

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bioetanol E-10 Terhadap Kandungan Gas CO dan HC pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter MX

David Asril¹, Bahrul Amin², Martias³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

¹david.asril@gmail.com

Intisari— Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) telah memudahkan kehidupan manusia. Salah satunya teknologi transportasi. Perkembangan teknologi yang begitu pesat saat sekarang ini membawa dampak yang signifikan pada peningkatan jumlah kendaraan yang berimbas terhadap penggunaan bahan bakar yang tinggi, terutama bahan bakar fosil, padahal ketersediaan bahan bakar fosil terbatas dan tidak dapat diperbaharui, masalah lain yang ditimbulkan yaitu akan menyebabkan tingginya pencemaran udara, sehingga menurunkan kualitas udara. Untuk mengatasi permasalahan diatas perlu ada ketersediaan pengganti bahan bakar fosil yang ramah lingkungan sebelum masa kehabisannya tiba, salah satunya dengan menggunakan bioetanol. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan menggunakan Sepeda Motor Yamaha Jupiter MX, tahun 2011, dengan sampel premium dan bioetanol E-10. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar bioetanol E-10 dapat mempengaruhi kadar emisi gas buang dengan adanya penurunan kadar emisi gas buang khususnya gas CO dan HC, hal ini diakibatkan adanya molekul OH yang terdapat pada susunan molekul etanol.

Kata kunci— Bioetanol E-10, Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter MX.

Abstract— Advances in science and technology (Science and Technology) has facilitated human life. One of these transport technologies. The development of technology is so rapid nowadays a significant impact on increasing the number of vehicles on the impact of high fuel use, especially fossil fuels, whereas the limited availability of fossil fuels and non-renewable, posed another problem that will lead to high pollution air, thus lowering the air quality. To solve the above problems need no substitute availability of fossil fuels that are environmentally friendly before the time runs out, like using bioethanol. This study uses experimental research. Testing is done by using the Yamaha Jupiter MX Motorcycles, in 2011, with premium fuel and E-10 ethanol. From the research it can be concluded that the use of bioethanol fuel E-10 may affect the levels of exhaust emissions with a decrease in the levels of exhaust emissions of CO and HC in particular, this is due to the presence of OH molecules contained in the molecular structure of ethanol.

Keywords— Bioethanol E-10, Exhaust Emissions In Motorcycle Yamaha Jupiter MX

I. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) telah memudahkan kehidupan manusia. Manusia dapat menjalankan aktifitas mereka dengan lebih efektif dan efisien. Salah satu teknologi yang sangat dibutuhkan manusia adalah teknologi transportasi. Teknologi transportasi saat ini berkembang sangat pesat. Transportasi yang makin canggih membantu manusia untuk melakukan mobilitasnya dengan mudah walaupun dalam jarak yang jauh.

Perkembangan teknologi yang begitu pesat saat sekarang ini membawa dampak yang signifikan pada peningkatan jumlah kendaraan. Khusus Indonesia total populasi kendaraan bermotor sebesar 107.226.572 unit pada 2011, dimana setiap dua tahunnya mengalami peningkatan, tercatat dari 2007 sampai 2009 meningkat sebesar 28%, dan dari 2009 ke 2011 mengalami peningkatan sebesar 68%, dengan total populasi kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2011 diperkirakan menjadi yang terbesar ketiga di dunia, setelah Amerika Serikat dengan jumlah 246,56 juta unit, disusul China sebanyak 154,65 juta unit. Total populasi kendaraan bermotor di Indonesia menjadi yang tertinggi di kawasan Asia

Tenggara, di atas Thailand sebanyak 25,29 juta unit, Vietnam 14,51 juta unit, Malaysia 7,28 juta unit, dan Filipina 2,15 juta unit.

