

PENGARUH PENGGUNAAN BIOETHANOL SEBAGAI CAMPURAN BAHAN BAKAR PADA MESIN KENDARAAN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN KOMPOSISI 10%, 20%, 30%.

Pratomo Setyadi
pratomo_setyadi@yahoo.com

Abstrak

Konsumsi energi, khususnya bahan bakar minyak di Indonesia terus meningkat. Hingga akhir 2015, diperkirakan konsumsi telah mencapai 1,189 juta barel per hari dan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi yang mencapai laju 1,6% per tahun. Saat ini konsumsi BBM terbanyak di Indonesia adalah di sektor transportasi. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) menunjukkan konsumsi bahan bakar bensin untuk transportasi di Indonesia memiliki kecenderungan untuk terus meningkat pada kurun waktu 2006 – 2016. Salah satu alat transportasi yang mengalami pertumbuhan sangat pesat adalah sepeda motor. Pertambahan jumlah sepeda motor di Daerah Khusus Ibukota Jakarta saja mencapai 1.200-1.300 unit perhari, atau 456.250 unit pertahun. Jumlah kendaraan sepeda motor hingga Oktober 2015 mencapai 7 juta. Selain itu data dari Kepolisian Daerah Metropolitan Jakarta Raya jumlah mobil pribadi 2,5 juta, kendaraan angkutan 255.000.

Ruang lingkup penelitian ini adalah menggunakan bahan bakar jenis bensin 88 dan bioethanol dengan komposisi 10%, 20%, 30% terhadap total volume bahan bakar, kendaraan uji adalah sepeda motor 4 tak, pengujian karakteristik sifat fisika kimia campuran bensin dan bioethanol, pengujian kinerja mesin pada chassis dynamometer.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah : Penambahan etanol ke dalam bensin 88 merubah sifat fisika kimia bensin : Meningkatkan angka oktan bahan bakar bensin 88, terjadi penurunan sifat distilasi T.50, kandungan oksigen meningkat yang dapat menyebabkan peningkatan kecenderungan terbentuknya deposit di ruang bakar, stabilitas atau ketahanan bahan bakar terhadap oksidasi menurun. Stabilitas sudah tidak memenuhi spesifikasi pada konsentrasi etanol > 10%.

Pengaruh penambahan etanol terhadap kinerja bahan bakar : Tingkat emisi CO, CO₂, partikulat hidrokarbon, dan NO_x menurun. Semakin tinggi persentase etanol maka tingkat penurunan emisi semakin bagus: Emisi CO₂ turun sebesar 21,05 %, Emisi CO turun sebesar 17,25 %, Emisi HC turun sebesar 14,78 %, Emisi No_x turun sebesar 9,55%. Di sisi peningkatan performa, terjadi perubahan : akselerasi mesin menurun hingga 4,57 % dibandingkan dengan bensin RON 88, daya akselerasi mesin menurun hingga 2,79 % dibandingkan dengan bensin RON 88. Konsumsi bahan bakar meningkat sebanding dengan peningkatan persentase etanol. Dibandingkan dengan bensin RON 88, konsumsi bahan bakar E-10 lebih rendah 3.55%.

Kata kunci : bahan bakar, etanol, performa, emisi

1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi, khususnya bahan bakar minyak di Indonesia terus meningkat. Hingga akhir 2015, diperkirakan konsumsi telah mencapai 1,189 juta barel per hari dan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi yang mencapai laju 1,6% per tahun. Saat ini konsumsi BBM terbanyak di Indonesia adalah di sektor transportasi. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) menunjukkan konsumsi bahan bakar bensin untuk transportasi di Indonesia memiliki kecenderungan untuk terus meningkat pada kurun waktu 2006 – 2016. Salah satu alat transportasi yang mengalami pertumbuhan sangat pesat adalah sepeda motor. Pertambahan jumlah sepeda motor di Daerah Khusus Ibukota Jakarta saja mencapai 1.200-1.300 unit perhari, atau 456.250 unit pertahun. Jumlah kendaraan sepeda motor hingga Oktober 2015 mencapai 7 juta. Selain itu data dari Kepolisian Daerah Metropolitan Jakarta Raya jumlah mobil pribadi 2,5 juta, kendaraan angkutan 255.000.

Untuk mengatasi keterbatasan bahan bakar minyak, pemerintah telah bersiap untuk mengembangkan sumber energi alternatif. Hal ini diwujudkan dengan serangkaian kebijakan, diantaranya dalam bentuk Keputusan Presiden No 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional yang disusul dengan Keputusan Presiden No 10 Tahun 2006 tentang Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati (BBN). Kedua Keppres tersebut kemudian diperkuat dengan Undang-undang (UU) No 30 Tahun 2007 tentang Diversifikasi Energi dan Konservasi Energi. Dalam Keppres No 5 Tahun 2006 disebutkan skenario kebijakan bauran energi nasional (*National Energy Mix*) pada tahun 2025 adalah minyak 20%, batubara 33%, gas 30%, dan energi terbarukan (*Renewable Energy*) 17%. Termasuk di dalam energi terbarukan ini adalah bahan bakar nabati *biofuel* sebesar 5%. *Biofuel* yang dimaksud tersebut diatas adalah bioetanol untuk bahan bakar pengganti/substitusi bensin, biodiesel untuk bahan bakar pengganti/substitusi solar, dan bio-oil.

