

Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni

I Gede Wiratmaja

Mahasiswa S2 Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

email: weratmaja@yahoo.co.id

Abstrak

Kelangkaan bahan bakar khususnya bensin sudah menjadi isu utama dalam beberapa tahun belakangan ini, sehingga harus segera dilakukan pencarian bahan bakar alternatif, salah satunya adalah dengan penggunaan biogasoline yang merupakan campuran dari bensin dan alkohol murni dengan perbandingan tertentu, hal ini dikarenakan bahan bakar nabati (alkohol) belum dapat berdiri sendiri sebagai pengganti murni bahan bakar konvensional. Untuk itu disini penulis membuat biogasoline yang merupakan campuran dari bensin dan alkohol 95 % dengan 3 perbandingan yaitu (90:10),(85:15),(80:20) untuk bensin dan alkohol. Selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik fisika, yang meliputi pengujian massa jenis, viskositas bahan bakar, specific gravity, titik nyala, titik bakar, dan nilai kalor untuk mengetahui tingkat kelayakannya sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar bensin.

Dari hasil pengujian didapatkan karakteristik fisika biogasoline dengan perbandingan bensin – alkohol (90:10), ternyata paling mendekati karakteristik fisika dari bensin. Dan seluruh campuran bahan bakar bensin dan alkohol berada dalam rentang toleransi sifat karakteristik bensin. Sehingga dapat diketahui toleransi maksimum kandungan alkohol dalam bensin, agar layak digunakan dalam mesin bensin tanpa modifikasi apapun. Dan pembuatan biogasoline dengan penambahan kandungan alkohol melebihi toleransi di atas kedalam bensin maka mesin haruslah dimodifikasi, agar nantinya dapat diketahui performancenya lebih lanjut.

Kata kunci : biogasoline, karakteristik fisika, alkohol

Abstract

Scarcity of fuel, especially gasoline has become a major issue in recent years, so that the search should be conducted of alternative fuels, one of them is to use a mixture biogasoline of pure gasoline and alcohol with a specific ratio, it is due to biofuels (alcohol) can not stand alone as a pure substitute for conventional fuels. For that here the author makes biogasoline a mixture of gasoline and alcohol 95% in the 3 comparisons (90:10), (85:15), (80:20) for gasoline and alcohol. Further testing physical characteristics, which include testing density, fuel viscosity, specific gravity, flash point, gas point, and calorific value to determine eligibility level as a fuel substitute for gasoline.

Test results obtained from physical characteristics with a ratio biogasoline gasoline - alcohol (90:10), was most likely physical characteristics of gasoline. And the whole mixture of gasoline and alcohol is in the range of tolerance characteristic properties of gasoline. Be known so that the maximum tolerance alcohol content in gasoline, in order to fit for use in gasoline engines without any modification. And with the addition of biogasoline making alcohol content exceeds the tolerance on the gasoline into the engine must be modified, so that later can be seen further performance.

Keywords: biogasoline, physical characteristics, alcohol

1. PENDAHULUAN

Sumber energi utama yang digunakan di berbagai negara saat ini adalah minyak bumi yang diolah menjadi berbagai jenis bahan bakar, seperti: elpiji, solar, bensin, minyak tanah, parafin, dll. Semakin banyak eksploitasi yang dilakukan terhadap minyak bumi, maka keberadaan minyak bumi dari hari ke hari semakin terancam. Hal ini dikarenakan minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, dan jumlahnya yang berada di alam

terbatas, sehingga untuk memperoleh suatu minyak bumi diperlukan proses yang memakan waktu sampai jutaan tahun lamanya.

Selain itu peningkatan harga minyak bumi akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan bangsa Indonesia. Konsumsi BBM yang mencapai 1,3 juta/barel tidak seimbang dengan produksinya yang nilainya sekitar 1 juta/barel sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor. Menurut data ESDM (2006) cadangan minyak

Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang.

Selain itu Indonesia merupakan negara paling boros energi jika dibanding dengan banyak negara di dunia seperti Perancis, AS, Kanada, Jepang, Inggris, Jerman, bahkan juga dengan Malaysia dan Thailand, dimana 51,66 persen kebutuhan energinya dipasok dari minyak. (sumber : www.antara.co.id).

Tingginya tingkat ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM) yang harganya terus berfluktuatif, membuat Indonesia sangat rentan terhadap krisis energi. Karena itu, pengoptimalan sumber energi alternatif yang potensinya melimpah di Indonesia merupakan sebuah keniscayaan di masa depan.

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak pemerintah telah menerbitkan Peraturan presiden republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak. Dalam permasalahan kali ini, fokus utama yang akan dicermati adalah mengenai bahan bakar berupa bensin. Hal yang menyebabkan kebutuhan bensin dari tahun ke tahun semakin meningkat adalah dikarenakan penggunaan bensin yang sangat luas. Tapi dalam kenyataannya bahan bakar alternatif yang murni bersumber dari alam belumlah dapat digunakan sepenuhnya sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar bensin. Karena dalam pembuatan bahan bakar alternatif pengganti bensin, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Karakteristik bensin sangatlah spesifik karena baik titik nyala ataupun titik bakar terjadi pada temperatur yang cukup rendah.
2. Bensin terbakar melalui sistem karburator, dimana di dalam karburator terjadi pencampuran udara dan bahan bakar dengan rasio ideal 12,5 berbanding 1 (12,5 udara dan 1 bensin). Agar mencapai rasio ideal, maka harus diperhatikan kandungan oksigen dari bahan bakarnya, sehingga ketika bahan bakar masuk ke karburator dan bercampur dengan udara akan mencapai rasio ideal tersebut.
3. Nilai kalor bakar dari bahan bakar, dimana nilai kalor bensin cukup tinggi berkisar antara 10,160-11,000 kkal/kg.

