

## Efek Perubahan Kapasitas Mesin dan Penggunaan 2 Busi pada Motor 4 Langkah terhadap BSFC dan Emisi Gas Buang

Farid Majedi<sup>1\*</sup>, Fredy Susanto<sup>2</sup>, Boy Pranaga Sandy<sup>3</sup>, Bayu Wiratmoko<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Prodi Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Madiun

\*farid@pnm.ac.id

### Abstract

*Petroleum reserves are depleted, the efficient use of petroleum products is needed. Fuel substitution that can be used is ethanol. The motor is modified so that the use of ethanol as a substitute for gasoline can be done. This study aims to test the rate of fuel consumption, BSFC and exhaust gas emissions with changes in engine capacity and the use of 2 spark plugs. This research method is to modify the engine capacity from 113.7 cc to 100.45 cc and use 2 spark plugs. Fuel consumption rate testing, BSFC and exhaust gas emissions have 95% ethanol fuel modification by testing fuel consumption and gas analyzer engine, to get the fuel consumption rate and exhaust gas emissions, especially toxic gas CO and HC. The results showed that the machine with the same capacity of 113.7 cc with 95% ethanol fuel and pertalite was the average consumption rate increased by 11.3%, the average BSFC increased by 66.24%, the average CO concentration decreased by 33.29%, HC concentration experienced an average increase of 9.34%.*

*Keywords: two spark plugs, ethanol, pertalite, BSFC, exhaust gas emissions*

### Abstrak

Cadangan minyak bumi menipis, diperlukan efisiensi penggunaan produk minyak bumi. Substitusi bahan bakar yang bisa digunakan adalah etanol. Motor dimodifikasi agar penggunaan etanol sebagai pengganti bensin dapat dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji Laju Konsumsi Bahan Bakar, BSFC dan emisi gas buang dengan perubahan kapasitas mesin dan penggunaan 2 busi. Metode penelitian ini adalah memodifikasi kapasitas mesin dari 113,7 cc menjadi 100,45 cc dan menggunakan 2 busi. Pengujian laju konsumsi bahan bakar, BSFC dan emisi gas buang hasil modifikasi bahan bakar etanol 95% dengan menguji konsumsi bahan bakar dan mesin *gas analyzer*, untuk mendapatkan nilai laju konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang terutama gas beracun CO dan HC.. Hasil penelitian menunjukkan dengan mesin dengan kapasitas sama 113,7 cc dengan bahan bakar etanol 95% dan *pertalite* adalah laju konsumsi rata-rata naik 11,3 %, BSFC rata-rata naik 66,24%, Konsentrasi CO rata-rata mengalami penurunan 33,29% , Konsentrasi HC rata-rata mengalami kenaikan 9,34%.

*Kata kunci: dua busi, etanol, pertalite, BSFC, emisi gas buang*

### 1. Pendahuluan

Dengan menipisnya cadangan minyak bumi diperlukan efisiensi penggunaan produk minyak bumi [1]. Substitusi bahan bakar yang bisa digunakan adalah etanol. Produksi etanol bisa di dari bahan yang dapat diperbaharui seperti tumbuh-tumbuhan. Massa jenis etanol berbeda dengan bahan bakar fosil dan mesin yang menggunakan campuran etanol akan sulit dinyalakan pada saat awal pengoperasian dan lain-lain [2]. Nilai *Lower Heating Value*

(*LHV*) etanol lebih rendah jika dibandingkan dengan bensin. Sehingga torsi akan lebih kecil dibanding bensin dengan kondisi mesin standart [3]. Untuk meningkatkan performa dapat dengan cara meningkatkan kapasitas silinder mesin [4]. Disamping performa mesin sebagai acuan keberhasilan modifikasi mesin maka BSFC dan emisi gas buang juga harus diperhatikan.