Beberapa studi menunjukkan bahwa kinerja motor yang menggunakan alkohol sebagai bahan bakar hampir sama dengan kinerja motor yang menggunakan bahan bakar bensin. Beberapa masalah praktis yang muncul disebabkan oleh perbedaan dasar alkohol dan bahan bakar bensin konvensional. Kekurangan utamanya adalah kandungan energi lebih

rendah, tidak cukup volatilitas untuk memudahkan *start* dingin, sehingga perlu digunakan alat pemanas atau campuran alkohol dengan bensin dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini. Aplikasi bioetanol pada motor bensin empat langkah dapat menyebabkan perubahan kinerja mesin kendaraan. Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa pemakaian bioetanol dapat menurunkan kadar emisi gas buang yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu penambahan bioetanol ke dalam bensin dapat meningkatkan angka oktana bensin.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja bahan bakar campuran etanol-bensin atau disebut juga bioetanol E10-E20-E30, pada sepeda motor empat langkah melalui uji *chassis dynamometer*. Pemilihan sepeda motor sebagai sarana penelitian adalah karena tingginya pertumbuhan unit transportasi ini hampir di seluruh daerah. Beberapa hal yang diamati dalam penelitian ini antara lain : daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Karakteristik fisika kimia bahan bakar campuran juga diuji kesesuaiannya dengan spesifikasi yang ditetapkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Motor Bensin

Secara umum mesin bensin dibagi menjadi 2 tipe, yaitu mesin 4 langkah dan mesin 2 langkah.

1. Mesin 4 Langkah

Mesin jenis ini mengalami 4 langkah dalam satu siklus, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah tenaga, dan langkah buang. Dari keempat langkah tersebut hanya langkah tenaga yang merupakan inti konversi energi.

- Pada **langkah hisap**, piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) dan katup inlet terbuka sehingga campuran bahan bakar-udara masuk melalui saluran katup hisap.
- Pada **langkah kompresi**, setelah piston mencapai TMB maka piston bergerak ke atas dan mengkompresi campuran bahan bakar – udara. Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, busi memberikan percikan api. Ini dinamakan *ignition* atau penyalaan. Waktu penyalaan bergantung pada desain pembuat mesin dan angka oktan bahan bakar.
- Setelah terjadi *ignition*, maka terjadi **langkah tenaga**, piston akan terdorong ke bawah oleh tenaga ledakan. Piston bergerak dari TMA ke TMB.

d. Setelah mencapai TMB piston bergerak ke atas ke arah TMA melalui langkah buang. Katup buang akan terbuka dan gas yang telah terbakar dibuang melalui saluran katup buang ke arah knalpot.

B. Sistem karburator

Karburator berfungsi untuk mencampur bahan bakar dengan udara agar menjadi gas yang mudah terbakar (*combustible*). Campuran bahan bakar/udara yang tepat untuk bensin berkisar 12:1 sampai 15:1. Bila campuran < 12:1 dinamakan campuran kaya (*rich mixture*) yang akan menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna dan tidak ramah lingkungan. Bila campuran > 15:1 dinamakan campuran miskin (*lean mixture*) yang akan menurunkan tenaga output dari mesin dan temperature operasi mesin akan naik karena efek pendinginan bahan bakar akan hilang.

C. Bahan Bakar Bensin

Bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor harus memenuhi beberapa kualitas tertentu agar proses konversi energi untuk menghasilkan energi akhir berupa energi mekanik dalam mesin motor berjalan dengan baik. Kualitas ini biasanya ditetapkan dalam standar mutu (spesifikasi), berdasarkan parameterterukur yang harus dipenuhi oleh bahan bakar tersebut dalam aplikasinya.

Spesifikasi merupakan ketentuan formal yang mengatur kepentingan semua pihak diantaranya : (1) para pemakai bahan bakar, yang menghendai bahan bakar dengan mutu terbaik dan harga termurah, (2) para pembuat dan pemasok yang berusaha memenuhi kebutuhan tersebut dalam batas-batas kemampuan teknik dan ekonomi, (3) masyarakat umum yang harus dilindungi keselamatannya akibat penggunaan bahan bakar, dan (4) pemerintah sebagai pemegang dan pengendali kebijakan nasional.

Berdasarkan spesifikasi, terdapat 3 sifat utama yang diperlukan pada bahan bakar bensin, yaitu : (1) sifat mutu bakar, (2) sifat volatilitas, dan (3) sifat stabilitas dan kebersihan. Bensin yang dipakai sebagai campuran dalam penelitian ini adalah :

Bensin 88

Bensin 88 mempunyai angka oktana minimum 88 (RON), dan terbagi atas dua jenis, yaitu Bensin 88 Bertimbal dan Bensin 88 Tanpa Timbal. Bensin 88 Bertimbal mengandung timbal (Pb) maksimum 0,30g/L, sedangkan Bensin 88 Tanpa Timbal mengandung timbal maksimum 0,013g/L. Pada bensin tanpa timbal tidak dilakukan penambahan aditif yang mengandung

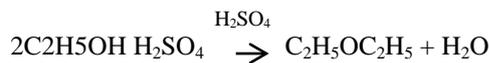
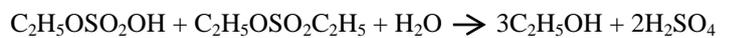
timbal. Kandungan timbal yang terdapat didalamnya berasal dari minyak mentah

D. Bahan Bakar Etanol

Dalam skala industri, etanol dapat diproduksi dengan proses esterifikasi dan hidrolisis etilene, proses hidrasi etilen dan proses fermentasi dengan bahan baku gula, pati, dan senyawa-senyawa yang mengandung selulosa.