Dari paparan diatas dapat diketahui bahwa bahan bakar nabati khususnya ethanol tidak memenuhi

syarat seperti halnya bahan bakar bensin. Sebagai contoh apabila mesin menggunakan ethanol murni sebagai bahan bakar, maka mesin menjadi kurang bertenaga atau tenaga 20% lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Hal ini disebabkan oleh nilai kalor alkohol yang lebih rendah dari bensin serta desain mesin yang ada sekarang hanya khusus untuk bahan bakar konvensional khususnya bensin.

Selain itu karena nilai kalor ethanol lebih rendah dari pada bensin maka pemakain ethanol sebagai bahan bakar pada mesin akan jauh lebih boros sekitar 10-25% dari pada bensin sehingga tidak ekonomis.

Karakteristik bahan bakar yang bersumber dari alam (ethanol) juga belum mendekati karakteristik bahan bakar fosil pada umumnya, sehingga untuk menggunakan bahan bakar nabati langsung pada mesin maka diperlukan penelitian lebih lanjut agar didapat karakteristik yang mendekati bahan bakar bensin serta desain mesin yang cocok untuk bahan bakar nabati ini.

Berdasarkan kendala - kendala diatas, maka penulis ingin merancang suatu penelitian tentang pembuatan bahan bakar alternatif yang tetap berbasis pada bahan bakar cair (bensin), yaitu bahan bakar alternatif yang merupakan campuran antara bensin dan alkohol, yang disebut dengan *biogasoline*.

Selain kelemahan yang dimiliki alkohol, ternyata alkohol mempunyai kelebihan yaitu alkohol merupakan salah satu aditif nabati yang bersumber dari alam yang ramah lingkungan. Sehingga penggunaan alkohol sebagai campuran pada biogasoline memiliki keunggulan sebagai berikut :

- Meningkatkan bilangan oktan (dapat menggantikan TEL (Tetra Ethyl Lead) sebagai aditif, sehingga mengurangi emisi logam berat timbal yang sangat berbahaya bagi kesehatan kita.
- Menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna (mengurangi emisi karbon monoksida).
- Mengurangi emisi gas buang karbon dioksida (penelitian menunjukkan pengurangan hingga 40-80%), dan senyawa sulfur (mengurangi hujan asam).

2. DASAR TEORI

2.1 Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan

bahan bakar cair yang berasal dari *oil shale, tar sands*, batubara dan biomassa akan meningkat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral.

Dengan kemudahan penggunaan, ditambah dengan efisiensi thermis yang lebih tinggi, serta penanganan dan pengangkutan yang lebih mudah, menyebabkan penggunaan minyak bumi sebagai sumber utama penyedia energi semakin meningkat. Secara teknis, bahan bakar cair merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalor pembakarannya cenderung konstan.

Beberapa kelebihan bahan bakar cair dibandingkan dengan bahan bakar padat antara lain :

- Kebersihan dari hasil pembakaran
- Menggunakan alat bakar yang lebih kompak
- Penanganannya lebih mudah

Salah satu kekurangan bahan bakar cair ini adalah harus menggunakan proses pemurnian yang cukup komplek.

2.2 Sifat-Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

Secara umum, sifat - sifat fisik bahan bakar minyak yang perlu diketahui adalah berikut :

1. *Specific Gravity* dan API Gravity

Specific gravity adalah density bahan bakar dibagi dengan density air pada temperatur yang sama. Atau dapat didefinisikan sebagai perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Umumnya, bahan bakar minyak memiliki *specific gravity* 0.74-0.96, dengan kata lain bahan bakar minyak lebih ringan daripada air. Pada beberapa literatur digunakan *American Petroleum Institute (API) gravity*. *Specific grafity* dan API gravity adalah suatu pernyataan yang menyatakan density (kerapatan) atau berat per satuan volume dari suatu bahan. *Specific gravity* dan API gravity diukur pada suhu 60°F (15.6°C), kecuali asphalt yang diukur pada suhu 77°F (25°C). Hubungan antara *specific gravity (sg)* dan API gravity (G) adalah sebagai berikut :

$$G = \frac{141.5}{sg} - 131.5 \tag{2.1}$$

$$Sg = \frac{141.5}{G + 131.5} \tag{2.2}$$

Besarnya harga dari API gravity berkisar dari 0-100, sedangkan *specific gravity* merupakan harga relatif dari density suatu bahan terhadap air.

Hubungan antara density dan *specific gravity* adalah sebagai berikut :

$$Sg = \frac{density(lbf / ft^3 \text{ atau } kg / m^3)}{density \text{ air}(lbf / ft^3 \text{ atau } kg / m^3)} \tag{2.3}$$

2. Titik Nyala (*Flash Point*) dan Titik Bakar (*Fire Point*)

Dalam suatu bahan bakar cair yang perlu diperhatikan adalah besarnya *flash point* dan *fire point*. *Flash point* adalah suhu pada uap diatas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat (meledak/penyalaan api sesaat) apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan *fire point* adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu apabila nyala api didekatkan padanya.

