

Uji Emisi Penggunaan Bioetanol Dari Tetes Tebu Sebagai Campuran Premium Dengan Oktan
Booster Pada Sepeda Motor Yamaha Vega ZR 2009

Kuntang Winangun
085524203

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah bahan bakar minyak yang dibutuhkan. Untuk itu perlu adanya bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak, yaitu bahan bakar bioetanol. Bioetanol ini dikenal bahan bakar ramah lingkungan karena diproduksi dari bahan dasar nabati, serta dikenal juga sebagai bahan bakar bernilai oktan tinggi. Oktan booster adalah zat aditif berfungsi sebagai penambah nilai oktan bahan bakar kendaraan. Emisi gas buang yang sering muncul adalah CO (*carbon monoxide*), HC (*hydrocarbon*), dan NO_x (*nitrogen oxide*), serta Pb (timbal). Penelitian ini untuk mengetahui emisi gas buang pada mesin motor Yamaha Vega ZR 2009. Bahan bakar yang digunakan adalah premium murni (kelompok standar) dan kelompok eksperimen yang dicampur dengan oktan booster 5ml dan 8ml yaitu: premium E₀, E₅, E₁₀, E₁₅, dan E₂₀. Dalam penelitian ini menggunakan bioetanol dari tetes tebu dengan kadar etanol 96% dan oktan booster merk *Prestone*, zat aditif sebagai penambahan campuran bioetanol dengan premium. Variasi penambahan oktan booster yang digunakan adalah 5ml dan 8ml. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, hasil uji emisi pada sepeda motor Yamaha Vega ZR 2009 berbahan bakar premium murni (kelompok standar) dan kelompok eksperimen meliputi: premium E₀, E₅, E₁₀, E₁₅, dan E₂₀ dengan campuran oktan booster 5ml dan 8ml yang sesuai dengan standar biopremium pertamina adalah E₂₀. Hasil pengujian gas buang untuk konsentrasi CO dan HC yang terbaik dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar biopremium E₂₀ dengan konsentrasi CO sebesar 0.12% vol dengan laju perubahan emisi sebesar -7.14% pada campuran oktan booster 5ml dan 0.13% vol dengan laju perubahan emisi sebesar -2.38% pada campuran oktan booster 8ml. Sedangkan konsentrasi HC sebesar 848.33 ppm dengan laju perubahan emisi sebesar -38.48% pada campuran oktan booster 5ml dan 962 ppm dengan laju perubahan emisi sebesar -30.24% pada campuran oktan booster 8ml.

Kata kunci : emisi gas buang, bioetanol, premium, oktan booster

ABSTRACT

The increasing number of people in Indonesia makes more and more motor vehicles are used. As a consequence, Petrol is highly demanded day by day. That is why, to deal with this kind of problem, we need to afford alternative fuels to replace and save more Petrol. In this case, we can use Bio-fuels or Bio-ethanol which are known as environmentally friendly products for those are obtained from natural substances. Also, those types of fuel contain great value of Octane. But then, in terms of gaining a higher Octane value, we can apply Octane Booster. That is kind of additive substance that can be used to raise the Octane value of the motor vehicles fuel. Emission commonly released from motor vehicles are CO (carbon monoxide), HC (hydrocarbon), NO_x (nitrogen oxide), and Pb (plumbum). This research aims to find out the emission of Yamaha Vega ZR 2009 engine. For the standard group, Petrol is used as the fuel. While on the experiment group, Petrol is mixed with Octane Booster, including Petrol E₀, E₅, E₁₀, E₁₅, and E₂₀. The sugarcane molasses which contain 96% ethanol are used as the Bio-ethanol and Prestone Octane Booster, the additive substance, is added to the mixture of Bio-ethanol and Petrol. Next, the Octane Booster is added before the mixture tested on motorcycle. The varieties of the Octane Booster addition are 5ml and 8ml. The test result shows that the result of the emission test on Yamaha Vega ZR 2009 fuelled by Petrol (standard group) and experiment group including Petrol E₀, E₅, E₁₀, and E₂₀ with the mixture of Octane

Booster 5ml and 8ml, it is shown that E20 is the most appropriate Petrol to be applied based on Pertamina Bio-fuel Standard Specification. The result of the emission test proves that CO and HC concentration best gained using Bio-fuel E20 with 0,12% vol CO concentration and -7,14% change of emission rate on 5ml Octane Booster mixture and 0,13% vol with -2,38% change of emission rate on 8ml Octane Booster mixture, while HC concentration has 848,33 ppm at amount with -38,48% change of emission rate on 5ml Octane Booster mixture and 962 ppm with -30,24% change of emission rate on 8ml Octane Booster mixture.

