

PENGARUH PENGGUNAAN ARAK BALI SEBAGAI BAHAN BAKAR PADA MESIN EMPAT LANGKAH DENGAN RASIO KOMPRESI BERVARIASI

I Gusti Ketut Sukadana, I Gusti Ngurah Putu Tenaya¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Bali (0361)703321.
E-mail: igksukadana@unud.ac.id, pengumpulan_09@yahoo.com

ABSTRAK

Arak Bali adalah bahan bakar alternatif dengan kandungan ethanol yang sangat tinggi. Arak Bali dengan kadar ethanol lebih besar dari 80 persen mempunyai nilai oktan 108. Angka oktan yang besar memiliki sifat yang dapat mengatasi terjadinya detonasi, dan dapat bekerja pada rasio kompresi mesin lebih tinggi. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh dari variasi rasio kompresi terhadap unjuk kerja mesin empat langkah dengan bahan bakar arak Bali. Penelitian ini dilaksanakan dengan merubah rasio kompresi mesin (8,8 : 1, 8,9 : 1, 9 : 1 dan 9,3 : 1). Perubahan dilakukan dengan cara memperkecil volume sisa ruang bakar, dengan cara mensekrup kepala silinder. Penelitian ini menghasilkan, dengan menggunakan arak Bali sebagai bahan bakar pada mesin empat langkah. Jika rasio kompresi mesin diperbesar dapat berpengaruh pada meningkatnya unjuk kerja mesin dan menurunkan tingkat konsumsi bahan bakar mesin. Untuk bahan bakar premium, jika rasio kompresi mesin diperbesar dapat menurunkan unjuk kerja mesin dan meningkatkan konsumsi bahan bakar mesin.

Kata Kunci: Rasio kompresi, arak bali, unjuk kerja mesin.

ABTRACT

Arak bali is alternative fuel with highest contend of ethanol. Arak Bali with ethanol concentration more than 80 percent has octane number 108. Octane number which was higher can overcome a detonation, and can work at higher compression ratio engine. This experiment has done to now how the effect of compression ratio variation to the performance four strokes engine by arak Bali as fuel. This research was done by changing the compression ratio that is 8,8 : 1, 8,9 : 1, 9 : 1 and 9,3 : 1. The change was done by reducing clearance volume chamber by scrap the cylinder head. This reset has result, for the used arak Bali as fuel on the four stroke engine is, if engine compression ratio to increase can be influence to increasing engine performance and to decreasing engine fuel consumption. To premium is, if engine compression ratio is increase to influence of decreasing engine performance and to increasing engine fuel consumption.

Keywords: Compression ratio, Arak Bali, engine performance, fuel consumption

PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang otomotif sangat pesat dengan berbagai merk dan jenis serta dengan beragam teknologi. Teknologi tersebut akan bisa dipergunakan bila memakai bahan bakar. Tetapi dengan semakin menipisnya cadangan minyak bumi pada saatnya akan menyebabkan persediaan minyak bumi akan berkurang. Sehingga pemenuhan kebutuhan akan minyak dipasaran akan mengalami kesulitan, dan akhirnya akan mempengaruhi harga minyak akan semakin besar. Dari hal tersebut pemerintah membuat kebijakan dengan berusaha mengembangkan bahan bakar alternative seperti biodiesel, bioethanol, gasohol dan alkohol (*ethanol*). Masyarakat bali sudah mengenal alkohol dari jaman dulu dan masih bertahan sampai sekarang, itu dibuktikan dari minuman arak yang sudah turun temurun diproduksi sebagai sarana upacara, dan tidak sedikit juga dipakai sebagai minuman keras yang dapat memabukan.