Flash point dan temperatur *auto-ignition* dari bahan bakar gas dan cair yang terpilih diberikan pada tabel 2.1. dari table dapat dilihat bensin mempunyai *flash point* -43°C, yang berarti sangat mudah menguap sehingga terlalu mudah untuk terbakar.

Tabel 2.1 *Flash point* dan Temperatur *Auto-ignition* Bahan Bakar dalam Udara pada 1 atm

Substansi	<i>Flash point</i> (°C)	Temperatur Auto-Ignition (°C)
Methane	-188	537
Ethane	-135	472
Propane	-104	470
n-Buthane	-60	365
n-Octane	10	206
Iso-Octane	-12	418
n-Cetane	135	205
Methanol	11	385
Ethanol	12	365
Acetylene	Gas	305
Carbon Monoksida	Gas	609
Hydrogen	Gas	400

Sumber : Gary L. Borman, Kenneth W.Ragland, *Combustion Engineering*, International Edition, McGraw-Hill, Singapore, 1998.

3. Temperatur Penyalaan Sendiri (*Auto-Ignition Temperature*)

Temperatur *auto-ignition* merupakan temperatur terendah yang diperlukan untuk terbakar sendiri dalam *container standard* dalam udara atmosfer dengan tanpa

bantuan nyala seperti bunga api/spark atau nyala. Sebagai contoh, temperatur *auto-ignition* bensin adalah 370°C. Secara umum, temperatur *auto-ignition* mengindikasikan tingkat kesulitan relatif bahan bakar untuk terbakar. Karena temperatur *auto-ignition* bervariasi terhadap geometri permukaan panas, dan faktor lain seperti tekanan, maka test lain seperti *octane number* dan *cetane number* perlu dilakukan untuk bahan bakar mesin.

4. Viskositas (*Viscosity*)

Viscosity cairan adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan / hambatan / ketahanan suatu bahan bakar minyak untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan bakar minyak. Untuk bahan bakar, *viscosity* mengindikasikan kemudahan untuk dipompa dan diatomisasikan. *Viscosity* cairan menurun dengan meningkatnya temperatur. Ada banyak standard pengujian yang dapat digunakan untuk *viscosity*. Kadang kala *pour point* digunakan sebagai indikator sederhana dari *viscosity*. *Pour point* menunjukkan temperatur terendah dimana bahan bakar minyak dapat disimpan dan tetap dapat mengalir walaupun lambat dalam peralatan pengujian standard.

Viscosity dari suatu minyak menunjukkan sifat menghambat aliran dari menunjukkan pula sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. *Viscosity* suatu cairan diukur dengan viscometer. *Viscosity* dapat didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk menggerakkan suatu bidang dengan luas tertentu pada jarak tertentu dan dalam waktu tertentu pula. Dalam sistem cgs, satuan *viscosity* adalah poise atau centipoise (= 0.001 poise) dimana 1 poise = 1 gr/s.cm atau 1 poise = dyne.s/cm².

Harga *viscosity* kinematik dalam stokes dapat diperoleh dari persamaan pendekatan di bawah ini, dimana t adalah waktu yang diperlukan untuk mengosongkan tabung minyak (*second*).

• <i>Saybolt Universal</i> :	<i>Viscosity Kinematik</i>
32 < t < 100	→ v = 0.00226 t - 1.95 / t
t ≥ 100	→ v = 0.00220 t - 1.35 / t
• <i>Saybolt Furol</i> :	
25 < t < 40	→ v = 0.0224 t - 1.84 / t
t ≥ 40	→ v = 0.0216 t - 0.60 / t
• <i>Red Wood Admiralty (II)</i> ≥ 100	→ v = 0.027 t - 11.20 / t
≥ 100	→ v = 0.00147 t - 3.74 / t

5. Nilai Kalor (*Heating Value*)

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara / oksigen. Nilai kalor dari bahan bakar minyak umumnya berkisar antara 18,300 – 19,800 Btu/lb atau 10,160 -11,000 kkal/kg. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (*density*). Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak, semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah berat jenis semakin tinggi nilai kalornya. Nilai kalor atas untuk bahan bakar cair ditentukan dengan pembakaran dengan oksigen bertekanan pada *bomb calorimeter*. Peralatan ini terdiri dari container stainless steel yang dikelilingi bak air yang besar. Bak air tersebut bertujuan meyakinkan bahwa temperatur akhir produk akan berada sedikit diatas temperatur awal reaktan, yaitu 25°C.

2.3 Bahan Bakar Bensin

Bensin merupakan bahan bakar kendaraan saat ini. Sebagai bahan bakar utama untuk kendaraan bermotor ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi bensin sebagai bahan bakar yaitu :

1. Mudah bercampur dengan udara dan terdistribusi merata di dalam intake manifold.
2. Tahan terhadap detonasi atau knocking.
3. Tidak mudah terbakar sendiri sebelum waktu yang di tentukan (*preignition*).
4. Tidak memiliki kecenderungan menurunkan efisiensi volumetris dari mesin.
5. Mudah ditangani.
6. Murah dan mudah didapat.
7. Menghasilkan pembakaran yang bersih, tanpa menyisakan korosi pada komponen peralatan mesin.
8. Memiliki nilai kalor yang cukup tinggi.
9. Tidak membentuk *gum* dan *varnish* yang dapat merusak komponen 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 volatile (mudah menguap) agar mudah menyediakan uap pada mesin, tetapi tidak sangat volatile sehingga menimbulkan bahaya detonasi selama penanganannya. Temperatur boiling bensin adalah 25 – 225°C. n-oktane yang sering digunakan untuk mewakili bensin mempunyai boiling point 125,6°C.