Keywords: emission, bio-ethanol, petrol, octane booster

A. PENDAHULUAN

Sampai saat ini kebutuhan manusia akan bahan bakar masih didominasi hasil olahan dari minyak bumi. Minyak bumi masih menjadi penggerak utama perekonomian dunia, hal ini dikarenakan penggunaan alat-alat industri dan transportasi untuk distribusi kebutuhan pokok masih menggunakan bahan bakar olahan dari minyak bumi. Kita tahu semua bahwa terbentuknya minyak bumi ini membutuhkan waktu jutaan tahun dan termasuk sumber daya alam yang tidak bisa diperbaharui, akan tetapi konsumsi bahan bakar semakin meningkat dari tahun ketahun.

Sudah kita ketahui bersama bahwa minyak bumi merupakan sumber daya energi ini tidak dapat diperbaharui. Hal tersebut dibuktikan bahwa cadangan minyak dan gas bumi di Indonesia diperkirakan tidak akan berumur lebih dari 25 tahun sehingga apabila tidak ditemukan cadangan baru maka akan cukup untuk memenuhi konsumsi 18 tahun saja untuk minyak bumi, sekitar 50 tahun untuk gas bumi dan sekitar 150 tahun lagi untuk batu bara (Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007:35). Oleh sebab itu perlu adanya bahan bakar yang dapat diperbaharui seperti bioetanol dari tetes tebu. Tanaman tebu memiliki kandungan zat *sacharosa (sucrose)* sekitar 70-88%, glukosa 2-4%, fruktosa 2-4%. (Sumber: <http://komposisi-tebu.html>, diakses pada tanggal 23 Januari 2012). Dari data tersebut bisa dikatakan bahwa tebu sangat bagus untuk dijadikan bioetanol. Selain itu tanaman tebu juga sangat mudah dijumpai di daerah pulau Jawa, hampir setiap daerah di pulau Jawa terdapat tanaman tebu untuk dijadikan gula atau bercocok tanam di kebun.

Salah satu hasil proses minyak bumi yang dijadikan bahan bakar kendaraan bermotor adalah premium. Ketergantungan

masyarakat terhadap premium sangat tinggi terbukti jumlah kendaraan bermotor di Indonesia tiap tahunnya selalu meningkat. Sampai akhir September lalu, penjualan sepeda motor di Indonesia selama 2011 sudah mencapai 6.217.597 unit atau naik 12,4 persen dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya 5.526.954 unit. (Sumber: kompas.com, diakses pada tanggal 2 Oktober 2011). Data di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan kendaraan roda dua di Indonesia semakin hari semakin meningkat disebabkan permintaan masyarakat yang juga semakin meningkat.

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia memberi dampak positif maupun negatif. Dampak positifnya yang jelas dapat meningkatkan devisa Negara dan dapat membantu masyarakat dalam bertransportasi dengan cepat. Namun perlu diwaspadai juga dengan dampak negatif dari peningkatan tersebut, salah satunya yaitu polusi udara yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Diperkirakan 70% polusi udara di kota-kota besar seperti Surabaya dan Jakarta disebabkan oleh gas buang (emisi) kendaraan bermotor.

Pemerintah tidak tinggal diam untuk ikut serta menanggulangi dampak negatif emisi gas buang kendaraan bermotor. Sehingga pemerintah mengeluarkan peraturan "Ambang Batas Emisi Gas Buang".

Gas buang kendaraan bermotor terdiri atas zat tak bercun, seperti nitrogen (N_2), karbondioksida (CO_2), dan uap air (H_2O). Sedangkan zat beracun yang dihasilkan kendaraan bermotor, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksigen nitrogen (NO_x), dan yang paling berbahaya adalah timbal (Pb).

Tuntutan pemerintah akan ambang batas emisi gas buang menjadikan pabrikaan

kendaraan bermotor menambahkan teknologi untuk membuat kendaraan ramah lingkungan. Seperti penambahan teknologi EFI, *catalic converter* pada knalpot kendaraan yang pada intinya untuk mengurangi emisi gas buang yang ditimbulkan kendaraan. Kendaraan bermotor berteknologi maju tersebut dianjurkan menggunakan bahan bakar bebas timbal atau sekelas *pertamax* yang memiliki nilai oktan 91 RON. Dalam kenyataannya hal tersebut tidak sebanding dengan kondisi masyarakat Indonesia yang masih suka menggunakan premium untuk kendaraan berteknologi maju karena dirasa harganya lebih ekonomis.

