

## PENGARUH VARIASI MAIN-JET KARBURATOR PADA KINERJA MOTOR BAKAR BIO-ETANOL

Agus Sujono<sup>1</sup>, Budi Santoso<sup>1</sup>, Dwi Aris H<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

**Keywords :**

Bioetanol  
Motor bakar  
Air fuel ratio  
Karburator  
Pembakaran

**Abstract :**

*Bio-etanol adalah pengganti terdekat dari premium yang segera habis, namun usaha untuk pemanfaatan bio-etanol masih banyak kendala dan sampai sekarang kebanyakan kendaraan untuk transportasi kecil masih mengandalkan premium. Padahal PerPres No. 5, tahun 2006, tentang kebijakan energy nasional, mengintruksikan untuk mengurangi konsumsi minyak bumi, beralih sebagian ke sumber energi baru dan terbarukan dengan target 17 % dari total kebutuhan energi ditahun 2025, atau sebesar 5 % adalah dari biofuel, termasuk bioetanol.*

*Motor bakar bensin (premium) (Otto) untuk beralih ke bioetanol sesungguhnya masih banyak yang perlu dikerjakan, mengingat berat molekul dan kandungan energi ataupun karakteristik bahan bakar secara detail berbeda. Paling tidak, diperlukan adanya modifikasi pada system pencampuran bahan bakar – udara yang memberikan perbandingan (AFR) yang sesuai.*

*Dalam penelitian ini telah dilakukan pada motor bakar bensin suatu modifikasi karburator melalui penggantian main jet (spuyer) karburator dengan berbagai ukuran, mulai ukuran 80 sampai dengan 120, sehingga dapat memberikan berbagai nilai AFR, dari campuran kurus samapai gemuk. Dari modifikasi main-jet karburator tersebut, data akan dianalisa unjuk kerja atau kinerja yang dihasilkannya. Lebih lanjut penelitian ini akan membandingkan dengan kinerja motor bakar premium dengan standar main-jet = 100.*

*Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kinerja motor bakar dengan bahan bakar campuran premium 80 % dan bio-etanol 20 % (E20) memberikan kinerja yang sangat dipengaruhi oleh besarnya main-jet dan walaupun bioetanol mempunyai kandungan energi yang lebih rendah dari bensin, namun karena main-jet diperbesar atau aliran bahan bakarnya ditambah, atau perbandingan udara bahan bakar lebih rendah (AFR=13), maka daya yang dihasilkan motor bakar bioetanol dapat menyamai daya yang dihasilkan dengan bahan bakar bensin (AFR=15).*

### PENDAHULUAN

Bahan bakar untuk transportasi adalah sangat vital bagi kehidupan bangsa yang berkelanjutan. Minyak bumi akan segera habis, sementara kendaraan masih mengandalkan premium. Upaya pemanfaatan bahan bakar pengganti masih belum banyak terlihat. Kenyataan ini perlu kiranya ditelusuri dan diteliti dengan seksama menyangkut segala permasalahan yang ada, baik menyangkut bahan baharnya juga mesinnya.

Bahan bakar pengganti premium yang terdekat adalah etanol dan bila dihasilkan dari tanaman disebut bio-etanol. Bio-etanol dapat dihasilkan dari tanaman hasil bumi, seperti singkong, jagung, tebu, sorgum dan sebagainya. Bio-etanol merupakan sumber energi terbarukan dan tidak akan pernah habis, karena terus dapat ditanam kembali. Oleh karen itu PerPres No. 5, tahun 2006, tentang kebijakan energy nasional, mengintruksikan untuk mengurangi konsumsi minyak bumi, beralih

sebagian ke sumber energi baru dan terbarukan dengan target 17 % dari total kebutuhan energi ditahun 2025, atau sebesar 5 % adalah dari biofuel, termasuk bioetanol.