Dari penelitian sebelumnya antara lain: ada kenaikan rata-rata torsi, daya, dan

bmp sebesar 6,393% relatif terhadap pengapian standar, efisiensi suhu mengalami kenaikan sebesar 5,409%, sfc mengalami penurunan rata-rata sebesar 1,97%, serta emisi CO dan HC mengalami penurunan, masing masing sebesar 5,405% dan 7,443% dengan variasi *Ignition Timing Mapping* ( $10^\circ$ ,  $13^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $19^\circ$ , dan  $21^\circ$  BTDC) menggunakan *Eddy Current Dynamometer* nilai AFR *pertalite* yang cenderung berada di atas premium yang sesuai dengan analisa kalor laten penguapan, serta *Ignition Timing Mapping* dengan [5]. Dengan menggunakan busi 2 lebih efisien dibandingkan dengan busi 1 untuk pembakaran etanol 94-100%. [6]. Dengan simulasi variasi bentuk permukaan torak cekung dan cembung memberi hasil torak cembung menghasilkan tingkat kompresi lebih tinggi dan meningkatkan daya motor yang besar [7].

Dengan permasalahan ini penulis melakukan penelitian dengan modifikasi kapasitas mesin dan busi untuk mengetahui laju konsumsi bahan bakar dan BSFC dan juga menurunkan emisi gas buang. Pengujian dilakukan dengan menguji u konsumsi bahan bakar dan *gas analyzer*, yaitu untuk mendapatkan nilai laju konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang terutama gas beracun CO dan HC pada kapasitas 100,45 cc dengan satu busi (standar) berbahan bakar pertalite dibandingkan dengan mesin modifikasi kapasitas silinder 100.45 cc dengan dua busi berbahan bakar etanol 95%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui BSFC (*Brake Specific Fuel Consumption*) dan emisi gas buang bahan bakar etanol 95% dengan cara modifikasi kapasitas mesin dan 2 busi. Hasil yang diharapkan BSFC dan penurunan gas buang beracun CO dan HC.

## 2. Metoda Penelitian

### 2.1. Bahan Baku

Dalam penelitian ini, motor mio J berkapasitas 113.7 cc, dengan tipe *Fuel Injection*, *SOHC 2 valve* dan berpendingin udara yang telah dimodifikasi menjadi

kapasitas 100,45  $\text{cm}^3$  dan menggunakan dua busi (dengan posisi yang sudah dimodifikasi).

### 2.2. Metode Penelitian

Gambar 1 adalah skema penelitian. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan pengaruh variabel Independen (kapasitas mesin dan 2 busi) terhadap variasi dependen (laju konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang) dalam kelompok eksperimental.

Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi kapasitas mesin dari 113,7 cc menjadi 110,45 cc dan 2 busi. Pengujian dilakukan menguji laju konsumsi bahan bakar dan *gas analyzer*, yaitu untuk mendapatkan nilai laju konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang terutama gas beracun pada kapasitas silinder 100,45 cc (satu busi) berbahan bakar pertalite dibandingkan dengan mesin modifikasi kapasitas silinder 100.45 cc dengan dua busi berbahan bakar etanol 95%.



Gambar 1. Skema Penelitian

## 3. Hasil Penelitian

### 3.1. Data Pengujian

Setelah hasil modifikasi mesin selesai pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yaitu untuk mendapatkan nilai laju konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang terutama gas beracun CO dan HC pada kapasitas 100,45 cc dengan satu busi (standar) berbahan bakar pertalite dibandingkan dengan mesin modifikasi kapasitas silinder 100.45 cc dengan dua busi berbahan bakar etanol 95%. Dari beberapa pengujian diperoleh rangkuman

data hasil pengujian seperti dalam Tabel 1. sampai dengan Tabel 4.

Tabel 1. *Propertiespertalite* dan etanol 95%

Data	LHV (Kcal/kg)
Pertalite	10478,01
Etanol 95%	8246,49

Tabel 2. Perbandingan Laju Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Kapasitas Silinder 113,7 cc (*Pertalite*), 100,45 cc (*Pertalite*) dan 100,45 cc (Etanol 95%)

No	Putaran Mesin (RPM)	Laju Konsumsi BB Mesin 100.45 cc ( <i>Pertalite</i> ) (kg/jam)	Laju Konsumsi BB Mesin 100.45 cc (Etanol 95%) (kg/jam)
1	3000	0,41	0,64
2	4000	0,53196	0,83
3	5000	0,62	0,87
4	6000	0,94	1,17

Tabel 3. Data *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) pada kapasitas mesin 100,45 cc bahan bakar pertalite dan Kapasitas Mesin 100,45 cc bahan bakar etanol 95%