Selain bioetanol yang mampu meningkatkan nilai oktan, masih ada satu lagi penggunaan zat tambahan aditif pada bahan bakar kendaraan selama ini dikenal mampu meningkatkan nilai oktan. Banyak zat aditif yang dijual di pasaran namun kali ini zat aditif yang digunakan penulis adalah oktan booster merk *Prestone*. Pencampuran zat aditif oktan booster pada premium dapat meningkatkan nilai oktan, semula bernilai oktan 88 sekelas premium setelah ditambahkan zat aditif oktan booster nilai oktannya meningkat sekitar 90 yang setara dengan *pertamax*. Selain itu dengan penambahan zat aditif oktan booster dirasa dapat meningkatkan derajat pengapian, meminimalkan *knocking*, menjadikan pembakaran sempurna, dan tenaga otomatis akan bertambah pula.

Dengan demikian permasalahan masyarakat Indonesia yang memiliki kendaraan berteknologi maju yang dianjurkan menggunakan bahan bakar bebas timbal dapat terjawab dengan menggunakan campuran premium+bioetanol dengan zat aditif oktan booster. Campuran ini dapat menghasilkan nilai oktan sekisar 93-95 yang setara *pertamax plus*. Premium bersubsidi, yaitu premium dengan nilai oktan 88 kemudian ditambahkan bioetanol dan zat aditif oktan booster maka angka oktan akan naik menjadi 95.

B. KAJIAN TEORI

1. Emisi Gas Buang Motor Bensin

Emisi gas buang merupakan zat pencemar yang dihasilkan dari proses pembakaran motor bensin. Zat pencemar

dari hasil pembakaran atau uap bahan bakar bensin ini dapat dibagi menjadi empat macam yaitu CO (*carbon monoxide*), HC (*hydrocarbon*), dan NO_x (*nitrogen oxide*), timah hitam/timbal (Pb). Bila bensin terbakar, maka akan terjadi reaksi dengan oksigen membentuk CO₂ (*carbon dioxide*) dan H₂O. Emisi gas buang yang paling sering diperhatikan adalah CO, HC, NO_x, dan Pb. CO₂ merupakan polutan karena dapat menyebabkan efek rumah kaca, jika bereaksi dengan Pb akan saling mengikat sehingga tidak bisa diserap oleh tumbuhan.

Berikut ini penjelasan mengenai emisi yang dihasilkan oleh motor bensin:

a. Karbon Monoksida (CO)

Gas CO dihasilkan oleh pembakaran yang tidak normal karena kekurangan oksigen pada campuran udara dan bensin. Ketika dalam pembakaran terdapat cukup oksigen maka akan terbentuk CO₂. CO₂ termasuk polutan namun digunakan oleh tumbuhan untuk memproduksi oksigen. CO biasanya ditemukan pada saluran pembuangan (*exhaust*), tetapi bisa juga ditemui pada *crankcase*. CO mempunyai sifat tidak berwarna dan tidak berasa. Jika rasio udara dan bahan bakar kekurangan oksigen, maka jumlah gas CO yang dihasilkan juga semakin meningkat. Pada campuran stoikiometri, jumlah gas CO yang dihasilkan juga meningkat. Jika campuran semakin miskin, jumlah emisi CO juga semakin rendah. Gas CO sangat mempengaruhi distribusi oksigen darah dalam jantung. Gas CO mudah sekali menyatu dengan Hb darah, meskipun dalam kadar yang rendah. Ini terjadi karena zat besi (Fe) dalam Hb memicu daya tarik CO menjadi 200 kali lebih besar dari pada daya tarik O₂. Peningkatan CO dalam Hb (di dalam darah) hanya sampai 9%. Dalam waktu 1-2 menit bisa menimbulkan kekurangan oksigen di jantung serta terhalangnya penambahan oksigen di pembuluh darah coroner. Pada konsentrasi rendah dapat menyebabkan pusing, penurunan kerja fisik dan mental, sedangkan pada konsentrasi tinggi dapat

menyebabkan kematian. (Sumber: Prihandana, Rama.

b. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon dihasilkan dari bahan bakar yang tidak terbakar keseluruhan saat proses pembakaran.

Menurut Toyota Astra Motor (1995:2-11), bentuk gas buang HC dapat dibedakan atas:

- 1) Bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar sebagai gas mentah.
- 2) Bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas sehingga berubah menjadi gugusan HC lain yang ikut keluar bersama gas buang.

