

# Pengaruh prosentase etanol terhadap daya dan konsumsi bahan bakar mesin pembakaran busi

**Mega Nur Sasongko**

Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang

## Abstrak

Penelitian ini merupakan studi eksperimental pengaruh penambahan etanol terhadap kinerja mesin pembakaran busi (mesin bensin), meliputi daya efektif dan konsumsi bahan bakar spesifiknya. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini berupa mesin empat langkah silinder tunggal, sistem injeksi tidak langsung, dengan volume 124.8 cc dan rasio kompresi 9.3 : 1. Pengujian dilakukan pada 8 kecepatan putaran mesin yang berbeda mulai dari 1500 rpm sampai 5000 rpm, dengan 10 tipe campuran bensin dan etanol (E10 sampai E100). Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya efektif mesin menurun dengan peningkatan etanol dalam campuran untuk semua variasi kecepatan putaran mesin. Daya maksimum dicapai pada putaran mesin 2500 sampai 3000 rpm. Etanol memiliki nilai kalor yang lebih rendah dibanding bensin, sehingga peningkatan kandungan etanol dalam bahan bakar menyebabkan kenaikan konsumsi bahan bakar spesifik mesin.

Kata kunci: etanol; bahan bakar bensin-etanol; performa mesin, konsumsi bahan bakar spesifik

## Abstract

This present study investigated experimentally the influence of ethanol addition on the engine performance; in the term of effective power and Brake specific fuel consumption of gasoline spark ignition engine. The engine used in the research was a 4 stroke single-cylinder, indirect injection system with volume of 124.8 cc and compression ratio of 9.3:1. The experiments were conducted at eight different engine speeds ranging from 1500 rpm to 5000 rpm and 10 types of gasoline-ethanol mixtures (E10 to E100). The result showed that the effective power decreased with increasing of ethanol in the fuel blends for all variation of engine speed. The maximum power of the engine was obtained at engine speed around 2500 to 3000 rpm. Since the ethanol has a lower heating value than that of gasoline, ethanol addition in the blend fuel causes the increment of Brake Specific Fuel Consumption

Keywords: ethanol; gasoline-ethanol fuel; spark ignition engine; engine performance, brake specific fuel consumption

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia dewasa ini, kebutuhan akan alat transportasi untuk mobilisasi masyarakat juga semakin meningkat. Salah satu alat transportasi yang sekarang berkembang sangat pesat di masyarakat adalah sepeda motor. Menurut sumber dari BPS 2013, sepeda motor mempunyai pertumbuhan yang paling tinggi dibandingkan dengan moda transportasi yang lain. Dari tahun 2009 sampai 2013, pertumbuhan sepeda motor mencapai lebih dari 13 %. Permasalahan-permasalahan yang muncul akibat besarnya jumlah kendaraan bermotor, tentunya tidak hanya di bidang ekonomi saja. Lingkungan juga menerima dampak akibat polutan yang dihasilkan oleh kendaraan-kendaraan bermotor tersebut. Bisa dirasakan betapa rendahnya kualitas udara terutama di kota-kota besar di Indonesia. Kondisi atmosfer lingkungan sudah terasa tidak nyaman dan sehat lagi. Oleh karena itu, perlu kita pikirkan solusinya agar permasalahan-permasalahan tersebut tidak menjadi lebih rumit dikemudian hari. Pemerintah sendiri sudah melakukan beberapa upaya yang ditujukan untuk mengurangi konsumsi BBM, antara lain penggunaan bahan bakar gas, low cost green car, serta pengembangan mobil listrik.

Salah satu sumber energi yang dapat dijadikan alternatif sebagai pengganti bahan bakar adalah pada

sepeda motor adalah Etanol. Etanol adalah bahan bakar terbarukan karena dapat diproduksi dari bahan nabati. Etanol sebagai bahan bakar pada kendaraan bermotor memiliki beberapa keunggulan dibanding menggunakan bahan bakar minyak. Keunggulan tersebut diantaranya adalah angka oktan Etanol yang tinggi sehingga lebih tahan terhadap knocking, sehingga motor etanol bisa beroperasi pada rasio kompresi yang lebih tinggi dengan efisiensi termal yang lebih baik [1]. Selain itu, Etanol sebagai bahan bakar kendaraan bermotor lebih ramah lingkungan karena mempunyai emisi yang jauh lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil [2-4].

