

PEMANFAATAN BIO ETHANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGGANTI BENSIN

Sri Utami Handayani
Program Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstract

Sri Utami Handayani, in paper exploiting bio ethanol as gasoline substitution explain that our dependence upon fossil fuel caused so many problems now, because of the limitation of the fossil fuel in the world. This paper will give a study about the usage of bio ethanol to substitute gasoline or as fuel additive. Bio ethanol is a clean-burning, high-octane fuel that produced from renewable sources. Theoretically ethanol will increase the thermal efficiency. Also decrease the gasoline harmful emission and extend the availability of fossil fuel in the world especially gasoline.

Keywords : ethanol, alternative fuel

PENDAHULUAN

Kelangkaan bahan bakar minyak yang terjadi belakangan ini telah memberikan dampak yang sangat luas di berbagai sektor kehidupan. Sektor yang paling cepat terkena dampaknya adalah sektor transportasi. Fluktuasi suplai dan harga minyak bumi seharusnya membuat kita sadar bahwa jumlah cadangan minyak yang ada di bumi semakin menipis. Karena minyak bumi adalah bahan bakar yang tidak bisa diperbarui maka kita harus mulai memikirkan bahan penggantinya. Sebenarnya di Indonesia terdapat berbagai sumber energi terbarukan yang melimpah, seperti biodiesel dari tanaman jarak pagar, kelapa sawit maupun kedelai. Atau methanol dan ethanol dari biomassa, tebu, jagung, dll yang bisa dipergunakan sebagai pengganti bensin.

Selain itu pembakaran bahan bakar fosil ini telah memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Kualitas udara yang semakin menurun akibat asap pembakaran minyak bumi, adalah salah satu efek yang dapat kita lihat dengan jelas. Kemudian efek gas rumah kaca yang ditimbulkan oleh gas CO₂ hasil pembakaran minyak bumi. Seperti kita ketahui pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna akan menghasilkan gas CO₂, yang lama kelamaan akan menumpuk di atmosfer. Radiasi sinar matahari yang dipancarkan ke bumi seharusnya dipantulkan kembali ke angkasa, namun penumpukan CO₂ ini akan menghalangi pantulan tersebut. Akibatnya radiasi akan kembali diserap oleh bumi yang akhirnya meningkatkan temperatur udara di bumi. Kedua efek tersebut hanya sebagian dari efek negatif bahan bakar fosil yang kemudian masih diikuti serangkaian efek negatif lain bagi manusia. Oleh karena itu pemakaian suatu bahan bakar terbarukan yang lebih aman bagi lingkungan adalah suatu hal yang mutlak.

MESIN BENSIN

Ada beberapa hal yang mempengaruhi unjuk kerja mesin bensin, antara lain besarnya perbandingan kompresi, tingkat homogenitas campuran bahan bakar dengan udara, angka oktan bensin sebagai bahan bakar, tekanan udara masuk ruang bakar. Semakin besar perbandingan udara mesin akan semakin efisien, akan tetapi semakin besar perbandingan kompresi akan menimbulkan knocking pada mesin yang berpotensi menurunkan daya mesin, bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin. Untuk mengatasi hal ini maka harus dipergunakan bahan bakar yang memiliki angka oktan tinggi. Angka oktan pada bahan bakar mesin Otto menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara bahan bakar sebelum waktunya (*self ignition*) yang menimbulkan knocking tadi. Untuk memperbaiki kualitas campuran bahan bakar dengan udara maka aliran udara dibuat turbulen, sehingga diharapkan tingkat homogenitas campuran akan lebih baik.

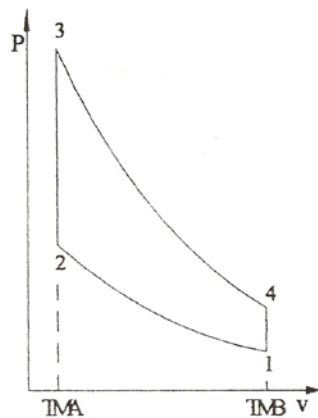
Mesin bensin empat langkah menjalani satu siklus tersusun atas empat tahapan/ langkah. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.

0 - 1 : Langkah Isap

Campuran udara bahan bakar dihisap kedalam silinder/ruang bakar. Piston bergerak menuju titik mati bawah (TMB). Katup isap terbuka dan katup buang tertutup.