Perbandingan beberapa karakteristik fisika ethanol dengan bensin dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Perbandingan Sifat Fisika Antara Ethanol Dengan Bensin

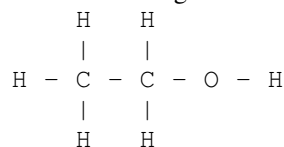
Property	Ethanol	Gasoline
Chemical formula	C ₂ H ₅ OH	C ₄ sd C ₁₀
Composition % weight		
Carbon	52.2	85 – 88
Hydrogen	13.1	12 -15
Oxygen	34.7	0
Octane Number		
Research Octane	108	90 - 100
Motor Octane	92	81 - 90
Density (lb/gal)	6.61	6.0 – 6.5
Boiling temp. (° F)	172	80 – 437
Freezing Point (° F)	- 173.22	- 40
Flash Point (° F)	55	- 45
Auto Ignition Temp. (° F)	793	495
Heating value		
Higher (Btu/gal)	84 100	124 800
Lower (Btu / gal)	76 000	115 000
Spesific heat Btu/lb °F	0.57	0.48
Stoichiometric air/ fuel, weight	9	14.7

Sumber: www.afdc.doe.gov

2.4 Etanol

Etanol dipasaran dikenal dengan nama alkohol. Etanol memiliki rumus molekul C₂H₅OH. *Etanol* atau *etil alcohol* adalah cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, biodegradable, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar bernilai oktan tinggi atau aditif peningkat bilangan oktan pada bahan bakar sebenarnya sudah dilakukan sejak abad 19. Mula-mula etanol digunakan untuk bahan bakar lampu pada masa sebelum perang saudara di Amerika Serikat. Kemudian pada tahun 1860 Nikolaus Otto menggunakan bahan bakar etanol dalam mengembangkan mesin kendaraan dengan siklus Otto. Mobil Model T karya Henry Ford yang diluncurkan pada tahun 1908 dirancang untuk menggunakan bahan bakar etanol atau gasoline. Namun karena harganya yang sangat tinggi, etanol kalah bersaing dengan bahan bakar yang terbuat dari minyak bumi. Harga minyak bumi yang membumbung belakangan ini membuat orang kembali mempertimbangkan etanol untuk dijadikan bahan bakar kendaraan.

Struktur kimia etanol adalah sebagai berikut :



Terdapat beberapa cara penggunaan etanol untuk campuran gasoline sebagai berikut :

- *Hydrous ethanol*(95% volume), yaitu etanol yang mengandung sedikit air. Campuran ini digunakan langsung sebagai pengganti gasoline pada kendaraan dengan mesin yang sudah dimodifikasi.
- *Anhydrous ethanol*(atau *dehydrated ethanol*), yaitu etanol bebas air dan paling tidak memiliki kemurnian 99%. Etanol ini dapat dicampur dengan gasoline konvensional dengan kadar antara 5-85%. Pada gasoline dengan campuran etanol antara 5-10%, bahan bakar ini dapat langsung digunakan pada mesin kendaraan tanpa perlu ada modifikasi. Campuran yang umum digunakan adalah 10% etanol dan 90% gasoline (dikenal dengan nama E10). Campuran etanol dengan kadar lebih tinggi (kadar bioetanol 85% atau dikenal dengan nama E85) hanya bisa digunakan pada mesin kendaraan yang sudah dimodifikasi, yang dikenal dengan nama *flexible fuel vehicle*. Modifikasi umumnya dilakukan pada tangki BBM kendaraan dan sistem injeksi BBM.
- Etanol juga digunakan sebagai bahan baku ETBE (*ethyl-tertiary-butyl-ether*), aditif gasoline konvensional.

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dari bahan baku berupa biomassa seperti jagung, singkong, sorghum, kentang, gandum, tebu, bit, dan juga limbah biomassa seperti tongkol jagung, limbah jerami, dan limbah sayuran lainnya. Bioetanol diproduksi dengan teknologi biokimia, melalui proses fermentasi bahan baku, kemudian etanol yang diproduksi dipisahkan dengan air dengan proses distilasi dan dehidrasi. (sumber:http://biofuelindonesia.blogspot.com/2009_05_01_archive.html).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan Penelitian

- **Bahan-Bahan Yang Dibutuhkan:**
 - Bensin : ± 5 liter
 - Alkohol : ± 1 liter
- **Alat-Alat Yang Digunakan Untuk Pembuatan Biogoline**
 - Baskom besar : 1 buah
 - Gelas Elenmeyer 250 ml : 1 buah
 - Gelas ukur : 1 buah
 - Pemanas Listrik/kompur listrik
 - Timbangan digital
- **Peralatan Untuk Pengujian Sifat Fisika Bahan Bakar**
 - Timbangan digital
 - Piknometer (untuk uji *density*)
 - *Stop watch*

- Alat Uji Viskositas (*Saybolt-Viscometer*)
- Alat Uji Flash dan Fire Point

3.2. Prosedur Pengujian Sifat Fisika Campuran Alkohol Dan Bensin (Biogasoline)

3.2.1 Penentuan Density

Adapun langkah-langkah penentuan *density* sampel biogasoline adalah :

1. Mula-mula botol piknometer 60 ml yang kosong ditimbang. Setelah itu ke dalam piknometer tersebut dimasukkan sampel sampai penuh dan ditimbang kembali.
2. *Density* dihitung dengan rumus:

$$\rho = m / V_p \quad (3.1)$$

dimana: m = massa (piknometer + sampel) – massa piknometer kosong

V_p = Volume piknometer (60 ml)

3. Pengujian diulang sebanyak 3 kali, untuk temperatur 16 °C (60 °F).

3.2.2 Specific Gravity

Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Massa jenis air diukur pada suhu 60 °F, sama seperti pengukuran densitas pada point 3.2.1 diatas.
 2. Hitung *Specific Gravity* dengan rumus:
- $$\text{Specific Gravity} = \frac{\text{Density Sampel Pada } 60^\circ\text{F}}{\text{Density Air pada } 60^\circ\text{F}} \quad (3.2)$$
3. Pengujian diulang sebanyak 3 kali.

