

**Pemanfaatan Etanol Sebagai *Octane Improver*  
Bahan Bakar Bensin Pada Sistem Bahan Bakar Injeksi  
Sepeda Motor 4 Langkah 1 Silinder**

**Bambang Sulisty, Jayan Sentanuhady, Adhi Susanto**  
Magister Sistem Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Teknik Utara (Timur PAU UGM) Berek, Yogyakarta 55281  
Email: [bambang\\_sulistyo@uny.ac.id](mailto:bambang_sulistyo@uny.ac.id)

**Abstrak**

*Krisis bahan bakar fosil dan krisis emisi gas buang dewasa ini menjadi permasalahan yang kompleks untuk dapat diselesaikan dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor baik di negara maju dan berkembang. Etanol, sebagai bahan bakar additive yang dapat diproduksi dari bahan-bahan hasil pertanian diharapkan dapat menjadi bagian yang dapat menyelesaikan problem-problem di atas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik etanol terhadap unjuk kerja pembakaran dalam mesin 4 langkah bersilinder tunggal. Etanol dengan tingkat kemurnian 99.9 % dicampurkan kedalam bahan bakar bensin dengan komposisi ethanol 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %. Bahan bakar campuran ini diuji dengan menggunakan mesin 4 langkah 1 silinder dengan sistem injeksi bahan bakar untuk mendapatkan unjuk kerja mesin. Gas buang yang keluar dari mesin tersebut diuji dengan gas analyzer.*

*Pencampuran 5 %, 10 %, 15% dan 20 % etanol dalam bahan bakar bensin dapat meningkatkan Research Octane Number sebesar 89.6, 91.2, 92.8, dan 94.4. Emisi gas buang diperoleh hasil pada masing-masing perbandingan, untuk emisi karbon monoksida mengalami penurunan pada setiap perubahan rpm mesin. Hasil pengujian mengalami penurunan emisi gas buang berupa karbondioksida pada semua tingkat perbandingan pencampuran bensin dan etanol. Emisi hidrokarbon mengalami penurunan pada pencampuran 5% dan 10%, akan tetapi emisi hidrokarbon mengalami kenaikan emisi pada pencampuran 15% dan 20%.*

*Kata kunci: bensin, etanol, motor, gas buang*

## **1. Pendahuluan**

Sumber energi dapat diperoleh dari berbagai macam sumber, baik sumber energi yang dapat terbarukan (*renewable energy*) ataupun langka (tidak terbarukan) (*unrenewable energy*). Pemenuhan kebutuhan konsumsi bahan bakar untuk kendaraan bermotor di Indonesia sepenuhnya ditopang dari sumber energi bahan bakar fosil yaitu premium, pertamax, super TT, dan solar (minyak diesel) yang bersifat tidak terbarukan dan lama kelamaan seiring dengan bertambahnya kendaraan bermotor akan berkorelasi terhadap peningkatan konsumsi sehingga ketersediaan sumber ini akan habis. Cadangan minyak bumi nasional apabila tidak ditemukan sumur baru melalui eksplorasi diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 10-15 tahun yang akan datang, sehingga pencarian sumber energi baru merupakan suatu keharusan (Taryono, 2006).

Upaya untuk mengimbangi ketersediaan bahan bakar dengan jumlah kendaraan bermotor adalah dengan menggunakan teknologi otomotif hemat bahan bakar. Design motor atau teknologi motor harus hemat bahan bakar dengan performa mesin tetap optimal. Perbaikan motor dapat dilakukan dengan pengembangan proses pembakaran dalam yang sempurna, perbaikan efisiensi panas, efisiensi volumetrik, dan penggunaan energi lebih efisien. Perbaikan proses pembakaran sempurna dalam motor bakar dapat dilakukan dengan penggunaan motor 4 langkah, optimalisasi ruang bakar, penggunaan sistem pengapian elektronik serta pemakaian sistem injeksi bahan bakar (*electronic fuel injection*). Penggunaan teknologi tersebut dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sehingga dapat mempertahankan keberadaan yang lebih lama.