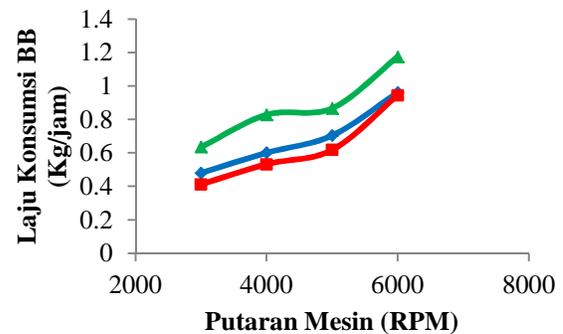
No	Putaran Mesin (RPM)	BSFC Mesin 100.45 cc ( <i>Pertalite</i> ) (kg/HP. hour)	BSFC Mesin 100.45 cc (Etanol 95%) (kg/hp.hour)
1	3000	0,087234	0,172973
2	4000	0,08866	0,153704
3	5000	0,098413	0,15
4	6000	0,142424	0,201724

Tabel 4 Data konsentrasi CO, HC, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada kapasitas mesin 100,45 cc bahan bakar pertalite dan kapasitas Mesin 100,45 cc bahan bakar etanol 95%

No	Putaran Mesin (RPM)	Kapasitas Mesin 100.45 cc ( <i>Pertalite</i> )		Kapasitas Mesin 100.45 cc (Etanol 95%)	
		CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
1	3000	4,06	310	5,71	198
2	4000	3,21	148	3,78	182
3	5000	3,9	158	0,12	292
4	6000	3,54	131	0,19	169

### 3.2. Pembahasan

*Analisa Pengaruh Putaran Mesin terhadap Laju Konsumsi Bahan Bakar*



- ◆— = Konsumsi bahan bakar padamesinkapasitasilinder 113.7 cc denganbahanbakarpertalite(kg/jam)
- ▲— = Konsumsi bahan bakar padamesinkapasitasilinder100,45 cc denganbahanbakaretanol 95% (kg/jam)
- = Konsumsi bahan bakar padamesinkapasitasilinder100,45 cc denganbahanbakarpertalite(kg/jam)

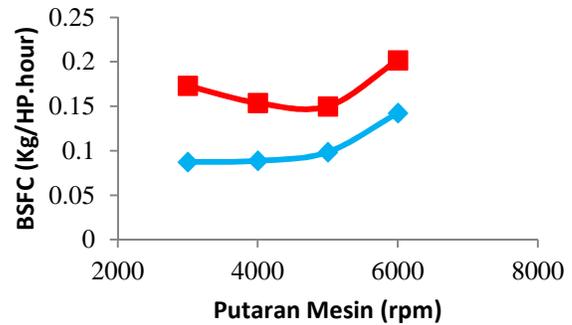
Gambar 2. Grafik Hubungan Laju Konsumsi Bahan Bakar dan Putaran Mesin

Gambar 2 terlihat laju konsumsi mesin dengan kapasitas 113,7 cc lebih besar 11,3 % dibanding dengan laju konsumsi mesin dengan kapasitas 100,45 cc dengan bahan bakar yang sama pertalite.Sedangkan penggunaan bahan

bakar etanol menghasilkan laju konsumsi bahan bakar yang lebih banyak dibanding bensin. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 2. Menurut [8], dengan perbedaan nilai kalor antara bensin dan etanol maka kecenderungan terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar. Etanol yang memiliki nilai kalor lebih rendah daripada bensin akan memerlukan lebih banyak bahan bakar agar menghasilkan daya mesin yang sama.

