

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M5-025 PENGARUH PENAMBAHAN *SUPPLEMENT* PADA *INTAKE MANIFOLD* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENZIN EMPAT LANGKAH

Oleh :
Dr. Slamet Wahyudi, ST.,MT.

Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
No telp/fax : 0341 554291 Email : slamet_w72@yahoo.co.id

Motor bakar masih diandalkan penggunaanya di berbagai bidang, baik bidang industri maupun transportasi. Dengan semakin banyaknya penggunaan kendaraan berbahan bakar minyak, dan dengan semakin menipisnya persediaan minyak dunia, maka dituntut penghematan penggunaan bahan bakar minyak. Usaha yang dilakukan adalah memodifikasi pada komponen motor bakar bensin dengan penambahan *supplement* berupa air murni pada intake manifold.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental, yaitu mesin uji yang digunakan dalam keadaan diam (statis). Penelitian ini dilakukan dengan mengambil dua variabel bebas, yaitu variasi diameter jarum suntik dan putaran poros dengan pembebanan. Dengan demikian bisa diketahui bagaimana penambahan air terhadap unjuk kerja yang dihasilkan, sehingga didapatkan hasil diameter jarum suntik yang optimal. Untuk mengetahui pengaruh tersebut dilakukan pula uji satistik dengan analisis varian dua arah (anova).

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan unjuk kerja dari kondisi standar pada beberapa variasi diameter jarum suntik (penambahan suplemen). Mesin bensin dengan penambahan air yang menggunakan diameter jarum 0.35 mm (27G) menghasilkan daya, torsi dan efisiensi yang lebih baik dibanding mesin bensin standar karena debit air yang masuk tidak terlalu sedikit dan tidak terlalu banyak.

Kata kunci : Diameter jarum suntik, *intake manifold*, unjuk kerja, motor bensin empat langkah

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Motor bakar torak adalah motor penggerak mula yang paling banyak digunakan khususnya untuk kendaraan darat. Pada motor bakar torak, secara teoritis energi yang dapat dimanfaatkan dari bahan bakar yang diubah menjadi energi mekanis hanya 25% sampai 40% saja, sementara 60% sampai 75% energi hilang dalam bentuk panas gas buang, kerugian pendinginan dan kerugian mekanis.

Temperatur udara di dalam ruang bakar yang tinggi dapat menyebabkan temperatur *intake manifold* menjadi tinggi akibat adanya kalor yang merambat dari ruang bakar. Kenaikan temperatur *intake manifold* menyebabkan naiknya temperatur campuran udara-bahan bakar yang melewati *intake manifold*. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan berat jenis udara yang masuk ke ruang bakar sehingga dapat menurunkan daya yang dihasilkan.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Atas dasar pemikiran diatas, maka penulis mencoba menggunakan *supplement* berupa air pada *intake manifold* yang diharapkan dapat meningkatkan unjuk kerja, lebih ekonomis bahan bakar. Dengan menambahkan *supplement* berupa air kedalam campuran udara-bahan bakar pada *intake manifold*, udara yang dihisap menjadi lebih dingin karena bercampur dengan air sehingga berat jenis udara yang masuk kedalam ruang bakar menjadi lebih besar dan akibatnya dapat meningkatkan daya yang dihasilkan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Motor Bensin (otto)

Motor otto atau biasa disebut dengan motor bensin, dari bahan bakar yang digunakan adalah bensin. Proses pembakarannya adalah dengan menggunakan pencampuran udara dan bahan bakar pada karburator, dimana bensin tersebut disemprotkan menggunakan *pilot* dan *main jet* akibat dari perbedaan tekanan pada lubang venturi yang dialiri oleh udara dengan kecepatan tinggi. Campuran yang terjadi berupa kabut atau mendekati fase gas, tujuannya adalah untuk mempercepat proses pembakaran karena luas permukaan pembakarannya diperluas dengan berubahnya bensin menjadi partikel-partikel kecil. Kemudian campuran udara dan bahan bakar yang berupa kabut tersebut masuk ke dalam ruang bakar melalui *intake manifold* dan dengan mudah dibakar oleh percikan bunga api lisrik dari busi sesaat sebelum langkah akhir kompresi piston, sehingga menghasilkan energi panas yang digunakan untuk melakukan kerja. Dari jenis langkah kerjanya Motor bensin dibedakan menjadi dua jenis, yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah, perbedaan antara kedua jenis tersebut adalah pada jumlah langkah yang digunakan untuk satu kali kerja, motor bensin dua langkah untuk satu kali kerja memerlukan dua langkah piston, sedangkan untuk motor bensin empat langkah untuk satu kali kerja memerlukan empat kali kerja atau dua kali putaran poros engkol.