1. Proses Esterifikasi dan Hidrolisis Etilen

Etanol sintetik dapat diproduksi dari senyawa etilen melalui rangkaian proses esterifikasi dan hidrolisis. Reaksi yang terjadi pada rangkaian proses ini adalah:



Etanol pada proses ini diproduksi dengan absorpsi etilen dalam asam sulfat untuk mendapatkan campuran etil sulfat, kemudian larutan tersebut dihidrolisis sehingga diperoleh campuran etanol dan asam sulfat. Etanol yang diperoleh dimurnikan dalam kolom eter, selanjutnya senyawa etil eter dihilangkan menggunakan *steam*. Alkohol yang didapat dari kolom eter kemudian dimasukkan kedalam kolom distilasi dan dimurnikan hingga mencapai kemurnian 95 % dan asam sulfat dipisahkan untuk digunakan kembali dalam proses.

Etilen yang digunakan sebagai bahan baku untuk proses ini berasal dari proses *cracking* dari *stock gases* etane-propane. Gas hasil *cracking* tersebut kemudian dilucuti oleh natrium bikarbonat dan air dan kemudian dimurnikan. Perolehan etanol dari proses ini adalah sekitar 1 gallon etanol per 4 lb etilen dengan kemurnian etanol sekitar 95 %.

2. Proses Hidrasi Etilen

Proses ini dilakukan dalam fasa uap yang melibatkan reaksi katalitik dengan penambahan air pada etilen. Asam fosfat sebagai katalis reaksi langsung dipasang dalam *support inert* seperti *celite diatomite*. Reaksi pembentukan etanol merupakan reaksi kesetimbangan yang bersifat eksotermis mengikuti persamaan reaksi sebagai berikut :



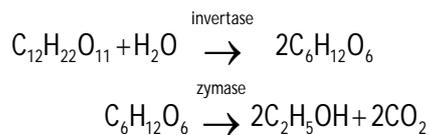
Konversi reaksi relatif rendah sehingga daur ulang sangat bermanfaat untuk meningkatkan perolehan produk. Jumlah air yang ditambahkan sebanyak 0,5-1,0 mol untuk tiap mol campuran etilen segar dan daur ulang. Air dan etilen tersebut diumpungkan dari bagian atas reaktor dalam fasa uap. Kondisi reaksi pada tekanan 1.000 psig dan temperatur 300 °C. Produk reaksi berada dalam fasa uap dengan suhu yang lebih tinggi daripada suhu umpan masuk karena reaksinya bersifat eksotermik. Etanol yang terbentuk beserta air dan etilen yang tidak bereaksi didinginkan dan dinetralkan menggunakan NaOH yang selanjutnya dipisahkan dalam suatu separator untuk didaur ulang. Gas etilen yang keluar dari separator selanjutnya di-*scrubbing* menggunakan air untuk diambil etanol yang terkandung di dalamnya. Fasa kaya etanol dari *scrubber* dan separator merupakan *crude etanol* yang kemudian akan dimurnikan lebih lanjut di dalam kolom distilasi. Proses hidrasi etilen secara langsung menghasilkan konversi etilen menjadi etanol sekitar 25 %-volume dan perolehan etanol sekitar 92 %-volume.

3. Proses Fermentasi

Etanol selain dapat diproduksi dari etilen dapat juga diproduksi melalui proses fermentasi. Bahan baku untuk proses produksi etanol melalui proses fermentasi diantaranya adalah gula (*sugar*), pati (*starch*), selulosa dan lain – lain.

a. Proses Fermentasi Gula

Bahan baku untuk proses ini diantaranya gula tebu, *sugar beets*, molasses. Melalui proses ini gula dapat langsung dikonversi menjadi gula. Mikroba yang biasanya digunakan berupa *yeast* atau ragi seperti *Saccharomyces cereviceae*. Bahan baku yang paling umum digunakan untuk proses ini adalah *blackstrap molasses*. Molasse ini memiliki kandungan gula sebanyak 55 % berat gula yang terdiri dari 35 – 40 % sukrosa dan 15 – 20 % glukosa dan fruktosa. Bahan baku pembantu yang digunakan untuk proses ini diantaranya asam sulfat dan ammonium sulfat. Etanol dikonversi melalui proses glikosis. Reaksi keseluruhan dari proses fermentasi ini adalah :



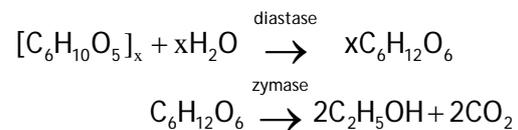
Proses fermentasi molasses dilakukan dalam sebuah tangki fermentasi setelah sebelumnya dicampur dengan air dan asam

sulfat. Fermentasi dijalankan pada kondisi temperatur 70 – 88° F dan berlangsung selama 28 – 72 jam. Reaksi yang terjadi adalah eksotermik sehingga digunakan koil pendingin atau spray untuk mendinginkan fermentor. Hasil dari fermentasi tersebut adalah gas karbondioksida dan larutan etanol tak murni. Larutan hasil fermentasi kemudiandimurnikan dalam kolom distilasi sehingga didapat etanol dengan kemurnian 95 %. Produk samping dari proses fermentasi ini adalah karbondioksida, *fusel oil*, karbon dan *potash*. *Yield* atau perolehan dari proses fermentasi molasses menjadi etanol adalah 90 % .

