

# ANALISI PERFORMA DAN GAS BUANG MESIN GASOLINE JFZ1E1 TERHADAP BAHAN BAKAR GAS LPG (LIQUEFIED PETROLEUM GAS)

Waldi Hidayat<sup>1</sup> & Wegie ruslan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**ABSTRAK.** Penelitian perbandingan antara mesin yang menggunakan bahan bakar minyak dengan mesin yang menggunakan gas (LPG) jarang dilakukan, sehingga penelitian penggunaan bahan bakar ini harus dilakukan guna memanfaatkan energi gas yang tersedia dengan optimal dan tidak terlalu mengandalkan bahan bakar minyak. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perbandingan performa daya dan torsi antar keduanya serta membandingkan emisi gas buang yang dihasilkan dari keduanya sehingga bisa membandingkan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan bagi lingkungan sekitar.

**Kata kunci** — Bensin; Emisi; Gas buang; Bahan bakar, Minyak

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada era saat ini, manusia sangat membutuhkan alat transportasi untuk membantu bergerak dari suatu tempat menuju tempat lain serta sebagai alat pemudah dalam pekerjaan agar dalam suatu pekerjaan selesai dengan lebih mudah. Kendaraan mobil dan motor merupakan alat transportasi yang paling sering digunakan saat ini.

Terkait dengan meningkatnya kebutuhan kendaraan saat ini, kebutuhan terhadap bahan bakar minyak saat ini juga meningkat. Cadangan kebutuhan bahan bakar minyak saat ini dikhawatirkan akan semakin menipis, sehingga dibutuhkan suatu cara alternatif untuk mengurangi ketergantungan pemakaian bahan bakar minyak tersebut yaitu dengan memanfaatkan energi gas. Serta dalam gas emisi buang yang dihasilkan penggunaan bahan bakar minyak meningkatkan polusi bagi lingkungan sekitar sehingga tidak baik untuk kesehatan.

Negara Indonesia mulai mengembangkan salah satu energi alternatif yaitu dengan menggunakan bahan bakar gas. Bahan bakar gas terdiri dari 2 jenis yaitu CNG (*Compressed Natural Gas*) dan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Penggunaan bahan bakar gas ini lebih baik dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar minyak karena gas emisi buang lebih ramah lingkungan. Ketersediaan bahan bakar fosil sangat terbatas sehingga perlu adanya kajian tentang strategi pengamanan pasokan energi fosil agar tidak mengalami krisis energi di masa depan nanti.

Untuk menanggulangi ketergantungan pada bahan bakar minyak dibutuhkan alternatif bahan bakar terbarukan untuk kendaraan khususnya untuk kendaraan bermotor layaknya seperti LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). LPG dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak pada kendaraan dengan begitu memberikan pasokan energi bagi sarana transportasi untuk kebutuhan masyarakat dengan waktu relatif lama.[1]

### Tujuan

Tujuan penelitian untuk mengetahui performa torsi dan daya serta hasil gas buang antara bahan bakar Pertamina dan LPG pada kendaraan dengan kode mesin JFZ1E1 dengan pengujian langsung.