Rumus kimia bio-etanol dan reaksi pembakaran stoikiometri, adalah :



Perbandingan udara bahan bakar AFR (*Air Fuel Ratio*) stoikiometri etanol, adalah :

$$AFR_{sto\ etanol} = \frac{Massa\ udara}{Massa\ bahan\ bakar} = 8,94$$

Rumus kimia bensin (iso-oktan) dan reaksi pembakaran stoikiometri, adalah :



AFR stoikiometri bensin / premium, adalah :

$$AFR_{sto\ bensin} = \frac{Massa\ udara}{Massa\ bahan\ bakar} = 15,3$$

Reaksi pembakaran stoikiometri E20 (20% etanol + 80% bensin), adalah :



AFR stoikiometri E20, adalah :

$$AFR_{sto E20} = 13,73$$

AFR stoikiometri Iso-oktan ( $C_8H_{18}$ ) = 15,3, AFR stoikiometri bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) = 8,94, AFR stoikiometri campuran Iso - oktan 80 % + bioetanol 20 % (E20) = 13,73 Kandungan energi premium = 7045 kal/ml, sedang kandungan energi etanol 95% = 5185 kal/ml. Karakteristik bahan bakar ditentukan oleh angka oktan (RON). Untuk RON Iso-Oktan = 100, n-heptan = 0, Premium Pertamina = 88, gasoline Jepang = 90, Pertamax Pertamina = 92, Super unleaded US 10 % etanol (E10) = 97, Pertamax Racing Pertamina = 100, Etanol = 108,6, Toluene = 111, Methane = 120, Hydrogen > 130. Angka oktan ini akan mempengaruhi stabilitas pembakaran dalam ruang bakar motor bakar, yaitu bila angka oktan tinggi maka kemampuan mempertahankan stabilitas pembakaran adalah juga tinggi, sehingga proses pembakaran mampu dilaksanakan dalam kondisi tekanan tinggi yang berarti dapat digunakan dalam rasio kompresi yang tinggi, dan dengan demikian efisiensi kerja yang dihasilkan juga tinggi.

Motro bensin untuk dapat menggunakan bioetanol pada motor bensin (sering disebut *Flexible Fuel Vehicles -FFV*) seperti yang dilakukan di USA, akan memerlukan banyak perubahan setting parameter motor maupun modifikasi beberapa komponen ataupun penambahan peralatan pada motor bensin (Otto) mengingat adanya perbedaan karakteristik / sifat-sifat fisik dan kimia yang signifikan antara bio-etanol dan bensin (premium). Perbedaan utama adalah kandungan energinya, sehingga untuk pembakaran diperlukan jumlah udara yang berbeda. Untuk memberikan penyesuaian campuran udara - bahan bakar, dilakukan oleh karburator, terutama adalah ukuran main-jet nya. Premium mempunyai kandungan energi lebih besar sehingga perlu udara lebih banyak atau dengan lain kata bahwa untuk jumlah udara tertentu, diperlukan jumlah premium yang lebih sedikit, atau main-jet yang lebih kecil. Sebaliknya bio-etanol berhubung kandungan energinya lebih kecil, untuk pembakaran dengan jumlah udara tertentu, diperlukan jumlah bahan bakar bio-etanol lebih banyak atau diperlukan main-jet yang lebih besar.

Dalam penelitian ini dilakukan pada motor bakar bensin yang mempunyai ukuran main-jet standar yaitu : 100. Pada saat penggunaan bahan bakar campuran premium 80% + bio-etanol 20 % (E20), dilakukan modifikasi dngan mengganti main jet (spuyer) karburator dengan berbagai ukuran, mulai ukuran 80 sampai dengan 120, sehingga dapat memberikan berbagai nilai AFR, dari campuran kurus sampai kurus.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Halvorsen (1998) menguji E10 dan E-85 pada mobil cevrolet

3.1 liter susunan silinder V dengan sistem injeksi, mendapatkan hasil bahwa dengan menaikkan rasio kompresi dari 9,71 menjadi 10,32 daya yang dihasilkan sama seperti pemakaian E-10 tetapi terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 21,6%. Jeuland (2004), meneliti etanol murni pada motor bensin yang dilengkapi dengan turbocharger dan motor dimodifikasi pada system saluran bahan bakar, geometri silinder dan menaikkan rasio kompresi dari 9,5 menjadi 12,5. Pada beban penuh, torsi dan daya maksimum yang dihasilkan lebih besar 15% dibandingkan bahan bakar bensin.