3.2.3 Flash Point dan Fire Point

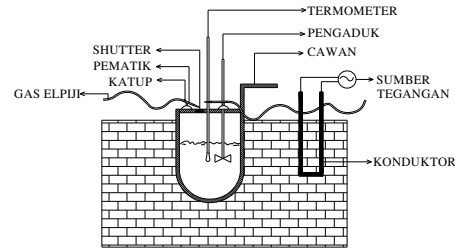
Adapun langkah langkah pengujiannya adalah:

1. Sampel dimasukkan ke dalam cawan, kemudian letakkan cawan pada alat, tutupnya dipasang, stirrer dihubungkan dengan motor pengaduk, dan termometer dipasang dengan baik.
2. Setelah alat-alat dipasang dengan baik, maka stop kontak dipasang.
3. Nyala api pemandu (*pilot flame*) dinyalakan dari aliran bahan bakar elpiji dengan panjang nyala ± 4 mm dan disiapkan di mulut penutup celah (*shutter*).
4. Pemanas dinyalakan hingga suhu bahan bakar naik tidak lebih dari 5 °C per menit (prediksi dahulu karakteristik bahan bakar).
5. Alat penutup celah (*shutter*) dioperasikan sehingga api pemandu turun/masuk ke dalam cawan/cup dan biarkan ± 2 detik, setelah itu kembalikan *shutter* pada posisi semula.
6. Ulangi prosedur diatas untuk setiap kenaikan 4 °C/ menit hingga titik nyala / *flash point* dan titik bakar / *fire point* tercapai.
7. Apabila ketika api pemandu masuk kedalam cairan uap bahan bakar tersulut dengan cepat maka suhu yang

terbaca pada thermometer adalah *flash point* bahan bakar uji.

8. Apabila saat api pemandu masuk kedalam cairan uap bahan bakar terbakar secara kontinyu maka suhu yang terbaca pada thermometer adalah *fire point* bahan bakar uji.

9. Pengulangan pengujian dilakukan 3 kali.



Gambar 3.1 Skematik *Flash Point dan Fire Point Tester*

3.2.4 Viskositas Kinematik

Sebagai Contoh dicari waktu alir rata-rata pada 70 dan 100 °F.

Viskositas Kinematik setiap temperatur adalah sebagai berikut :

$$v \text{ (cS)} = 0.226 t - 195 / t \quad (3.3)$$

dimana : t = waktu alir rata-rata (second)

3.2.5 Nilai Kalor

Untuk memperoleh nilai kalor didapat dengan cara :

$$\text{API Gravity} = \frac{141,5}{SG} - 131,5 \quad (3.4)$$

Dimana :

SG = *Specific Gravity*

Sehingga nilai kalor :

$$\text{NK} = 18.650 + 40 (^\circ\text{API} - 10) \text{ BTU/lb.} \quad (3.5)$$

4. PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Dan Pembahasan Karakteristik Fisika Bahan Bakar

Setelah dilakukan pengukuran massa pada alkohol, bensin dan air dengan menggunakan piknometer, dan dengan pengulangan sebanyak 3 kali maka diperoleh data pengukuran seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Massa Pada Temperatur 60 °F (16°C)

Pengulangan	Massa sampel (gram)		
	Alkohol konsentrasi 95 %	Bensin	Air
1	47,58	42,56	58,59
2	46,92	42,43	58,62
3	47,23	42,36	58,61
Rata-rata	47,24	42,45	58,60

Selanjutnya setelah mengetahui massa, dilanjutkan dengan menghitung massa jenis (density) dan specific Gravity dari alkohol, bensin dan air. Data hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Sampel Pada 60 °F (16°C)

Jenis sampel	Hasil Pengujian	
	Massa jenis (Kg/Liter)	Specific Gravity
Alkohol 95%	0,787	0,806
Bensin	0,707	0,724
Air	0,976	1

Keterangan :

- Massa gelas piknometer : 28 gram
- Volume gelas piknometer : 60 ml

Berdasarkan data – data pada tabel diatas maka penulis membuat dengan komposisi 90 ml bensin dan 10 ml alkohol, 85 ml bensin dan 15 ml alkohol, serta 80 ml bensin dan 20 ml alkohol. Untuk lebih memudahkan dalam pembacaannya, penulis menggolongkannya sebagai berikut:

Dengan kadar kemurnian alkohol 95 % :

A = (90 ml) bensin + (10 ml) alkohol

B = (85 ml) bensin + (15 ml) alkohol

C = (80 ml) bensin + (20 ml) alkohol

Berikut ini merupakan data hasil pengujian awal Biogasoline dengan kadar kemurnian alkohol 95%.