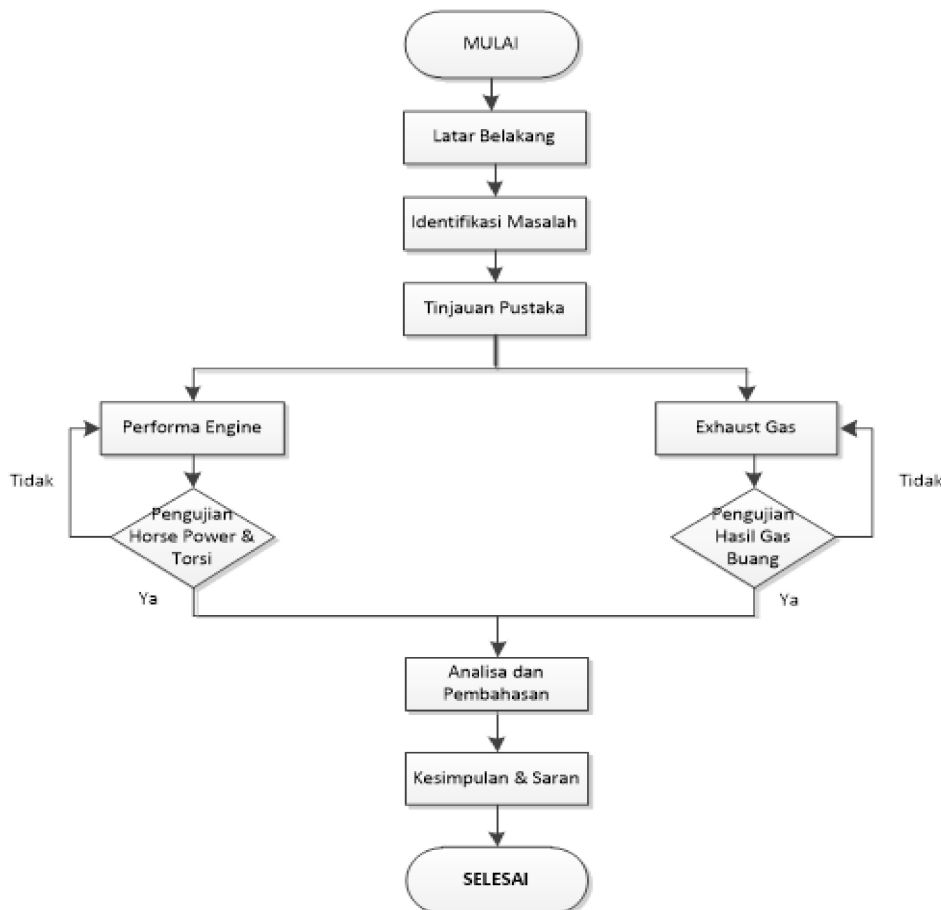
### Cakupan Penelitian

Cakupan penelitian diperlukan agar penelitian lebih terarah dan menghindari pembahasan menjadi meluas. Cakupan dalam penelitian ini adalah:

1. Cakupan penelitian ini dibatasi hanya membahas perbandingan torsi dan daya serta emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaran mesin dengan membandingkan menggunakan bahan bakar pertamax dan LPG.
2. Jenis bahan bakar yang dipakai selama penelitian berlangsung adalah bahan bakar dengan standar yang sudah ditetapkan oleh Pertamina.
3. Tidak merubah sistem pengapian pada mesin.

### METODE

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membandingkan performa *horse power* dan torsi menggunakan bahan bakar minyak (Pertamax) dengan menggunakan bahan bakar gas (LPG) serta membandingkan emisi gas buang, lalu di analisis data. Tahapan proses kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan melalui diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

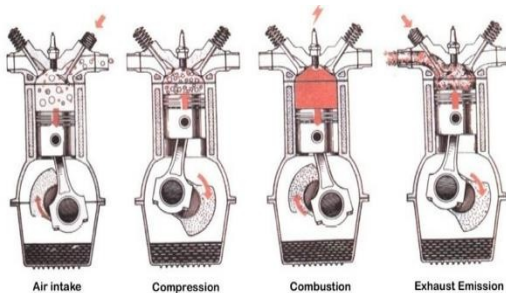
## HASIL

### Motor Bensin

Motor bakar bensin atau biasa juga disebut dengan (otto engine) adalah. penggerak yang paling sering digunakan, motor bensin sendiri memiliki 2 jenis tipe pembakaran, yaitu pembakaran dalam dan pembakaran luar. Pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine* adalah merupakan pembakaran dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi mekanik, sedangkan pembakaran luar atau *Eksternal Combustion Engine* merupakan pembakaran dengan cara memperoleh energi dengan proses dari luar.[2] Motor bakar bensin ini sendiri memiliki 2 siklus yang diketahui secara umum oleh masyarakat, yaitu motor 4 langkah (*four stroke*) dan motor 2 langkah (*Two Stroke*). Pada motor empat langkah terdapat 4 kali langkah piston naik atau memiliki 2 kali putaran poros engkol (*crankshaft*) untuk satu siklus nya, sedangkan untuk motor dua langkah hanya memiliki dua kali langkah piston naik turun atau satu kali putaran poros engkol (*crankshaft*).