b. Proses Fermentasi Pati

Bahan baku pati yang cocok digunakan untuk proses fermentasi ini diantaranya jagung, beras, tepung gandum dan sebagainya. Namun bahan baku yang paling banyak digunakan untuk proses fermentasi ini adalah jagung. Mikroorganisme yang digunakan untuk proses fermentasi pati ini adalah *yeast* atau ragi. Pati atau *starch* tidak dapat dikonversi langsung menjadi etanol, namun harus terlebih dahulu dihidrolisis menjadi gula yang dapat difermentasi menggunakan enzim yang berasal dari *malt* yang biasanya berupa diastase.

Proses produksi etanol dari jagung memiliki satu proses tambahan yang disebut proses saccharifikasi yang bertujuan untuk mengubah pati menjadi gula yang dapat difermentasi. Proses ini dilakukan dengan cara menggiling jagung kemudian “dimasak” sehingga didapat gula yang siap untuk fermentasi. Hasil dari proses saccharifikasi mengandung 10 – 15 % gula. Proses fermentasi lalu diselenggarakan dalam sebuah bioreactor dengan temperatur 65 – 85° F. Reaksi keseluruhan yang terjadi pada proses fermentasi ini adalah :

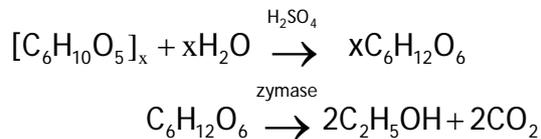


Secara umum proses fermentasi pati mirip dengan proses fermentasi gula. Hal yang membedakan hanya produk samping yang dihasilkan dari proses – proses tersebut. Pada proses fermentasi pati didapatkan produk samping berupa minyak jagung, *fusel oil*, karbondioksida, *cake* dan residu padat. Larutan hasil fermentasi kemudian dimurnikan dalam kolom distilasi sehingga didapat etanol dengan kemurnian 95 %. *Yield* atau perolehan dari proses fermentasi pati menjadi etanol adalah 90 %.

c. Proses Fermentasi Selulosa

Selain molasses dan pati, selulosa juga dapat digunakan sebagai bahan baku produksi etanol. Selulosa banyak terdapat pada bahan-bahan seperti kayu, serbuk gergaji, dan lain – lain. Untuk dapat digunakan sebagai bahan baku produksi etanol, selulosa yang terdapat pada bahan – bahan tersebut melalui proses hidrolisis dengan menggunakan asam sulfat. Ratio perbandingan asam terhadap kayu yang digunakan untuk proses hidrolisis ini biasanya adalah 8, dan proses tersebut berlangsung selama 6 jam untuk 1 siklus. Dari proses tersebut akan terjadi tahap – tahap perubahan selulosa menjadi hemiselulosa, kemudian menjadi α -selulosa dan akhirnya menjadi gula yang dapat difermentasi.

Proses selanjutnya adalah menetralkan kelebihan asam yang digunakan untuk proses hidrolisis. Proses penetralan dilakukan menggunakan CaCO_3 hingga mencapai pH 5,2. Setelah itu hasil dari proses hidrolisis tersebut dapat langsung difermentasikan mejadi etanol. Proses fermentasi dilakukan dengan penambahan nitrogen dalam bentuk urea dan posfor sebagai nutrisi tambahan. Fermentasi lalu diselenggarakan pada temperatur sekitar 80 °F dan berlangsung efektif selama 20 jam. Reaksi keseluruhan untuk proses fermentasi selulosa adalah :



Produk samping yang dihasilkan pada proses ini adalah lignin, kadium sulfat dan karbondioksida. Etanol yang dihasilkan melalui proses ini biasanya memiliki kemurnian sekitar 95 %.

E. Kinerja Etanol

Sebagaimana diketahui bahwa etanol mempunyai nilai oktanyang lebih tinggi dibandingkan dengan premium. Etanol apabiladicampur dengan premium dapat meningkatkan nilai oktan, dimana nilai oktanuntuk etanol 98% adalah sebesar 115, selain itu mengingat etanol mengandung 30% oksigen, sehingga campuran etanol dengan gasolin dapat masuk katagorikan *high octane gasoline* (HOG). Campuran sebanyak 15% bioetanol setara denganpertamax (RON 92) dan campuran sebanyak 24% bioetanol setara denganpertamax plus (RON 95).

Hal itu menunjukkan bahwa bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai aditif pengganti MTBE untuk meningkatkan efisiensi

pembakaran dan menghasilkan gas buang yang lebih bersih. Pada tahun 2003, pasar HOG mencapai 1750 kL/hari, dimana 1400 kL/hari berasal dari pertamax (RON 92) dan 350 kL/hari berasal dari pertamax plus (RON 95). Pada tahun yang sama etanol diperkirakan dapat memasok 294 kL/hari, dimana 210 kL/hari etanol yang dipasok setara dengan pertamax (RON 92) dan 84 kL/hari etanol yang dipasok setara dengan pertamax plus (RON 95). Apabila pada tahun 2013, diperkirakan pasar HOG dan etanol meningkat 10 kali lipat terhadap tahun 2003, sehingga dapat dipastikan bioetanol berpotensi untuk diproduksi dan dimanfaatkan.