Clark et. al. (2004) menguji E-85 dan dibandingkan dengan E-10 dan gasoline pada motor bensin stasioner dengan memodifikasi diameter main jet untuk mendapatkan campuran mendekati stokiometri dan mevariasikan ignition timing. Konsumsi bahan bakar E-85 meningkat 30%, emisi HC dan NOx menurun sedangkan CO tidak berubah secara signifikan dibandingkan gasoline. Jia, dkk. (2005) meneliti pengaruh etanol terhadap emisi gas buang, CO, CH, NOx, yang memberi kesimpulan bahwa etanol akan mengakibatkan bahwa emisi gas buang motor bakar akan lebih baik (lebih kecil). Topgul T, dkk., 2006, meneliti pengaruh waktu pengapian terhadap torsi output dan konsumsi bahan bakar. Peningkatan torsi pada semua penambahan etanol terjadi pada compression ratio 10:1, penurunan CO terbesar (32%) terjadi ada E40 dan compression ratio 9:1 sedangkan penurunan HC terbesar (31%) terjadi pada E60 dan compression ratio 10:1.

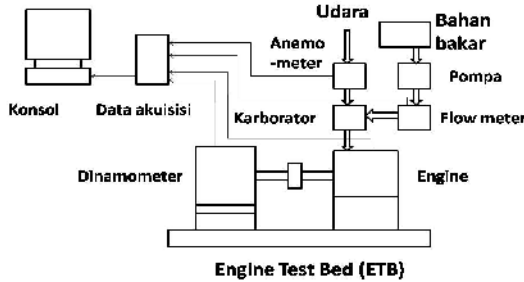
## METODE PENELITIAN

Eksperimen ini menggunakan *Engine Test Bed* (ETB) Dynamite 200 hp, Gambar 1, yang mengukur torsi, putaran, laju udara dan bahan bakar dari motor bakar yang diteliti. ETB dilengkapi dengan konsol yang mengendalikan besar torsi dan katup karborator (*throttle*) dan data akuisisi yang mencatat semua data yang diperlukan, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Engine Test Bed Dynamite dan motor bakar bensin (Otto)

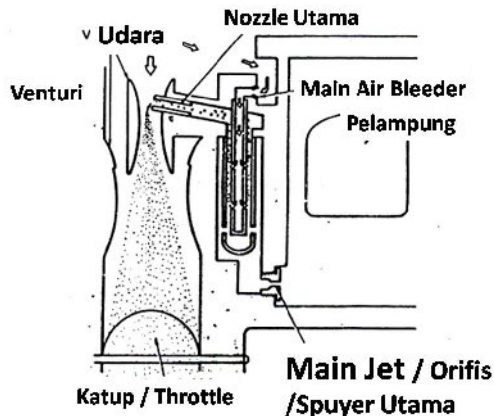
Motor bakar (engine) yang dipakai adalah Toyota KE 20 F 1166 cc , bore x stroke = 75mm x 66mm, 4 langkar, 4 silinder segaris, CR = 9 standar, dengan karburator.



Gambar 2. Rangkaian peralatan penelitian

Ekperimen pertama adalah menjalankan mesin dengan kondisi standar dengan bahan bakar bensin (premium) 100 % , dengan besar bukaan karburator 40 % . Torsi dynamometer sebagai beban motor dapat diperbesar ataupun diperkecil sehingga motor berjalan pada putaran tertentu. Torsi dan putaran akan menghasilkan daya motor yang terjadi saat itu. Data aliran udara dan bahan bakar saat itu juga dicatat dalam computer secara otomatis (*real time*) setiap saat. Sehingga akan didapat data : torsi , daya , *Air Fuel Ratio* (AFR) dan *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) .

