

Performansi mesin berbahan bakar etanol hasil destilasi arak Bali

I Gusti Ketut Sukadana^{1)*}, I Gusti Ngurah Putu Tenaya¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Perkembangan penelitian tentang proses pengolahan arak sampai saat ini sudah banyak mengalami kemajuan, terlihat dari hasil penelitian tentang energi alternatif berbahan dasar arak. Kemajuan yang dicapai sampai saat ini adalah kualitas arak sebesar 95%. Sudah memenuhi persyaratan sebagai bahan bakar alternatif. Metode yang dipakai dalam usaha mencapai tujuan dari penelitian ini adalah: pertama metode perancangan yaitu merancang alat kondensasi paksa tipe aliran melintang. Kedua, metode eksperimental dengan melaksanakan pengujian pada berbagai variable operasional seperti variabel laju aliran fluida pendingin yang berpengaruh terhadap laju produksi. Ketiga dilakukan pengujian terhadap unjuk kerja mesin dengan menggunakan arak bali sebagai bahan bakar. Semakin besar bilangan Reynolds aliran fluida pendingin mengakibatkan laju pendinginan semakin besar, berpengaruh terhadap laju kondensasi semakin besar sehingga laju produksi semakin besar. Berbanding terbalik dengan kualitas produksi. Pengujian arak bali sebagai bahan bakar pada mesin tipe carburator menghasilkan peningkatan konsentrasi arak bali berpengaruh terhadap semakin besarnya tingkat konsumsi bahan bakar spesifik mesin, torsi mesin mengalami penurunan dan daya mesin juga mengalami penurunan.

Kata kunci: Konveksi paksa, arak, kapasitas, kualitas, bahan bakar, unjuk kerja

Abstract

The development of research on the processing of wine it's been a lot of progress, seen from the results of research on alternative energy from the basic ingredients of beer. The progress made today is the quality of the wine production has above 95%. So qualify as a fuel. The methods used in order to achieve the objectives of this study are: The first method of designing is designing and making scientific instruments forced condensation transverse flow type. Second the experimental method to carry out testing on a variety of operational variables such as the cooling fluid flow rate variables that affect the rate of production. A third test on the performance of the engine by using fuel arak bali. The greater the Reynold Number of fluid flow rate results in greater cooling rate, affect the rate of condensation getting bigger so that the rate of production increases. But inversely proportional to the quality of production. Arak bali for testing as a fuel on the machine type carburator, increased concentration of arak bali affect the specific fuel consumption of engine is increasing, torque of engine is decreasing and power of engine is decreasing.

Keywords: Forced convection, wine, capacity, quality, fuel, Performance

1. Pendahuluan

Indonesia termasuk dalam organisasi penghasil minyak dunia, yaitu pada tahun 1989 menempati urutan 10 besar sebagai penghasil minyak bumi. Tetapi seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi kebutuhan akan minyak setiap tahun terus mengalami peningkatan, maka perlu adanya penghematan dalam penggunaan bahan bakar minyak tersebut. Penggunaan bahan bakar minyak khususnya bahan bakar fosil disamping ketersediaannya semakin terbatas juga dapat merusak lingkungan yaitu menimbulkan polusi udara.

Penggunaan bahan bakar cair secara terus menerus mengakibatkan suatu saat akan terjadi kelangkaan bahan bakar. Pemerintah menganjurkan untuk menggunakan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan. Pemerintah Indonesia mengeluarkan suatu kebijakan dalam pengelolaan energi nasional, khususnya tentang pemanfaatan etanol, biodisel dan gasohol sebagai

energi alternative pada tahun 2022 mendatang. Pemanfaatan bahan bakar alternative juga bertujuan untuk melindungi lingkungan hidup dari pencemaran, disamping sebagai usaha untuk lebih memanfaatkan sumber daya alam hayati khususnya yang berasal dari hewan dan tumbuhan.