### Prinsip Kerja Motor Bensin

Prinsip pembakaran pada motor bensin adalah membakar bahan bakar untuk mendapatkan energi thermal. untuk melakukan gerakan mekanik dibutuhkan energi thermal yang telah diperoleh. Prinsip kerja motor bensin, secara sederhana campuran udara dan bensin dari karburator dihisap masuk kedalam silinder.[3] Motor bakar merupakan salah satu jenis kalor, mesin yang menggunakan perubahan energi pada awalnya menggunakan energi panas yang kemudian diubah menjadi energi mekanik, energi tersebut diperoleh dari hasil pembakaran.[4]



Gambar 1. Prinsip Kerja Motor Bensin

Motor bakar bensin mempunyai 2 macam tipe, yaitu 4 tak dan 2 tak motor bakar, pada 4 tak itu sendiri dibutuhkan 4 gerakan torak atau dengan 2 kali putaran poros engkol dalam satu siklus, sedangkan pada motor 2 tak dibutuhkan hanya 2 gerakan torak atau satu putaran poros engkol. [5]

#### a. Prinsip Kerja Mesin Bensin 4 Langkah

##### a. Langkah hisap (*suction stroke*)

Langkah hisap terjadi ketika piston bergerak dari TMA menuju TMB dengan katup masuk terbuka dan katup buang tertutup, sehingga terjadi kenaikan volume didalam ruang bakar.[6]

##### b. Langkah kompresi (*compression stroke*)

Ketika piston mencapai TMB, katup masuk tertutup dan piston akan kembali menuju TMA dengan keadaan semua katup tertutup, campuran bahan bakar dan udara didalam silinder dikompresi [14], lalu menaikkan tekanan dan suhu didalam ruang bakar, bunga api listrik diumpankan melalui spark plug ketika piston berada beberapa derajat sebelum TMA. [8]

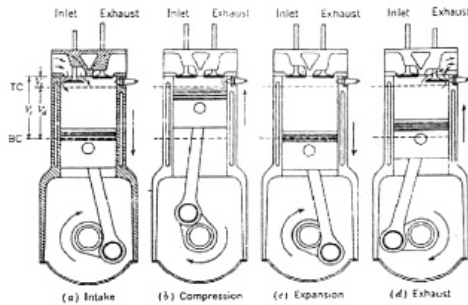
##### c. Langkah kerja (*power stroke*)

Tekanan yang tinggi dari proses kompresi mendorong piston dari TMA menuju TMB, dengan kondisi semua katup tertutup. Output kerja dari siklus mesin dihasilkan pada langkah kerja ini,

ketika piston bergerak dari TMA ke TMB volume ruang bakar meningkat kembali, menyebabkan tekanan dan suhu kembali turun. [8]

d. Langkah buang (*exhaust stroke*)

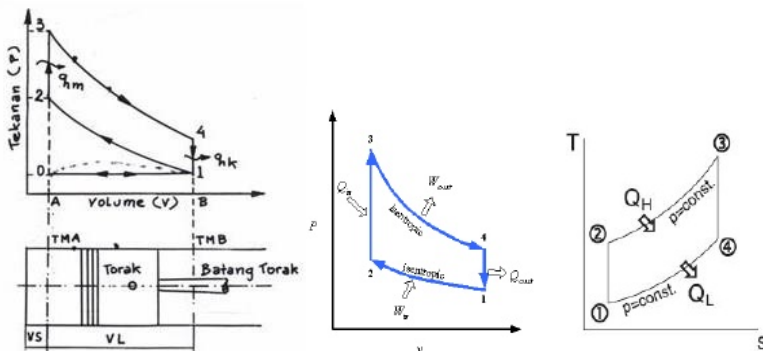
Pada saat piston mencapai TMB, silinder masih penuh dengan gas buang. Dengan katup buang yang terbuka, piston sekarang bergerak dari TMB ke TMA pada langkah buang. Ketika piston mendekati TMA maka katup masuk mulai membuka dan katup buang akhirnya secara penuh tertutup. [7]



Gambar 2. Prinsip Kerja Motor Bakar Bensin 4 Langkah

Siklus Ideal Mesin Bensin 4 Langkah

Proses pembakaran didalam motor bakar torak berlangsung secara periodik. Siklus adalah urutan kejadian yang berulang secara berlanjut dan teratur dalam urutan yang sama. Motor bensin bekerja berdasarkan siklus bensin (siklus udara tekanan tetap) siklus bensin ideal mempunyai 4 langkah seperti gambar dibawah ini [9]