#### *Analisa Pengaruh Putaran Mesin terhadap Brake Specific Fuel Consumption (BSFC)*

Gambar 3 menunjukkan pengaruh putaran mesin pada mesin kapasitas 100,45 cc bahan bakar *pertalite* dan kapasitas mesin 100,45 cc bahan bakar etanol 95% terhadap *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC). Putaran mesin diukur pada putaran 3000 rpm sampai dengan 6000 rpm. Pada perhitungan BSFC diperlukan pengujian laju konsumsi bahan bakar yang telah dilakukan dengan hasil lihat Gambar 3. Laju konsumsi bahan bakar diuji dengan putaran mesin dan torsi konstan. Pada Gambar 3 terlihat dengan kenaikan rpm maka BSFC akan naik juga. Hal ini dikarenakan dengan kenaikan putaran mesin maka membutuhkan bahan bakar yang semakin banyak. Pada Gambar 3 terlihat nilai BSFC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar etanol 95% rata-rata naik 66,24% dari BSFC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar *pertalite*. Hal ini disebabkan adanya perbedaan nilai kalor antara etanol dan *pertalite*. Dengan nilai kalor etanol yang lebih rendah dari nilai kalor *pertalite* menyebabkan kebutuhan etanol untuk pembakaran lebih banyak dari *pertalite* pada kapasitas mesin yang sama 100,45 cc agar menghasilkan daya mesin yang sama.



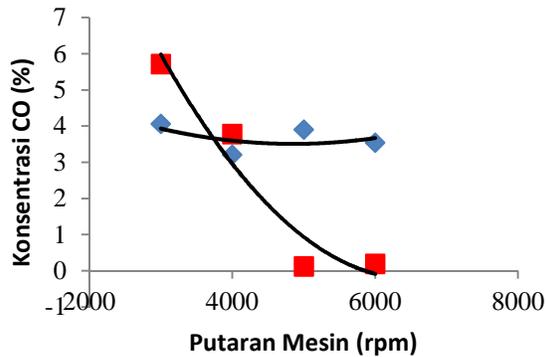
- ◆— = BSFC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar *pertalite* (kg/HP.hour)
- = BSFC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar etanol 95% (kg/HP.hour)

Gambar 3. Grafik Hubungan Laju Konsumsi Bahan Bakar dan Putaran Mesin

#### *Analisa Pengaruh Putaran Mesin Konsentrasi CO dan HC*

Pada Gambar 4 menunjukkan pengaruh putaran mesin pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar *pertalite* dan kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar etanol 95% terhadap konsentrasi CO. Kadar CO dapat diukur dengan menggunakan alat *gas analyzer*. Konsentrasi CO pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar *pertalite* dan kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar etanol 95% secara garis besar mengalami penurunan dengan kenaikan putaran mesin (rpm). Konsentrasi CO terbentuk karena bahan bakar yang terbakar di dalam ruang bakar tidak terbakar seluruhnya. Kadar CO sebenarnya hanya 0,9% dari prosentasi gas buang yang dikeluarkan kendaraan bermotor [9] tapi meski kecil CO adalah gas beracun. Dengan demikian makin kecil gas CO yang dikeluarkan kendaraan bermotor maka dapat mengurangi gas mematikan pada udara. Kadar CO pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar *pertalite* dan kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar etanol 95% rata-rata masih dibawah standar permen LH 4,5% [10] untuk kendaraan bermotor keluaran diatas 2010, kecuali pada putaran mesin 3000 rpm. Konsentrasi CO pada mesin

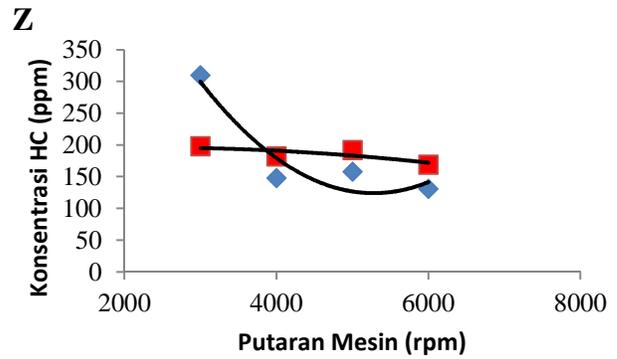
kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar etanol 95% rata-rata mengalami penurunan 33,29% dibanding dengan konsentrasi CO pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar *pertalite*.