Salah satu bahan bakar alternative tersebut khususnya di bali adalah arak. Kualiatas arak lebih besar 90 % memiliki angka oktan di atas standar maksimal angka oktan bensin, yaitu sekitar 108,6, sedangkan bensin memiliki angka oktan sebesar 88. Disamping itu sifat arak tidak beracun dan ramah terhadap lingkungan. Jika arak dipadukan dengan bahan bakar bensin dengan persentase tertentu, memungkinkan dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar bensin tersebut. Dengan peningkatan nilai oktan tentunya akan memperbaiki kualitas hasil pembakaran, sisa gas hasil pembakaran akan lebih baik, dan

*Korespondensi: Tel./Fax.: 62 81338598653/62 361 703321
E-mail: igksukadana@unud.ac.id/pengumpulan_09@yahoo.com
©Teknik Mesin Universitas Udayana 2016

berpengaruh terhadap performance dari mesin akan meningkat.

Arak adalah suatu zat yang diperoleh dari alam terutama dari tumbuhan yang mengandung zat pati (*karbohidrat*) dengan bantuan bakteri *saccharomyces cereviceae* untuk fermentasi dan dengan alat evaporator dan kondensor untuk mendestilasi menjadi arak. Bahan-bahan yang mengandung karbohidrat adalah nira kelapa, enau, lontar dan segala produk pertanian. Nira hasil petani sangat berlimpah, khusus di kecamatan Abang, Kecamatan Kubu Kabupaten Karangasem yang sebagian besar masyarakat memiliki kegiatan membuat nira. Hasil nira kemudian diproses secara tradisional menjadi arak dengan kualitas < 40 %. Dengan kebijakan pemerintah daerah Bali melarang peredaran arak akibat penyalahgunaan sebagai minuman keras, maka akan dapat menyebabkan terancamnya mata pencaharian masyarakat petani produsen nira.

2. Tinjauan Pustaka

Nanda, Sukadana, 2006, melakukan penelitian uji coba campuran bahan bakar alkohol dari salak Bali dan bensin dengan memvariasikan fraksi campuran untuk mendapatkan sifat fisik yang mendekati bensin. Dan dilanjutkan oleh Artayana, IM, 2007, melakukan penelitian penambahan alkohol salak pada bahan bakar bensin untuk mengetahui kualitas gas buang yang diuji pada sepeda motor. Dari penelitiannya dihasilkan bahwa: dengan semakin besar persentase penambahan alkohol menyebabkan gas buang yang dihasilkan seperti kandungan hidrokarbon (HC) dan oksigen (O_2) semakin meningkat, sedangkan untuk bahan bakar bensin gas buangnya cenderung lebih rendah. Semakin besar putaran mesin persentase volume gas buang yang dihasilkan mengalami penurunan.

Artawan, Sukadana 2007, melakukan penelitian penggunaan arak api sebagai bahan bakar pengganti sepeda motor terhadap akselerasi dan konsumsi bahan bakar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada rasio kompresi 9,3 : 1 dengan bahan bakar arak api dapat meningkatkan akselerasi dan dapat menghemat konsumsi bahan bakar yaitu pada gigi 1 (kecepatan 0 – 20 km/jam) akselerasinya sebesar 2,835 m/dt² dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0,091 lt/km, pada gigi 2 (kecepatan 20 – 40 km/jam) akselerasinya sebesar 1,190 m/dt² dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0,102 lt/km, pada gigi 3 (kecepatan 40 – 60 km/jam) akselerasinya sebesar 0,518 m/dt² dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0,117 lt/km dan pada gigi 4 (kecepatan 60 – 70 km/jam) akselerasinya sebesar 0,146 m/dt² dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0,183 lt/km.