Gambar 3. Siklus Ideal Mesin Bensin 4 Langkah

1. Langkah 0 – 1 adalah langkah hisap, yang terjadi pada tekanan (P) yaitu campuran bahan bakar dan udara yang dihisap kedalam silinder konstan (*isothermic*). [9]
2. Langkah 1 – 2 adalah langkah kompresi adiabatik reversibel, yaitu campuran bahan bakar dan udara dikompresi, pada kondisi isentropik (*Isentropic*). [9]
3. Langkah 2 – 3 merupakan proses pembakaran pada volume konstan (*Isokhorik*), campuran udara dan bahan bakar dinyalakan dengan bunga api. [9]
4. Langkah 3 – 4 merupakan proses ekspansi adiabatik reversibel, yang terjadi secara isentropik (*Isentropic*), kerja yang ditimbulkan gas panas yang berekspansi. [9]
5. Langkah 4 – 1 adalah proses pembuangan panas pada volume konstan, panas dibuang melewati dinding ruang bakar. (*Isokhorik*). [9]
6. Langkah 1 – 0 adalah adalah proses pembuangan kalor, katup buang terbuka maka gas sisa pembakaran terbang keluar menuju ke knalpot (*Isothermic*). [9]

## Horse Power dan Torsi

### 1. Horse power

Adalah salah satu parameter dalam menentukan performa motor, perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar itu sendiri. [10]

$$P = \frac{2(\pi)(n)(T)}{(75)(60)} hp \quad (1)$$

### 2. Torsi

Momen puntir atau torsi adalah suatu ukuran kemampuan motor untuk menghasilkan kerja. di dalam torsi motor berguna pada waktu kendaraan akan bergerak (*start*) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi. [9]

$$T = (F)(r)$$

Pertamax

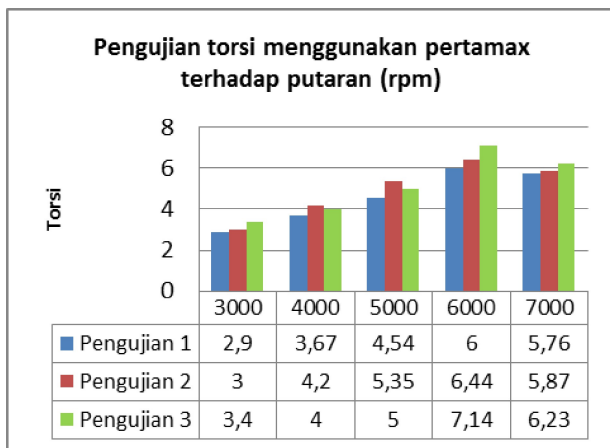


Diagram 1. Pengujian Torsi dengan Pertamax

Dari Diagram diatas dapat diketahui pada rpm 3000 di dapatkan hasil pengujian 1 yaitu 2,98 Nm, pada pengujian ke 2 yaitu 3 Nm, pengujian ke 3 yaitu 3,40 Nm, pada rpm 4000 di dapatkan hasil pengujian 1 yaitu 3,67 Nm, pada pengujian ke 2 yaitu 4,20 Nm, pengujian ke 3 yaitu 4 Nm, pada rpm 5000 didapatkan hasil pengujian 1 yaitu 4,54 Nm, pada pengujian ke 2 yaitu 5,35 Nm, pada pengujian ke 3 yaitu, 5 Nm, pada rpm 6000 didapatkan hasil pengujian ke 1 yaitu 6 Nm, pada pengujian ke 2 yaitu 6,44 Nm, pada pengujian ke 3 yaitu 7,14 Nm, pada rpm 7000 didaptnkan hasil pengujian ke 1 yaitu 5,76 Nm, pada pengujian ke 2 yaitu 5,87 Nm, pada pengujian ke 3 yaitu 6,23 Nm.