Dengan meningkatnya jumlah kendaraan akan berimbas terhadap penggunaan bahan bakar yang tinggi, terutama bahan bakar fosil yang merupakan bahan bakar utama kendaraan saat ini, padahal ketersediaan bahan bakar fosil terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Sampai saat ini bahan bakar minyak masih menjadi konsumsi utama negara- negara dunia. Tingkat konsumsi dan ketergantungan terhadap BBM khususnya di Indonesia masih tinggi. Menurut data Pertamina pada (2012) “kebutuhan konsumsi BBM dalam negeri telah mencapai 1,3 juta barrel per hari sedangkan produksinya hanya 950.000 barel perhari”.

Sektor transportasi merupakan konsumen BBM terbesar yang diakibatkan terjadinya lonjakan penggunaan kendaraan bermotor. Sebagai konsekuensinya emisi gas buang kendaraan bermotor menyumbang secara signifikan terhadap polusi udara yang terjadi di perkotaan sehingga akan menurunkan kualitas udara.

Pencemaran ini akan membawa dampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Muhammad dan Iwan

(2011) mengatakan, “pencemaran udara di kota-kota Indonesia diperparah oleh emisi gas buang, penggunaan bahan bakar berkualitas rendah pada kendaraan bermotor, serta lemahnya penegakan hukum”.

Saat ini rata-rata standar emisi kendaraan di Indonesia memang masih mengadopsi standar Euro2, namun bagi beberapa kalangan seperti produsen kendaraan bermotor di Indonesia menilai, Indonesia seharusnya sudah menggunakan standar Euro3. Sejalan dengan hal tersebut Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) melihat penggunaan kandungan bahan bakar di Indonesia harus sesuai dengan emisi gas buang yang telah diatur pemerintah, terhitung mulai 1 Agustus 2013, pemerintah menetapkan semua kendaraan baru sudah memenuhi standar Euro3 [1].

Mengingat kebutuhan premium terus meningkat sedangkan produksi dari tahun ketahun cenderung tetap, maka dapat diperkirakan bahwa dimasa mendatang impor premium ini akan terus meningkat dan mengalami kelangkaan. Salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan dan kelangkaan pada premium ialah dengan mencari energi terbarukan salah satunya mencampurkan bioetanol dengan premium dalam konsentrasi tertentu [5].

Bioetanol dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan, karena bersih dari emisi bahan pencemar. Sebagaimana diketahui bahwa bioetanol mempunyai nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan premium. Menurut La Ode (2005) “bioetanol apabila dicampur dengan premium dapat meningkatkan nilai oktan, dimana nilai oktan untuk bioetanol murni 99% adalah sebesar 115, selain itu mengingat bioetanol mengandung 30% oksigen, sehingga campuran bioetanol dengan gasoline dapat masuk katagorikan high octane gasoline (HOG)”.

Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar dapat melalui pencampuran dengan bahan bakar yang berasal dari bahan bakar fosil (bensin) ataupun dipakai langsung dalam komposisi 100% untuk penggunaan tertentu. Bioetanol memberikan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan [9].

Bioetanol merupakan salah satu solusi alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang keberadaannya semakin menipis dan bioetanol juga dapat mengurangi emisi gas buang kendaraan yang berbahaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh penggunaan bahan bakar bioetanol E-10 terhadap kandungan gas CO dan HC pada sepeda motor Yamaha Jupiter MX.

II. KAJIAN TEORITIS

A. Proses Pembakaran Pada Motor Bensin 4 Langkah

Secara umum proses pembakaran dapat didefinisikan sebagai kombinasi kimia yang relatif cepat antara hidrogen dan karbon dalam bahan bakar dengan oksigen di udara yang menghasilkan kalibrasi energi dalam bentuk panas. Proses pembakaran dikatakan sempurna bila campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya pada waktu dan keadaan yang dikehendaki sedangkan proses pembakaran tidak sempurna (tidak stoikiometri) terjadi bila mana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar bersamaan pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Dalam proses

pembakaran tidak sempurna terdapat 2 peristiwa yang biasa disebut dengan knocking dan pre-ignition.

B. Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan suatu senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga. Bahan bakar minyak didapatkan dari hasil destilasi (penyulingan) minyak bumi menjadi fraksi-fraksi yang diinginkan. Hasil dari destilasi minyak bumi ini antara lain berupa bensin (premium), minyak tanah (kerosin), solar, dan aspal.