Ervan, sukadana 2007, Melakukan penelitian mengenai arak api sebagai bahan bakar pengganti sepeda motor terhadap kandungan gas buang,

didapat hasil penelitian dengan memvariasikan konsentrasi ethanol sebagai bahan bakar akan sangat berpengaruh terhadap kandungan gas buang. Dengan konsentrasi yang semakin tinggi gas buang yang dihasilkan akan semakin baik, seperti kandungan karbon dioksida (CO_2) semakin besar. Untuk karbon monoksida (CO), semakin besar konsentrasi ethanol emisi CO yang dihasilkan semakin menurun. Untuk Oksigen (O_2), semakin besar konsentrasi ethanol emisi O_2 yang dihasilkan akan semakin menurun. Dan untuk kandungan hidrokarbon (HC), semakin besar konsentrasi ethanol emisi HC yang dihasilkan akan semakin menurun.

Sukadana, Bandem 2009 dan 2010, melakukan kajian teknis unjuk kerja destilator kontinu dan pemanfaatan arak sebagai bahan bakar pengganti bensin, dengan cara menguji pada mesin pembakaran konvensional carburator, dengan beberapa variable pengujian seperti variable putaran, variable rasio kompresi terhadap unjuk kerja mesin seperti emisi. Hasil penelitian yang didapat, semakin tinggi temperatur penguapan semakin tinggi kapasitas produk arak tetapi berbanding terbalik dengan kualitas produk yang semakin rendah. Umumnya dibandingkan bahan bakar bensin, bahan bakar arak menghasilkan gas CO_2 lebih besar, CO lebih rendah, HC lebih tinggi dan O_2 lebih tinggi. Meningkatnya rasio kompresi berpengaruh terhadap peningkatan CO_2 , menurunnya CO, peningkatan emisi HC dan semakin kecil gas O_2 .

Sukadana 2011, melakukan kajian teknis destilator kolom bertingkat tipe kontinu terhadap kapasitas dan kualitas produksi arak. Dari penelitian ini diapatkan hasil bahwa: kapasitas dan kualitas produksi arak sangat dipengaruhi oleh banyak jumlah tingkat destilasi. Semakin banyak jumlah tingkat destilasi semakin rendah kapasitas produksi, semakin tinggi kualitas produksi dan efisiensi produksi juga semakin rendah.

Sukadana 2011, melakukan kajian teknis pemanfaatan arak sebagai bahan bakar alternatif mesin pembakaran tipe injeksi. Didapat hasil bahwa; Torsi dan daya yang dihasilkan pada pembakaran dengan bahan bakar arak api lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar bensin, sedangkan konsumsi bahan bakar dan konsumsi bahan bakar spesifik untuk bahan bakar arak api lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Jadi untuk rasio kompresi mesin standar menggunakan bahan bakar arak memiliki performa masih lebih rendah dari bahan bakar bensin.

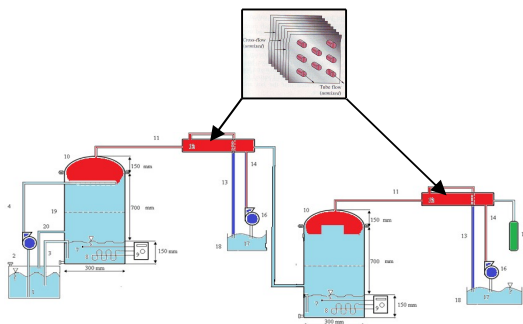
Sukadana 2013, melakukan penelitian "Peningkatan kualitas produksi arak bali sebagai bahan bakar alternative dengan metode destilasi Kontinu bertingkat". Pada penelitian ini dilakukan variabel jumlah tingkat destilator dari satu tingkat, dua tingkat dan tiga tingkat. Dengan masing masing variabel memiliki seting temperatur yang berbeda-beda. Didapatkan hasil bahwa semakin

banyak tingkat destilator yang dipergunakan dapat dihasilkan kualitas produksi arak yang semakin tinggi tetapi kapasitas produksi semakin rendah.