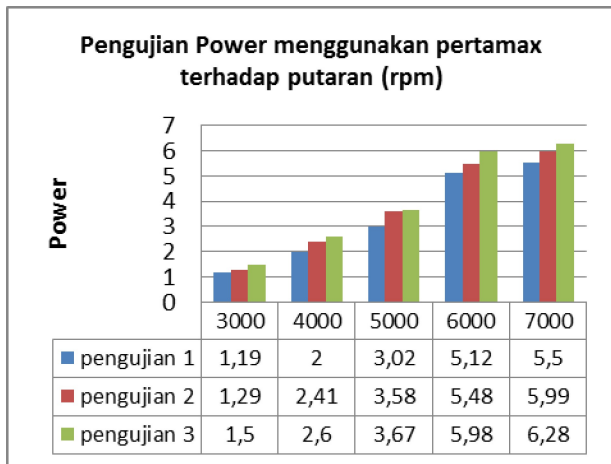


Diagram 2. Pengujian *Power* dengan Pertamax

Dari diagram diatas pada perhitungan power dengan menggunakan pertamax pada rpm 3000 di dapatkan hasil pengujian 1 yaitu 1,19 hp, pada pengujian ke 2 yaitu 1,29 hp, pengujian ke 3 yaitu 1,5 hp, pada rpm 4000 didapatkan hasil 2 hp pada pengujian ke 1, pada pengujian ke 2 yaitu 2,41 hp, pengujian ke 3 yaitu 2,60 hp, pada rpm 5000 didapatkan hasil 3,02 hp pada pengujian ke 1, pada pengujian ke 2 yaitu 3,58 hp, pengujian ke 3 yaitu 3,67 hp, pada rpm 6000 didapatkan hasil 5,12 hp pada pengujian ke 1, pada pengujian ke 2 yaitu 5,48 hp, pengujian ke 3 yaitu 5,98 hp, pada rpm 7000 didapatkan hasil 5,50 hp pada pengujian ke 1, pengujian ke 2 di dapatkan hasil yaitu 5,99 hp, pengujian ke 3 yaitu 6,28 hp.

Tabel 1. Emisi Gas Buang dengan Pertamax

Putaran (rpm)	CO (%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)
2000	0,46	284	6,4
4000	1,72	129	7,7
6000	1,45	119	11,5

### LPG

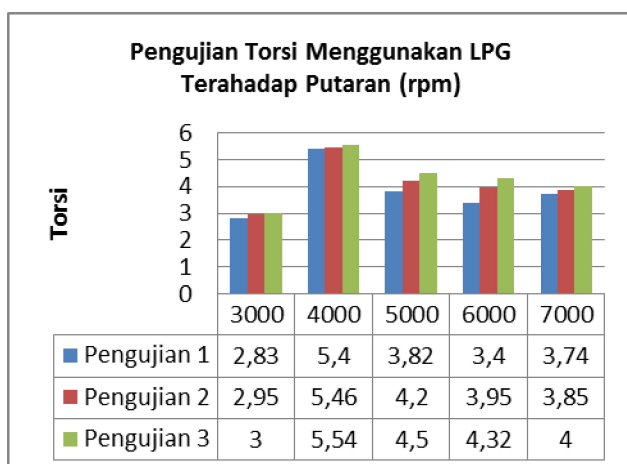


Diagram 3. Pengujian Torsi dengan LPG

Dari diagram di atas dapat diketahui pada rpm 3000 di dapatkan hasil pengujian 1 mendapatkan nilai 2,83 Nm, pada pengujian kedua 2,95 Nm, pada pengujian terakhir mendapatkan 3 Nm. Pada percobaan rpm 4000 di dapatkan hasil pengujian pertama yaitu 5,4 Nm, kemudian pada pengujian selanjutnya mendapatkan 5,46 Nm, pada pengujian terakhir mendapatkan 5,54 Nm. Pada percobaan rpm 5000 di dapatkan hasil pengujian 1

mendapatkan 3,82 Nm, pada percobaan selanjutnya mendapatkan 4,2 Nm, kemudian percobaan terakhir mendapatkan 4,5 Nm. Pada percobaan dengan menggunakan rpm 6000 di dapatkan hasil pengujian 1 yaitu 3,4 Nm, percobaan selanjutnya mendapatkan 3,95 Nm, percobaan terakhir mendapatkan 4,32 Nm. Pada percobaan dengan rpm 7000 di dapatkan hasil pengujian 1 yaitu 3,74 Nm, pada percobaan selanjutnya yaitu 3,85, sedangkan percobaan terakhir mendapatkan 4 Nm.