Walaupun etanol mempunyai nilai oktan (*octane rating*) lebihtinggi dan emisi yang lebih bersih dibanding premium, namun etanol juga bersifat korosif dan membuat mesin lebih sulit di-starter.Sifat korosif ini menyebabkan perlunya material tahan korosif pada peralatan tertentu seperti, tanki bahan bakar, karburator, perpipaan, karet-karet penyekat dan lain-lain. Kendala saat starter masih sulit dihindari karena temperatur pembakaran sendiri/*flash point*etanol tinggi sehingga pembakaran yang homogen akan sulit tercapai pada tekanan kompresi di ruang bakar, khususnya pada mobil lama yang menggunakan karburator konvensional. Oleh karena itu, penggunaan campuran bioetanol dalam bensin dibatasi antara 5 – 25% agar kinerja mesin tidak terlalu berbeda. Konsentrasi etanol yang lebih besar harus menggunakan mesin yang sudah dimodifikasi atau mesin yang khusus untuk pemakaian etanol.

3.METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil yang baik sebagaimana telah ditetapkan dalam maksud dan tujuan, sasaran serta ruang lingkup kegiatan, maka penelitian dilakukan dengan mengikuti tahapan-tahapan kegiatan sebagai berikut.

- A. Pengumpulan data dan literatur mengenai bahan bakar bioethanol;
 Dari pengumpulan data dan literatur yang telah dilakukan, tanaman yang berpotensi tinggi menghasilkan etanol di Indonesia adalah singkong, tebu dan jagung.Ketiga jenis tanaman tersebut banyak dihasilkan terutama di daerah Jawa dan Sumatera.Untuk mendukung data mengenai potensi dan pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar, kami melakukan pengambilan percontoh. Hasil studi literatur didapat antara lain : (i) Industri bioetanol sangat berpotensi untuk didirikan di Propinsi Lampung, Sumatera Selatan, dan Jawa Timur; (ii)

Pengembangan industri etanol harus mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan pangan yang berasal dari komoditas tersebut di atas; (iii) Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar masih memiliki permasalahan pada mesin terutama karena etanol memiliki kandungan air; (iv) teknologi yang dipakai pada mesin sepeda motor 4 langkah;

- B. Pengambilan percontoh.
- C. *Blending* percontoh (BR, E100, E10, E20, dan E30).
- D. Pengujian sifat fisika dan kimia sampel bahan bakar untuk memastikan bahwa campuran bahan bakar tersebut masih memenuhi spesifikasi bensin 88 dan pengujian kendaraan uji pada chassis dynamometer

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Sifat-Sifat Fisika/Kimia Bensin

Pada penelitian ini dilakukan uji sifat-sifat fisika/kimia terhadap tiga percontoh bahan bakar yaitu Bensin Referens (BR, yaitu bensin premium yang beredar di pasaran), E-100 (etanol), E-10 (campuran bensin dengan 10% etanol), E-20 (campuran bensin dengan 20% etanol) dan E-30 (campuran bensin dengan 30% etanol). Karakteristik tiga percontoh tersebut ditampilkan pada **Tabel 4.1**.

Dari hasil uji karakteristik sifat fisika/kimia tiga percontoh tersebut, pada penelitian ini digunakan Bensin Referens (atau disebut juga E-00) dan E-20 untuk diujjalankan pada empat kendaraan uji (motor).

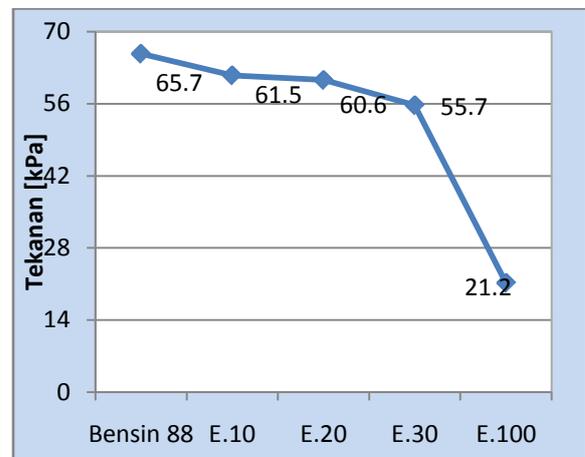
1. Sifat Volatilitas

Sifat volatilitas bensin berkaitan erat dengan pembentukan campuran bahan bakar dan udara yang mempengaruhi kerja mesin. Sifat volatilitas ini ditentukan dalam spesifikasi bensin dengan mengukur distilasi (ASTM D 86) dan tekanan uap *Reid* (ASTM D 323).

Persyaratan volatilitas bensin adalah bahan bakar bensin harus mudah menguap pada saat penyalaan (*starting*), mudah mencapai pemanasan yang tepat (*warm-up/acceleration*), distribusi yang merata pada setiap silinder mesin (*fuel distribution*), dan tidak terlalu berat (*oil dillution*) serta tidak terlalu mudah menguap agar tidak membentuk sumbatan uap (*vapour lock*) pada karburator.