Faktor lain yang menjadi masalah dengan tingginya jumlah kendaraan dan tingkat konsumsi bahan bakar adalah timbulnya efek polutan dari hasil pembakaran bahan bakar kendaraan tersebut.

Polusi akibat emisi gas buang hasil pembakaran bahan bakar fosil mempunyai dampak terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Emisi gas buang hasil pembakaran kendaraan bermotor yang berupa karbondioksida (CO<sub>2</sub>), karbonmonoksida (CO), Oksida Nitrogen (Nox), hidrokarbon yang tidak terbakar, serta unsur metalik seperti timbal (Pb) menjadi perhatian serius karena dampak kinerja gas tersebut yang dapat menurunkan tingkat kesehatan dan keselamatan kehidupan manusia.

Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun terhadap lingkungan, seperti timbal/timah hitam (Pb), suspended particulate matter (SPM), oksida nitrogen (NOx), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan oksida fotokimia (Ox). Kendaraan bermotor menyumbang hampir 100% timbal, 13-44% *suspended particulate matter* (SPM) atau partikel debu, 71-89% hidrokarbon, 34-73% NOx, dan karbon monoksida (CO) hampir seluruhnya (Riza Damanik, 2004). Peningkatan yang tanpa terkendali akan mengakibatkan terjadinya efek gas rumah kaca (*green house effect*) secara global sehingga akan mempengaruhi temperatur suhu bumi.

Model penurunan emisi menggunakan perbaikan pemasukan bahan bakar dengan sistem injeksi atau *electronic fuel injection* banyak dikembangkan. Teknologi ini memadukan berbagai sensor kondisi mesin untuk memberikan suplai bahan bakar sesuai dengan kebutuhannya sehingga terjadi efisiensi bahan bakar dan rendah emisi.

Sementara penurunan emisi gas buang yang lain adalah mengembangkan bahan bakar alternatif ramah lingkungan. Penggunaan bahan bakar rendah emisi banyak digunakan seperti metanol dan etanol. Bahan bakar beroksigenat ini mempunyai keuntungan dalam emisi yang dihasilkan. Bahan bakar jenis ini banyak digunakan sebagai aditif yang berfungsi sebagai upaya memperbaiki kualitas bahan bakar dalam menaikkan angka oktan sehingga mesin terhindar dari gejala detonasi.

Senyawa oksigenat yang mempunyai keunggulan angka oktan tinggi dan selama ini digunakan untuk aditif bahan bakar bensin adalah etanol. Etanol merupakan golongan alkohol bersifat fluida inkompresibel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Bahan bakar etanol dapat dicampurkan dengan bahan bakar bensin untuk pembakaran dalam motor bakar. Bahan bakar bensin dan etanol berdasarkan uji coba oleh BBPT Serpong pada perbandingan 9:1 dapat dioperasikan pada teknologi kendaraan bermotor bensin tanpa memodifikasi mesin dan tidak akan merusak komponen mesin (Cahyono, 2006).

Namun demikian etanol bersifat polar sehingga kurang baik bercampur dengan bahan bakar bensin yang bersifat non polar. Keunggulan etanol yang ramah lingkungan dan bersifat *renewable* dapat dicampurkan dalam bentuk atau fase uap sebelum masuk ke dalam ruang bakar. Diperlukan suatu teknologi sistem bahan bakar penginjeksian etanol kedalam *intake manifold* yang selanjutnya akan bercampur dengan bahan bakar bensin yang telah dikabutkan oleh mekanisme injeksi berupa *Electronic Ethanol Injection*.

## 2. Metode Penelitian

### 1. Bahan dan peralatan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah etanol dengan kemurnian 99.9 % dicampurkan kedalam bahan bakar bensin dengan komposisi ethanol 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %. Bahan bakar campuran ini di uji dengan menggunakan mesin 4 tak yang menggunakan sistem injeksi untuk mendapatkan unjuk kerja mesin dan gas buang dari proses pembakarannya.

Pengujian daya motor dilakukan dengan menggunakan *Sportdyno V3.2 Dynamometer SD325*, sedangkan peralatan untuk uji emisi gas buang adalah *four gas analyzer*. Alat ini memiliki kemampuan untuk mengambil data tentang emisi gas buang hasil pembakaran kendaraan bermotor yang berupa karbondioksida (CO<sub>2</sub>), karbonmonoksida (CO), Oksida Nitrogen (Nox), hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar.