- ◆ = Konsentrasi CO pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar *pertalite* (%)
- = Konsentrasi CO pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar etanol 95% (%)

Gambar 4. Grafik Hubungan Konsentrasi CO dan Putaran Mesin

Pengaruh putaran mesin pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar *pertalite* dan kapasitas silinder 100,45 cc bahan bakar etanol 95% terhadap konsentrasi HC dapat dilihat pada Gambar 5. Sama dengan CO, HC adalah salah satu gas beracun yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor sebesar 0,09% dari prosentase total gas yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor. Hidrokarbon (HC) merupakan unsur yang tidak terbakar pada saat proses pembakaran tidak sempurna di ruang bakar. Konsentrasi HC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan Bahan Bakar etanol 95% rata-rata mengalami kenaikan 66,6% dibanding konsentrasi hc pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar *pertalite*. Meski demikian konsentrasi HC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar etanol 95% masih dibawah standar permen LH sebesar 2000 ppm [10].



- ◆ = Konsentrasi HC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar *pertalite* (ppm)
- = Konsentrasi HC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar etanol 95% (ppm)

Gambar 5. Grafik Hubungan Konsentrasi HC dan Putaran Mesin

#### 4. Kesimpulan

Laju Konsumsi bahan bakar semakin naik dengan kenaikan rpm. Dengan kapasitas mesin sama (100,45 cc) tapi bahan bakar *pertalite* (satu busi) dengan etanol (dua busi) maka laju konsumsi bahan bakar lebih besar dibanding mesin motor dengan bahan bakar *pertalite*.

Nilai BSFC (*Brake Specific Fuel Consumption*) pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar etanol 95% rata-rata naik 66,24% dari BSFC pada mesin kapasitas silinder 100,45 cc dengan bahan bakar *pertalite*.

Emisi gas buang dengan bahan bakar etanol 95% kadar CO menurun dari bahan bakar *pertalite*. Sedang kadar HC sedikit naik dari bahan bakar *pertalite* tapi masih dibawah ambang standar.

#### 5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai uji nyata modifikasi ini agar dapat digunakan oleh masyarakat luas.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Sugiyanto, Didik., “Pengaruh Variasi Jenis Busi Dan Campuran Bensin Methanol Terhadap Kinerja Motor 4 Tak”, *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*, 1 (2), [8.p.], 2014.
- [2] Aji, A., Triyono, J., Triyono, T., Aji, A., Triyono, J., Triyono, T., “Studi Eksperimental Pengaturan Waktu Pengapian Pada Mesin 4 Langkah 1 Silinder Berbahan Bakar E25”, *Jurnal Rotasi* 19 (3), 165-171, 2017.
- [3] Rahmad, H., Sasongko, M. N., Widjayanti, W., “Pengaruh Prosentase Etanol Terhadap Torsi Dan Emisi Motor *Indirect Injection* Dengan Memodifikasi *Engine Controle Module*”, *Jurnal Rekayasa Mesin* 7 (2), 49 – 54, 2016.
- [4] Majedi, F., & Puspitasari, I., “Optimasi Daya Dan Torsi Pada Motor 4 Tak Dengan Modifikasi Crankshaft Dan Porting Pada Cylinder Head”, *Jurnal Teknologi Terpadu*. 5 (1), 82-9, 2017.
- [5] Gurnito, A., Sudarmanta, B., “Pengaruh Ignition Timing Mapping Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Engine SINJAI 650 CC Berbahan Bakar Pertalite RON 90”, *Jurnal Teknik ITS*. 5 (1), B30-35, 2016.
- [6] Setityoadi, W., Essay In Analisa “Kinerja Mesin Motor 4 Langkah Berbahan Bakar Ethanol 94 – 100 % Dengan Penerapan 2 Busi”, (skripsi Universitas Muhammadiyah Malang), 2016.
- [7] Wijayanti, F., & Irwan, D., “Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja motor Bensin”, *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, 2 (1), 34-42, 2014.
- [8] Sasongko, M., Wijayanti, W., “Pengaruh prosentase etanol terhadap daya dan konsumsi bahan bakar mesin pembakaran busi”, *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 9 (2) : 147-149, (2016).
- [9] Majedi, F., “Pengaruh Penggunaan Panas Gas Hasil Pembakaran Terhadap Penguraian Gas CO (Karbon Monoksida) Menjadi C (Karbon) dan O (Oksigen) pada Asap Knalpot Sepeda Motor dengan Adsorben Zeolit”, *Jurnal Jeecae* 1 (1), 2016.
- [10] KemenLH, “Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama” 2006.