

# IDENTIFIKASI PENYESUAIAN MINOR MESIN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ETANOL-PREMIUM KADAR RENDAH PADA SPARK IGNITION (SI) ENGINE

Budi Waluyo<sup>1</sup>

[otobudy@yahoo.com](mailto:otobudy@yahoo.com)

Universitas Muhammadiyah Magelang

Saifudin<sup>2</sup>

[saifudinummgl@yahoo.co.id](mailto:saifudinummgl@yahoo.co.id)

Universitas Muhammadiyah Magelang

## ABSTRAK

Start awal yang sulit dan menurunnya performansi mesin pada penggunaan etanol-premium dikarenakan perubahan *Reid Vapor Pressure* (RVP) bahan bakar dan kandungan energi yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan premium murni. Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakter penggunaan campuran etanol-premium kadar rendah pada SI engine. Mode pengujian *Injection flow Test* selama 15 second dipilih untuk mengetahui bentuk semprotan bahan bakar dan perubahan volume injeksinya pada berbagai konsisi campuran dan tekanan kerjanya. Campuran etanol-premium yang menjadi objek penelitian adalah 5%, 10%, 15% dan 20%. Tekanan kerja dibawah standar, standar dan diatas standar diset untuk menentukan kecenderungan arah penyesuaian tekanan kerja yang dibutuhkan dalam penggunaan campuran etanol-premium kadar rendah pada SI engine. Temperatur awal mesin diset pada 25 °C, 35 °C, dan 45 °C untuk mengetahui penyesuaian temperatur yang dilakukan supaya start awal penggunaan campuran etanol-premium dilakukan dengan mudah. Uji performansi engine dengan menggunakan *Engine Test Bench* dilakukan untuk mengetahui perubahan torsi dan daya pada penggunaan campuran etanol-premium kadar rendah. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa penambahan kadar etanol pada premium akan berkorelasi positif terhadap konsumsi bahan bakar. Start awal menghidupkan mesin pada penggunaan campuran etanol-premium kurang dari 10 % tidak menunjukkan gejala kesulitan start awal. Penggunaan campuran 15 % kesulitan start awal sampai pada temperatur engine 25° C, dan penggunaan campuran 20% kesulitan start awal sampai temperatur 30°C. Hasil pengujian performansi menunjukkan bahwa, performa mesin penggunaan campuran etanol premium kadar rendah, cenderung mengalami penurunan khususnya pada campuran etanol 10 %, akan tetapi performa mesin cenderung naik sejalan dengan meningkatnya kadar etanol.

**Kata Kunci:** Campuran etanol-premium, konsumsi bahan bakar, start awal dan performansi

## I. Pendahuluan

Pemerintah Indonesia melalui keputusan presiden no. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi mix nasional menargetkan penggunaan biofuel pada tahun 2025 sebesar 5%. Etanol merupakan sumber energy yang ramah lingkungan karena dapat terurai di alam (*Biodegradable*), serta tidak beracun dan tidak mengandung sulfur dan *aromatic* [1]. Etanol telah digunakan pada motor bakar torak sejak awal penemuan motor Otto [2]. Sejak tahun 2006 telah terjadi peningkatan besar dalam penggunaan etanol di AS [3].

Permasalahan pertama yang muncul ketika mencampur etanol dan premium adalah akan terjadi peningkatan RVP (*Reid Vapor Pressure*) bahan bakar campuran melampaui standar RVP Premium [4]. Permasalahan kedua adalah kesulitan start awal mesin khususnya

ketika pada kondisi lingkungan yang dingin. Permasalahan yang ketiga adalah etanol mempunyai nilai energi yang lebih rendah dari premium.

Pengaruh penambahan bioethanol dalam premium terhadap emisi gas formaldehid pada gas buang menurun sebanding dengan penambahan prosentase etanol dan meningkat sejalan dengan putaran mesin [5]. Penambahan kadar etanol yang semakin banyak akan mengakibatkan kondisi campuran bahan bakar dan udara yang semakin kurus dan berpengaruh terhadap nilai RVP (*Reid Vapor Value*) [6]. Penambahan etanol pada premium untuk aplikasi motor Otto menunjukkan efek negatif berupa meningkatnya konsumsi bahan bakar dan efisiensi termal tetapi berdampak positif terhadap penurunan emisi gas buang [2]. Pengaruh setingan celah katup, waktu pengapian dan setingan tinggi pelampung

menunjukkan bahwa setingan celah katup mempunyai kontribusi yang paling besar dalam mempengaruhi respon emisi HC dan CO [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyesuaian minor yang harus dilakukan pada penggunaan campuran etanol-premium kadar rendah pada SI engine empat silinder.