Namun, sampai saat ini penggunaan etanol sebagai campuran bensin dalam motor bakar masih dalam prosentase yang cukup kecil tidak lebih dari kisaran 10 % saja. Kelemahan dan masalah yang paling mendasar dari penggunaan etanol dalam motor bakar torak adalah nilai kalor etanol yang rendah (jika dibandingkan dengan bensin hanya sekitar 60 % nya saja). Padahal nilai kalor yang rendah berakibat energi pembakarannya yang rendah dari etanol. Selain itu sifat volatilitas atau kemampuan bahan bakar untuk cepat menguap, dari etanol cukup rendah dibandingkan dengan bensin. Hal ini mengakibatkan motor bakar akan sulit hidup pada suhu mesin yang rendah terutama sekali pada saat start awal sebelum motor bakar dihidupkan

\*Korespondensi: Tel./Fax.: -

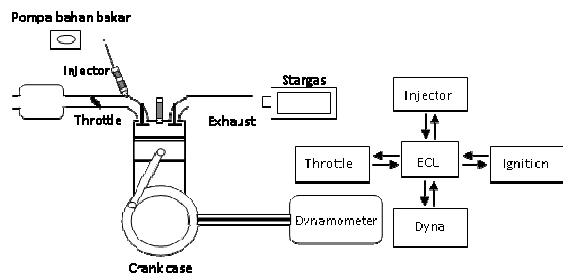
E-mail: [megasasongko@ub.ac.id](mailto:megasasongko@ub.ac.id)

©Teknik Mesin Universitas Udayana 2016

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian tentang penggunaan campuran etanol-bensin maupun etanol murni dalam motor bakar masih menjadi topik yang menarik. Seiring dengan semakin meningkatnya harga BBM di dalam negeri dan polusi udara yang semakin tidak terkendali akibat pembakaran BBM maka dimungkinkan di masa mendatang, penggunaan etanol sebagai bahan bakar akan menjadi sebuah kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Oleh karena itu, teknik retrofitting bahan bakar etanol dalam motor bensin harus diteliti lebih lanjut agar konversi dari BBM ke bahan bakar nabati dapat berakselerasi lebih cepat.

## 2. Metode Penelitian

Gambar 1 memperlihatkan skema penelitian ini. Penelitian dilakukan pada sebuah mesin sepeda motor komersial tanpa adanya modifikasi sedikitpun terhadap ruang bakar mesin. Spesifikasi mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin bensin empat langkah satu silinder dengan ukuran ruang bakar 124,8 cc dan kompresi rasio 9,3: 1. Sistem penyaluran bahan bakar ke ruang bakar adalah sistem injeksi tidak langsung. Poros motor digabungkan ke sebuah engine brake dynamometer untuk mengukur torsi dan daya mesin. Electronic Control Unit (ECU) dari sepeda motor ini diganti dengan ECU modifikasi buatan sendiri untuk mengakomodasi perubahan parameter pembakaran pada penelitian ini. ECU modifikasi ini dapat diprogram dan diatur sesuai dengan parameter operasi menyesuaikan dengan jenis bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan ECU ini, sistem pengapian, waktu injeksi dan jumlah pasokan bahan bakar ke ruang bakar bisa disesuaikan dengan campuran bahan bakar bensin-etanol.



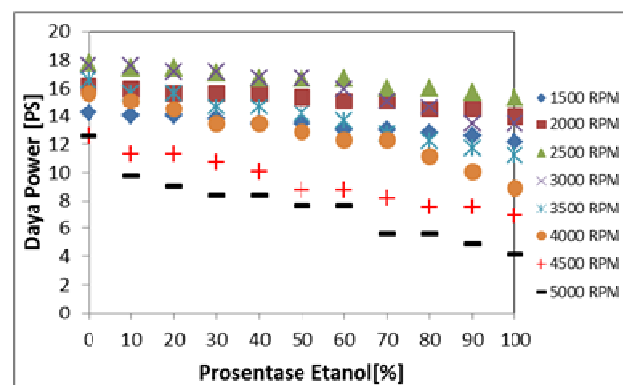
Gambar 1. Skema penelitian

Pada penelitian ini putaran mesin divariasikan dalam delapan kecepatan mesin yang berbeda mulai dari 1.500 rpm ke 5.000 rpm, dengan 500 kenaikan rpm. Bahan bakar yang digunakan adalah bensin tanpa timbal (E0) dan 10 jenis campuran bensin-etanol (E10 untuk E100). Jumlah E menunjukkan jumlah volumetrik persentase etanol dalam bahan bakar. Pengujian terhadap torsi mesin, daya dan konsumsi bahan bakar dilakukan untuk setiap jenis bahan bakar dan putaran mesin, sehingga total 88 kali percobaan yang telah dilakukan. Pada setiap pengambilan data eksperimen, mesin motor dijaga pada kondisi stabil dan kemudian pengukuran dicatat dalam beberapa menit. Dalam penelitian ini, ECU bisa mengatur frekuensi injeksi bahan bakar setiap menit

