

Kajian Eksperimental Unjuk Kerja Mesin Menggunakan Bahan Bakar Arak Bali

I M. Wawan Wijaya Kusuma, IG.K. Sukadana, I W.B. Adnyana
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Arak Bali yang dihasilkan dari proses destilasi dan fermentasi nira kelapa atau enau dapat menghasilkan bioethanol dengan konsentrasi lebih besar dari 90%, tidak cocok diminum tetapi cocok dijadikan bahan bakar. Arak Bali memiliki nilai oktan 108,6 dan bahan bakar premium memiliki nilai oktan 88, sehingga arak Bali cocok dijadikan bahan bakar alternatif. Pengujian kinerja dilakukan menggunakan kendaraan sepeda motor empat langkah 125 cc dengan perbandingan kompresi 9 : 1 menggunakan bahan bakar arak Bali dibandingkan dengan premium. Pengujian dilakukan dengan variasi putaran mesin dari 3000 rpm sampai dengan 8500 rpm untuk unjuk kerja : Torsi, Daya, Konsumsi Bahan Bakar, Konsumsi Bahan Bakar Spesifik, dan Emisi Gas Buang pada putaran mesin dari 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm meliputi : HC, CO, O₂, CO₂. Pengujian unjuk kerja mesin menggunakan bahan bakar arak Bali menghasilkan torsi tertinggi sebesar 7,15 Nm, daya tertinggi sebesar 5,606 Kw, konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 0,161 gram/detik. Konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan pada putaran mesin 5000 rpm sebesar 0,1172 kg/kWh. Emisi gas buang yang dihasilkan berupa HC, CO, CO₂, O₂ menunjukkan bahwa arak Bali bisa dijadikan bahan bakar alternatif.

Kata kunci : Arak bali, Unjuk kerja, Emisi Gas Buang

Abstract

Arak Bali produced from distillation process and palm or coconut juice or palm sugar can produce bioethanol with a concentration greater than 90%, not suitable to drink but suitable to be used as fuel. Arak Bali has an octane value of 108.6 and premium fuel has an octane value of 88, so the arak Bali is suitable to be used as alternative fuel. Performance testing was performed using a four-cylinder 125 cc motor vehicle with a compression ratio of 9 : 1 using fuels arak Bali compared to premium. Testing is done with engine rotation variation from 3000 rpm up to 8500 rpm for performance: Torque, Power, Fuel Consumption, Specific Fuel Consumption, and Exhaust Emissions at engine speed from 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm include: HC, CO, O₂, CO₂. Testing the performance of the machine using fuel arak Bali produces the highest torque of 7.15 Nm, the highest power of 5.606 Kw, fuel consumption at 3000 rpm engine speed of 0.161 grams / sec. Specific fuel consumption generated at 5000 rpm engine speed is 0.1172 kg / kWh. Exhaust emissions generated in the form of HC, CO, CO₂, O₂ indicate that the arak Bali can be used as alternative fuel.

Keywords: Arak Bali, Performance, Exhaust Gas Emission

1. Pendahuluan

Meningkatnya penggunaan transportasi secara umum berakibat pada peningkatan pemakaian bahan bakar seperti premium, pertalite dan pertamax. Namun sumber energi bahan bakar minyak bumi sudah mengalami kelangkaan sehingga harga minyak bumi berdampak pada mahalnya biaya operasional kendaraan bermotor. Karena minyak bumi adalah bahan bakar yang tidak bisa diperbaharui maka kita harus mulai memikirkan bahan bakar alternatifnya.

Di Indonesia terdapat berbagai sumber energi yang berlimpah, seperti energi surya, energi air, energi angin dan bioenergi. Bioenergi dikelompokkan menjadi biogas, biomassa, biodiesel, dan bioethanol. Bioethanol adalah bahan bakar alternatif yang

didapat dari proses fermentasi dan destilasi tanaman yang mengandung karbohidrat, sebagai contoh bioethanol dapat dihasilkan dari proses fermentasi nira kelapa atau enau. Proses destilasi dari nira kelapa atau enau dapat menghasilkan bioethanol dengan konsentrasi yang sangat tinggi lebih besar dari 80%, sehingga tidak cocok untuk diminum tetapi sangat cocok dijadikan bahan bakar pengganti premium. Karena bioethanol dengan persentase 80% memiliki nilai oktan sebesar 108,6 yang sangat baik digunakan pada kendaraan bermotor sebagai pengganti premium. Khusus daerah Bali, pemanfaatan arak bali baru pada tahap untuk konsumsi (sebagai minuman keras) dan sarana upacara.[1]