Arak bali yang berasal dari nira pohon kelapa, bila diproses atau didestilasi akan dapat menghasilkan arak bali dengan kadar alkoholnya sampai diatas 80%, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada kendaraan bermotor (*Narayana*). Arak bali konsentrasi diatas 80% memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dari pada nilai oktan bensin. Angka oktan adalah

menunjukkan kemampuan menghindari terbakarnya campuran udara-bahan bakar sebelum waktunya (*self-ignition*). Terbakarnya campuran udara-bahan bakar di dalam mesin sebelum waktunya akan menimbulkan fenomena ketuk (*knocking*) yang berpotensi menurunkan daya mesin, bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin. Fenomena ketuk (*knocking*) akan membatasi penggunaan rasio kompresi yang tinggi pada mesin bensin. Angka oktan yang tinggi pada arak bali memungkinkan penggunaan rasio kompresi yang tinggi pada mesin.

Dengan peningkatan rasio kompresi dapat menghasilkan pembakaran yang optimal yang berpengaruh pada peningkatan unjuk kerja mesin seperti: akselerasi, emisi dan konsumsi bahan bakar. Hal inilah yang melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian tentang analisa pengaruh variasi rasio kompresi terhadap unjuk kerja mesin empat langkah menggunakan bahan bakar arak bali.

TINJAUAN PUSTAKA

Motor bakar merupakan suatu mekanisme yang merubah energi kimia menjadi energi panas selanjutnya dirubah menjadi energi mekanik. Pada motor bakar, perubahan energi panas menjadi energi mekanik akibat suatu proses pembakaran dari campuran bahan bakar dengan udara, yang kemudian tenaga hasil dari proses pembakaran oleh sistem transmisi mesin diubah menjadi energi mekanik atau tenaga penggerak.

Bahan Bakar Bensin

Sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor atau mesin pembakaran dalam, bahan bakar harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu: mudah bercampur dengan udara, tahan terhadap knocking, tidak mudah terbakar sendiri sebelum waktu yang ditentukan (*preignition*), tidak memiliki kecenderungan menurunkan efisiensi volumetris dari mesin, mudah ditangani, murah dan mudah didapat, memiliki nilai kalor yang tinggi, menghasilkan pembakaran bersih tanpa menyisakan korosi pada komponen peralatan mesin.

Bensin untuk kendaraan bermotor merupakan campuran dari *destilate* hidrokarbon ringan yang terbuat dari campuran minyak bumi. Karenanya, bensin adalah campuran paraffin, olefin, naphthene, dan aromatic yang mana berbeda dari perusahaan satu dan lainnya, dari lokasi dan dari musim pada tiap tahunnya. Bensin harus cukup mudah menguap (*volatile*) agar mudah menguap pada mesin, tetapi tidak sangat *volatile* sehingga menimbulkan bahaya detonasi selama penanganannya. Temperatur *boiling* bensin adalah 25-225 °C. n-octane 88 yang sering digunakan untuk mewakili bensin mempunyai *boiling point* 125.6 °C

Nira Bahan Baku Pembuatan Arak

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 alcohol.

Ethanol

Ethanol merupakan alkohol cair dengan bilangan oktan yang tinggi dan mampu menggantikan bensin. Ethanol diproduksi dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) seperti jagung di Amerika Serikat dan tebu di Brazil. Ethanol digunakan sebagai bahan bakar karena memiliki kandungan oksigen lebih tinggi 35 persen sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan tinggi sebesar 108.

Angka Oktan Bahan Bakar

Kecendrungan bahan bakar untuk terjadi detonasi dinyatakan dengan angka oktan. Angka oktan ini harus disesuaikan dengan yang dipersyaratkan oleh motor. Motor dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi, memerlukan bahan bakar dengan angka oktan yang lebih tinggi untuk menghilangkan detonasi dan menghasilkan putaran yang lebih lembut. Untuk memilih apakah suatu jenis bensin mudah menimbulkan detonasi atau tidak, digunakan suatu motor percobaan, misalnya C.F.R.M (*Cooperative Fuel Research Motor*) yang dibuat di Amerika. Tekanan akhir kompresi pada motor dapat diatur sesuai kebutuhan. Jika pada akhir kompresi tertentu dimulai dengan campuran yang terdiri dari 30% normal heptan dan 70% iso oktan, akan timbul tanda-tanda mulai detonasi, maka dikatakan bahan bakar tersebut mempunyai nilai oktan sebesar 70. Angka oktan dapat pula diperbesar dengan menambah anti knocking yang berupa tetra ethil lead, namun resiko dari penambahan ini akan mengakibatkan meningkatnya kandungan uap air didalam gas buang.