Sukadana, Tenaya 2014, melakukan penelitian "Peningkatan kapasitas produksi bahan bakar alternatif arak Bali dengan metode kondensasi aliran fluida paksa" Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat dijelaskan bahwa: Semakin banyak tingkat destilator kontinu berpengaruh pola distribusi temperatur penguapan semakin rendah, dan semakin banyak tingkat destilator kontinu berpengaruh laju produksi yang semakin rendah, sebaliknya kualitas produksi semakin besar.

3. Metode Penelitian

Penelitian dan hasil dari kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan dengan indikator capaian setiap kegiatan penelitian yaitu pemanfaatan arak sebagai bahan bakar alternative pada mesin kendaraan. Proses kerja destilator bertingkat, bak penampung (1) sebagai tempat penampung nira atau bahan baku dengan volume 20 liter, dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm. Pompa (2) sebagai alat untuk memompakan nira dari bak penampung menuju spreyer (5) melewati pipa saluran suply (4) sehingga terjadi pengabutan pada bagian atas kolom/ketel (6), akibat berat jenis lebih besar maka nira pada kolom (6) akan mengalir kebawah, bersamaan dengan itu juga ada aliran uap nira dari bagian bawah kolom (6) akibat pemanasan oleh pemanas (8), sehingga terjadilah kontak lawan arah antara uap nira dari bagian bawah kolom dengan nira dari bagian atas kolom secara konveksi.



Gambar 1. Diagram peralatan destilator kontinu bertingkat

Pemanas (8) berdaya 1000 Watt dan bekerja sesuai dengan temperatur seting (7) yang diseting dengan thermostat (9). Akibat adanya pergerakan uap ke bagian atas kolom dengan nira ke bagian bawah kolom akan terjadi proses penguapan untuk partikel yang mudah menguap dan terkondensasi untuk partikel yang susah menguap secara konveksi. Cairan yang tidak menguap akan tertampung pada bagian bawah kolom, dan bila jumlahnya berlebihan akan dikembalikan ke bak (1) melalui saluran pelimpah

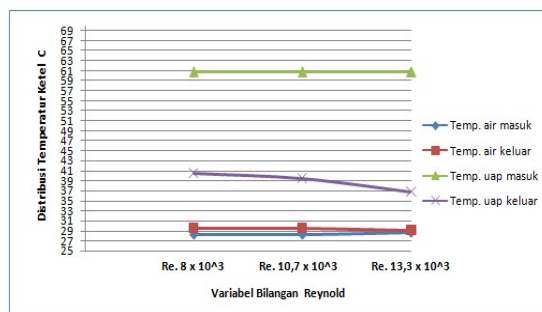
(3). Uap yang sampai pada bagian atas kolom selanjutnya mengalir menuju kondensor (12). Dengan bantuan aliran paksa air pendingin oleh pompa (16) dari bak air (17) melewati kondensor, maka uap yang mengalir dalam kondensor akan terkondensasi menjadi kondensat yang selanjutnya ditampung pada botol (15). Proses tersebut berulang secara terus menerus.

4. Hasil Yang Dicapai

4.1. Presentasi Performansi Destilator

Semakin besar laju aliran fluida pendingin, temperatur uap keluar semakin rendah. Hal ini membuktikan bahwa laju pendinginan semakin besar sehingga mempengaruhi pada laju kondensasi uap menjadi arak bali semakin tinggi. Rata – rata penurunan temperatur uap keluar kondensor sebesar 1,23. Temperatur air keluar kondensor juga mengalami penurunan akibat dari laju aliran air pendingin semakin besar.

Penurunan temperatur air pendingin sebesar 14%. Dengan gambaran penurunan temperatur fluida pendingin dan fluida panas tersebut memperlihatkan bahwa laju pendinginan semakin tinggi dan laju kondensasi juga semakin tinggi. Pemaknaan dari analisa diatas bahwa laju aliran sangat berpengaruh terhadap bilangan Reynolds. Bilangan Reynolds semakin besar berpengaruh terhadap tipe aliran fluida mengarah ke pada tipe aliran menjadi lebih turbulen, sehingga laju perpindahan panas semakin besar. Semakin besar laju aliran berarti semakin banyaknya partikel fluida yang melewati bidang perpindahan panas sehingga semakin besar energi panas yang dapat ditransfer dari fluida panas ke fluida dingin.