1 - 2 : Langkah Kompresi

Kedua katup tertutup. Piston bergerak menuju titik mati atas (TMA). Sesaat sebelum piston mencapai TMA, bunga api dari busi dipercikkan dan bahan bakar mulai terbakar, sehingga terjadi proses pemasukan panas pada langkah 2-3.



Gambar 1. Siklus Otto Ideal

3 - 4 : Langkah Ekspansi

Selama pembakaran, sejumlah energi dibebaskan, sehingga suhu dan tekanan dalam silinder naik dengan cepat. Setelah mencapai TMA, piston akan didorong oleh gas bertekanan tinggi ini menuju TMB (langkah ekspansi). Tenaga mekanis ini diteruskan ke poros engkol. Saat sebelum mencapai TMB, katup buang terbuka, gas hasil pembakaran mengalir keluar dan tekanan dalam silinder turun dengan cepat.

4 - 1 : Langkah Pembuangan

Piston bergerak menuju titik mati atas mendorong gas didalam silinder ke saluran buang.

Pada motor bakar torak, daya yang berguna adalah daya poros, karena poros itulah yang menggerakkan beban. Daya poros itu sendiri dibangkitkan oleh daya indikator yang merupakan daya gas pembakaran yang menggerakkan torak. Sebagian daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan mekanik, misalnya gesekan antara torak dan dinding silinder dan gesekan antara poros dan bantalannya. Disamping itu, daya indikator harus pula menggerakkan beberapa aksesoris, seperti pompa pelumas, pompa air pendingin atau pompa udara pendingin, dll.

KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR ETHANOL

Salah satu bahan bakar yang dapat digunakan untuk menggantikan bensin adalah ethanol. Ethanol yang sering juga disebut etil alkohol rumus kimianya adalah C_2H_5OH , bersifat cair pada temperatur kamar. Ethanol dapat dibuat dari proses pemasakan,

fermentasi dan distilasi beberapa jenis tanaman seperti tebu, jagung, singkong atau tanaman lain yang kandungan karbohidatnya tinggi. Bahkan dalam beberapa penelitian ternyata ethanol juga dapat dibuat dari selulosa atau limbah hasil pertanian (biomassa). Sehingga ethanol memiliki potensi cukup cerah sebagai pengganti bensin.

Beberapa karakteristik bahan bakar yang mempengaruhi kerja mesin bensin adalah :

- Bilangan Oktan

Ethanol memiliki angka oktan yang lebih tinggi daripada bensin yaitu research octane 108 dan motor octane 92. Angka oktan pada bahan bakar mesin Otto menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara bahan bakar sebelum waktunya. Jika campuran udara bahan bakar terbakar sebelum waktunya akan menimbulkan fenomena knocking yang berpotensi menurunkan daya mesin, bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin.

- Nilai Kalor

Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung didalamnya. Nilai kalor ethanol sekitar 67% nilai kalor bensin, hal ini karena adanya oksigen dalam struktur ethanol. Berarti untuk mendapatkan energi yang sama jumlah ethanol yang diperlukan akan lebih besar. Adanya oksigen dalam ethanol juga mengakibatkan campuran menjadi lebih 'miskin/lean' jika dibandingkan dengan bensin, sehingga campuran harus dibuat lebih kaya untuk mendapatkan unjuk kerja yang diinginkan.

- Volatility

Volatility suatu bahan bakar menunjukkan kemampuannya untuk menguap. Sifat ini penting, karena jika bahan bakar tidak cepat menguap maka bahan bakar akan sulit tercampur dengan udara pada saat terjadi pembakaran. Zat yang sulit menguap tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin bensin meskipun memiliki nilai kalor yang besar. Namun demikian bahan bakar yang terlalu mudah menguap juga berbahaya karena mudah terbakar.

- Panas Laten Penguapan

Ethanol memiliki panas penguapan (*heat of vaporization*) yang tinggi. Ini berarti ketika menguap ethanol akan memerlukan panas yang lebih besar, dimana panas ini akan diserap dari silinder sehingga dikhawatirkan temperaturnya puncak akan rendah. Padahal agar pembakaran terjadi secara efisien maka

temperatur mesin tidak boleh terlalu rendah. Pada kenyataannya karena pembakaran berlangsung sangat cepat panas tersebut tidak akan sempat terserap, sehingga dengan bahan bakar ethanol penurunan temperatur hanya berkisar antara 20-40 F.