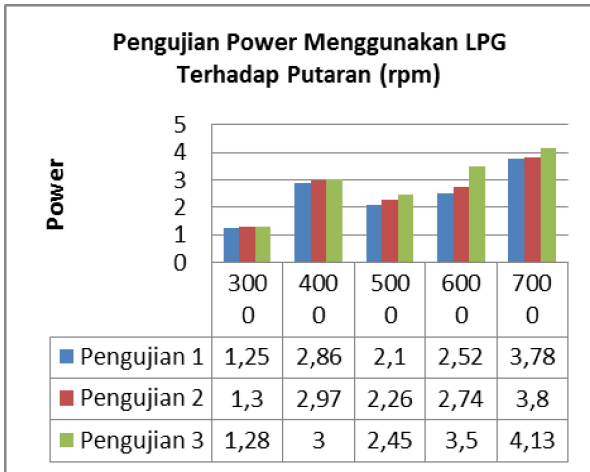


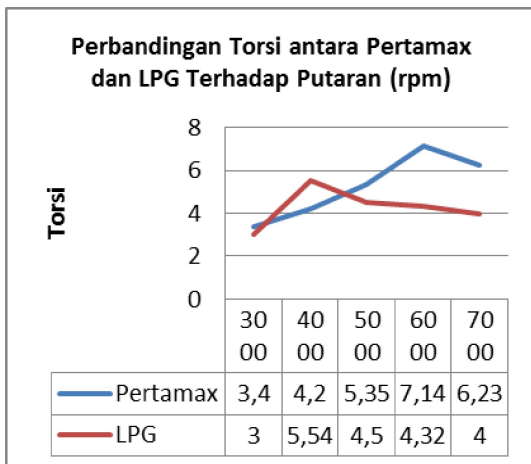
Diagram 4. Pengujian *Power* dengan LPG

Dari diagram di atas diketahui pada rpm 3000 mendapatkan hasil yaitu 1,25 hp, sedangkan pada percobaan selanjutnya mendapatkan hasil 1,3 hp, pada percobaan terakhir mendapatkan 1,28 hp. Pada percobaan dengan menggunakan rpm 4000 di dapatkan hasil yaitu dengan pengujian 1 yaitu 2,86 hp, pada percobaan selanjutnya mendapatkan hasil 2,97, pada percobaan terakhir mendapatkan 3 hp. Percobaan selanjutnya menggunakan rpm 5000 pada percobaan 1 mendapatkan hasil 2,1 hp, pada percobaan selanjutnya mendapatkan hasil 2,26, percobaan terakhir mendapatkan 2,45. Pada percobaan dengan rpm 6000 pengujian 1 mendapatkan hasil 2,52 hp, sedangkan percobaan selanjutnya mendapatkan 2,74 hp, pada percobaan terakhir mendapatkan 3,5 hp. Percobaan dengan rpm 7000 pada pengujian 1 mendapatkan hasil yaitu 3,78 hp, percobaan selanjutnya mendapatkan 3,8 hp, pada percobaan terakhir mendapatkan 4,13 hp.

Tabel 2. Emisi Gas Buang dengan LPG

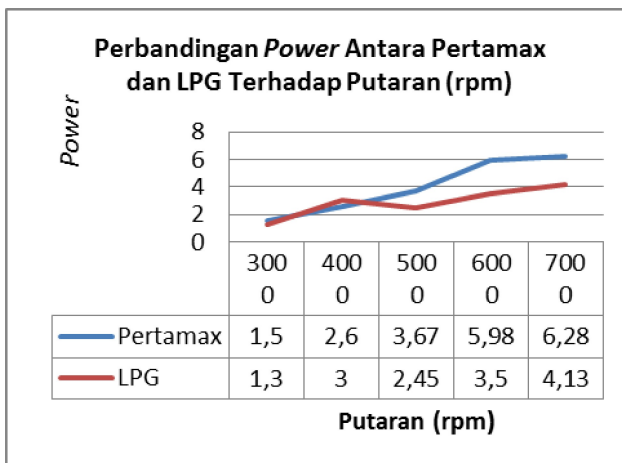
No	Putaran (rpm)	CO(%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)
1	2000	0,5	350	14,5
2	4000	0,75	360	13,75
3	6000	1,75	345	12,5

a. Perbandingan Torsi dan *Power*



Grafik 1. Perbandingan Torsi Pertamina dan LPG

Dapat kita lihat dari grafik di atas merupakan hasil pengambilan data dari Pertamina dan LPG, Grafik di atas diambil dari nilai torsi yang tertinggi dari setiap pengujian, dan grafik di atas menunjukkan nilai torsi tertinggi yaitu dengan menggunakan Pertamina pada putaran 6000 rpm dengan nilai 7,14 Nm.