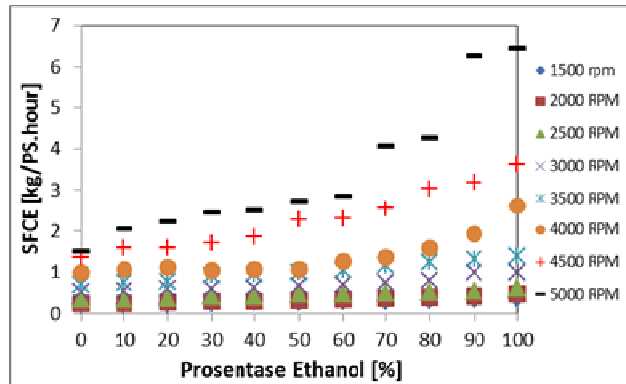
dan persentase bukaan injektor di setiap bahan bakar injeksi. Penyesuaian ECU memastikan bahwa campuran bahan bakar dan udara selalu dalam kondisi stoikiometri ( $\lambda$  sama dengan 1) untuk masing-masing jenis bahan bakar.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 menunjukkan pengaruh campuran bensin-etanol pada persentase etanol yang berbeda dari 10% sampai 100% terhadap daya efektif dari mesin pada putaran mesin yang bervariasi mulai 1.500 rpm sampai 5000 rpm. Seperti ditunjukkan dalam Gambar ini, daya efektif cenderung menurun dengan meningkatnya jumlah volumetrik etanol dalam campuran bahan bakar untuk semua variasi kecepatan mesin. Meningkatkan persentase etanol dalam bahan bakar menyebabkan menurunkan kandungan energi dari campuran bensin-etanol karena nilai kalor etanol adalah sekitar 35% lebih rendah dari bensin. Akibat hal tersebut, penambahan kadar etanol dalam bahan bakar campuran otomatis menurunkan daya efektif mesin. Gambar 2 tersebut juga menyimpulkan bahwa daya efektif maksimum mesin diperoleh pada putaran mesin sekitar 2500 hingga 3000 rpm tanpa memperhitungkan kadar etanol dalam bahan bakar. Pada kecepatan mesin yang lebih tinggi dari 3000 rpm, daya efektif cenderung menurun dengan meningkatnya kecepatan putaran mesin. Semakin tinggi kecepatan mesin menyebabkan efisiensi volumetrik mencapai maksimum dan kemudian menurun. Kondisi ini disebabkan karena fenomena aliran tersedak. Kondisi ini terjadi ketika tingkat aliran bahan bakar tidak bisa meningkat dengan peningkatan lebih lanjut dalam penurunan tekanan pada inlet. Akibatnya, fenomena aliran sekali tersedak terjadi, maka efisiensi volumetrik secara signifikan menurun dan daya mesin juga akan menurun [5]. Hasil penelitian tentang putaran optimum ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Phuangwongtrakul [6]. Akan tetapi tendensi dari hubungan antara daya dan persentase etanol dalam bahan bakar menunjukkan kecenderungan perbedaan dengan penelitian sebelumnya oleh [7]. Perbedaan rasio kompresi antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya mungkin menjadi penyebab perbedaan kecenderungan ini.



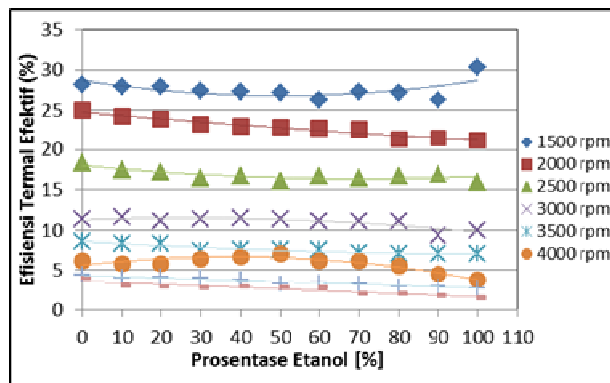
Gambar 2. Pengaruh prosentase etanol terhadap daya efektif motor bakar pada beberapa variasi putaran mesin



Gambar 3. Pengaruh prosentase etanol terhadap konsumsi bahan bakar pada beberapa variasi putaran mesin.