Gambar 1. Gas Analyzer.

## 2. Prosedur Penelitian

Perhitungan *Research Octane Number* (RON) untuk mengetahui nilai oktan pencampuran bahan bakar bensin dengan etanol menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RON = \frac{(KLRF - KRF)((ONHLF - ONLRF))}{(KLRF - KHRF)} + ONLRF$$

KLRF = *Knockmeter Low Reference Fuel*

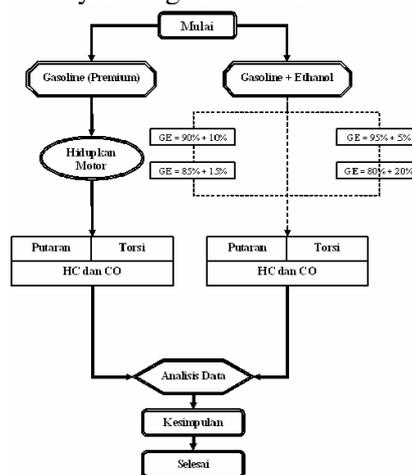
KNF = *Knockmeter Reference Fuel*

ONHRF = *Octane Number High Reference Fuel*

ONLRF = *Octane Number Low Reference Fuel*

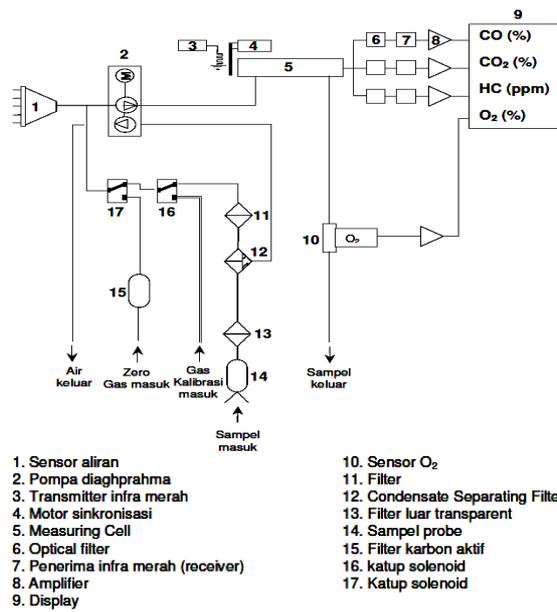
KHRF = *Knockmeter High Reference Fuel*

Pengujian emisi gas buang pada idle dilakukan dengan cara menghisap gas buang kendaraan bermotor kedalam alat uji *gas analyzer* kemudian diukur kandungan karbo monoksida (CO) dan hidro karbon (HC). Adapun prosedur penelitiannya sebagai berikut:

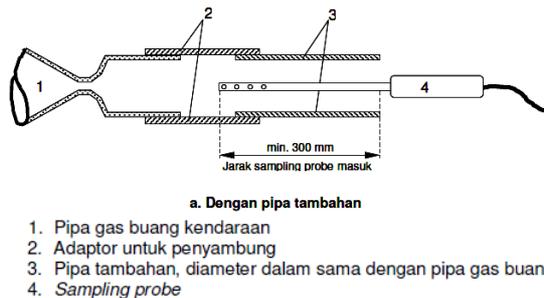


Gambar 2. Skema penelitian

Pengujian uji emisi gas buang dilakukan di Bengkel Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta. Menurut SNI 09-7118.3-2005 tentang uji emisi gas buang kendaraan bermotor kategori L pada putaran *idle*. Adapun peralatan-peralatan yang diperlukan dalam pengujian emisi gas buang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema peralatan uji emisi gas buang