2. Tekanan Uap Reid

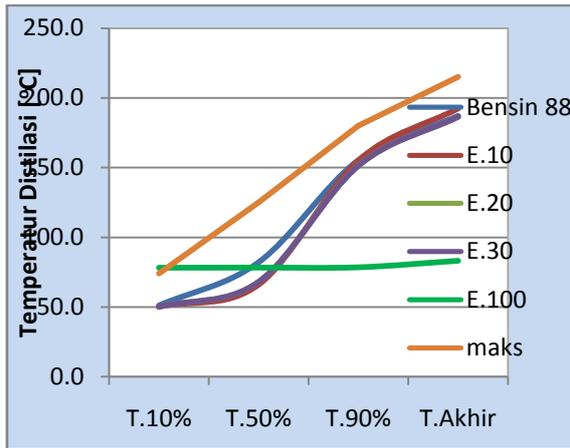
Spesifikasi Bensin 88 memberikan batasan tekanan uap *Reid* (*Reid Vapour Pressure, RVP*) maksimum 62 kPa yang diukur dengan metode uji ASTM D-323. Pengukuran tekanan uap *Reid* bahan bakar bensin diperlukan untuk mengetahui kecenderungan terbentuknya pembentukan sumbatan uap (*vapour lock*) dalam karburator mesin. Dari tiga percontoh yang ada, RVP dengan penambahan 10 – 30% etanol mengalami penurunan hingga 55,7 kPa dibandingkan dengan Bensin Premium.



Gambar 4.1. Tekanan uap *Reid* percontoh bahan bakar.

3. Distilasi

Spesifikasi Bensin 88 memberikan batasan distilasi pada 10% volume, 50% volume, 90% volume, titik didih akhir dan residu yang diukur dengan metode uji ASTM D-86. Analisis distilasi bahan bakar bensin diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat yang meliputi: mudah menguap pada saat penyalaan (*starting*) dilihat dari 10% penguapan, mudah mencapai pemanasan yang tepat (*warm-up/acceleration*) dilihat dari 50% penguapan, distribusi yang merata pada setiap silinder mesin (*fuel distribution*) dilihat dari 90% penguapan, dan untuk mengetahui fraksi-fraksi dalam bensin tidak terlalu berat (*oil dillution*) untuk dapat jatuh ke dalam minyak lumas charter mesin dilihat dari titik didih akhir.



Gambar 4.2. Kurva distilasi percontoh bahan bakar.

4. Sifat Pembakaran

Sifat pembakaran mempengaruhi kelengkapan operasi mesin sehingga terjadi pembakaran abnormal, yang ditentukan oleh tingkat angka oktana bensin. Angka oktana menunjukkan ketahanan bensin terhadap tekanan dan panas untuk tidak terbakar sendiri, atau sering dikatakan sebagai tingkat mutu anti ketukan (*knocking*). Bila angka oktana bensin lebih rendah dari kebutuhan mesin, maka akan terjadi ketukan pada mesin dan pembakaran tidak normal. Ketukan ini dapat menyebabkan daya mesin turun, konsumsi bahan bakar meningkat dan kadar emisi gas buang juga meningkat. Beberapa faktor disain mesin yang berpengaruh pada kebutuhan angka oktana bensin yang digunakan adalah perbandingan kompresi, bentuk ruang bakar, konfigurasi mesin, seperti rancangan sistem katup dan sistem pemasukan bahan bakar, dan sistem pendingin.

Angka oktana riset (*Research Octane Number, RON*) yang diuji dengan metode ASTM D 2699. Spesifikasi bensin 88 memberikan batasan angka oktana riset minimum 88 RON. Penambahan etanol ke dalam bensin dasar menaikkan angka oktana, makin tinggi konsentrasi etanol dalam campuran semakin tinggi angka oktana. Hasil analisis angka oktana riset percontoh bensin seperti yang terlihat pada **Tabel 4.1** memenuhi spesifikasi Bensin 88 yang ditetapkan. Kecenderungan peningkatan RON akibat penambahan etanol disajikan pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3. Pengaruh penambahan etanol terhadap angka oktana riset (RON).

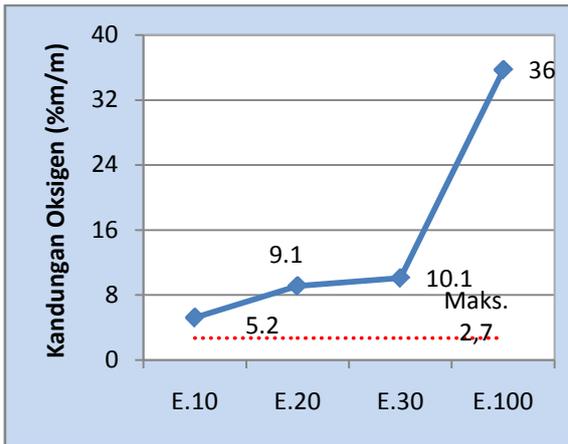
5. Sifat Stabilitas

Sifat stabilitas bahan bakar dipengaruhi komposisi hidrokarbon dalam bensin. Senyawa hidrokarbon jenis aromatik, olefin dan benzena merupakan peningkat angka oktana yang baik, namun dapat memberikan pengaruh buruk bagi mesin dan lingkungan sehingga harus dibatasi. Kandungan senyawa olefin dan aromatik terutama benzena merupakan senyawa hidrokarbon yang mudah menguap (*Volatile Organic Carbon*) dan bersifat karsinogenik, serta emisi gas buang yang beracun. Kandungan aromatik yang berlebihan akan menimbulkan deposit di ruang bakar (*combustion chamber deposit*) sehingga mengakibatkan pembakaran tak sempurna.