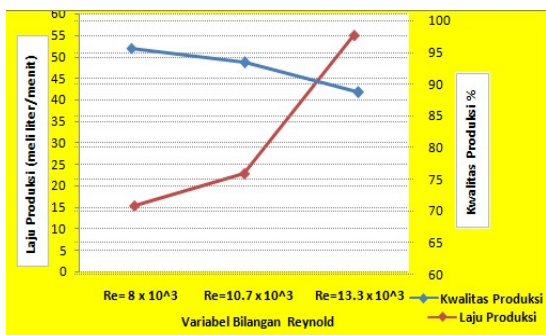


Gambar 2. Pengaruh bilangan Reynolds terhadap unjuk kerja kondensor

Semakin besar laju aliran fluida pendingin, temperatur uap keluar semakin rendah. Hal ini membuktikan bahwa laju pendinginan semakin besar sehingga mempengaruhi pada laju kondensasi uap menjadi arak bali semakin tinggi. Rata – rata penurunan temperatur uap keluar kondensor sebesar 1,23. Temperatur air keluar kondensor juga mengalami penurunan akibat dari laju aliran air pendingin semakin besar. Penurunan temperatur air pendingin sebesar 14%. Dengan gambaran penurunan temperatur fluida pendingin

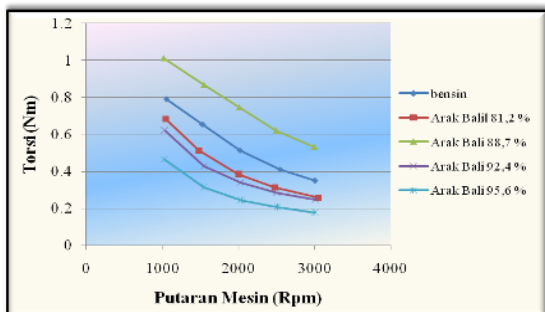
dan fluida panas tersebut memperlihatkan bahwa laju pendinginan semakin tinggi dan laju kondensasi juga semakin tinggi. Pemaknaan dari analisa diatas bahwa laju aliran sangat berpengaruh terhadap bilangan Reynold. Bilangan Reynold semakin besar berpengaruh terhadap tipe aliran fluida mengarah ke pada tipe aliran menjadi lebih turbulen, sehingga laju perpindahan panas semakin besar. Semakin besar laju aliran berarti semakin banyaknya partikel fluida yang melewati bidang perpindahan panas sehingga semakin besar energi panas yang dapat ditransfer dari fluida panas ke fluida dingin.

Terlihat dari gambar 3 bahwa semakin besar laju aliran fluida pendingin mengakibatkan laju pendinginan semakin besar, berpengaruh terhadap laju kondensasi semakin besar sehingga laju produksi semakin besar. Semakin besar laju aliran fluida mengakibatkan laju produksi meningkat sebesar 87%. Tetapi berbanding terbalik dengan kualitas produksi, semakin besar laju aliran fluida pendingin mempengaruhi kualitas produksi semakin rendah. Hal ini terjadi karena kecepatan kondensasi mengakibatkan kandungan air dalam uap semakin banyak terkondensasi.