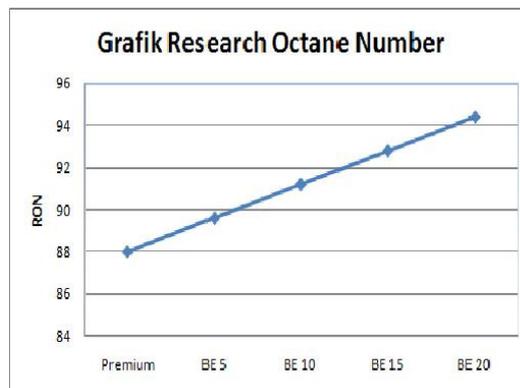


Gambar 4. Pemasukan *sampling probe* ke dalam pipa gas buang

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Pengaruh Etanol Terhadap Octane Improver Bahan Bakar Bensin

Proses pencampuran etanol dengan bahan bakar bensin dengan empat variasi perbandingan yaitu 5% etanol dan 95% bensin (BE 5), 10% etanol dan 90% bensin, 15% etanol dan 85% bensin serta 20% etanol dan 80% bensin premium. Pencampuran atau *blending* dilakukan secara manual menggunakan gelas ukur. Setelah *blending* dimasukkan dalam galon sampel dengan pemberian kode BE 5, BE 10, BE 15, dan BE 20. Selanjutnya dilakukan perhitungan angka oktan bahan bakar sampel secara teoritis.



Gambar 5. Peningkatan Angka Oktan

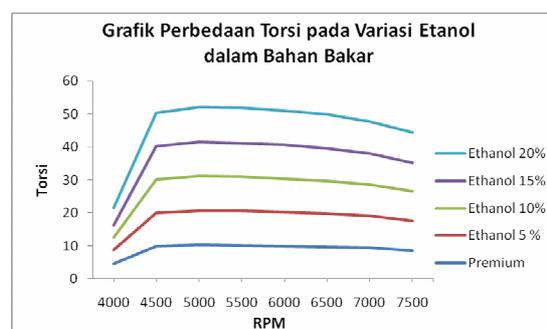
Dalam perhitungan menunjukkan bahwa setiap penambahan kadar etanol mulai dari 5%, 10% , 15%, 20% terjadi kenaikan angka oktan dari bahan bakar. Peningkatan angka oktan dari setiap penambahan perbandingan etanol secara berturut-turut dibandingkan dengan bahan bakar kontrol adalah sebesar 89.6 RON, 91.2 RON, 92.8 RON, dan 94.4 RON. Peningkatan angka oktan ini akan berdampak bagus pada kualitas atau kemampuan kendaraan menghindari terjadinya *knocking*. Proses pembakaran yang terjadi didalam silinder diawali dengan pembakaran bahan bakar pada sekitar busi. Kemudian nyala api dengan cepat merambat kesegala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi yaitu 25-50 m/detik dan membakar bahan bakar sehingga terjadi kenaikan temperatur dan tekanan gas sesuai dengan jumlah bahan bakar (Arismunandar, 1994). Dari sisi lain, campuran udara dan bahan bakar dibagian terjauh dari busi masih menunggu untuk terbakar. Akan tetapi karena penekanan torak dan gerakan nyala api pembakaran terjadi kenaikan temperatur dan tekanan yang tinggi sehingga melampaui temperatur penyalaan sendiri dan menyebabkan terjadinya *knocking* atau detonasi. Detonasi merupakan proses terbakar sendiri bagaian campuran udara dan bahan bakar yang paling akhir (Arismunandar, 1994: 82).

Dengan meningkatnya angka oktan pada campuran bahan bakar bensin dengan etanol maka gejala detonasi dapat diminimalisir. Angka oktan yang menunjukkan nilai ketahanan bahan bakar untuk tidak terbakar oleh nyala api busi. Tingginya angka oktan ini akan mampu menahan perubahan temperatur dan tekanan gas hasil pembakaran untuk tetap terbakar oleh nyala api dari percikan bunga api busi. Kemampuan etanol dalam peningkat angka oktan ini dipengaruhi oleh tingginya angka oktan dari etanol yang mempunyai nilai RON 120. Sehingga setelah dicampur dengan bensin yang nilai RON 88 untuk premium dapat meningkatkan angka oktan dari pada nilai premium. Selain itu aditif ini juga dapat mengurangi penggunaan TEL (*Tetra Ethyl Lead*) sebagai *octane improver* karena keberadaan TEL yang beracun dan mencemari lingkungan.