Gambar 3 memperlihatkan pengaruh prosentase penambahan etanol dalam bahan bakar campuran terhadap Brake Specific Fuel Consumption (BSFC) pada beberapa variasi putaran mesin dari 1500 rpm sampai 5000 rpm. Konsumsi bahan bakar ini diukur pada putaran mesin dan torsi mesin yang konstan. Seperti ditunjukkan dalam gambar, penambahan kadar etanol dalam bahan bakar menyebabkan kenaikan BSFC. Kenaikan konsumsi bahan bakar akan meningkat secara signifikan seiring meningkatnya putaran mesin. Kecenderungan peningkatan konsumsi bahan bakar ini dapat dijelaskan berdasarkan perbedaan nilai kalor antara bensin dan etanol. Etanol yang memiliki nilai kalor lebih rendah daripada bensin akan memerlukan lebih banyak bahan bakar agar menghasilkan daya mesin yang sama.

Gambar 4 memperlihatkan pengaruh kadar etanol dalam bahan bakar terhadap harga efisiensi termal efektif motor bensin. Seperti terlihat pada gambar, efisiensi termal efektif cenderung konstan pada putaran mesin yang sama. Ini berarti, prosentase etanol dalam bahan bakar yang tidak sama tidak berpengaruh terhadap efisiensi termal motor bakar. Jika dilihat pengaruh putaran mesin terhadap efisiensi termal, terlihat bahwa efisiensi termal efektif tertinggi berada pada campuran prosentase etanol 10% [E10] dengan nilai rata-rata 27,94%.



Gambar 4. Pengaruh prosentase etanol terhadap efisiensi termal pada beberapa variasi putaran mesin

## Simpulan

Eksperimen ini meneliti tentang pengaruh penambahan prosentase etanol terhadap kinerja mesin dan konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian ini dapat meringkas sebagai berikut:

1. Daya efektif cenderung menurun dengan meningkatnya jumlah volumetrik etanol dalam campuran bahan bakar untuk semua variasi putaran mesin. Daya maksimum mesin diperoleh pada putaran mesin sekitar 2500 hingga 3000 rpm.
2. Etanol memiliki nilai kalor rendah dari bensin sehingga penambahan etanol dalam bahan bakar campuran menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar.
3. Prosentase etanol dalam bahan bakar campuran bensin-etanol tidak berpengaruh terhadap efisiensi termal efektif motor bakar.

## Daftar Pustaka

- [1] Bata RM, Elord AC, Rice RW., Emissions from IC engines fueled with alcohol-gasoline blends: a literature review, Transactions of the ASME 1989;111:424-31.
- [2] Al-Farayedhi AA, Al-Dawood AM, Gandhidasan P. Effects of blending crude ethanol with unleaded gasoline on exhaust emissions of SI engine. SAE paper No. 20-01-2857; 2000
- [3] Miers SA, Wallner T, Combustion behavior of gasoline and gasoline/ethanol blends in a modern direct-injection 4-cylinder engine. SAE paper 2008-01-0077; 2008
- [4] C. Park, Y. Choi, C. Kim a, Seungmook, G. Lim, Y. Moriyoshi, Performance and exhaust emission characteristics of a spark ignition engine using ethanol and ethanol-reformed gas, Fuel 2010;89 (2010) p. 2118-2125.
- [5] Pulkrabek, W, Willard, 2004, Engineering Fundamental of The Combustion Engine, Pearson Persntice Hill, New Jersey.
- [6] Phuangwongtrakul, S, Wechsator, W, Sethaput, T, Suktang, K, Wongwises, S, Experimental study on spraking ignition engine performance for optimal mixing ratio of ethanol-gasoline blended fuels, Applied Thermal Engineering Vol 100 (2016) p. 869-879
- [7] D. Turner, H. Xu, R.F. Cracknell, V. Natarajan, X. Chen, Combustion performance of bio-ethanol at various blend ratios in a gasoline direct injection engine, Fuel 90 (2011) p. 1999 - 2006.