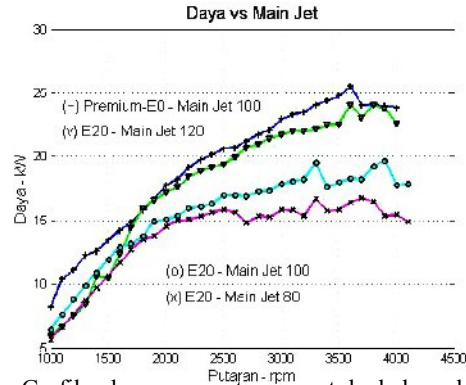
Kedua menjalankan mesin dengan bahan bakar E20 , dengan modifikasi karborator dengan mengganti berbagai ukuran besar *primary main jet* (*orifice, spuyer*) , Gambar 3 , yaitu : 80 , 90 , 100 , 110 , 120 , sehingga dapat memberikan aliran bahan bakar yang bervariasi , dari sedikit sampai banyak atau dari campuran kurus sampai gemuk atau dengan demikian kondisi perbandingan udara – bahan bakar (AFR) menjadi bervariasi , dari 15 (kurus) sampai 8 (gemuk) . Untuk masing-masing varisasi dicatat torsi , daya , AFR , BSFC dalam berbagai putaran mulai dari 1000 rpm sampai 4000 rpm .



Gambar 3. Karburator (Toyota Astra Motor)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

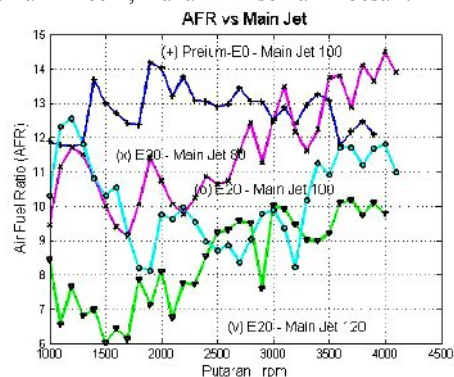
Hasil mengukur daya bersama dengan putaran , dihasilkan daya output mesin , yang datanya dipaparkan pada Gambar 4 berikut :



Grafik daya vs putaran untuk bahan bakar premium 100 % (E0) dengan main-jet ukuran 100 , Campuran premium 80 % - bioetanol 20 % (E20) , dengan variasi main-jet kecil , ukuran 80 , sedang , ukuran 100 dan besar , ukuran 120 . Terlihat bahwa daya semakin besar bila main-jet semakin besar pula , atau dengan lain kata daya akan semakin besar saat bahan bakar semakin banyak . Namun hal tersebut lebih banyak peningkatannya pada putaran tinggi , untuk putaran rendah , daya hampir sama walau bahan bakar ditambah . Hal ini karena jumlah udara yang tersedia sangat terbatas .

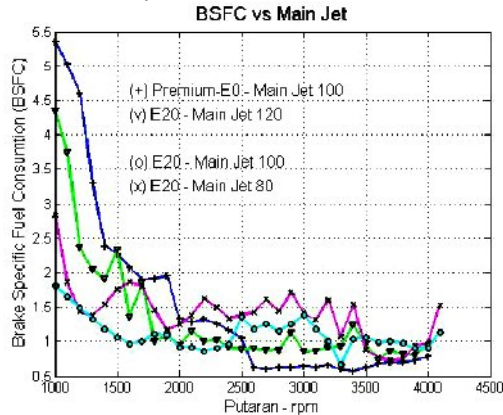
Perbandingan kinerja premium dengan bio-etanol , memang daya premium lebih besar untuk main jet yang sama , namun bila bio-etanol diperbesar , daya yang dihasilkan dapat menyamai daya premium , seperti terlihat pada grafik daya premium main jet 100 dengan daya bio-etanol dengan main-jet 120 dan masih ada kemungkinan bio-etanol ditambah lagi , walau akan menurunkan efisiensi .