## 2. Pengaruh Variasi Fraksi Etanol Dalam Bahan Bakar Premium Terhadap Daya Motor

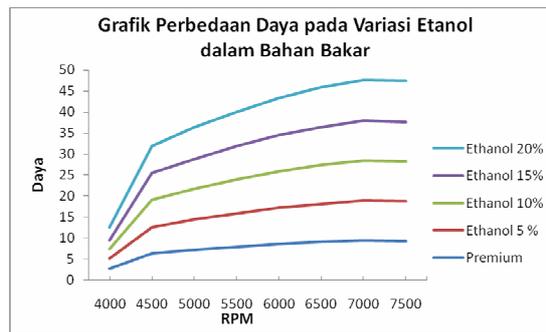
### a. Pengaruh terhadap Daya Motor

Dalam bentuk grafik pengaruh fraksi etanol dalam bahan bakar premium terhadap torsi adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Perbedaan Torsi pada Variasi Etanol

Dalam bentuk grafik pengaruh fraksi etanol dalam bahan bakar premium terhadap daya adalah sebagai berikut:



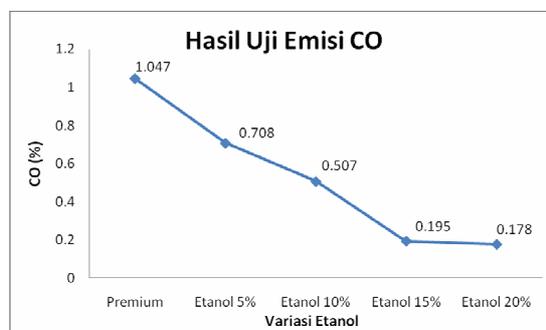
Gambar 7. Perbedaan Daya pada Variasi Etanol

Dari perhitungan dalam tabel diketahui bahwa terjadi pengaruh penurunan daya motor pada penggunaan bahan bakar premium dengan variasi fraksi etanol. Pada campuran fraksi etanol 5 % penurunan daya motor paling kecil sedangkan pada variasi 20% terjadi penurunan tegangan yang cukup besar. Hal ini disebabkan karena nilai pembakaran atau *lov heating value* dari etanol lebih rendah daripada bensin sehingga panas pembakaran yang terjadi dalam silinder juga semakin kecil. Penambahan fraksi yang semakin besar pada bahan bakar premium akan semakin menurunkan panas pembakaran didalam mesin bensin.

### 3. Pengaruh Etanol Terhadap Emisi gas Buang Kendaraan Bermotor

#### a. Pengaruh Terhadap Emisi Karbon Monoksida

Etanol mengandung senyawa oksigen terlarut sebesar 35% tiap volume. Dengan campuran 10% etanol dan premium mengandung oksigen sebesar 3,5% ([www.drivingethanol.org/ethanol\\_in\\_vehicles/e10.aspx](http://www.drivingethanol.org/ethanol_in_vehicles/e10.aspx)). Etanol sebagai bahan bakar yang mempunyai karakteristik keunggulan pada campuran bensin dan etanol dapat mereduksi emisi terutama CO dan HC serta NOx. Etanol merupakan senyawa oksigenat yang mempunyai satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Adanya oksigen *inhern* dalam etanol yang bersifat *inert*, membantu proses pembakaran dalam silinder karena dapat meningkatkan atomisasi ion campuran udara dan bahan bakar (*droplet*) tersebut. Dari karakteristik tersebut berimplikasi pada rendahnya emisi CO karena adanya penambahan molekul oksigen yang selanjutnya emisi akan lebih banyak menghasilkan CO<sub>2</sub> yang dapat digunakan sebagai pernafasan tumbuhan. Berikut merupakan hasil penelitian pengaruh pencampuran etanol terhadap emisi karbon monoksida. Penambahan etanol dalam bahan bakar bensin akan mengurangi emisi karbon monoksida karena di dalam etanol mengandung senyawa oksigenat berupa oksigen *inhern* sehingga akan memperbaiki dan mereduksi emisi CO. Berikut merupakan hasil pengujian emisi CO menggunakan *four gas analyzer* dengan pada rpm putaran stasioner. Dalam bentuk grafik data penurunan emisi dapat digambarkan sebagai berikut.