- Emisi gas buang
Ethanol memiliki satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Oksigen yang inheren didalam molekul ethanol tersebut membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara bahan bakar dalam silinder. Semakin sempurna pembakaran maka emisi UHCnya akan semakin rendah. Ditambah dengan rentang keterbakaran (flammability) yang lebar yakni 4.3-19 vol dibandingkan dengan gasoline yang memiliki rentang keterbakaran 1.4 - 7.6 vol, pembakaran campuran udara-ethanol menjadi lebih baik. Hal inilah yang dipercaya sebagai faktor penyebab relatif rendahnya emisi CO dibandingkan dengan pembakaran udara-gasolin.
Karena temperatur puncak dalam silinder lebih rendah dibanding dengan pembakaran bensin, maka emisi NO₂ yang dalam kondisi atmosfer akan membentuk NO₂ yang bersifat racun, juga akan turun. Selain itu pendeknya rantai karbon pada ethanol menyebabkan emisi UHC pada pembakaran ethanol relatif lebih rendah dibandingkan dengan bensin yakni berselisih hingga 130 ppm (Yuksel dkk, 2004)

CAMPURAN ETHANOL DENGAN BENJIN

Pemakaian ethanol murni secara langsung pada mesin bensin akan sulit karena diperlukan banyak modifikasi. Pada temperatur rendah ethanol akan sulit terbakar, sehingga dengan ethanol murni mesin akan sulit starting. Pencampuran ethanol dengan bensin akan mempermudah starting pada temperatur rendah. Sifat ethanol murni yang korosif dapat merusak komponen mesin seperti aluminium, karet, timah, plastik dll. Mencampur ethanol dengan bensin akan menghasilkan gasohol. Komposisi campuran dapat bervariasi. Selama ini pabrikan mobil Ford telah mengembangkan mobil berbahan bakar ethanol mulai dari E20 sampai E85, E20 berarti 20% ethanol dan 80% bensin. Keuntungan dari pencampuran ini adalah bahwa ethanol cenderung akan menaikkan bilangan oktan dan mengurangi emisi CO₂. Berdasarkan penelitian B2TP BPPT gasohol dengan porsi bioethanol hingga 20% bisa langsung digunakan pada mesin otomotif tanpa menimbulkan masalah teknis dan sangat ramah lingkungan. Kadar C dari hasil uji pada rpm 2500 untuk gasohol 20% tercatat 0.76%

CO, sedangkan premium 3.66% dan pertamax 2.85. Satu hal yang harus diteliti lagi adalah pada kondisi tertentu bensin agak sulit bercampur dengan ethanol karena molekul ethanol yang bersifat polar akan sulit tercampur secara merata dengan bensin yang bersifat non polar terutama dalam kondisi cair. Dan ethanol juga cenderung menyerap air yang juga bersifat polar.

PENGARUH PEMAKAIAN ETHANOL TERHADAP UNJUK KERJA MESIN

Mesin yang berbahan bakar alkohol secara teoritis akan memiliki unjuk kerja yang lebih tinggi atau minimal sama dengan yang berbahan bakar bensin. Hal ini disebabkan karena ethanol memiliki bilangan oktan yang lebih tinggi sehingga memungkinkan penggunaan rasio kompresi yang lebih tinggi pada mesin Otto. Korelasi antara efisiensi dengan rasio kompresi berimplikasi pada fakta bahwa bahwa mesin Otto berbahan bakar ethanol (sebagian atau seluruhnya) memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar bensin (Yuksel dkk, 2004), (Al-Baghdadi, 2003). Untuk rasio campuran ethanol :bensin mencapai 60:40 tercatat peningkatan efisiensi hingga 10% (Yuksel dkk, 2004).

Tingkat keekonomisan suatu bahan bakar secara langsung tergantung dari seberapa kaya campuran udara bahan bakarnya dan hal ini tergantung dari seberapa besar ukuran main jet pada karburator. Ethanol memerlukan campuran yang lebih kaya daripada bensin, tetapi karena bilangan oktannya yang lebih tinggi maka pembakaran ethanol lebih efisien. Untuk mengetahui secara detail tingkat keekonomisan ethanol jika dibandingkan dengan bensin tentunya diperlukan kajian dan penelitian yang lebih mendalam. Dari penelitian B2TP BPPT konsumsi bahan bakar dengan menggunakan gasohol 20% angkanya mencapai 23.25 gr/jam, sedangkan pada premium mencapai 23 gr/jam dan pertamax 20.57 gr/jam.