Komponen bensin yang berasal dari proses perengkahan (*cracking*) pada umumnya mengandung senyawa tidak jenuh seperti olefin dan diolefin yang mudah teroksidasi menghasilkan *gum* dan resin, yang dapat menimbulkan deposit pada katup masuk/katup isap (*intake valve deposit*) mesin. Sifat stabilitas oksidasi bahan bakar diuji dengan periode induksi (*Induction period*) menggunakan metode ASTM D 525. Hasil analisis sifat stabilitas bioetanol (E.10) memenuhi spesifikasi Bensin 88 yang ditetapkan Pemerintah, sedangkan bioetanol E.20 dan E.30 sudah menyimpang dari spesifikasi, seperti yang terlihat pada **Tabel 4.1**.

6. Kandungan Oksigen

Etanol merupakan salah satu oksigenat yang baik sehingga penambahan etanol ke dalam bensin dapat meningkatkan kandungan oksigen (**Tabel 4.1** dan **Gambar 4.4**).



Gambar 4.4. Peningkatan kandungan oksigen dalam bensin 88.

Penambahan etanol lebih dari 10% telah menyebabkan kandungan oksigen dalam bensin melebihi dari batas spesifikasi yang ditetapkan (maksimal 2,7%). Kandungan oksigen akan berpengaruh pada pembentukan deposit di ruang bakar mesin karena kehadiran oksigen akan menyebabkan reaksi oksidasi untuk membentuk oksida dalam bentuk deposit.

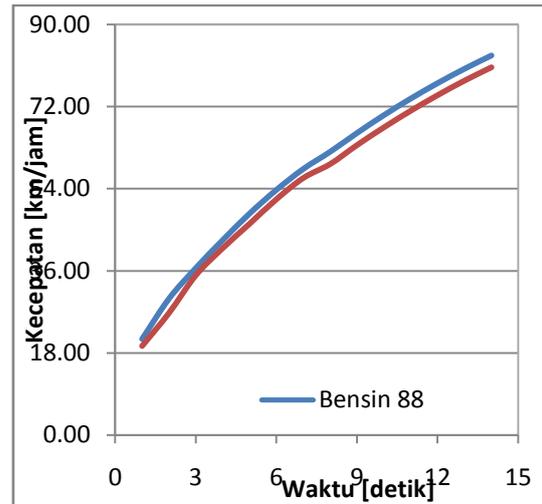
B. Uji Chasis Dynamometer

Uji ini dilakukan sebagai simulasi motor di jalan raya untuk mengetahui kecepatan akselerasi dan daya mesin pada motor. Perhitungan akselerasi dan daya mesin diukur berdasarkan putaran mesin yang diteruskan ke roda belakang motor melalui perantara rantai dan roda gigi pada sistem transmisi motor.

1. Akselerasi

a. Waktu Akselerasi

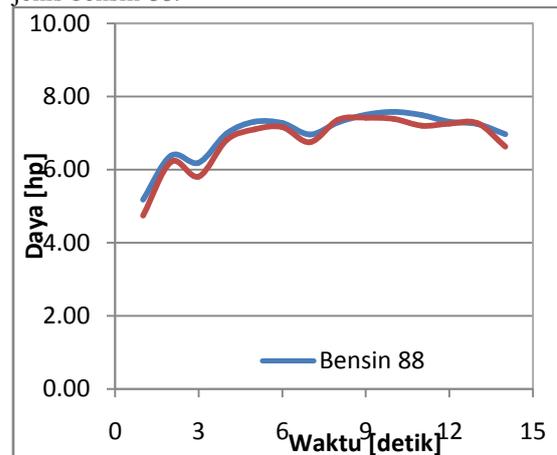
Waktu akselerasi diukur dari putaran mesin terendah atau pada gear 1 sampai motor mencapai putaran mesin maksimum atau gear 4 pada kecepatan tertentu. Dari hasil uji menunjukkan tiga buah motor mengalami penurunan waktu akselerasi dan satu buah motor mengalami kenaikan waktu akselerasi bila dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar bensin dengan ketika menggunakan bahan bakar bioetanol. Sepeda motor uji mengalami penurunan waktu akselerasi sebesar 4,57 % pada penggunaan bioetanol (E.10).



Gambar 4.5. Grafik waktu akselerasi motor

b. Daya Akselerasi

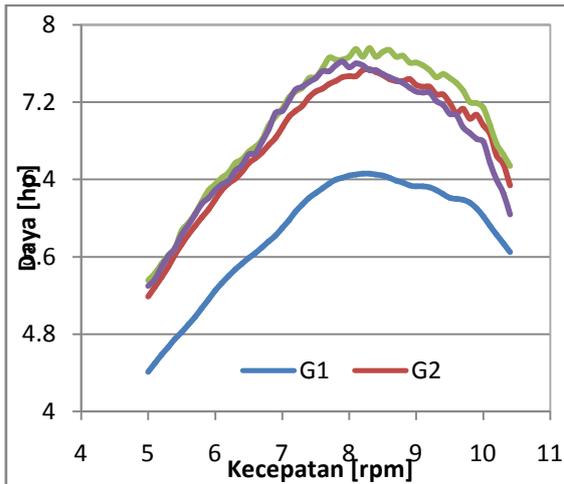
Demikian juga halnya dengan daya akselerasi mesin, hasil uji menunjukkan sepeda motor uji mengalami efek penurunan daya akselerasi. Penurunan daya akselerasi mencapai 2,79 % dari daya pada penggunaan bahan bakar jenis bensin 88.