1) *Premium*: Pertamina (2009) menyatakan bahwa “Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan (dye)”. Penggunaan premium pada umumnya adalah untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti: mobil, sepeda motor dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor gasoline atau petrol. Sebagai bahan bakar, bensin atau premium mempunyai unsur-unsur dan elemen-elemen diantaranya Karbon (C), Hidrokarbon (HC), Sulfur (S), Oksigen (O) serta unsur-unsur lainnya seperti Abu (*Ash*) dan air.

2) *Bioetanol*: Bioetanol merupakan salah satu jenis biofuel (bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan) di samping Biodiesel. Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Proses destilasi dapat menghasilkan etanol dengan kadar 95% volume, untuk digunakan sebagai bahan bakar (biofuel) perlu lebih dimurnikan lagi hingga mencapai 99% yang lazim disebut fuel grade ethanol (FGE). Bioetanol atau etanol sering ditulis dengan rumus C_2H_5OH . Bioetanol terbentuk dari 3 senyawa yaitu karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O_2), bioetanol juga merupakan cairan yang mudah menguap dengan aroma yang khas dan tak berwarna. Umumnya, penggunaan bioetanol masih dalam bentuk campuran dengan bensin pada konsentrasi 10% (E-10), yaitu 10% bioetanol dan 90% bensin. Campuran bioetanol dalam bensin dikenal dengan istilah gasohol. Penambahan etanol dalam bensin di samping dapat menambahkan volume BBM, juga dapat meningkatkan nilai oktan bensin. Penambahan bioetanol 10% dalam bensin mampu meningkatkan nilai oktan hingga mencapai point ON 90-95. Selain itu, penambahan etanol dalam bensin dapat berfungsi sebagai pengganti MTBE (Methyl tertiarybutyl ether) yang sekarang ini banyak digunakan sebagai bahan aditif dalam bensin.

C. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah hasil dari proses pembakaran, dalam keadaan ideal, hasil dari knalpot adalah carbon dioksida, uap air dan nitrogen, namun berkat dari berbagai kondisi mesin gas buang mengandung gas bahan lain [3].

Gas buang yang dihasilkan kendaraan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu gas yang beracun dan gas yang tidak beracun. Gas buang umumnya terdiri dari Gas yang tidak beracun meliputi N_2 (Nitrogen), CO_2 (Karbon dioksida) dan H_2O (Uap Air) sebagian kecil merupakan gas beracun seperti

Karbon Monoksida (CO), Hidro Karbon (HC), Nitrogen Oksida (Nox) [2].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. penelitian eksperimental mencoba meneliti ada tidaknya hubungan sebab akibat, caranya adalah dengan membandingkan satu atau lebih kelompok eksperimen yang diberi perlakuan dengan satu atau lebih kelompok pembanding yang tidak menerima perlakuan. Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, data primer adalah data yang diperoleh saat melakukan pengujian kandungan gas CO dan HC, sedangkan data sekunder adalah data yang berasal dari berbagai referensi berupa jurnal penelitian, karya tulis dan media cetak.

Tempat pengujian dalam penelitian ini dilaksanakan di Workshop Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: Sepeda motor Yamaha Jupiter MX, tahun 2011, silinder tunggal dengan kapasitas 134,4 cc, bahan bakar premium dan bioetanol E-10, tachometer, digunakan untuk mengukur putaran mesin, termokopel, digunakan untuk mengetahui temperatur kerja mesin, termometer, digunakan untuk mengetahui temperatur ruangan, Four Gas Analyzer, digunakan untuk mengukur kandungan gas CO dan HC motor bensin.

Penelitian ini dilakukan langsung terhadap kendaraan, data akan diambil dengan melakukan pengujian pada kendaraan yang menggunakan premium, dan bioetanol E-10 untuk mengetahui kandungan gas CO dan HC yang dihasilkan oleh mesin, pengujian dilakukan pada kondisi kendaraan berada dalam keadaan diam.

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu dipersiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan, mempersiapkan campuran bioetanol E-10 dan premium serta mempersiapkan kondisi mesin sesuai suhu kerja mesin yaitu 80°C.