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Massa Biogasoline

Pengujian	Massa sampel (gram)			
	A	B	C	
Massa	1	42,8	43,16	43,43
	2	42,6	43,08	43,18
	3	43,1	43,21	43,32
Rata – rata	42,83	43,15	43,31	

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kekentalan Pada 77°F

Pengujian		Waktu alir Saybolt Viscometer(70°F) (second)		
		A	B	C
kekentalan	1	29,8	29,82	30,9
	2	30,3	30,43	30,7
	3	28,9	31,3	31,8
Rata - rata		29,67	30,51	31,13

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Kekentalan Pada 100°F

Pengujian		Waktu alir Saybolt Viscometer(100°F) (second)		
		A	B	C
kekentalan	1	27,8	29,5	29,3
	2	28,3	29,1	29,7
	3	27,4	28,8	30,3
Rata - rata		27,83	29,13	29,76

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk massa jenis (ρ), specific gravity (SG), nilai kalor (NK), flash point dan fire point akan diperlihatkan pada contoh perhitungan dibawah ini.

Tabel 4.6. Data Hasil Analisa Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline

Sifat Fisika	Satuan	Komposisi Biogasoline dengan Kadar Alkohol 95%		
		A (90:10)	B (85:15)	C (80:20)
Density (60°F)	Kg/liter	0,713	0,719	0,721
SG (60°F)	-	0,730	0,736	0,739
Viscosity dinamis (77°F)	SUS	29,67	30,51	31,13
Viscosity dinamis (100°F)	SUS	27,83	29,13	29,76
Nilai Kalor	BTU/lb	20.743	20.690,6	20.628,3

Karena belum ada persamaan empiris yang penulis temukan untuk mengkonversi kekentalan dinamis (Saybolt Universal Second, SUS) menjadi kekentalan kinematis (Centi Stokes,cS) untuk waktu dibawah 32 second, maka penulis tetap membiarkannya dalam satuan SUS, sebagai perbandingan , bensin murni dari SPBU memiliki kekentalan sebesar 28,6 SUS pada suhu 77°F.

Untuk perhitungan flash dan fire point akan dilakukan berdasarkan data – data yang diberikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.7 Data Flash dan Fire Point Alkohol dan Bensin

pengujian	Alkohol			bensin
	90%	93%	95%	
Flash Point (°C)	18	14	12	-43
Fire Point (°C)	22	20	16	-30

(sumber: *Fire And Arson Accelerants, The Pocket Guide to Accelerant Evidence Collection*).

Karena nilai flash point dan fire point dari alkohol dan bensin berada dibawah temperatur lingkungan maka akan sulit dilakukan pengujian flash dan fire point secara langsung dengan menggunakan alat uji flash dan fire point.

Untuk itu maka perhitungan flash dan fire point dilakukan dengan cara perbandingan sesuai dengan rumus kesetimbangan energi yaitu:

$$m_1 \cdot c_{p1} \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_{p2} \cdot \Delta T_2$$

Sehingga dari persamaan diatas, untuk menghitung nilai flash dan fire point digunakan persamaan berikut ini :

$$m_{bensin} \cdot C_{pbensin} \cdot T_{bensin} + m_{alkohol} \cdot C_{palkohol} \cdot T_{alkohol} = m_{total} \cdot C_{ptotal} \cdot T_{total}$$

Karena Cp dari bensin lebih dominan dalam campuran biogasoline yang dihasilkan, untuk itu Cp dari bensin dianggap sama dengan Cp biogasoline , sehingga Cp dianggap konstan (diabaikan).

Kemudian setelah dilakukan perhitungan menyeluruh, hasil analisa karakteristik fisika biogasoline akan dibandingkan dengan karakteristik fisika dari bensin murni yang dibeli dari SPBU.

Hasil perhitungan dan perbandingannya kemudian dapat ditabelkan seperti pada tabel 4.8.

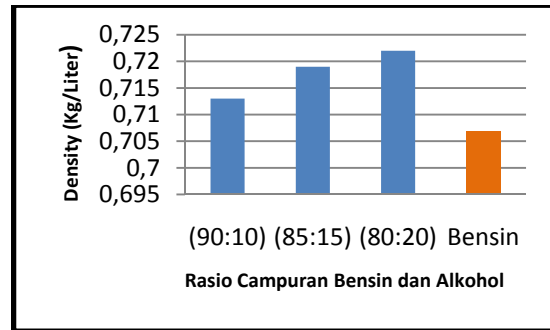
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Analisis Karakteristik Fisika Biogasoline Dengan Bensin

Sifat Fisik	Satuan	Komposisi Biogasoline dengan kadar Alkohol 95%			Bensin
		A (90:10)	B (85:15)	C (80:20)	
Density (60°F)	Kg/litr	0,713	0,719	0,721	0,707
Specific Gravity (60°F)	-	0,730	0,739	0,741	0,724

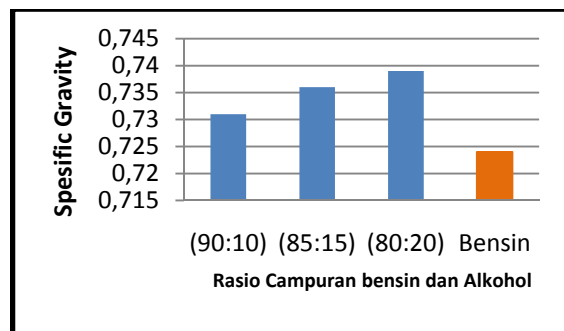
Kekentalan dinamis (77°F)	SUS	29,67	30,51	31,13	28,6
Kekentalan dinamis (100°F)	SUS	27,83	29,13	29,76	27,7
Nilai Kalor	BTU/lb	20.743	20.690,68	20.628,32	20.818,49
Flash point	°C	-37,5	-34,75	-32	-43
Fire point	°C	-25,4	-23,1	-20,8	-30