2. Unjuk Kerja Motor Otto

- a. Torsi (T) merupakan gaya putar yang dihasilkan oleh poros mesin. Besarnya torsi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T=FL \text{ [Kg.m]} \quad (1)$$

dengan : F = besarnya beban penggereman (Kg); L = panjang lengan dinamometer = 0,358 (m).

- b. Daya Efektif (Ne) adalah daya yang dihasilkan oleh poros engkol. daya ini dirumuskan sebagai berikut:
$$Ne = \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60.75} \text{ [PS]} \quad (2)$$

dengan: ω = kecepatan anguler poros ($\text{rad} \cdot \text{detik}^{-1}$); n = putaran poros (rpm)

- c. Spesific Fuel Consumption Effective (SFCe) (Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif) adalah besarnya bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya 1 PS selama 1 jam yang dirumuskan :

$$SFCe = \frac{Fc}{Ne} \text{ [kg . PS}^{-1} \cdot \text{jam}^{-1}] \quad (3)$$

dengan: Fc = konsumsi bahan bakar ($\text{kg} \cdot \text{jam}^{-1}$)

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

d. Efisiensi Termal Efektif (η_e), Basarnya efisiensi termal efektif dihitung dengan rumus :

$$\eta_e = \frac{Qe}{Qb} = \frac{632 \cdot N_e}{Fc \cdot LHV_{bb}} = \frac{632}{SFCe \cdot LHV_{bb}} \quad (\%) \quad (4)$$

dengan : Qe = jumlah kalor yang digunakan untuk daya efektif ($\text{kkal} \cdot \text{kg}^{-1}$) ; Qb = jumlah kalor dari pembakaran bahan bakar dan udara ($\text{kkal} \cdot \text{kg}^{-1}$) ; LHV_{bb} = nilai kalor rendah bahan bakar ($\text{kkal} \cdot \text{kg}^{-1}$)

2. Peningkatan Daya

Terdapat banyak cara untuk meningkatkan daya dari suatu motor bakar. Faktor-faktor berikut berpengaruh besar terhadap usaha peningkatan daya tersebut (N.Petrovsky, 1979:78), diantaranya : *Hydrodynamic*, yaitu efisiensi pengisian (η_{ch}) dan berat jenis udara (γ_o). Hubungan antara faktor *hydrodynamic*, faktor kelebihan udara dan daya indikasi terlihat pada persamaan berikut (N.Petrovsky, 1979:70):

$$Ni = \frac{60 \cdot Vd \cdot QI}{632 \cdot \alpha \cdot Lo} \cdot \eta_{ch} \cdot \gamma_o \cdot \eta_i \cdot n \cdot \frac{i}{z} \quad (5)$$

Dimana : Ni = daya indikasi (HP); Vd = volume langkah (m^3); QI = LHV_{bb} = nilai kalor rendah bahan bakar ($\text{kkal} \cdot \text{kg}^{-1}$); α = koefisien kelebihan udara ; Lo = jumlah kebutuhan udara teoritis dalam satuan berat ($\text{kg}_{\text{udara}} \cdot \text{kg}_{\text{bb}}^{-1}$) ; η_{ch} = Efisiensi pengisian (%) ; η_i = Efisiensi indikasi (%) ; n = putaran (rpm) ; i = jumlah silinder; γ_o = berat jenis udara segar sebelum katup masuk ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