Dari permasalahan tersebut di atas telah dilakukan beberapa penelitian berupa pemanfaatan arak bali sebagai bahan bakar. Diantaranya: Ervan (2006), melakukan penelitian pengaruh variasi ratio kompresi dan posisi transmisi terhadap gas buang dengan arak api sebagai bahan bakar pada sepeda motor empat langkah, diperoleh hasil semakin besar ratio kompresi emisi yang dihasilkan semakin baik dibandingkan dengan bahan bakar bensin arak api mampu bekerja pada ratio kompresi lebih tinggi. Artawan (2006), dengan mengubah rasio kompresi. Perubahan yang dilakukan dengan memperkecil volume sisa yaitu mensekrup kepala silinder. Didapat hasil pengujian bahwa rasio kompresi 9,3 : 1 dengan bahan bakar arak api akselerasi yang dihasilkan semakin besar dan kebutuhan bahan bakar semakin rendah. Mustika (2006), melakukan penelitian dengan memvariasikan konsentrasi ethanol serta putaran mesin terhadap emisi kendaraan. Didapat hasil semakin besar kandungan ethanol, emisi yg dihasilkan semakin baik. Wirawan (2007), dengan variasi rasio kompresi pada konsentrasi ethanol 97% dibandingkan dengan bahan bakar bensin, dan diperoleh hasil semakin besar ratio kompresi semakin besar pula torsi dan daya yang dihasilkan, dan SFC menurun. Sehingga performance yang dihasilkan oleh bahan bakar ethanol 97% dengan rasio kompresi 9,3 : 1 lebih besar dari pada penggunaan bahan bakar bensin dengan rasio kompresi 8,8 : 1.

Melihat permasalahan tersebut penulis tertarik melakukan penelitian lanjutan dengan topik “*Kajian Eksperimental Unjuk Kerja Mesin Menggunakan Bahan Bakar Arak Bali*”.

2. Dasar Teori

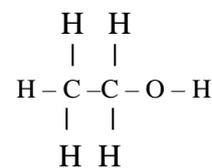
2.1. Bahan Bakar Bensin

Bensin adalah satu jenis bahan bakar minyak yang digunakan untuk bahan bakar mesin kendaraan bermotor yang pada umumnya adalah jenis sepeda motor dan mobil. Bahan bakar bensin yang dipakai untuk motor bensin adalah jenis gasoline atau petrol.[2]

Bensin pada umumnya merupakan suatu campuran dari hasil pengilangan yang mengandung parafin, naphthene dan aromatic dengan perbandingan yang bervariasi. Dewasa ini tersedia tiga jenis bensin, yaitu premium, pertamax, dan pertamax plus. Ketiganya mempunyai mutu atau perilaku (*performance*) yang berbeda. Mutu bensin dipergunakan dengan istilah bilangan oktana (*octane number*).[2]

2.2 Arak Bali

Nira merupakan bahan baku utama dalam pembuatan arak Bali. Nira dapat dihasilkan oleh beberapa jenis tumbuhan antara lain : kelapa, enau dan lontar. Nira yang dipergunakan dalam pembuatan arak bali adalah nira yang dihasilkan dari pohon kelapa, enau dan lontar yang diperoleh dengan cara menyadap mayang yang belum mekar. Sebuah mayang dapat disadap selama 10 – 30 hari dengan hasil yang diperoleh 0,5 – 1 liter nira per hari. Nira dapat dengan mudah mengalami fermentasi karena kandungan ragi liar. Fermentasi akan berakhir satu hari kemudian setelah gula dalam nira habis dikonversi sehingga nira akan mengandung alkohol. Nira tersebut akan didestilasi sehingga akan menghasilkan arak Bali. Dalam proses pendestilasiannya diperlukan proses yang berulang – ulang antara 2 hingga 4 kali, sehingga kadar etanol yang terkandung dalam arak Bali tersebut diatas 84%. Etanol disebut juga etil-alkohol atau alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan serta minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Etanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C₂H₅OH.[3]



Gambar 1. Reaksi kimia etanol
(Sumber : Wikipedia Indonesia)

Arak Bali dengan kadar ethanol diatas 90% secara teoritis memiliki angka oktan diatas standar maksimal bensin yaitu sebesar 108,6 sedangkan untuk bensin yang dijual dipertamina memiliki angka oktan 88 sehingga arak Bali (ethanol) cocok diterapkan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bensin