Gambar 4.6. Grafik daya akselerasi motor.

c. Daya Maksimum pada Gear 4

Hasil uji menunjukkan efek daya mesin pada gear 4 mengalami fluktuasi ketika menggunakan bahan bakar bioetanol pada beberapa variasi putaran mesin (Gambar 4.7). Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kenaikan daya maksimum diperoleh pada Gear 3.



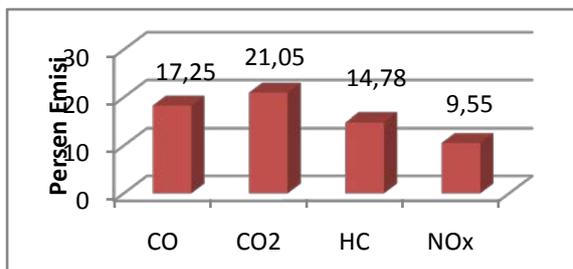
Gambar 4.7. Grafik perubahan daya pada beberapa posisi gear dan variasi rpm.

2. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik motor bensin merupakan ukuran keekonomian motor bensin tersebut. Pada pengujian ini pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan mengukur lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan sejumlah tertentu bahan bakar pada kondisi mesin *idle*. Hasil-hasil pengukuran konsumsi bahan bakar spesifik menunjukkan penggunaan bioetanol pada motor menyebabkan peningkatan konsumsi hingga 3,55%. Hal ini disebabkan oleh nilai kalor bioetanol yang lebih rendah dibandingkan bensin 88.

3. Emisi Gas Buang

Pengujian emisi gas buang pada motor dilakukan pada saat kondisi mesin *idle*. Dari hasil uji menunjukkan penggunaan bioetanol memberi efek positif terhadap lingkungan. Penurunan emisi gas buang bioetanol dibandingkan dengan emisi gas buang bensin adalah sebagai berikut: CO lebih rendah 17,25%, CO₂ lebih rendah 21,05 %, HC lebih rendah 14,78 %, dan NO_x lebih rendah 9,55%.



Gambar 4.8. Grafik tingkat emisi gas buang E-10.

Kesimpulan

1. Penambahan etanol ke dalam bensin 88 merubah sifat fisika kimia bensin :
 - a. Meningkatkan angka oktan bahan bakar bensin 88.
 - b. Terjadi penurunan sifat distilasi T.50.
 - c. Kandungan oksigen meningkat yang dapat menyebabkan peningkatan kecenderungan terbentuknya deposit di ruang bakar.
 - d. Stabilitas atau ketahanan bahan bakar terhadap oksidasi menurun. Stabilitas sudah tidak memnuhi spesifikasi pada konsentrasi etanol > 10%.
2. Pengaruh penambahan etanol terhadap kinerja bahan bakar :
 - a. Tingkat emisi CO, CO₂, partikulat hidrokarbon, dan NO_x menurun. Semakin tinggi persentase etanol maka tingkat penurunan emisi semakin bagus.
 - Emisi CO₂ turun sebesar 21,05 %.
 - Emisi CO turun sebesar 17,25 %.
 - Emisi HC turun sebesar 14,78 %
 - Emisi Nox turun sebesar 9,55%.
 - b. Akselerasi mesin menurun hingga 4,57 % dibandingkan dengan bensin RON 88
 - c. Daya akselerasi mesin menurun hingga 2,79 % dibandingkan dengan bensin RON 88.
 - d. Konsumsi bahan bakar meningkat sebanding dengan peningkatan persentase etanol. Dibandingkan dengan bensin RON 88, konsumsi bahan bakar E-10 lebih rendah 3.55%.

REFERENSI

- [1] Cahyono, A., 2007, Bahan Presentasi pada Workshop *ASEAN Oil Security and Emergency Preparedness*, Bangkok.
- [2] Hunt, V.D., 1981, *The Gasohol Handbook*, Industrial Press Inc., New York 10157
- [3] Kaslan,W., 1986, *Ethanol dan Methanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Kendaraan Bermotor*, Laporan Riset no.LR-796/1986, PPPTMGB “LEMIGAS”, Jakarta.
- [4] La Puppung, P., 2003, *Pengaruh Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Bensin terhadap Kinerja Motor Bensin*, Lemigas, Jakarta.
- [5] Moo-Young, Murray, et al., *Comprehensive Biotechnology*, Vol. 2, Pergamon Press, New York, 1985
- [6] Owen, K., and Coley, S., 1995, *Automotive fuels Reference Book*, Second Edition, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, USA
- [7] Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 88 menurut SK Dirjen Migas No. 3674 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006, diakses dari www.migas.esdm.go.id
- [8] Suharyati dkk.2007.Handbook of Energy Economic and Statistics of Indonesia 2007.www.esdm.go.id., diakses tanggal 7 April 2008.
- [9] Weissmann, J., 1972. “*Fuels for Internal Combution Engines and Furnaces*”, Lembaga Minyak dan Gas Bumi, Jakarta