4.2 Grafik Hasil Analisa Pengujian Karakteristik Fisika Bahan Bakar

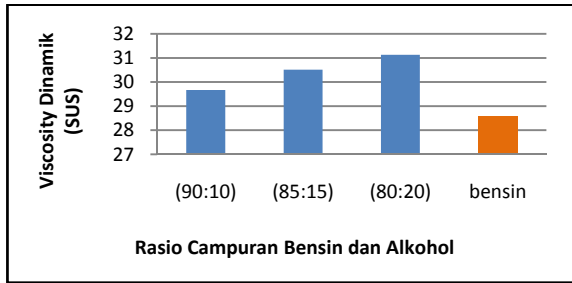
Berikut ini merupakan grafik hasil perbandingan sifat – sifat fisika biogasoline dengan bensin murni:



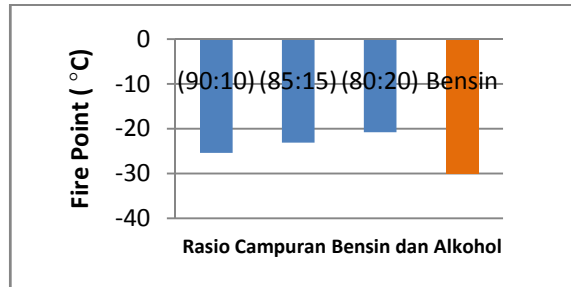
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Rasio Campuran Bensin dan Alkohol dengan Density



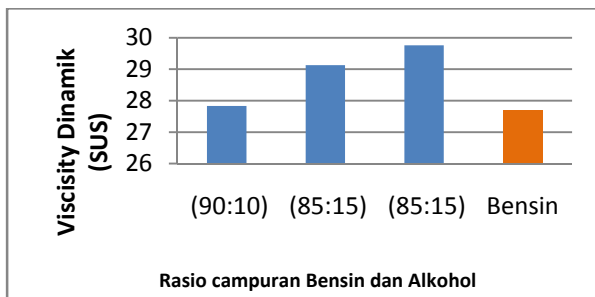
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Rasio Campuran Bensin dan Alkohol dengan Specific Gravity



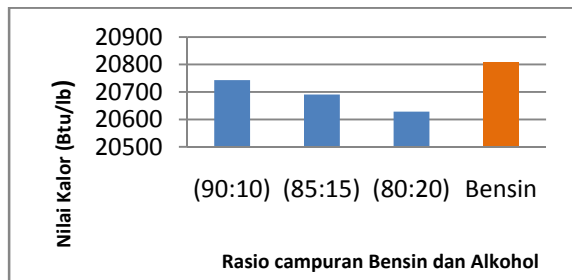
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Rasio Campuran Bensin dan Alkohol dengan Viscosity Dinamik(77°F)



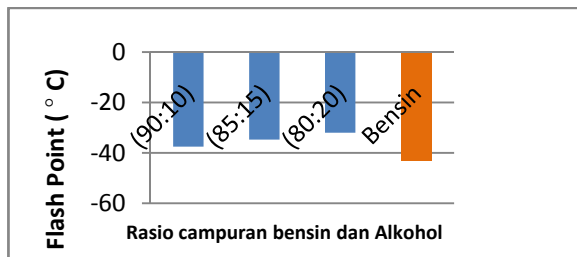
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Rasio Campuran Bensin dan Alkohol dengan Fire Point



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Rasio Campuran Bensin dan Alkohol dengan Viscosity Dinamik(100°F)



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Rasio Campuran Bensin dan Alkohol dengan Nilai Kalor



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Rasio Campuran Bensin dan Alkohol dengan Flash Point

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rasio campuran bensin dan alkohol sangat berpengaruh terhadap besarnya density dari bahan bakar, dimana semakin banyak kandungan alkohol dalam biogasoline, maka densitynya akan semakin besar, sehingga specific Gravitynya juga akan semakin besar, begitu juga dengan viscositas dan flash dan fire pointnya. Tapi semakin besar density dari biogasoline justru akan menurunkan nilai kalor dari biogasoline tersebut. Dari seluruh campuran biogasoline yang dihasilkan pada penelitian ini, biogasoline yang memiliki sifat – sifat fisika paling mendekati bensin murni adalah biogasoline A. biogasoline ini merupakan hasil campuran antara bensin dan alkohol dengan rasio 90:10, dimana kadar alkohol yang digunakan mempunyai kadar kemurnian 95%.

5. KESIMPULAN

Dari Tabel 4.8 data perbandingan sifat fisika biogasoline terhadap bensin dan dari analisa grafik diatas dapat diketahui bahwa biogasoline A (Campuran bensin dan Alkohol dengan perbandingan 90:10 pada kadar kemurnian alkohol 95%) ternyata memiliki sifat – sifat fisika yang mendekati dari sifat – sifat fisika dari bensin atau berada pada interval sifat fisika bensin sehingga dapat dilakukan pengujian lanjutan berupa penggunaan biogasoline sebagai bahan bakar untuk mengetahui unjuk kerja dari motor bensin.