2.3 Torsi Mesin

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, besaran torsi adalah besaran turunan biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya, dirumuskan seperti persamaan 2.3 :

$$T = F \times d \dots\dots\dots[1]$$

2.4 Daya Poros Efektif

Tujuan utama dari penggunaan engine adalah daya (*mechanical power*). Daya didefinisikan sebagai laju kerja dan sama dengan perkalian antara gaya dengan kecepatan linear atau torsi dengan kecepatan angular. Sehingga dalam pengukuran daya melibatkan pengukuran gaya atau torsi dan kecepatan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan dynamometer dan tachometer atau alat lain dengan fungsi yang sama. Daya (Bhp) = ditemukan seperti persamaan 2.4

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} \dots\dots\dots [2]$$

2.5 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan ukuran bahan bakar yang dikonsumsi motor untuk menghasilkan tenaga mekanis. Konsumsi bahan bakar ditentukan dalam laju pemakaian bahan bakar tiap detiknya dapat ditentukan dengan rumus, seperti persamaan 2.5 :

$$\dot{M}_f = \dot{M}_b / \Delta t \text{ (gr/dt)} \dots\dots\dots [3]$$

2.6 Konsumsi Bahan Bakar spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption* (SFC) adalah parameter unjuk kerja mesin yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis sebuah mesin, karena dengan mengetahui hal ini dapat dihitung jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu, seperti persamaan 2.6 :

$$SFC = \frac{M_f}{P} \dots\dots\dots [4]$$

2.7 Emisi Gas Buang

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung dari kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi rumit. [4]

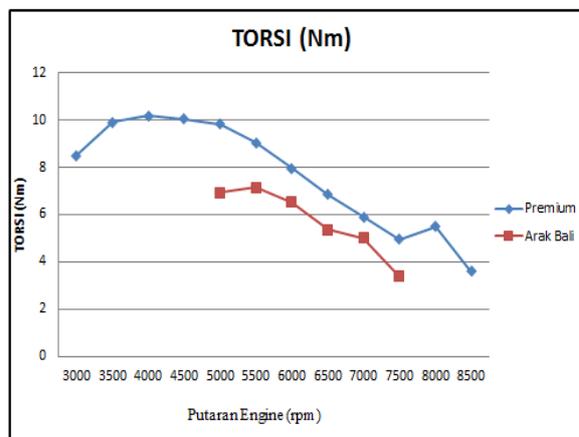
3. Alur Penelitian

Posisikan motor/mesin uji diatas rolling road dynamometer pasang alat pengaman, seperti tali pengikat dan pengunci roda depan motor/ mesin uji. Hidupkan mesin, diamkan kira-kira 10 menit untuk pemanasan. Lakukan pencatatan data torsi, daya, konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar

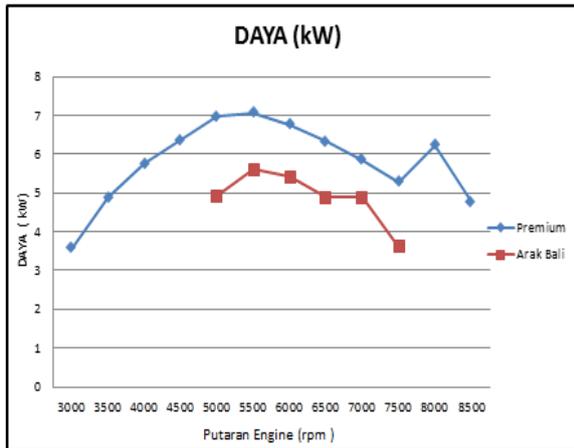
spesifik pada variasi putaran mesin 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm, sampai dengan 8500 rpm dan catat kandungan emisi HC, CO, CO₂, O₂ pada variasi putaran mesin 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm yang di hasilkan oleh bahan bakar arak bali dibandingkan dengan premium.