MODIFIKASI MESIN

Secara umum ada beberapa modifikasi yang harus dilakukan pada mesin berbahan bakar ethanol atau gasohol, salah satunya adalah karburator. Diameter main jet orifice menunjukkan seberapa miskin atau kaya campuran yang akan masuk ruang bakar, semakin kecil lubangnya campuran semakin miskin. Karena ethanol memerlukan campuran yang lebih kaya maka lubang tersebut harus diperbesar. Selain itu mungkin akan diperlukan tambahan alat yang memungkinkan pencampuran ethanol dengan bensin agar lebih merata.

Untuk memperoleh keuntungan dari sifat antiknocking yang dimiliki ethanol maka ignition timing harus diubah. Jika pada umumnya mesin yang

berbahan bakar bensin waktu penyalaan adalah 8-10° sebelum TMA, karena ethanol memiliki bilangan oktan lebih tinggi maka ignition timing dapat dimajukan.

Masih terkait dengan bilangan oktan hal lain yang dapat dimodifikasi adalah perbandingan kompresi. Agar lebih optimal perbandingan kompresi dapat dinaikkan menjadi 14-15 atau minimal 12. Namun perubahan perbandingan kompresi juga harus memperhatikan kekuatan material lain seperti connecting rod, bearing, dll.

KESIMPULAN

- Karena ethanol memiliki angka oktan yang lebih tinggi daripada bensin maka perbandingan kompresi yang bisa dipakai juga lebih tinggi, dan efisiensi thermal teoritisnya akan lebih tinggi, sehingga secara teoritis pencampuran ethanol dengan bensin akan meningkatkan efisiensi mesin.
- Dari sifat fisiknya ethanol dapat terbakar lebih sempurna, sehingga gas buang lebih ramah lingkungan.
- Karena mesin kendaraan pada umumnya dirancang untuk bahan bakar bensin atau solar maka untuk mengganti bahan bakar diperlukan penelitian tentang ketahanan bahan mesin terhadap bahan bakar lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, Wiranto, 2000, **Penggerak Mula: Motor Bakar Torak**, Penerbit ITB, Edisi kelima cetakan kesatu, Bandung.
2. Arends, BPM., dan Barendschot, H., 2000, **Motor Bensin**, Penerbit Erlangga Jakarta.
3. Cengel, Yunus A., dan Boles, Michael A., 1994, **Thermodynamic: An Engineering Approach**, Mc. Graw-Hill Inc., United State of America.
4. Anonim, 2004, **Petunjuk Praktikum Motor Bakar**, Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UGM.
5. Indartono, Yuli, 2005, **Bio-ethanol Alternatif Energi Terbarukan: Kajian Prestasi Mesin dan Implementasi di Lapangan**, <http://www.energi.lipi.go.id>.
6. [www. Wikipedia.com](http://www.wikipedia.com), **Alcohol Fuels**.
7. www.afdc.doe.gov.
8. www.energi.lipi.go.id
9. www.ethanol.org
10. http://journeytoforever.org/biofuel_library/ethanol_motherearth/

Berikut ini adalah tabel perbandingan beberapa sifat ethanol dengan bensin

Property	Ethanol	Gasoline
Chemical formula	C ₂ H ₅ OH	C ₄ sd C ₁₀
Composition : % weight		
Carbon	52.2	85-88
Hydrogen	13.1	12-15
Oxygen	34.7	0
Octane Number		
Research Octane	108	90-100
Motor Octane	92	81-90
Density lb/gal	6.61 ^(b)	6.0 – 6.5 ^(b)
Boiling temp. °F	172 ^(c)	80-437 ^(c)
Freezing point °F	-173.2 ^(a)	-40 ^(d)
Flash point °F	55 ^(e)	-45 ^(b)
Autoignition Temp. °F	793 ^(b)	495 ^(b)
Heating Value		
Higher (Btu/gal)	84 100	124 800
Lower (Btu/gal)	76 000	115 000
Specific heat Btu/lb °F	0.57	0.48
Stoichiometric air/fuel, weight	9	14.7

Sumber : www.afdc.doe.gov