Biogasoline komposisi A memiliki massa jenis yang lebih besar jika dibandingkan dengan bensin. Dengan massa jenis biogasoline A yang lebih besar tersebut, akan berpengaruh pada besarnya specific gravity, dimana semakin besar massa jenis maka semakin besar pula specific gravity biogaoline A tersebut. Specific gravity memegang peranan yang sangat penting dalam hal nilai kalor bahan bakar, titik nyala dan viskositasnya. Specific gravity biogasoline A lebih tinggi dibandingkan dengan bensin. Ini menunjukkan bahwa biogasoline komposisi A

massanya lebih berat jika dibandingkan dengan massa bensin. Ini mengakibatkan nilai kalor biogasoline komposisi A lebih rendah jika dibandingkan dengan bensin. Jadi dapat disimpulkan bahwa specific gravity akan berpengaruh terhadap penyalaan bahan bakar dimana semakin tinggi specific gravity maka bahan bakar akan semakin sulit terbakar karena nilai kalornya semakin rendah.

Untuk bahan bakar cair, viskositas mengindikasikan sifat menghambat aliran dan menunjukkan pula sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. Viscosity dapat juga didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk menggerakkan suatu bidang dengan luas tertentu pada jarak tertentu dalam waktu tertentu pula. Dari hasil analisa data diatas dapat diketahui bahwa penambahan jumlah alkohol pada biogasoline akan meningkatkan viskositas dari biogasoline tersebut.

Khusus untuk motor bensin, semakin tinggi kekentalan bahan bakar maka pengabutan bahan bakar didalam karburator akan semakin sulit. Agar proses pembakaran dapat berjalan sempurna maka diperlukan rasio udara bahan bakar dengan komposisi tepat. Jika hal tersebut tidak terpenuhi maka maka penggunaan biogasoline akan membentuk air (H₂O) yang dapat mengendap didalam karburator karena bahan bakar tidak terbakar sempurna, hal ini tidak baik karena akan selain mengganggu proses pembakaran, maka juga akan menimbulkan kerak dan korosi pada komponen motor bakar. Sesuai tabel 4.8, seluruh biogasoline dengan variasi campuran diatas masih berada dalam batas – batas standar bensin menurut PERTAMINA. Dan biogasoline dengan perbandingan (90:10) mempunyai karakteristik fisika paling mendekati bensin. Sehingga biogasoline A dapat digunakan sebagai bahan bakar alternative untuk mesin bensin tanpa modifikasi apapun

Specific gravity biogasoline A lebih tinggi dibandingkan dengan bensin. Ini menunjukkan bahwa biogasoline komposisi A massanya lebih berat jika dibandingkan dengan massa bensin. Ini mengakibatkan nilai kalor biogasoline komposisi A lebih rendah jika dibandingkan dengan bensin. Jadi dapat disimpulkan bahwa specific gravity akan berpengaruh terhadap penyalaan bahan bakar dimana semakin tinggi specific gravity maka bahan bakar akan semakin sulit terbakar karena nilai kalornya semakin rendah.

Untuk bahan bakar cair, viskositas mengindikasikan sifat menghambat aliran dan menunjukkan pula sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. Viscosity dapat juga didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk menggerakkan suatu bidang dengan luas tertentu pada jarak tertentu dalam waktu tertentu pula. Dari hasil

analisa data diatas dapat diketahui bahwa penambahan jumlah alkohol pada biogasoline akan meningkatkan viskositas dari biogasoline tersebut.

Khusus untuk motor bensin, semakin tinggi kekentalan bahan bakar maka pengabutan bahan bakar didalam karburator akan semakin sulit. Agar proses pembakaran dapat berjalan sempurna maka diperlukan rasio udara bahan bakar dengan komposisi tepat. Jika hal tersebut tidak terpenuhi maka maka penggunaan biogasoline akan membentuk air (H₂O) yang dapat mengendap didalam karburator karena bahan bakar tidak terbakar sempurna, hal ini tidak baik karena akan selain mengganggu proses pembakaran, maka juga akan menimbulkan kerak dan korosi pada komponen motor bakar.

Sesuai tabel 4.8, seluruh biogasoline dengan variasi campuran diatas masih berada dalam batas – batas standar bensin menurut PERTAMINA. Dan biogasoline dengan perbandingan (90:10) mempunyai karakteristik fisika paling mendekati bensin. Sehingga biogasoline A dapat digunakan sebagai bahan bakar alternative untuk mesin bensin tanpa modifikasi apapun

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cengel, Yunus A., dan Boles, Michael A. 1994. *Thermodynamic: An Engineering Approach*. Mc. Graw-Hill Inc., United States of America.
- [2] Handayani, Utami S.2008. *Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin*. Abstraksi. Program Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik. Semarang : Universitas Diponegoro.
- [3] Hariyadi, N.P. 2007. *Pengolahan Sampah Organik Menjadi Biogasoline*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Mesin. Denpasar : Universitas Udayana.
- [4] Nugroho, Amien.2005. *Ensiklopedi Otomotif*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [5] Wikipedia Indonesia.2008. "Alkohol". (<http://id.wikipedia.org/wiki/alkohol>). Tersedia : URL. (Diakses tanggal 3 Oktober 2008).
- [6] Yeliana., Adnyana, B.I.W., Wibawa, N.P. 2004. *Bahan Bakar dan Teknik Pembakaran Bahan Bakar*. Program Studi Teknik Mesin. Denpasar : Universitas Udayana