Untuk mengetahui berapa kandungan gas CO dan HC yang dihasilkan, digunakan Four Gas Analyzer dengan cara menempelkannya ke muffler kendaraan tersebut, pengukuran dilakukan pada tiap-tiap jenis bahan bakar (premium dan bioetanol). Pengujian dilakukan pada putaran mesin 1200 rpm, 2500 rpm dan 4000 rpm.

Besarnya kandungan gas CO dan HC yang dihasilkan diperoleh langsung dari pembacaan hasil yang ditunjukkan oleh alat ukur gas analyzer, kandungan CO gas buang dinyatakan dalam satuan persen (%) sedangkan HC dalam ppm. Kemudian untuk melihat seberapa besar perbedaan Kandungan gas buang yang ditimbulkan dari penggunaan premium dengan bioetanol E-10, maka menggunakan rumus dari Charles Lipson (1973: 178) menyatakan:

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2}} \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}}}$$

Keterangan:

t = Nilai t_{hitung}

$H_0 : [(\mu_x - \mu_y) = 0]$

\bar{x} = Rata-rata sampel ke-1

\bar{y} = Rata-rata sampel ke-2

S_x = Standar deviasi sampel 1

S_y = Standar deviasi sampel 2

n_x dan n_y = Jumlah sampel

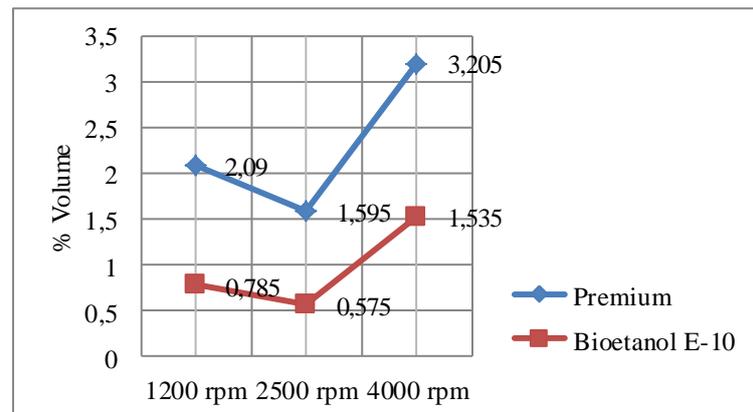
Kemudian hasil t hitung dibandingkan dengan t tabel pada taraf signifikan 5%. Apabila diperoleh harga t hitung lebih besar dari pada t tabel, maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara kedua data yang dibandingkan adalah signifikan. Sebaliknya jika harga t hitung lebih kecil dari pada t tabel, maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan yang ada tidak signifikan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Tabel 1. Data hasil pengujian emisi gas buang premium

NO	Putaran Mesin (rpm)	% Volume CO	
		Premium	Bioetanol E-10
1	1200	2,09	0,785
2	2500	1,595	0,575
3	4000	3,205	1,535



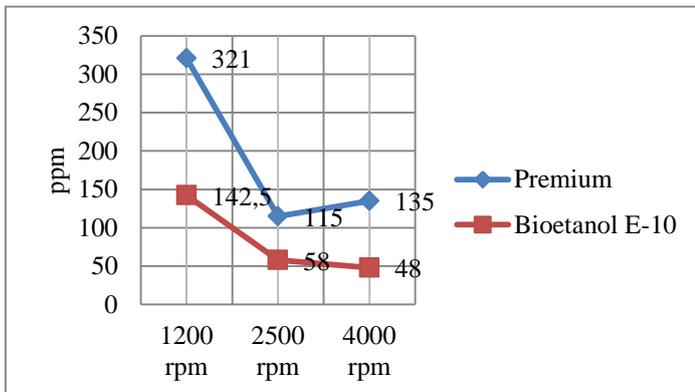
Gambar 1. Grafik hasil pengujian CO

Garis biru menunjukkan persentase peningkatan emisi gas buang CO pada bahan bakar premium dan garis merah untuk bahan bakar bioetanol E-10. Seperti yang terlihat pada grafik diatas terjadi penurunan emisi gas buang CO pada sepeda motor dengan menggunakan bioetanol E-10 bila dibandingkan dengan premium.