Emisi hidrokarbon memiliki sifat berbau, mudah menguap, dan bereaksi lebih lanjut dengan NO_x menjadi senyawa fotokimia dan dapat menyebabkan hujan asam/berasap. Senyawa fotokimia yang terbentuk dari emisi HC dapat mengakibatkan mata pedih, sakit tenggorokan, dan gangguan pernafasan. Hidrokarbon juga bersifat *carcinogens* atau dapat menyebabkan kanker.

fotokimia dan dapat menyebabkan hujan asam/berasap. Senyawa fotokimia yang terbentuk dari emisi HC dapat mengakibatkan mata pedih, sakit tenggorokan, dan gangguan pernafasan. Hidrokarbon juga bersifat *carcinogens* atau dapat menyebabkan kanker.

c. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida dihasilkan melalui temperatur pembakaran yang tinggi. Saat temperatur pembakaran mencapai 1.370°C , nitrogen dan oksigen dalam udara bergabung sehingga menghasilkan nitrogen oksida. Selama udara di atmosfer masih mengandung 78% nitrogen, gas tersebut tidak dapat dicegah memasuki ruang bakar.

Gas NO_x mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berbau saat keluar dari mesin, namun ketika bersentuhan dengan oksigen pada atmosfer berubah menjadi NO_2 yang bersifat kemerahan dan dapat menimbulkan hujan asam. Gas NO_x ini dapat menyebabkan iritasi mata, gatal pada tenggorokan, pemicu asma dan

kanker paru-paru, serta gangguan fungsi jantung.

d. Timah Hitam (Pb)

Timah hitam dapat ditemukan pada bensin yang mengandung TEL yang mempunyai rumus kimia $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ untuk meningkatkan nilai oktan. Ketika proses pembakaran berlangsung di ruang bakar, maka TEL tersebut berubah menjadi partikel halus yang berupa timah hitam dan ikut keluar ketika langkah buang. Timah hitam (Pb) merupakan logam berat berbahaya yang dapat menyerang saraf dan mempengaruhi kinerja otak, penurunan IQ, bahkan dalam jangka panjang dapat menyebabkan kematian. Pada saat kita mengalami stress, Pb diremobilisasi dari tulang dan masuk ke peredaran darah sehingga menimbulkan resiko terjadinya keracunan. Keracunan ini akan berkelanjutan dalam peredaran darah manusia, yang paling berbahaya terjadi pada ibu-ibu hamil atau sedang menyusui. Udara yang dihirup ibu-ibu hamil atau sedang menyusui akan diserap pula oleh anaknya. Secara tidak langsung anaknya menyerap racun-racun Pb didalam tubuh ibunya.

2. Prestone Octan Booster

Prestone Octan Booster direkomendasikan oleh *Prestone Products Comparison made in U.S.A* yang berisi 473 ml zat aditif, cara penggunaannya yaitu dapat dicampur dengan bahan bakar sebanyak 16 galon atau sekitar 61 liter gasoline, jadi dalam 1 liter premium dapat ditambahkan oktan booster sekitar 7-8ml. *Prestone octan booster* ini mampu meningkatkan nilai oktan sebanyak 10 point, dalam satu point sama dengan 0.1 angka oktan. Berdasarkan rekomendasi pabrik, dengan penggunaan zat aditif merk *Prestone Octan Booster* dapat berfungsi untuk membersihkan saluran pembakaran dalam mesin dan memberikan tenaga, menghemat BBM, juga dapat mengurangi kadar emisi gas buang. Berikut ini adalah komposisi yang terkandung dalam *Prestone Octan Booster* yaitu:

- a. *Prestone distillates* (distilasi minyak tanah): berfungsi untuk mencegah terjadinya korosi, menghilangkan kerak, dan mencegah pembekuan kristal wax.
- b. *Trimethyl benzene*: berfungsi untuk meningkatkan angka oktan dan menghemat bahan bakar.
- c. *Methyl Cyclop antadienyl manganese tricarbonyl*: berfungsi untuk menaikkan angka oktan.
- d. *Propietary additivies* adalah bahan dasar lain yang terkandung dalam aditif.

3. Bioetanol atau Biopremium

Bioetanol adalah etanol (*ethylalcohol* dengan rumus kimia C_2H_5OH) yang diproduksi dari bahan nabati. Bioetanol merupakan suatu cairan bersih yang tidak berwarna, apabila digunakan tidak menyebabkan polusi lingkungan dan apabila bioetanol dibakar menghasilkan gas asam arang (karbon dioksida atau CO_2) dan air.