Gambar 5 menunjukkan hubungan AFR dan putaran dengan bahan bakar E0 (premium 100%) dan E20 (campuran premium 80 % dan bio-etanol 20 %) , terlihat bahwa untuk main-jet semakin besar maka AFR semakin kecil dan sebaliknya main-jet semakin kecil , maka AFR semakin besar .



Gambar 5 : AFR vs putaran untuk E0 dan E20 dengan variasi ukuran main-jet

Gambar 6 menunjukkan grafik BSFC (efisiensi penggunaan bahan bakar) vs putaran untuk bahan bakar E0 dan E20 dengan variasi ukuran main-jet . Pada grafik terlihat bahwa : efisiensi makin baik (pemakaian bahan bakar makin sedikit) untuk main-jet yang semakin besar . Namun untuk putaran rendah semuanya sama-sama boros .



Gambar 6 : BSFC vs putaran untuk E0 dan E20 dengan variasi ukuran main-jet

## KESIMPULAN

Dalam upaya untuk memanfaatkan etanol sebagai pengganti bensin pada motor bakar Otto , secara lebih efektif dan efisien telah dilakukan eksperimen menyangkut pengaruh main-jet (termasuk AFR) terhadap prestasi mesin , seperti yang telah dilakukan tersebut ternyata cukup berguna untuk lebih memahami permasalahannya , bahwa pemanfaatan etanol perlu adanya penyesuaian konstruksi atau komponen ataupun penyetelan yang perlu dilakukan pada motor bensin tersebut , tidak hanya sekedar mengganti premium dengan etanol yang tinggal diisikan kedalam tangki , sebab akan mengecewakan . Dengan mengganti main-jet yang diperbesar , ternyata kinerja motor bakar bio-etanol cukup memuaskan , dapat menyamai kinerja premium .

Penelitian selanjutnya yang perlu dilakukan adalah meneliti pengaruh perubahan *Copression Ratio* (CR) yang ditingkatkan , sebab bio-etanol akan lebih tahan terhadap adanya detonasi .

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih pada Laboratorium Motor Bakar , Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Sebelas Maret , Surakarta . Terlebih terima kasih kepada DP2M DIKTI , yang telah memberikan dana hibah Unggulan Perguruan Tinggi , tahun 2013 .

## DAFTAR PUSTAKA

- Clark, Chris, Yanrong Zhang dan Khesav Varde, "Investigation of Combustion and Emission from Gasoline-Ethanol Fuled Engine, Project Report, University of Michigan, USA (2004)
- Demirbas A, *Bioalcohols as Alternatives to Gasoline*, Energy Sources, Part A, 31:1056–1062, 2009 Copyright © Taylor & Francis Group, LLC ISSN: 1556-7036 print/1556-7230, ISila Science, Trabzon, Turkey (2009)
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, *Blueprint Pengelolaan energi Nasional* (PEN) 2005 – 2025 (2004)
- Halvorsen, Ken, C., "The Necessary Component of A Dedicated Ethanol Vehicle", Mater Thesis, University of Nebraska, USA (1998)
- Heywood, John B., *Internal Combustion Engine Fundamental*, McGraw Hill Book Company, New York (1988)
- Jia Li-Wei, Mei-Qing Shen, "Influence of ethanol-gasoline n\blended fuel on emission characteristics from a four-stroke motor cycle engine", Journal of Hazardous Materials (A123), 29-34, Elsevier (2005)
- Jeuland, N., et.al. "Potentiality of Ethanol As Fuel For Dedicated Engine", Oil and Gas Technology Journal, Vol. 59, No.6, pp.559-570, Institut Frances du Petrole (2004)
- Topgul Tolga, Huseyin Serdar Yucesu, "The effects of ethanol-unleade gasoline blends and ignition timing on engine performance and exhaust emissions", Journal of Renewable Energy (31), 2534-42, Elsevier (2006)