Gambar 3. Pengaruh bilangan Reynolds terhadap kapasitas dan kualitas produksi

4.2. Analisa Pengaruh Variasi Putaran Terhadap Torsi Mesin



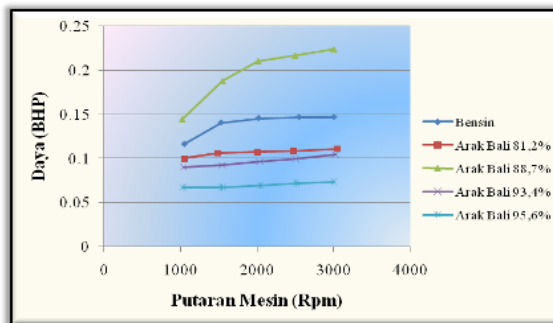
Gambar 4. Pengaruh variasi putaran mesin terhadap torsi.

Grafik pengaruh variasi putaran mesin dan konsentrasi arak bali terhadap torsi, daya dan

Konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin empat langkah yang ditunjukkan seperti gambar dibawah ini. Gambar 4 menunjukkan pengaruh variasi putaran mesin terhadap torsi, hubungan antara putaran mesin terhadap torsi menggunakan bahan bakar bensin dan masing-masing konsentrasi bahan bakar arak Bali, terlihat bahwa dengan semakin tinggi putaran mesin torsi yang dihasilkan semakin kecil. Torsi yang paling besar dihasilkan oleh bahan bakar arak bali konsentrasi 88,7%, pada putaran mesin 1000 rpm torsi yang dihasilkan sebesar 1,012619 Nm. Untuk bahan bakar arak bali dengan konsentrasi 95,6% mengalami penurunan torsi sangat drastis, penurunan torsi yang dihasilkan mencapai 0,175 Nm.

4.3. Analisa Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Daya

Gambar 5 menunjukkan variasi putaran mesin terhadap daya dengan bahan bakar yang berbeda-beda, semakin tinggi putaran mesin terjadi peningkatan terhadap daya yang dihasilkan. Terlihat pada penggunaan bahan bakar ethanol 95,6% dengan putaran mesin 3000 rpm mengalami peningkatan daya sebesar 0,07389352 Hp. Pada arak bali 93,4% pada putaran 3000 rpm menghasilkan peningkatan daya sebesar 0,10439007 Hp. Untuk arak bali 88,7% mengalami peningkatan daya sebesar 0,22414858 Hp pada putaran mesin 3000 rpm.

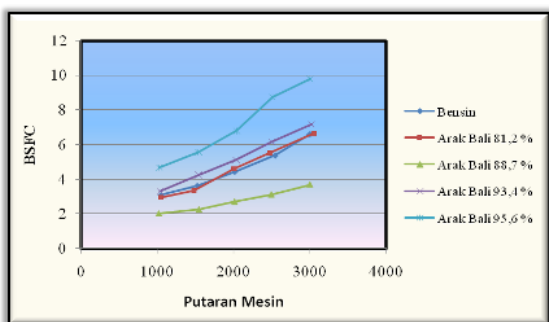


Gambar 5. Pengaruh variasi putaran mesin terhadap daya

4.4. Analisa Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Dari gambar 6 pengaruh putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar spesifik, menunjukkan makin tinggi putaran mesin laju konsumsi bahan bakar spesifik semakin tinggi. Pada putaran mesin 1000 sampai 3000 rpm untuk bahan bakar ethanol 88,7% kebutuhan bahan bakar spesifik yang diperlukan mengalami peningkatan masing-masing sebesar 2,0128354 kg/hp.jam sampai 3,6872970 kg/hp.jam. Pada grafik juga terlihat pada bahan bakar ethanol 81,2% dan bahan bakar bensin kebutuhan bahan

bakar spesifik yang dibutuhkan terjadi peningkatan yang hampir sama dengan bahan bakar bensin.