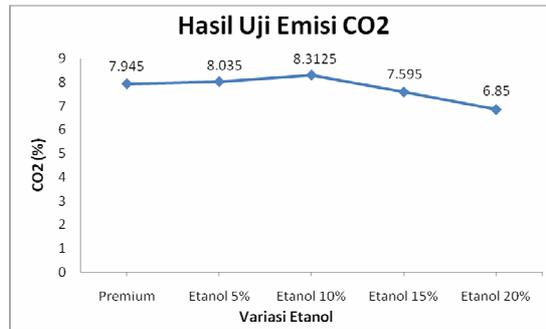
Gambar 8. Perbedaan Emisi Karbon Monoksida

Dari hasil perhitungan prosentase menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi karbon monoksida pada setiap penambahan etanol 5%, 10%, 15%, dan 20%. Untuk penurunan kadar

emisi karbon disebabkan oleh meningkatnya kadar oksigen inhern dengan pencampuran yang lebih banyak.

**b. Pengaruh Terhadap Emisi Karbondioksida**

Hasil pengujian kadar CO<sub>2</sub> pada pencampuran bahan bakar premium dan etanol dilakukan menggunakan *four gas analyzer* pada putaran idle sama dengan yang dilakukan pada emisi karbon monoksida.

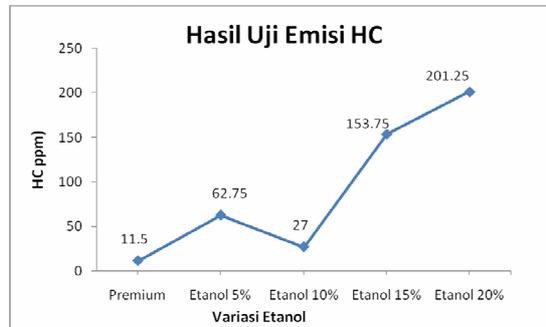


Gambar 9. Perbedaan Emisi Karbondioksida

Dari hasil perhitungan prosentase menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi karbondioksida pada setiap penambahan etanol 5%, 10%, 15%, dan 20%.

**c. Pengaruh Terhadap Emisi Hidrokarbon**

Hasil perhitungan prosentase menunjukkan bahwa emisi hidrokarbon mengalami penurunan pada pencampuran 5% dan 10%, akan tetapi emisi hidrokarbon mengalami kenaikan emisi pada pencampuran 15% dan 20%.



Gambar 10. Perbedaan Emisi Hidrokarbon

Pada campuran 15% dan 20% etanol mempunyai nilai volatil yang lebih lambat sehingga akan mengurangi proses atomisasi dalam bereaksi dengan oksigen dalam bentuk uap, dari sini hidrokarbon dari premium maupun dari etanol tidak terbakar dan akan keluar bersamaan dengan gas buang kendaraan. Karbon yang terbuang ini dapat berbentuk hidrokarbon berupa partikel dan berupa karbon bersuku rendah. Karbon bersuku rendah ini terjadi karena kurangnya reaksi dengan oksigen pada saat pembakaran dan mendapatkan panas yang tinggi sehingga akan memecahkan ikatan karbon menjadi suku yang lebih rendah. Hal ini yang menyebabkan jumlah ppm karbon meningkat sesuai dalam pengujian tersebut.

Dari data dan hasil analisis pembahasan pencampuran bahan bakar bensin dengan etanol pada masing-masing perbandingan pencampuran dinyatakan bahwa untuk nilai oktan mempunyai sifat berbanding lurus yaitu semakin tinggi jumlah perbandingan maka nilai angka oktan juga semakin meningkat. Peningkatan oktan oleh etanol ini menjadi solusi untuk mereduksi keberadaan TEL yang selama ini digunakan untuk peningkat angka oktan. Selain itu dari hasil pembakaran bahan bakar campuran etanol menghasilkan emisi karbon monoksida yang

menurun pada semua jenis pencampuran. Untuk emisi Hidrokarbon terjadi penurunan pada pencampuran 5% dan 10% namun terjadi kenaikan pada pencampuran 15% dan 20% hal ini disebabkan karena nilai penguapan yang cukup tinggi sehingga pada saat pembakaran HC kurang terurai oleh oksigen dan tidak terbakar sehingga keluar bersama dengan gas buang pada knalpot. Dari berbagai hasil pengujian maka etanol dapat menjadi solusi pencampuran atau aditif bahan bakar bensin yang digunakan dalam kendaraan bermotor yang mempunyai keunggulan dalam *octane number* serta rendah emisi gas buang sehingga bahan bakar ini menjadi bahan bakar ramah lingkungan.