4. Hasil dan Pembahasan

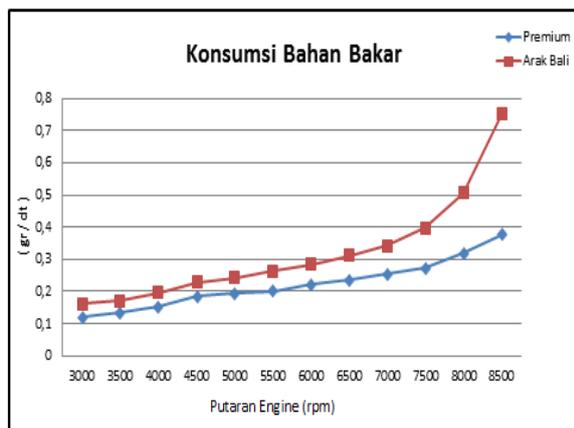
Dari grafik Torsi, Daya, Konsumsi Bahan Bakar spesifik dapat dilihat perbandingan yang dihasilkan dengan bahan bakar premium dan arak bali. Menggunakan bahan bakar arak bali pada putaran mesin 3000 rpm sampai dengan 4500 rpm dan pada putaran mesin 7500 rpm sampai dengan 8500 tidak dapat dianalisa atau dibaca hasilnya oleh mesin dynamometer. Hasil yang dapat di analisa atau dibaca oleh mesin dynamometer menggunakan bahan bakar arak bali yaitu pada putaran mesin 5000 rpm sampai dengan 7500 rpm. Yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pembakaran yang kurang sempurna, perbandingan kompresi yang kurang tepat karena masih menggunakan perbandingan kompresi standar. Hasil yang jauh berbeda ini disebabkan oleh perbedaan kandungan angka oktan masing-masing bahan bakar dan perbandingan kompresi yang sama untuk kedua bahan bakar yang berbeda yaitu 9,0 : 1. Dimana Arak bali memiliki nilai oktan yang lebih tinggi yaitu dengan nilai oktan 108,6 dan bahan bakar premium memiliki angka oktan 88. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi oktan bahan bakar, maka semakin tinggi perbandingan kompresi yang dibutuhkan untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna.



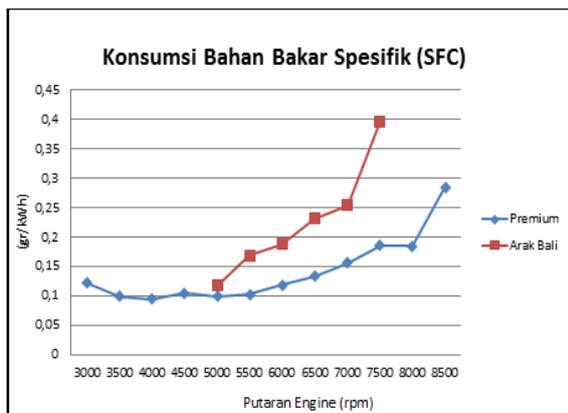
Gambar 2. Grafik Perbandingan Torsi dengan Bahan Bakar Premium dan Arak Bali



Gambar 3. Grafik Perbandingan Daya dengan Bahan Bakar Premium dan Arak Bali



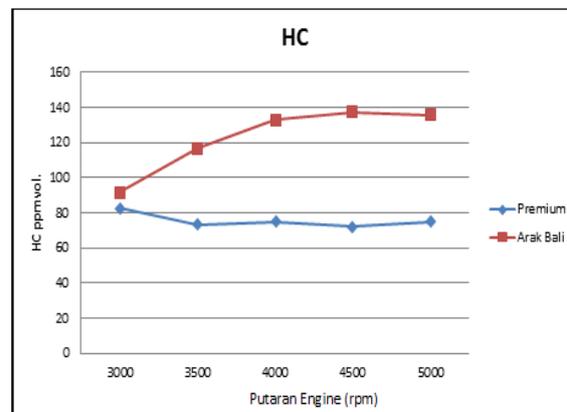
Gambar 4. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dengan Bahan Bakar Premium dan Arak Bali



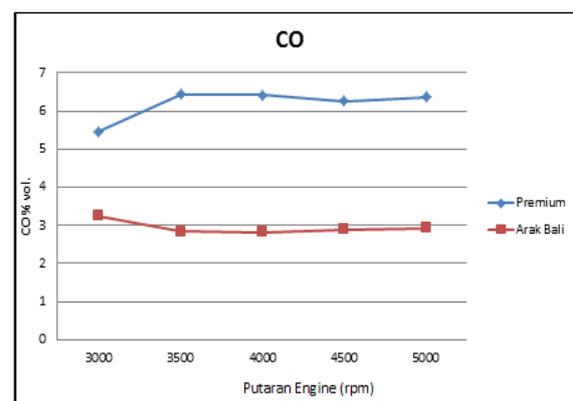
Gambar 5. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dengan Bahan Bakar Premium dan Arak Bali