Perbandingan kompresi

Perbandingan kompresi merupakan hasil bagi dari volume total dengan volume sisa ruang bakar, volume total adalah isi ruang antara torak ketika berada di titik mati bawah sampai tutup silinder, volume total juga merupakan jumlah antara volume langkah dengan volume sisa, sedangkan volume sisa adalah volume antara torak ketika ia berada di titik mati bawah sampai tutup silinder. Bila rasio kompresi dipertinggi, tekanan pembakaran akan bertambah dan dari mesin akan diperoleh output yang besar. Penambahan kompresi yang terlalu tinggi akan menimbulkan gejala knocking dan akan menghasilkan output yang rendah. Hal ini harus diatasi dengan menggunakan bahan bakar dengan angka oktan yang lebih tinggi.

Detonasi (*knocking*)

Pada motor bensin kecenderungan terjadi detonasi lebih besar. Hal ini disebabkan pada proses pembakaran yang tidak serentak yaitu terjadi proses pembakaran sendiri pada saat langkah kompresi belum berakhir. Campuran yang telah terbakar akan menekan campuran bahan bakar yang belum terbakar. Akibatnya, campuran bahan bakar yang belum terbakar tersebut temperaturnya meningkat sehingga melewati temperatur untuk menyala sendiri. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya detonasi karena terjadi nyala susulan. Selain itu detonasi juga dapat diakibatkan oleh suhu yang terjadi didalam ruang bakar terlalu tinggi, angka oktan bahan bakar yang rendah, tekanan kompresi tinggi, dan waktu pembakaran tidak tepat.

Akselerasi Kendaraan

Akselerasi kendaraan merupakan kemampuan kendaraan untuk merubah kecepatannya persatuan waktu. Jadi akselerasi kendaraan tergantung pada waktu yang dibutuhkan, untuk mencapai kecepatan tertentu, dengan waktu yang berbeda, maka sudah tentu akselerasi yang dihasilkan akan berbeda pula.

Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang dipergunakan dalam satuan waktu tertentu untuk menghasilkan tenaga mekanis, laju pemakaian bahan bakar tiap detik dapat ditentukan dengan rumus:

$$\dot{m}_f = M_b/t \quad [kg/detik] \quad (1)$$

Sedangkan untuk massa bahan bakar dihitung dengan rumus:

$$M_b = V_b \cdot \rho_b / 1000 [kg] \quad (2)$$

Untuk bensin, dimana V_b adalah volume bahan bakar dalam ml dan (ρ_b) adalah massa jenis bahan bakar bensin $0,986 [kg/lt]$. Sedangkan untuk massa bahan bakar dengan menggunakan arak dapat dihitung rumus:

$$M_b = V_b \cdot \rho_a / 1000 \text{ (kg)} \tag{3}$$

Untuk arak , dimana V_b adalah volume bahan bakar dalam ml dan (ρ_a) adalah massa jenis bahan bakar arak bali 0,792 [kg/lit]. Konsumsi bahan bakar dalam satuan lt/km dihitung dari rumus:

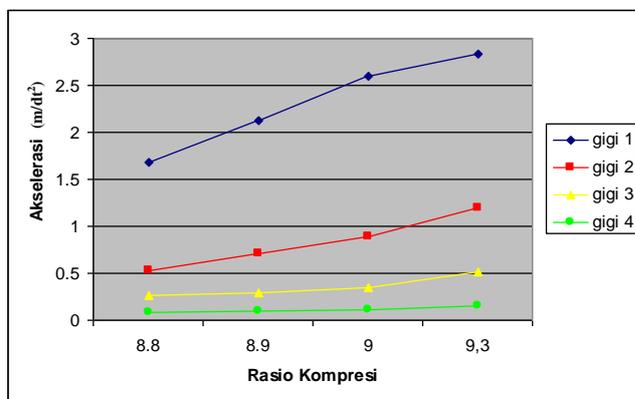
$$M_k = \frac{mf}{\rho_a \cdot \Delta V} \times \frac{1000}{60} \text{ (lt / km)} \tag{4}$$