**II. Metode**

Pengujian bentuk pengkabutan berbagai campuran etanol premium dilakukan dengan menggunakan alat *Injector Tester* dan kamera dengan resolusi 10 Mega Pixel. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Injector Tester Launch CNC-601A*, dengan mode pengujian *Injection Flow Test* selama 15 second. Selama proses pengujian direkam menggunakan sebuah kamera untuk mendapatkan sebuah file video hasil pengujian. File video ini kemudian dikonversi menjadi 50 frame dengan file JPG menggunakan software *Video to JPG Converter*. Hasil gambar yang paling jelas dipilih untuk dijadikan data bentuk pengkabutan. Pengujian ini juga menghasilkan data volume total penginjeksian bahan bakar selama waktu uji.

Pengujian kemudahan start awal dilakukan pada sebuah *engine test bench* dengan cara mengganti berbagai macam kadar campuran etanol-premium. Pembacaan temperature mesin dilakukan dengan sebuah engine scanner *Launch X 431*. Start awal mesin dikategorikan mudah start awal apabila waktu start kurang atau sama dengan 2 second.

Pengujian unjuk kerja mesin dilakukan pada *Engine test bench* dengan *water brake dynamometer*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik prestasi mesin pada penggunaan berbagai campuran etanol-premium.

a. Spesifikasi mesin uji

Spesifikasi mesin uji ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Spesifikasi mesin uji

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| Tipe Mesin:         | G15A                 |
| Isi Silinder:       | 1493 cc / 4 Silinder |
| Diameter x Langkah: | 75.0 x 84.5 mm       |
| Daya Maksimum:      | 105/6000 ps/rpm      |
| Torsi Maksimum:     | 126/3000 Nm/rpm      |
| Sistem Bahan Bakar: | Muti Point Injection |

b. Disain pengujian

Desain pengujian dalam penelitian ini disajikan pada tabel 2, 3 dan 4 berikut:

Tabel 2. Disain pengujian bentuk pengkabutan

| Bahan Bakar | Tekanan Injeksi |         |         | Spray pattem | Vol. akhir injeksi (mL) |
|-------------|-----------------|---------|---------|--------------|-------------------------|
|             | (2 Bar)         | (3 Bar) | (4 Bar) |              |                         |
| E - 00      | -               | v       | -       |              |                         |
| E - 05      | v               | v       | v       |              |                         |
| E - 10      | v               | v       | v       |              |                         |
| E - 15      | v               | v       | v       |              |                         |
| E - 20      | v               | v       | v       |              |                         |

Tabel 3. Disain pengujian kemudahan start awal

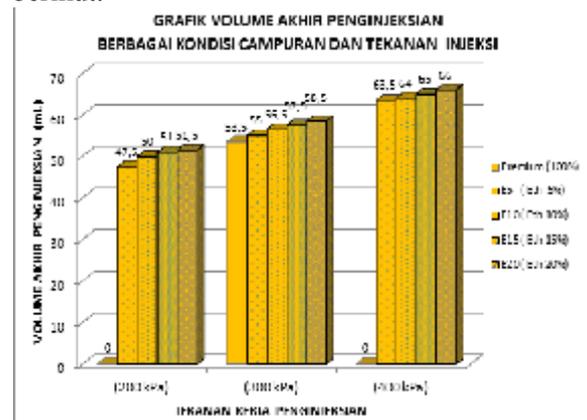
| Bahan Bakar | Temperatur Mesin* |       |           |       |           |       |
|-------------|-------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|             | T = 25 °C         |       | T = 35 °C |       | T = 45 °C |       |
|             | Sukar             | Mudah | Sukar     | Mudah | Sukar     | Mudah |
| E - 05      |                   |       |           |       |           |       |
| E - 10      |                   |       |           |       |           |       |
| E - 15      |                   |       |           |       |           |       |
| E - 20      |                   |       |           |       |           |       |

Tabel 4. Disain pengujian unjuk kerja mesin

| Bahan Bakar | Gratik Torsi dan Daya mesin uji |
|-------------|---------------------------------|
| E - 00      | v                               |
| E - 05      | v                               |
| E - 10      | v                               |
| E - 15      | v                               |
| E - 20      | v                               |

**III. Hasil dan Pembahasan**

Penambahan kadar etanol pada premium dan penambahan tekanan kerja penginjeksian memberikan kecenderungan peningkatan jumlah total volume penginjeksian. Grafik volume akhir penginjeksian berbagai campuran dan tekanan injeksinya disajikan pada gambar 1 berikut:

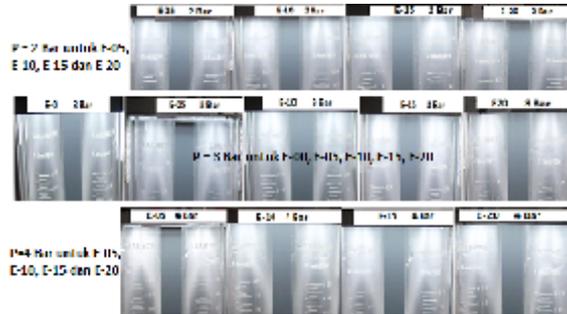


Gambar 1. Grafik volume akhir penginjeksian berbagai kondisi campuran dan tekanan injeksi

Penggunaan premium 100% dengan tekanan standard operasi mesin dengan mode pengujian tersebut menghasilkan volume akhir sebesar 53,5mL. Pada penggunaan E-05, E-10, E-15 dan E-20, pada tekanan standard operasi mesin

masing-masing sebesar 55,0 mL, 56,5 mL, 57,5 mL dan 58 mL.