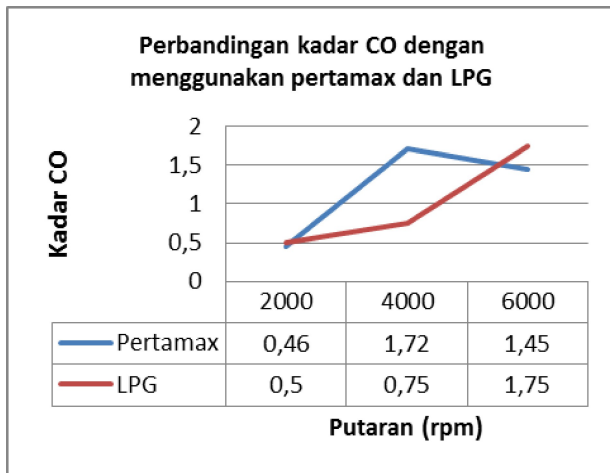


Grafik 2. Perbandingan *Power* Pertamina dan LPG

Dapat kita lihat grafik di atas merupakan hasil pengambilan data dari Pertamina dan LPG, Grafik di atas diambil dari *power* yang tertinggi dari setiap pengujian, dan grafik di atas menunjukkan nilai *power* tertinggi yaitu dengan menggunakan Pertamina dengan 7000 rpm mendapat nilai 6,28 hp.

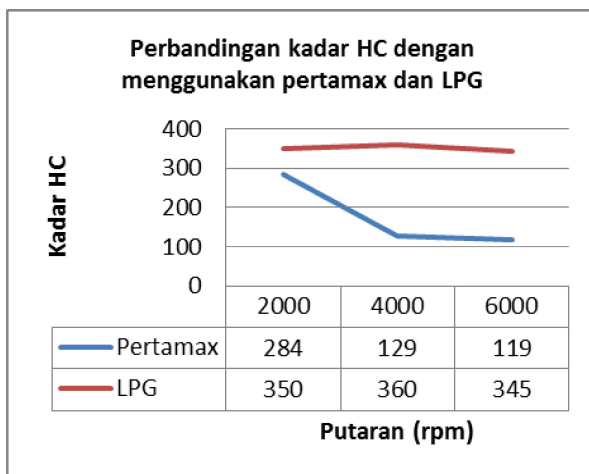
Perbandingan Emisi Gas Buang Pertamina dan LPG





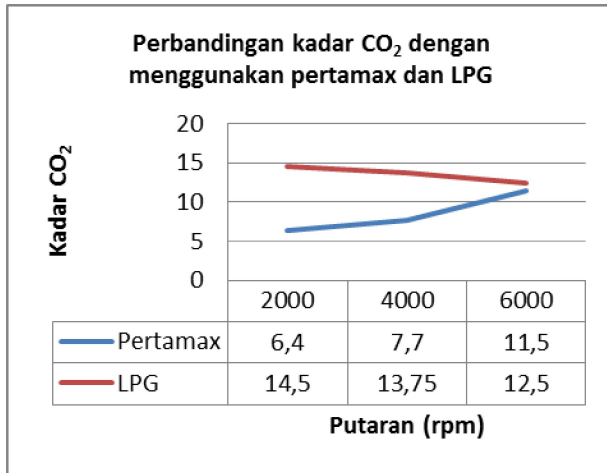
Grafik 3. Perbandingan Emisi Gas Buang CO

Dari grafik diatas menunjukan bahwa pembakaran dengan bahan bakar LPG terjadi lebih sempurna dibandingkan dengan menggunakan pertamax, karena gas LPG memiliki kadar karbon yang lebih rendah, hal ini disebabkan karena bahan bakar gas LPG memiliki nilai angka oktan yang lebih tinggi (120) dari pada pertamax (92). Sehingga hasil pembakarannya relatif lebih bersih.



Grafik 4. Perbandingan Emisi Gas Buang HC

Dari grafik diatas menunjukan bahwa pada pembakaran dengan bahan bakar LPG terjadi peningkatan HC. Kadar HC gas buang menunjukan besarnya jumlah bahan bakar yang terbuang percuma dalam proses pembakaran. Dengan bahan bakar gas kadar emisi gas buang HC tinggi dikarenakan spesifikasi pada mesin tersebut memang dirancang untuk mesin bahan bakar bensin. Hal ini disebabkan *timing* pengapian tidak tepat ketika menggunakan bahan bakar gas sehingga mengakibatkan banyak bahan bakar gas yang tidak terbakar secara sempurna dan mengakibatkan kadar emisi gas buang HC tinggi.