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

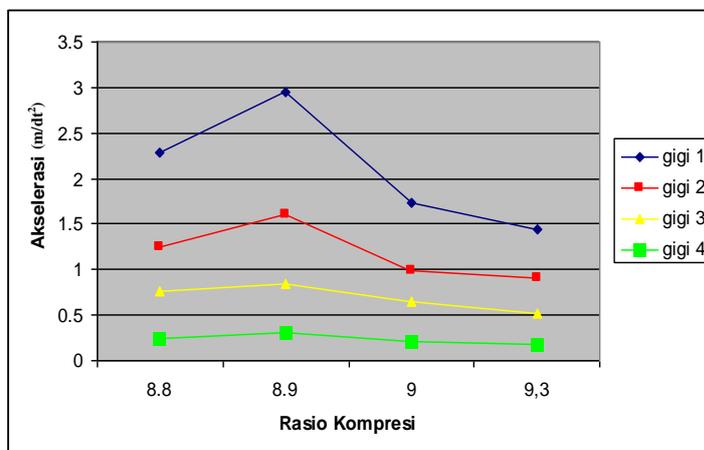
Analisa Variasi Rasio Kompresi Terhadap Akselerasi

Dari gambar 3. grafik hubungan variasi rasio kompresi terhadap akselerasi dengan bahan bakar arak api (*ethanol*), terlihat bahwa dengan peningkatan rasio kompresi terjadi peningkatan akselerasi yang dihasilkan, semakin besar rasio kompresi maka akselerasi yang dihasilkan semakin meningkat.

Hal ini disebabkan dengan meningkatnya rasio kompresi maka tekanan dan temperatur di ruang bakar meningkat sehingga dengan angka oktan yang lebih besar pada ethanol menyebabkan proses pembakaran yang terjadi akan semakin bagus seiring penigkatan rasio kompresi, ini dibuktikan dari penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1. semakin tinggi rasio kompresi semakin meningkat pula akselerasi yang dihasilkan.



Gambar 1. Variasi rasio kompresi terhadap akselerasi dengan bahan bakar Arak Bali