Dari data tersebut mengindikasikan bahwa penambahan kadar etanol pada premium akan berkorelasi positif terhadap konsumsi bahan bakar. Hal ini disebabkan karena nilai *specific grafity* etanol sedikit lebih besar dibandingkan dengan premium. Bentuk pengkabutan berbagai campuran etanol-premium dan tekanan penginjeksian disajikan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Bentuk pengkabutan berbagai campuran etanol-premium dan tekanan penginjeksian

Dari Gambar 2 menunjukkan bentuk pengkabutan (*spray pattern*) secara visual, tidak begitu terlihat perbedaannya pada berbagai kadar campuran etanol-premium kadar rendah dengan variasi tekanan penginjeksian.

Hasil pengujian kemudahan start awal mesin disajikan pada Tabel 5 berikut:

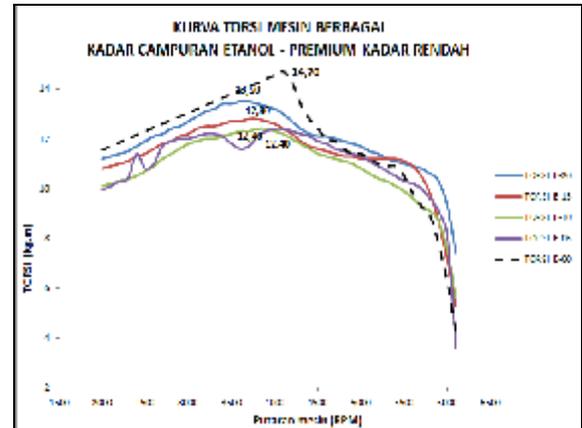
Tabel 5. Kemudahan start awal berbagai campuran etanol-premium.

| Bahan Bakar | Temperatur Mesin*  |                    |           |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------|
|             | T = 25 °C          | T = 35 °C          | T = 45 °C |
| E - 00      | Mudah              | Mudah              | Mudah     |
| E - 05      | Mudah              | Mudah              | Mudah     |
| E - 10      | Mudah              | Mudah              | Mudah     |
| E - 15      | Sulit (3 second)   | Mudah              | Mudah     |
| E - 20      | Sulit (3,5 second) | Sulit (2,5 second) | Mudah     |

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk campuran etanol-premium kurang atau sama dengan 10% tidak menjadikan masalah pada saat start awal mesin. Pada campuran etanol 15 %, kesulitan start awal terjadi pada temperatur pendingin 25 °C, yaitu start awal terjadi selama 3 second, sedangkan pada campuran etanol 20%, kesulitan start awal terjadi pada temperatur coolant 25°C, selama 3,5 second dan pada temperatur coolant 35°C selama 2,5 Second. Fenomena ini disebabkan karena etanol mempunyai nilai *Reid Pressure Vapor* (RPV) yang lebih rendah dari premium, sehingga campuran bahan bakar dengan kadar etanol

semakin tinggi akan mengakibatkan tekanan penguapan yang semakin rendah / RPV menurun, sehingga akan menyebabkan kecenderungan bahan bakar yang sulit menguap. Kondisi ini yang menyebabkan kesulitan awal menghidupkan mesin khususnya pada kondisi start awal pada temperatur yang rendah.

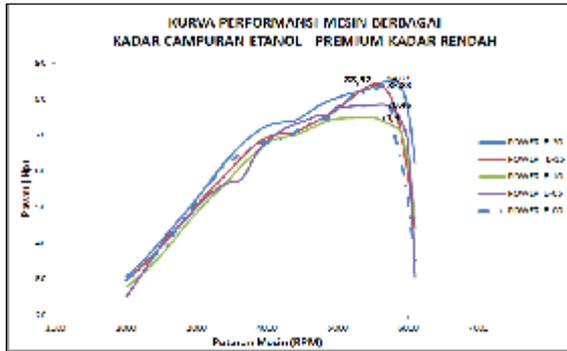
Hasil pengujian torsi mesin berbagai campuran etanol-premium kadar rendah disajikan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Kurva torsi mesin penggunaan berbagai campuran etanol-premium kadar rendah