3. Penambahan air

Seluruh sistem pemasukan (intake system) memiliki temperatur yang lebih tinggi dibanding temperatur udara luar yang mengakibatkan udara yang masuk menjadi panas dan memiliki masa jenis yang lebih rendah sehingga menurunkan efisiensi volumetris dan untuk mengatasi masalah tersebut bisa dilakukan dengan menambahkan air kedalam *intake manifold*. Cara ini sukses diterapkan pada mesin pesawat perang dunia ke II (Pulkarbarek, 2004:169)

Penambahan air murni tersebut langsung dimasukan pada *intake manifold* dengan memanfaatkan gaya gravitasi dan perbedaan tekanan yang terjadi. Fluida tersebut akan mengabut seiring perjalannya ke ruang bakar. Dengan begitu terjadi peningkatan berat jenis udara sehingga didapatkan pula berat jenis campuran udara-bahan bakar yang lebih tinggi dan pada akhirnya tekanan efektif rata-rata dalam ruang bakar juga meningkat. Adanya peningkatan tekanan efektif rata-rata tersebut juga meningkatkan daya dan torsi. Jika daya meningkat berarti SFCe akan menurun, efisiensi meningkat.

Metode Penelitian

1. Peralatan Utama

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah motor bakar empat langkah dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Merk mesin: Datsun, Tokyometer Co.Ltd
- Model : GWE - 80 – 100 – HS - AV
- Siklus : 4 langkah
- Jumlah silinder : 4 buah
- Volume langkah piston total : 1567 cm^3
- Diameter silinder : 78 mm

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

- Panjang langkah piston : 82 mm
- Perbandingan kompresi : 9 : 1

2. Peralatan Bantu

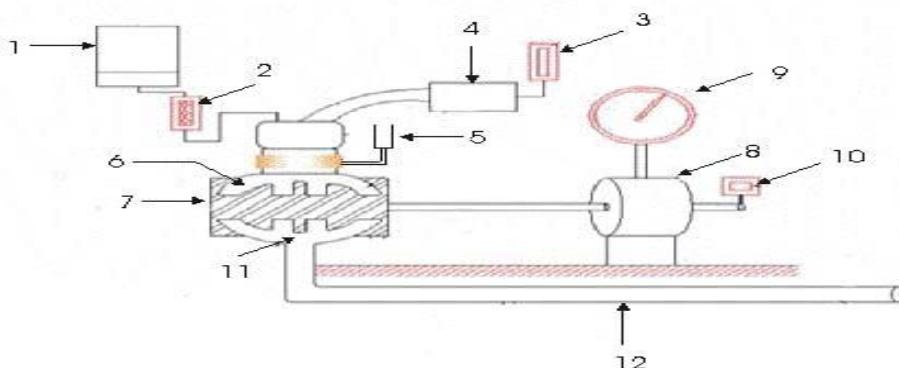
1. Dynamometer Prony Brake, 2. Tachometer, 3. Flow meter, 4. Manometer, 5. Barometer, 6. Termometer 7. Stopwatch

8. Peralatan untuk penambahan air :

- Selang digunakan untuk mengalirkan air ke *intake manifold*
- Jarum suntik digunakan memasukan air kedalam *intake manifold*.
- *Disposable syringe* digunakan untuk tempat air dan pengukur debit air

2. Instalasi Alat Pengujian.

Susunan instalasi pengujian yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.1 :



Gambar 1 Susunan Instalasi Pengujian

Keterangan gambar :

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. tangki bahan bakar | 7. Ruang bakar |
| 2. Alat ukur konsumsi bahan bakar | 8. <i>Prony break</i> |
| 3. Manometer | 9. <i>Dynamometer</i> |
| 4. Penyaring udara | 10. <i>Tachometer</i> |
| 5. Alat ukur konsumsi air | 11. <i>Exhaust manifold</i> |
| 6. <i>Intake manifold</i> | 12. Knalpot |