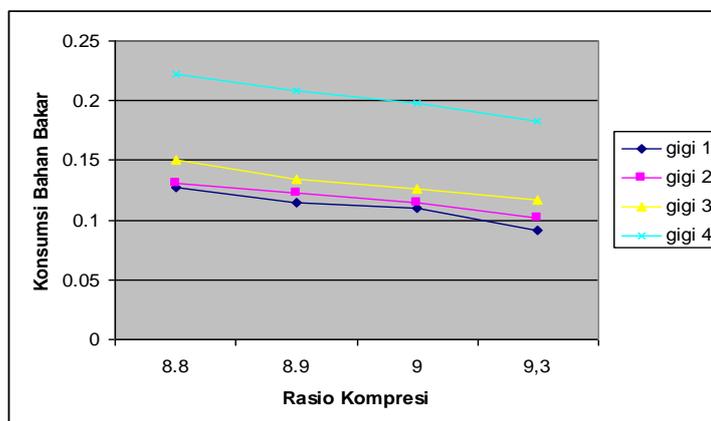


Gambar 2. Variasi rasio kompresi terhadap akselerasi dengan bahan bakar Bensin

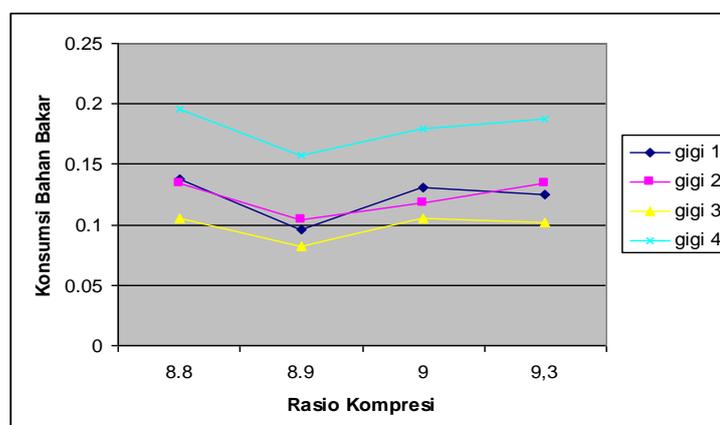
Dari gambar 2. grafik hubungan variasi rasio kompresi terhadap akselerasi dengan bahan bakar bensin, pada rasio kompresi 8.9 : 1 besarnya akselerasi yang diperoleh pada penelitian menunjukkan hasil yang paling maksimal, dimana hal ini disebabkan karena didalam ruang bakar terjadi pembakaran yang lebih baik dibandingkan dengan rasio kompresi standar 8,8 : 1, yang berdampak peningkatan kinerja mesin dalam hal akselerasinya. Sedangkan pada rasio kompresi 9 : 1 dan 9,3 : 1 mengalami penurunan akselerasi yang disebabkan karena tekanan kompresi terlalu tinggi, sehingga temperatur dan tekanan pada ruang bakar melebihi temperatur dan tekanan penyalaan sendiri sehingga terjadi peristiwa detonasi di dalam silinder motor bensin yang menimbulkan suara gemelitik yang menyebabkan akselerasi kendaraan menurun.

Analisa Variasi Rasio Kompresi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Dari gambar 3. grafik hubungan rasio kompresi terhadap konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar arak bali, menunjukkan makin tinggi rasio kompresi laju konsumsi bahan bakar mengalami penurunan yang disebabkan oleh dengan meningkatnya rasio kompresi maka tekanan diruang bakar akan lebih tinggi yang mana dengan kadar oktan yang tinggi pada arak bali cocok dipakai pada rasio kompresi tinggi, ini dapat terlihat pada grafik, makin tinggi rasio kompresi maka konsumsi bahan bakar lebih turun berarti pembakaran yang terjadi makin baik seiring dengan peningkatan rasio kompresi.



Gambar 3. Variasi rasio kompresi terhadap konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar Arak Bali



Gambar 4. Variasi rasio kompresi terhadap konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar bensin

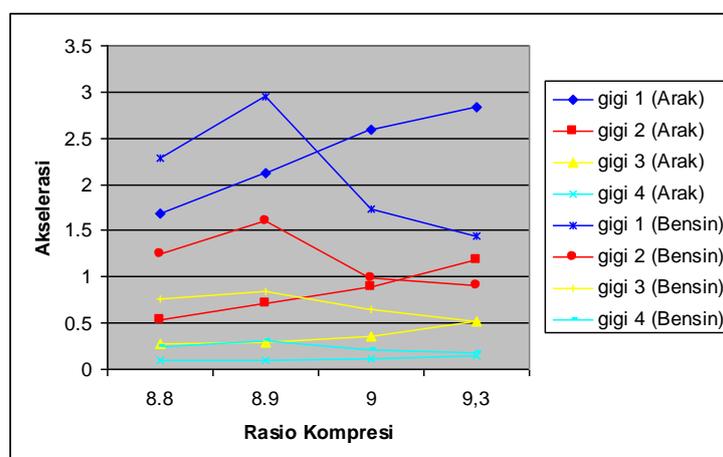
Dari gambar 4. grafik perbandingan rasio kompresi terhadap konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar bensin, terlihat bahwa pada rasio kompresi 8.9 : 1 konsumsi bahan bakarnya paling

rendah, hal ini disebabkan karena proses pembakaran yang terjadi lebih baik dibandingkan dengan rasio kompresi yang lainnya pada pengujian konsumsi bahan bakar. Sedangkan pada rasio kompresi 8,8 : 1 dan 9 : 1, menunjukkan konsumsi bahan bakar lebih boros dari pada rasio kompresi 8,9 : 1 baik dari perpindahan gigi 1 kecepatan 0 – 20 [km/jam], gigi 2 kecepatan 20 – 40 [km/jam], gigi 3 kecepatan 40 – 60 [km/jam], dan gigi 4 dengan kecepatan 60 – 70 [km/jam]. Sedangkan pada rasio kompresi 9,3 : 1 konsumsi untuk gigi 1 dan gigi 3 mengalami penurunan dari rasio kompresi 9 : 1.