Kandungan CO terendah bila menggunakan bioetanol E-10 terdapat pada putaran 2500 RPM yaitu 0,575 %, dan tertinggi pada 4000 RPM yaitu 1,535 %. Sedangkan pengujian menggunakan premium kandungan CO terendah pada RPM 2500 yaitu 1,595 %, dan tertinggi pada RPM 4000 yaitu 3,205 %.

Tabel 2. Data hasil pengujian emisi gas buang bioetanol E-10

NO	Putaran Mesin (rpm)	% Volume CO	
		Premium	Bioetanol E-10
1	1200	321	142,5
2	2500	115	58
3	4000	135	48



Gambar 2. Grafik hasil pengujian HC

Grafik diatas menunjukkan pada putaran 1200 RPM kadar HC sepeda motor yang menggunakan premium lebih tinggi dari sepeda motor yang menggunakan bioetanol E-10, namun semakin tinggi putaran mesin maka kadar HC semakin menurun dan lebih rendah dari kadar HC sepeda motor yang menggunakan premium.

Kandungan HC terendah bila menggunakan bioetanol E-10 terdapat pada 4000 RPM yaitu 48 ppm, dan tertinggi pada 1200 RPM yaitu 142,5 ppm. Sedangkan pengujian menggunakan premium kandungan HC terendah pada RPM 2500 yaitu 115 ppm, dan tertinggi pada RPM 1200 yaitu 321 ppm.

B. Analisis Data

Tabel 3. Analisa data hasil pengujian Kadar CO dengan menggunakan uji t

RPM	\bar{x}	\bar{y}	s_x	s_y	t_{hitung}	Signifikansi 5% ($t_{tabel}=2,920$)
1200	2,09	0,785	0,0848 53	0,0212 13	21,100	Signifikan
2500	1,595	0,575	0,2757 72	0,0636 4	5,097	Signifikan
4000	3,205	1,535	0,0353 55	0,0919 24	23,980	Signifikan

Tabel 4. Analisa data hasil pengujian Kadar HC dengan menggunakan uji t

RPM	\bar{x}	\bar{y}	s_x	s_y	t_{hitung}	Signifikansi 5% ($t_{tabel}=2,920$)
1200	321	142,5	16,970 56	26,162 95	8,095	Signifikan
2500	115	58	18,384 78	2,8284 27	4,334	Signifikan

4000	135	48	4,2426 41	2,8284 27	24,129	Signifikan
------	-----	----	--------------	--------------	--------	------------

Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 dan 4, kandungan emisi gas buang memiliki perbedaan setelah dilakukan uji statistik dengan persamaan t test pada taraf signifikan 5% didapatkan perbandingan premium dengan bioetanol E-10 memiliki perbedaan yang signifikan, yaitu t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} .

C. Pembahasan

Secara teoritis, pencampuran bioetanol ke dalam premium akan menurunkan kandungan gas CO yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena CO merupakan gas yang relatif tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. CO dapat diubah dengan mudah menjadi CO₂ dengan bantuan sedikit oksigen. Sedangkan bioetanol memiliki satu molekul OH dalam susunan molekulnya yang membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara-bahan bakar di dalam silinder. Dengan demikian oksigen yang inheren di dalam molekul etanol telah membantu merubah CO menjadi CO₂ sehingga terjadinya penurunan gas CO pada penggunaan bahan bakar bioetanol E-10.

Dari data hasil pengujian diatas terdapatnya peningkatan gas CO pada putara 4000 RPM (tinggi), hal ini disebabkan karena perbandingan rasio udara dan bahan bakar semakin kaya, maka jumlah gas CO yang dihasilkan juga semakin meningkat. Pada grafik campuran stoikiometri, jumlah gas CO yang dihasilkan sangat rendah. Jika campuran semakin miskin, jumlah emisi CO juga semakin rendah.