4.2 Emisi Gas Buang

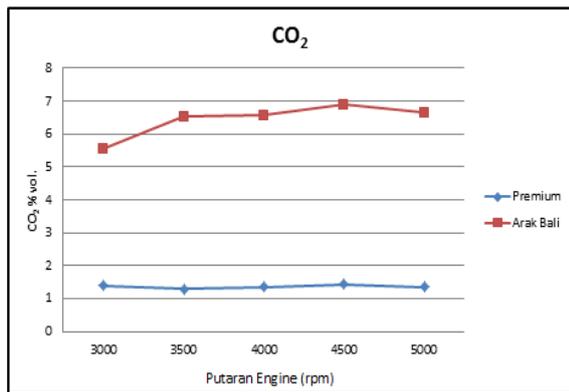
Pembahasan untuk hasil pengujian emisi gas buang menggunakan bahan bakar arak Bali yang dibandingkan dengan bahan bakar premium pada sepeda motor dengan sistem transmisi manual terhadap kandungan emisi gas buang HC, CO, CO₂, O₂. Di bawah ini merupakan grafik perbandingan antara penggunaan bahan bakar arak Bali dengan bahan bakar premium pada variasi putaran mesin 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 di tampilkan dalam grafik sebagai berikut :



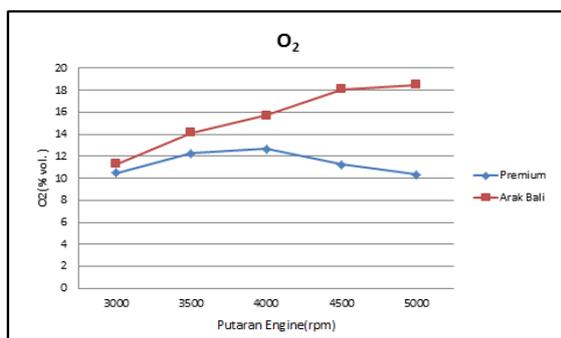
Gambar 6. Grafik Perbandingan Kandungan Emisi Gas Buang HC dengan Bahan Bakar Premium Dan Arak Bali



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kandungan Emisi Gas Buang CO dengan Bahan Bakar Premium Dan Arak Bali



Gambar 8. Grafik Perbandingan Kandungan Emisi Gas Buang CO₂ dengan Bahan Bakar Premium Dan Arak Bali



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kandungan Emisi Gas Buang O₂ dengan Bahan Bakar Premium Dan Arak Bali

Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan mengenai Kajian Eksperimental Unjuk Kerja Mesin Menggunakan Bahan Bakar Arak Bali dapat disimpulkan bahwa Torsi tertinggi yang dihasilkan menggunakan bahan bakar arak Bali dengan nilai 7,15 Nm. Daya tertinggi yang dihasilkan menggunakan bahan bakar arak Bali yaitu 5,606 Kw. Nilai konsumsi bahan bakar pada putaran mesin 3000 rpm menggunakan bahan bakar arak Bali yaitu 0,161 gram/detik. Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yang dihasilkan pada putaran mesin 5000 rpm menggunakan bahan bakar arak Bali yaitu 0,1172 kg/kWh. Emisi gas buang yang dihasilkan oleh bahan bakar arak Bali meliputi HC, CO, CO₂, O₂ menunjukkan bahwa arak Bali bisa dijadikan bahan bakar alternatif pada kendaraan bermotor.

Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan penulis dalam penelitian menggunakan bahan bakar arak bali pada kendaraan bertransmisi manual 125 cc, diharapkan untuk penelitian selanjutnya untuk merubah dan menaikkan perbandingan kompresi,

karena perbandingan kompresi yang digunakan sekarang adalah perbandingan kompresi standart.

Daftar Pustaka

- [1] Yuli, S.I., *Bioethanol, Alternatif Energi Terbarukan : Kajian Prestasi Mesin dan Implementasi di Lapangan*, 2005.
- [2] Yeliana, *Bahan Bakar dan Teknik Pembakaran Bahan Bakar*, Diktat Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana, Badung, 2004.
- [3] Wikipedia.id.org., *Ethanol Sebagai Bahan Bakar*, (Di Download tanggal : 6 April 2016).
- [4] Tugaswati, T. A., *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*, (Di Download tanggal : 5 Mei 2016).
- [5] Muku, I. D. M. K. & Sukadana, I. G. K., *Pengaruh Rasio Kompresi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali Sebagai Bahan Bakar*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, 2009

Nomenclature

F: Gaya sentrifugal benda yang berputar (N)
 D: Jarak benda ke pusat rotasi (m)
 N : Putaran Mesin (rpm)
 T : Torsi (Nm)
 P : Daya (watt)
 \dot{M}_b : Massa bahan bakar (gr)
 Δt : Waktu disaat kendaraan diakselerasi (detik)
 \dot{M}_f : Konsumsi bahan bakar (gr/ dt)
 SFC: Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kW.jam)
 \dot{M}_f : Konsumsi bahan bakar (kg/jam)
 Universitas Udayana, 2009