Analisa Perbandingan Akselerasi Bahan Bakar Arak Bali dengan Bensin

Pada gambar 5. grafik perbandingan akselerasi bahan bakar arak bali dengan bensin dapat dilihat berapa besar perbedaan akselerasi pada masing-masing rasio kompresi yaitu: pada rasio kompresi standar 8,8 : 1 ke rasio kompresi 8,9 : 1 baik bahan bakar arak api maupun bensin terjadi peningkatan akselerasi tetapi pada gigi 1 dan 2 terjadi peningkatan yang cukup besar. Peningkatan ini disebabkan pembakaran yang terjadi di ruang bakar lebih baik dibandingkan rasio kompresi standar 8,9 : 1.

Dari peningkatan rasio kompresi 8,9 : 1 ke rasio kompresi 9 : 1 dan rasio kompresi 9,3 : 1 terjadi peningkatan akselerasi pada kendaraan dengan bahan bakar arak bali sedangkan kendaraan dengan bahan bakar bensin mengalami penurunan akselerasi, hal ini disebabkan oleh angka oktan yang dimiliki oleh ethanol lebih tinggi dari arak api sehingga memiliki periode penundaan (*delay period*) yang lebih panjang di bandingkan bahan bakar bensin, yang menyebabkan terjadinya detonasi dan menurunnya akselerasi kendaraan.



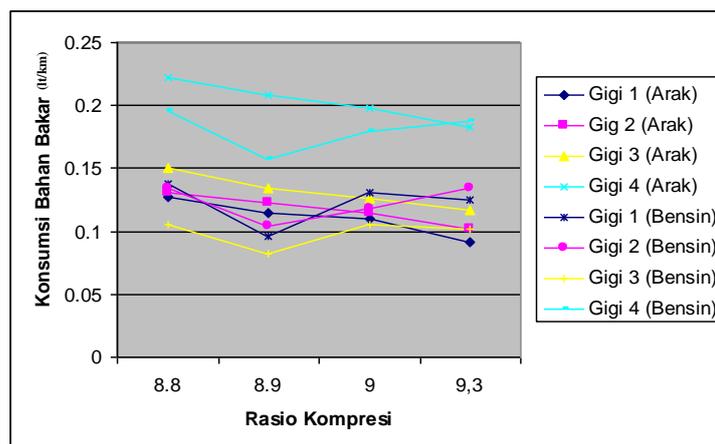
Gambar 5. Perbandingan akselerasi Arak Bali dengan Bensin

Analisa Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Arak Bali dengan Bensin

Pada gambar 6. grafik perbandingan konsumsi bahan bakar arak bali dengan bensin dapat dilihat berapa besar perbedaan konsumsi bahan bakar pada masing masing rasio kompresi yaitu: dari perbandingan grafik terlihat bahwa kendaraan dengan bahan bakar arak bali akan makin irit pada rasio kompresi yang tinggi sedangkan kendaraan dengan bahan bakar bensin paling irit pada rasio kompresi 8,9 : 1. Dari grafik terlihat bahwa pemakaian bahan bakar arak bali lebih boros dari pada bahan bakar bensin yang disebabkan oleh sifat dari bahan bakar ethanol, apabila 1kg ethanol dibandingkan dengan 1kg bensin, ethanol menghasilkan tenaga yang lebih rendah dari pada bahan bakar bensin, sehingga untuk menghasilkan akselerasi yang sama maka diperlukan bahan bakar ethanol yang lebih banyak dari bahan bakar bensin, sehingga yang menyebabkan pemakain bahan bakar arak bali lebih boros.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada rasio kompresi 9,3 : 1 dengan bahan bakar arak bali dapat meningkatkan akselerasi dan dapat menghemat konsumsi bahan bakar yaitu pada gigi 1 (kecepatan 0–20 (km/jam)) akselerasinya 2,835m/dt² konsumsi bahan bakar 0,091 (lt/km), pada gigi 2 (kecepatan 20–40 (km/jam)) akselerasinya 1,190 (m/dt²), konsumsi bahan bakar 0,102 (lt/km),