Meningkatnya kadar CO pada putaran 4000 (tinggi) disebabkan adanya penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara baru akibat kenaikan putaran mesin di dalam proses untuk meningkatkan daya, sehingga pembakaran sempurna tidak tercapai [4].

Terjadinya penurunan kadar CO dan HC karena pembakaran yang sempurna dengan penggunaan bioetanol E-10, hal ini terjadi karena bioetanol dapat meningkatkan angka oktan pada premium, sehingga memberikan pengaruh terhadap proses pembakaran.

Penurunan kadar HC pada emisi gas buang dengan bahan bakar campuran premium dan etanol (bioetanol E-10) terjadi karena penambahan etanol kedalam premium yang berakibat etanol sebagian terkena proses oksidasi hidrokarbon sehingga kadar HC akan berkurang sampai pada kadar tertentu [7].

HC merupakan gas yang didapat karena adanya bahan bakar yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Untuk mengurangi emisi HC, maka dibutuhkan sedikit tambahan oksigen untuk memastikan bahwa semua molekul bensin dapat "bertemu" dengan molekul oksigen untuk bereaksi dengan sempurna. Oksigen di dalam molekul etanol mengikat senyawa hidrokarbon sehingga dapat terbakar sempurna, maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah CO₂ dan H₂O. Oleh karena itu, pencampuran bioetanol ke dalam bensin dapat mengurangi kandungan emisi gas HC.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian kadar emisi gas buang sepeda motor menggunakan alat uji emisi four gas analyzer, kemudian dilakukan analisa data pada hasil pengujian CO dan HC maka didapatkan t_{hitung} lebih besar dari pada t_{tabel} (2,920). Jadi dapat dikatakan bahwa dengan penggunaan bahan bakar bioetanol E-10 dapat mempengaruhi kadar emisi gas buang dengan adanya penurunan kadar emisi gas buang khususnya gas CO dan HC, hal ini diakibatkan adanya molekul OH yang terdapat pada susunan molekul etanol.

B. Saran

Dilakukan penelitian pengaruh penggunaan bahan bakar bioetanol E-10 terhadap torsi dan power pada sepeda motor. Ketelitian penggunaan alat ukur dan pembacaannya sangat diutamakan, karena hal ini dapat berpengaruh terhadap data hasil pengujian.

REFERENSI

- [1] Arief Aszhari. (2013). Agustus 2013 Indonesia Terapkan Standar Euro3. Pada: <http://autos.okezone.com/read/2013/07/03/52/831432/agustus-2013-indonesia-terapkan-standar-euro3> [diakses tanggal 20 Juli 2013]
- [2] Arifin, Zainal, dan Sukoco (2009). Pengendalian Polusi Kendaraan. Bandung: Alfabeta
- [3] Bonnick, Allan. (2013). *Automotive Science and Mathematics*. Burlington: Elsevier.
- [4] Bosch R. G. (1990). *Emission Control for Gasoline Engines*. 3rd Edition. Stuttgart, Germany.
- [5] La Ode M. Abdul Wahid. (2005). *Pemanfaatan Bio-Ethanol Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Berbahan Bakar Premium*. Pada: http://www.oocities.org/markal_bppt/publish/biofbm/biwahid.pdf
- [6] Lipson, Charles, Sheth, Narendra J. 1973. *Statistical Design And Analysis Of Engineering Experiments*. Tokyo: McGraw-Hill.
- [7] Manzanera, Maximino. (2010). *Alternative fuel*. Rijeka: Intechopen
- [8] Muhammad Firman & Iwan Kurniawan. (2011). *2030, Emisi Gas Rumah Kaca RI 3,6 M Ton*. Pada: <http://teknologi.vivanews.com/news/read/274338-2030--emisi-gas-rumah-kaca-indonesia-3-6m-ton>. [diakses tanggal 20 juni 2012]
- [9] Yanni Kussuryani dan Chairil Anwar. (2008). *Aplikasi SNI 7390:2008, Analisis Bioetanol dan Campurannya dengan Bensin*. Jakarta: Peneliti LEMIGAS