saat pengambilan data Gas LPG membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar pertamax. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar gas LPG uji jalan rata-ratanya  $8,418 \cdot 10^{-3}$  kg/km
3. Dari kondisi pengujian di atas di dapatkan torsi tertinggi pada bahan bakar Pertamina yaitu 9,69 N.m pada putaran 4000 rpm. Untuk daya tertinggi didapat pada bahan bakar Pertamina yaitu 5,4 kW pada putaran 4000 rpm. *Brake Mean Effective Pressure* (BMEP) tertinggi didapat juga pada bahan bakar Pertamina yaitu 1208.034 kPa pada putaran 4000 rpm.



## Saran

Saran yang dapat disampaikan sehubungan dengan pengujian bahan bakar gas LPG terhadap untuk kinerja motor 4 langkah 125cc adalah:

1. Untuk meningkatkan kinerja motor yang menggunakan bahan bakar gas LPG perlu adanya penyempurnaan pada *converter kit*, karburator pada kendaraan uji agar menghasilkan Torsi, Daya, dan (BMEP) yang maksimal.
2. Untuk keselamatan, perlu penyempurnaan bentuk dari komponen konverter kit, karburator, salah satunya dengan merubah bentuk atau posisi dari tabung gas LPG tersebut sehingga lebih aman digunakan di kendaraan.
3. Untuk hasil yang lebih akurat sebaiknya pengujian dilakukan dengan cara variasi interval putaran rpm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, w. 1998. **Motor Bakar**, ITB, Bandung.
- Buku pedoman Pemakaian dan Perawatan Suzuki RC 110 cc.*
- Ghifari, 2010. **Melakukan Penelitian Menggunakan Bahan Bakar LPG Dengan Penambahan Mixer Venture**. *Jurnal*.
- Hartono, 2010. **Penelitian penggunaan bahan bakar premium, pertamax, pertamax plus**. UMY. Yogyakarta.
- Kristianto, P, & Wiliyanto, et. Al. 2001. **Jurnal Teknik Mesin volume 3 no 1. Buku pedoman pratikum motor bakar universitas Kristen petra**.
- Keputusan Dirjen Migas No. 3674 K/24/DJM/2002.*
- Mahendro 2010, **Peneltian Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar Shell Super, Petronas, Primax92, dan Pertamax**. UMY. Yogyakarta
- Purnama, 2010. **LPG Memiliki Heating Value**. *Jurnal*
- Romadoni dan Siregar, 2012. **Melakukan Penelitian Penggunaan BBG Dengan Convension Kits**. *Jurnal*.
- Romadoni, dkk, 2011. **LPG Dapat Langsung di Aplikasikan Sebagai Bahan Bakar Sepeda Motor Menggunakan Katup Suplai Selenoid**. *Jurnal*.
- Sitorus, 2002. **Melakukan Penelitian Menggunakan BBG Sebagai Bahan Bakar Altenatif**. *Jurnal*.
- Suratman, M. 2002, **Motor Bakar Torak**, Yogyakarta
- Stiadi (2012), **Meneliti Tentang Penggunaan Bahan Bakar Pertamina**. UMY. Yogyakarta
- Outlook Energi Indonesia, 2007. **Pengembangan Teknologi Energi Alternatif Untuk Mendukung Ketahanan danKemandirian Energi Nasional**.nPenerbit BPPT Press. Jakarta.
- Tirtoatmadjo, R & Williyanto 1999. **“Peningkatan Performance Motor Bensin 4 Tak 3 Silinder yang Menggunakan Bahan Bakar Gas dengan Penambahan Blower dan Sistem Injeksi”**. *Jurnal*.
- Yodisworo (1945), **“Studi Alternatif Penggunaan BBg Gas Elpiji Untuk Bahan Bakar Mesin Bensin Konvensional”**. *Jurnal*.