#### 4. Kesimpulan

1. Pengaruh pencampuran 5 %, 10 %, 15% dan 20 % etanol dalam bahan bakar bensin dapat meningkatkan RON (*Research Octane Number*) sebesar 89.6 RON, 91.2 RON, 92.8 RON, dan 94.4 RON.
2. Pengaruh pencampuran etanol pada bahan bakar bensin terhadap emisi gas buang karbonmonoksida (CO) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) pada semua perbandingan pencampuran mengalami penurunan. Emisi hidrokarbon (HC) mengalami penurunan pada pencampuran 5% dan 10%, namun mengalami kenaikan emisi pada pencampuran 15% dan 20%.

#### Daftar Pustaka

- Amin Nugroho. 2005. *Ensiklopedi Otomotif*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Arismunandar, Wiranto. (1994). *Motor Bakar Torak*. Bandung, ITB.
- BPM. Arends H. Berenshot. (1980). *Motor Bensin. Belanda: Vam-Voorschoten*
- Gary L. Borman and Kenneth W. Ragland. 1998. *Combustion Engineering*. Singapore. McGraw-Hill.
- Ismail Besari dkk (1982). *Kimia Organik Untuk Universitas*. Bandung, Armico.
- Michael Purba. (2004). *Kimia Untuk Kelas x*. Jakarta, Erlangga.
- Moch. Solikin. 2005. *Sistem Injeksi Bahan Bakar Motor Bensin (EFI System)*. Yogyakarta: Kampong ILMU.
- Riza Damanik. (2004). *Peringkat Emisi Gas Buang Kendaraan bermotor Tipe Baru (Mandatory Disclosure of Automotive Emission)*. <http://mandatory.menlh.go.id/hasil/index.php>. Didownload pada tanggal 13 Mei 2007.
- Singgih Santoso. (1997). *SPSS Versi 10, Mengolah Data Statistik Secara Profesional*. Jakarta: Elex Media Computindo.
- Taryono, 2006, *Teknologi Budidaya Jarak Pagar (Jatropha curcas): Suatu Kajian Pustaka, Makalah Seminar dan Lokakarya Nasional UGM, 19-20 Desember 2006*.
- Thiessen, F. J. and Dales D.N. (1989). *Automotive Principles and Service*, New Jersey, Practise-Hall.
- Tine Maria Kuswati. (2004). *Sains Kimia 3b*. Jakarta, Bumi Aksara.
- Wisnu Arya Wardhana. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Agus Eko Cahyono. 2006. *Gasohol BE 10, Bahan Bakar Minyak Alternatif Karya BPPT*. [BPPT/Badan%20Pengkajian%20dan%20Penerapan%20Teknologi%20%20GASOHOL%20BE%2010,%20BAHAN%20BAKAR%20MINYAK%20ALTERNATIF%20KARYA%20BPPT.html](http://BPPT/Badan%20Pengkajian%20dan%20Penerapan%20Teknologi%20%20GASOHOL%20BE%2010,%20BAHAN%20BAKAR%20MINYAK%20ALTERNATIF%20KARYA%20BPPT.html). Didownload pada tanggal 10 Maret 2007.
- Anonim. (2007). \_\_\_\_\_. Available from: URL: [www.drivingethanol.org/ethanol\\_in\\_vehicles/e10.aspx](http://www.drivingethanol.org/ethanol_in_vehicles/e10.aspx). Accessed: March, 2007.
- Anonim. (2008). SNI 09-7118.3-2055. Available from: URL: [www.bsn.org](http://www.bsn.org). Accessed: October, 2008.