Terdapat beberapa karakteristik internal bioetanol yang menyebabkan penggunaan bioetanol pada mesin *Otto* lebih baik dari pada premium. Bioetanol memiliki angka oktan riset (*RON*) 108,6 dan angka oktan motor (*MON*) 89,7. Angka ini lebih tinggi dari premium yang dijual Pertamina yang memiliki angka oktan riset (*RON*) 88 dan angka oktan motor (*MON*) 80,7. Tingginya angka oktan pada bioetanol dibandingkan dengan premium ini sehingga dapat menambahkan fungsi bahan aditif seperti *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dan *Methyl Tersier Butyl Ether* (MTBE). Bioetanol dengan rumus kimia C_2H_5OH mengandung 35% oksigen sehingga dapat meningkatkan efisiensi sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran yang lebih baik dan mengurangi emisi gas rumah kaca (terutama CO_2). Sedangkan emisi CO (*carbon monoksida*) dan HC (*hidrocarbon*) dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar bioetanol secara umum lebih rendah dibandingkan dengan premium maupun pertamax.

C. METODE PENELITIAN

1. Variabel Bebas (Variabel Prediktor).

Adapun variable bebas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Premium murni (kelompok standar).

b. Kelompok eksperimen pada pencampuran oktan booster 5ml dengan:

1) Bensin murni E_0 (100% premium)

2) Biopremium E_5 (95% premium + 5% bioetanol)

3) Biopremium E_{10} (90% premium + 10% bioetanol)

4) Biopremium E_{15} (85% premium + 15% bioetanol)

5) Biopremium E_{20} (80% premium + 20% bioetanol)

c. Kelompok eksperimen pada pencampuran oktan booster 8ml dengan:

1) Bensin murni E_0 (100% premium)

2) Biopremium E_5 (95% premium + 5% bioetanol)

3) Biopremium E_{10} (90% premium + 10% bioetanol)

4) Biopremium E_{15} (85% premium + 15% bioetanol)

5) Biopremium E_{20} (80% premium + 20% bioetanol)

2. Variabel Terikat (Variabel Respon).

Variabel terikat pada penelitian ini adalah tingkat polutan dari kadar emisi gas buang sepeda motor Yamaha Vega ZR 2009, yaitu: CO, CO_2 , HC, dan O_2 .

3. Variabel Kontrol

Beberapa variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:

a. Putaran mesin mulai dari 1400 rpm sampai dengan 9000 rpm dengan tingkatan putaran 500 rpm.

b. Premium, biopremium, dan oktan booster.

c. Suhu mesin pada suhu kerja, antara 60-80°C.

d. Mesin yang digunakan adalah Yamaha Vega ZR 2009.

4. **Prosedur Penelitian**

Tahap awal yang perlu dilakukan adalah servis sepeda motor terlebih dahulu untuk memastikan sepeda motor tidak divariasikan dan kembali seperti awal keluar dari dealer, setelah sepeda motor sudah siap selanjutnya persiapan bahan yang akan digunakan dalam penelitian yaitu mempersiapkan bahan bakar premium murni, premium E₀ dan bahan bakar biopremium: E₅; E₁₀; E₁₅; dan E₂₀ yang sudah dicampur dengan oktan booster 5ml dan 8ml, kemudian mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan.

Mesin Yamaha Vega ZR di Laboratorium Bahan Bakar Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya yang digunakan dalam penelitian ini sudah terpasang satu rangkaian dengan Dinamometer, Penunjuk Torsi, *Tachometer*, dan gelas ukur.
5. **Prosedur Pengujian**
 - a. Mesin dihidupkan pada putaran *idle* (± 1.400 rpm) sampai mesin mencapai kondisi kerja ($60 - 80$ °C).
 - b. *Blower* dihidupkan.
 - c. Membuka *throttle valve* secara perlahan hingga terbuka penuh.
 - d. Pengamatan mulai dilakukan dan beban dari *inertia chassis dynamometer* diatur dengan membuka katub bahan bakar masuk sampai mesin menunjukkan putaran yang diinginkan stasioner (1.400 rpm, 2.000 rpm, sampai dengan 9.000 rpm). Pengamatan dilakukan setelah tercapai keseimbangan putaran mesin.
 - e. Melakukan pencatatan data yang meliputi emisi gas buang dan lambda.
 - f. Mengulang percobaan sebanyak tiga kali dengan rentang waktu 20 detik.
 - g. Mesin dimatikan.