Grafik 5. Perbandingan Emisi Gas Buang CO<sub>2</sub>

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pembakaran dengan menggunakan LPG mengalami peningkatan kadar CO<sub>2</sub> dengan selisih 3% dari penggunaan dengan pertamax. Kadar CO<sub>2</sub> menunjukkan hasil pembakaran didalam mesin semakin tinggi nilainya maka semakin baik pembakaran yang terjadi.

## KESIMPULAN

- a. Untuk menggunakan bahan bakar gas LPG pada kendaraan bermotor digunakan suatu alat konverter dimana alat ini berfungsi untuk mengkonversi atau merubah pemakaian bahan bakar minyak (BBM) ke bahan bakar gas (BBG) yang dimasukkan ke dalam mesin kendaraan bermotor.
- b. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan mesin dengan menggunakan bahan bakar pertamax menghasilkan torsi dan daya yang lebih tinggi di bandingkan dengan menggunakan bahan bakar LPG, hal ini di sebabkan kandungan perunit dari energi bensin lebih besar (31,85 kg/J) sedangkan LPG (25,525 kg/J).
- c. Pada penggunaan mesin bensin mendapatkan nilai CO<sub>2</sub> sebesar 11,5% sedangkan pada mesin dengan LPG mendapatkan nilai 12,5% pembakaran dengan menggunakan LPG mengalami peningkatan kadar CO<sub>2</sub>, menunjukkan pembakaran didalam mesin, semakin tinggi nilainya maka semakin baik pembakaran yang terjadi. Nilai HC dari pembakaran dengan LPG mengalami peningkatan HC sebesar 350 ppm sedangkan pada mesin menggunakan LPG mendapatkan nilai sebesar 284 ppm, kadar HC pada gas buang menunjukkan besar jumlah nya bahan bakar yang terbuang percuma dalam proses pembakaran, hal ini disebabkan mesin tersebut di design menggunakan bahan bakar bensin. Pada kandungan CO mesin bensin mendapatkan nilai 1,45% sedangkan pada LPG mendapatkan nilai 1,75% pembakaran dengan bahan bakar LPG lebih sempurna sehingga kandungan nilai CO lebih rendah, hal ini di sebabkan nilai oktan pada LPG lebih tinggi (120) dibandingkan pertamax (92).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Kurniaty dan H. Hermansyah, "Potensi pemanfaatan LPG (Liquefied Petroleum Gas) sebagai bahan bakar bagi pengguna kendaraan," 2016.
- [2] F. Parende, I. H. Gunawan, dan I. N. Gede, "Analisis konsumsi bahan bakar motor bensin yang terpasang pada sepeda motor suzuki smash 110cc," 2013.
- [3] A. Suyatno, "Pengaruh pemanasan bahan bakar dengan radiator sebagai upaya meningkatkan kinerja mesin bensin," 2010.
- [4] M. T. Mara Made I, Wirawan Made, "Pengaruh ignition timing dengan bahan bakar LPG terhadap unjuk kerja mesin bensin empat langkah satu silinder," 2014.
- [5] A. Sanata, "Optimalisasi prestasi mesin bensin dengan variasi temperatur campuran bahan bakar premium dan etanol," 2012.
- [6] A. K. Faisal, "Analisis performa mesin menggunakan bahan bakar pertamax, pertamax turbo, shell

super, dan shell v-power terhadap daya dan torsi pada yamaha NMAX 155cc,” 2019.

- [7] U. S. Dharma dan T. H. Wahyudi, “Pengaruh volume ruang bakar sepeda motor terhadap prestasi mesin sepeda motor 4 langkah,” 2015.
- [8] W. W. Pulkrabek, “Engineering fundamentals of the internal combustion engine,” 2004.
- [9] I. G. Wiratmaja, “Analisa unjuk kerja motor bensin akibat pemakaian biogasoline,” 2010.
- [10] S. Mulyono dan G. Budha, “Pengaruh penggunaan dan perhitungan efisiensi bahan bakar premium dan pertamax terhadap unjuk kerja motor bakar bensin,” 2012.