pada gigi 3 (kecepatan 40–60 (*km/jam*)) akselerasinya 0,518 (m/dt^2), konsumsi bahan bakar 0,117 (*lt/km*) dan pada gigi 4 (kecepatan 60–70 (*km/jam*)) akselerasinya 0,146 (m/dt^2), konsumsi bahan bakar 0,183 (*lt/km*).



Gambar 6. Perbandingan konsumsi bahan bakar Arak Bali dengan Bensin

KESIMPULAN

Penggunaan arak bali sebagai bahan bakar kendaraan didapat bahwa, semakin besar rasio kompresi mesin menyebabkan semakin besar unjuk kerja mesin dan konsumsi bahan bakar semakin rendah. Sedangkan untuk penggunaan bahan bakar bensin, semakin besar rasio kompresi unjuk kerja mesin mengalami penurunan dan konsumsi bahan bakar mengalami peningkatan.

SARAN

Dari keseluruhan penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut: Kendaraan dengan bahan bakar arak bali mengalami kesulitan pada saat putaran mesin tinggi dengan beban maka disarankan untuk meneliti berapa besar rasio kompresi yang tepat untuk putaran tinggi dan berapa persen kandungan alkohol yang baik digunakan pada putaran tinggi. Bahan bakar arak bali memerlukan sedikit udara yang mana pada percobaan sistem karburator di coker sehingga udara yang masuk sedikit tetapi pada putaran tinggi kekurangan udara sehingga disarankan untuk penelitian berikutnya dilakukan modifikasi pada karburator atau pada saluran masuk udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang besar kami sampaikan kepada: Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini, Rektor Universitas Udayana, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah memberikan fasilitas sehingga pengabdian ini dapat terlaksana. Pihak Rotary Bali Taman dan Rotary Internasional yang juga membantu masyarakat desa Kesimpar dalam pendistribusian material. Dan seluruh masyarakat Kesimpar yang telah bekerja keras bergotong royong melaksanakan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Artikel-artikel populer. (senin, 3 April 2006), Bioethanol, Alternatif Energi Terbaharukan : Kajian Prestasi Mesin dan Implementasi di Lapangan, <http://www.google.com>.

A.K. Shaha. 1974. “ *Combustion Engineering and Fuel Technology*”. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi.

- Arismunandar, W. 1988. *Motor Bakar Torak*. ITB Bandung.
- Edward, F., 1973, *Internal Combustion Engine and Air Pollution*. Third Edition. Harper & Row. Publisher. New York. Hager Stownson Francisco.
- Surya Widianara, I Nyoman. (2005), *Analisa Penggunaan Arak Api Sebagai Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Langkah 110 CC Terhadap Kadar Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar*, Universitas Udayana.
- Sukadana, 2007, "Pengaruh variasi rasio kompresi terhadap emisi dengan arak bali sebagai bahan bakar sepeda motor empat langkah", Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- Sukadana, 2008, "Pemanfaatan arak bali sebagai bahan bakar mesin 4 langkah dengan variasi rasio kompresi", Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- Sukadana, 2009, 2010, "Kajian teknis destilator tipe kontinu penghasil bahan bakar alternatif berbahan dasar arak bali", Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- Sukadana, 2011, "Kajian teknis pemanfaatan arak bali sebagai bahan bakar alternatif mesin pembakaran tipe injeksi", Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- Sukadana, 2011, "Kajian teknis distilator kolom bertingkat tipe kontinu terhadap kapasitas dan kualitas produksi arak bali", Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- Sukadana, 2013, "Peningkatan kualitas produksi arak bali sebagai bahan bakar alternative dengan metode distilasi Kontinyu bertingkat", Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- Yuli Setyo Indartono. 2005 *Bioethanol, Alternatif Energi Terbarukan : Kajian Prestasi*