D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Analisis

Pada bab ini akan menyajikan hasil pengujian emisi gas buang menggunakan biopremium dari tetes tebu yang dicampur dengan oktan booster yang dilakukan di Laboratorium Performa Mesin Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Unesa. Sesuai dengan variabel terikat pada Bab III pengujian emisi gas buang ini meliputi CO, CO₂, HC, dan O₂. Secara lengkap, data hasil pengujian emisi gas buang premium dan data hasil biopremium dari tetes tebu yang dicampur dengan oktan booster pada sepeda motor Yamaha Vega ZR 2009 adalah sebagai berikut.

2. Hasil Pengujian

Hasil pengujian emisi gas buang CO dan HC yang ditimbulkan sepeda motor Yamaha Vega ZR 2009 ditunjukkan pada tabel dibawah ini: Emisi gas buang yang dihasilkan bahan bakar premium dan biopremium dari tetes tebu dengan campuran oktan booster 5ml pada putaran mesin idle.

Dengan demikian dapat kita lihat untuk bahan bakar dengan kadar gas buang beracun yang paling rendah masing-masing ada pada bahan bakar biopremium E₂₀. Pada biopremium E₂₀ dengan campuran oktan booster 5ml konsentrasi CO sebesar 0.12% vol dan HC sebesar 848.33 ppm, sedangkan pada biopremium E₂₀ dengan campuran oktan booster 8ml konsentrasi CO sebesar 0.13% vol dan HC sebesar 962 ppm. Maka dapat dikatakan bahan bakar biopremium E₂₀ memenuhi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 tahun 2006. yaitu untuk konsentrasi CO sebesar 5.5% vol dan HC sebesar 2400 ppm pada putaran idle untuk sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan kurang dari 2010. Selain itu bahan bakar biopremium E₂₀ juga dapat menggantikan pertamax plus dengan nilai oktan 95.

3. Perhitungan Biaya

Biaya bahan bakar biopremium E₂₀ yang dicampur oktan booster 5ml dan 8ml.

Harga bensin 1000ml : Rp 4.500,-

Harga bioetanol tetes tebu 1000ml: Rp 22.707,-

Harga oktan booster 1 botol (473ml) : Rp 61.800,-

Bahan bakar E₂₀ terdiri dari:

Premium 800ml, bioetanol 200ml, dan oktan booster 5ml

Jadi biaya untuk bahan bakar biopremium E₂₀ sebagai berikut:

Premium (800ml)

$$\frac{800ml \times Rp 4.500}{1000ml} = Rp 3.600,-$$

E. DAFTAR PUSTAKA

Hardjono. A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada

<http://www.AISI.htm>, Penjualan Sepeda Motor Nasional Sudah 6,2 juta unit lebih, diakses pada tanggal 2 Oktober 2011.

http://www.comes.ums.ac.id/pluginfile.php/12094/.../BAB_IInikko_c.pdf.com, diakses pada tanggal 20 Nopember 2011.

http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_content&taks=view&id=340&item=30, *BBM itu Bisa dari Singkong, Minyak Jarak atau Kelapa Sawit*. Diambil pada tanggal 2 Oktober 2011.

<http://www.migas.esdm.ga.id>, Direktur Jendral Minyak dan Gas, diambil pada 2 Oktober 2012.

Irawan, Indra. 2011. *Uji Emisi Penggunaan Bioetanol Dari Limbah Nanas Sebagai Campuran Premium Pada Sepeda Motor Yamaha Vega-R*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Pertamina.(1997). *Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan, Rumah Tangga, Industri dan Perkapalan*. Jakarta:

Direktorat Pembekalan dan Pemasaran dalam Negeri.

Pratama, Yudhi. 2010. *Uji Emisi Penggunaan Bioetanol Dari Pucuk Tebu Sebagai Campuran Premium Terhadap Mesin 4 Langkah*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Prihandana, Rama, dkk. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.

Puspita, Yani. 2008. *Studi Eksperimen Pemanfaatan Molase (Tetes Tebu) sebagai Bahan Bakar Biopremium*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Suprayitno, Agus. 2010. *Eksperimen Pembuatan Biopremium Dari Limbah Pisang*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Tjokrowisastro, Eddy Harmadi & Widodo, Budi Utomo Kukuh. (1990). *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar*. Surabaya: FTI-ITS.

Toyota Astra Motor. 2003. *Training Manual New Step 1*. Jakarta: P.T Toyota Astra

Warju. 2010. *Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.