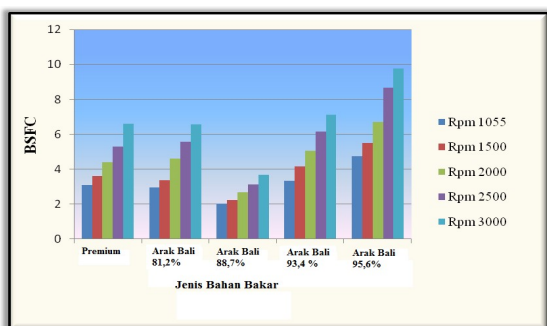


Gambar 6. Grafik pengaruh variasi putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar spesifik

4.5. Analisa Pengaruh Konsentrasi Arak Bali Terhadap Torsi, Daya dan SFC.

Variasi bahan bakar sangat berpengaruh terhadap torsi yang dihasilkan. Torsi yang paling besar terjadi pada putaran mesin dari 1000 rpm sampai 3000 rpm menggunakan bahan bakar arak bali konsentrasi 88,7%. Karena penggunaan bahan bakar arak bali 88,7% sangat sesuai dengan rasio kompresi mesin 7,8 untuk mencapai kinerja mesin yang optimal. Daya yang paling besar dihasilkan pada penggunaan bahan bakar ethanol 88,7%, akan tetapi penurunan daya terjadi pada peningkatan konsentrasi ethanol.

Sedangkan pada penggunaan bahan bakar premium pada putaran mesin yang sama, daya yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan arak bali 88,7%. Dimana bahan bakar arak bali dengan konsentrasi semakin besar memiliki nilai oktan yang lebih tinggi pula, akan tetapi penggunaan bahan bakar dengan nilai oktan yang semakin tinggi diperlukan rasio kompresi yang besar.



Gambar 7. Grafik perbandingan jenis bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar spesifik

Sedangkan pada ethanol 81,2%, 93,4% dan 95,6% mengalami penurunan daya karena terjadi peristiwa detonasi di dalam ruang silinder yang menimbulkan suara gemelitik yang menyebabkan daya yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan bensin. Dari keseluruhan pembahasan

diatas sangat terlihat bahwa dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan ethanol 88,7% menghasilkan performance yang paling efektif pada rasio kompresi yang sama.

5. Simpulan

Semakin besar laju aliran fluida pendingin mengakibatkan laju pendinginan semakin besar, berpengaruh terhadap laju kondensasi semakin besar sehingga laju produksi semakin besar. Tetapi berbanding terbalik dengan kualitas produksi, semakin besar laju aliran fluida pendingin mempengaruhi kualitas produksi semakin rendah. Untuk pengujian arak bali sebagai bahan bakar pada mesin tipe carburator, peningkatan konsentrasi arak bali berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar spesifik yang semakin besar, penurunan torsi, dan daya mesin

Daftar Pustaka

- [1] A.K. Shaha. "Combustion Engineering and Fuel Technology". Oxford & IBH, Publishing Co., New Delhi, 1974.
- [2] Edward, F., *Internal Combustion Engine and Air Pollution*. Third Edition. Harper & Row. Publisher. New York. Hager Stowson Francisco, 1973.
- [3] Julian, C., *Operasi Teknik Kimia*. Edisi ke empat. Jilid 2. Erlangga, 1990.
- [4] Sukadana, "Kajian teknis destilator tipe kontinu penghasil bahan bakar alternatif berbahan dasar arak bali", Laporan Penelitian, Universitas Udayana, 2009-2010.
- [5] Sukadana, "Kajian teknis pemanfaatan arak bali sebagai bahan bakar alternatif mesin pembakaran tipe injeksi", Laporan Penelitian, Universitas Udayana, 2011.
- [6] Sukadana, "Kajian teknis destilator kolom bertingkat tipe kontinu terhadap kapasitas dan kualitas produksi arak bali", Laporan Penelitian, Universitas Udayana, 2011.
- [7] Sukadana, "Peningkatan kualitas produksi arak bali sebagai bahan bakar alternative dengan metode destilasi Kontinyu bertingkat", Laporan Penelitian, Universitas Udayana, 2013.
- [8] Yuli Setyo Indartono. *Bioethanol, Alternatif Energi Terbarukan: Kajian Prestasi*, 2005.