Dari kurva torsi diatas terlihat bahwa, penggunaan premium murni (E-00) untuk putaran rendah sampai putaran 4000 rpm lebih tinggi dari penggunaan campuran etanol-premium. *Peak torsi* penggunaan E-00 sebesar 14,70kg.m. pada penggunaan E-05, E-10, E15 dan E20, peak torsi masing-masing sebesar 13,5 kg.m, 12,80 kg.m, 12,40 kg.m dan 12.40 kg.m. Dari grafik diatas juga terlihat bahwa pada putaran mesin uji sebesar 4500 rpm keatas torsi yang dihasilkan dari penggunaan premium murni menunjukkan performansi yang menurun dibandingkan dengan penggunaan campuran etanol-premium kadar rendah. Kondisi ini disebabkan karena sifat etanol yang mempunyai RVP lebih rendah dan *specific grafity* yang lebih besar, sehingga pada putaran yang semakin tinggi (kevakuman *intake manifold* yang semakin rendah) *injector* dari *system* bahan bakar akan mengeluarkan lebih banyak bahan bakar yang mempunyai *specific grafity* yang lebih besar.

Grafik daya mesin berbagai campuran etanol-premium kadar rendah disajikan pada Gambar 4 berikut,



Gambar 4. Kurva daya mesin penggunaan berbagai campuran etanol-premium kadar rendah

Dari gambar kurva daya mesin di atas terlihat bahwa, penggunaan E-10 mendapatkan peak power yang paling kecil, yaitu sebesar 74,9 Hp, E-05 sebesar 78,46 Hp, E-15 sebesar 83,52 dan E-20 sebesar 84,83 Hp. Penggunaan premium murni (E-00) mendapatkan peak power sebesar 83,88 Hp. Penambahan etanol sampai 20% menunjukkan korelasi positif terhadap kenaikan daya maksimum (peak power) mesin uji.

Penambahan etanol pada premium secara teoritik akan menaikkan nilai oktan bahan bakar, menurunkan energy content, menurunkan Reid Pressure Vapor (RVP) dan menaikkan specific gravity bahan bakar. Dari pengujian menggunakan injector tester, dengan menggunakan mode pengujian Injection Flow Test selama 15 second, penambahan kadar etanol sampai 20% pada premium pada tekanan operasi yang sama menunjukkan korelasi positif pada volume penginjeksian. Kondisi ini selaras dengan hasil pengujian performansi mesin yang menunjukkan naiknya peak power dengan penambahan kadar etanol sampai 20 %.

#### IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan kadar etanol pada premium memberikan kecenderungan jumlah total volume penginjeksian.
2. Pengaruh sulit start dingin penggunaan campuran etanol premium kadar rendah terjadi pada kondisi campuran lebih 10% etanol.
3. Performa mesin penggunaan campuran etanol premium kadar rendah, cenderung mengalami penurunan

khususnya pada campuran etanol 10 %, akan tetapi performa mesin cenderung naik sejalan dengan meningkatnya kadar etanol.

#### V. Referensi

- [1]. Newsletter Indonesian Comercial. 2008. Perkembangan Industri Biofuel di Indonesia. <http://www.datacon.co.id/Biofuel2008Ind.html>. Daiakses, 13 Nopember 21013.
- [2]. **Setiyawan, Atok.** 2012. Kajian Eksperimental Pengaruh Etanol pada Premium Terhadap Karakteristik Pembakaran Kondisi Atmosferik dan Bertekanan di Motor Silinder Tunggal Injeksi. *Disertasi*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- [3]. **James W. Weaver, Sheldon A. Skaggs, David L. Spidle, Guthrie C. Stone.** 2009. Composition and Behavior of Fuel Ethanol. United States Enviromental Protection Agency.
- [4]. **Egebäck, Prof. Roger Westerholm & Prof. Karl-Erik,** 2005. Blending Of Ethanol In Gasoline For Spark Ignition Engine, *Thesis*. Stockholm University, Stockholm.
- [5]. **Irsyat, Cristina N.N. Ria Lestari dan Mok.h.,** 2010 [www.ftsl.itb.ac.id](http://www.ftsl.itb.ac.id). [Online] [Cited: November 13, 2013.]
- [6]. **Rong-Horng Chen, et.al.** 2011. Cold-start Emissions of an SI Engine Using Ethanol-Gasoline Blended Fuel. *Elsevier*, pp. 1463-1467.
- [7]. **B. Waluyo, Saifudin.** 2012. Optimasi Setingan Mesin Pada Penggunaan Gasohol E15 Dengan Metode Taguchi Untuk Mendapatkan Emisi HC dan CO Yang Rendah. *Seminar Nasional Teknik Mesin 7. UK Petra*. 21 Juni 2012, Surabaya, Indonesia Hal. O15 - O20.