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pembahasan

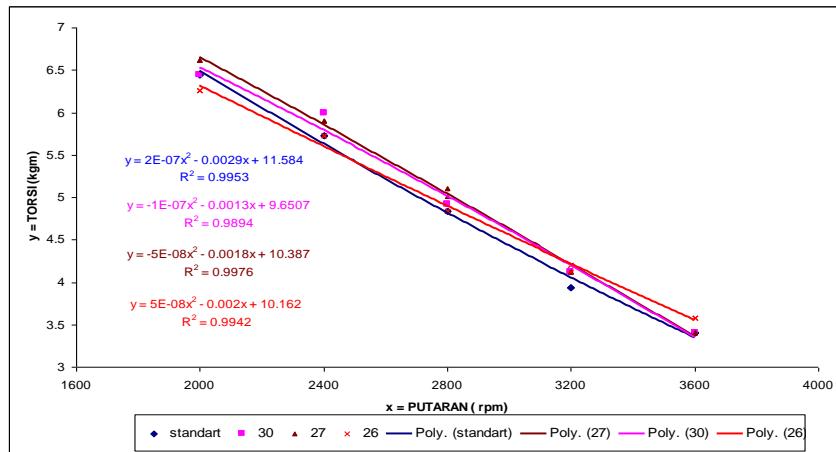
Hasil pengolahan data pada pengujian pengaruh penambahan air pada motor bensin empat langkah ini dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara tingkat putaran dengan karakteristik kinerja motor bensin empat langkah yang meliputi torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar efektif dan efisiensi termal efektif untuk tiap-tiap variasi diameter jarum yang digunakan.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

a. Hubungan Antara Putaran dengan Torsi

Hubungan antara putaran poros motor bensin empat langkah dengan torsi dapat dilihat dalam gambar 2 berikut:



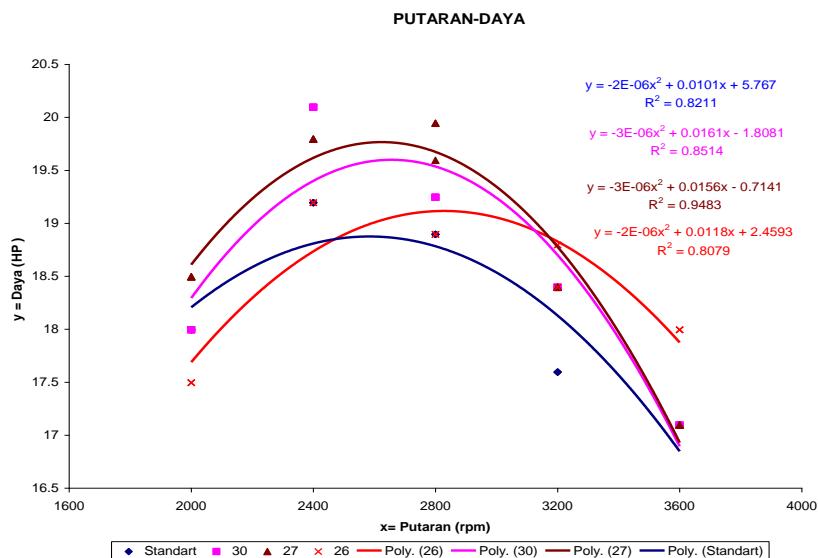
Gambar 2. Hubungan antara putaran dengan torsi

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya putaran motor bensin maka torsi yang terjadi semakin kecil. dari gambar 2. dapat dilihat bahwa hubungan yang terjadi adalah hubungan berbanding lurus, sehingga dengan gaya pengereman yang meningkat akan dihasilkan peningkatan pada nilai Torsi.

Penurunan torsi seiring dengan naiknya putaran dikarenakan dengan semakin tinggi putaran, gerakan bolak-balik piston akan semakin cepat. Hal ini mengakibatkan jumlah siklus yang terjadi semakin banyak. Akibatnya kerugian mekanis akibat gesekan antara piston dengan dinding silinder akan semakin besar. Gerakan piston yang semakin cepat ini diikuti pula oleh semakin singkatnya waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan menutup katup isap. Hal ini berdampak pada semakin sedikitnya massa campuran udara dan bahan bakar yang masuk dan terbakar di dalam ruang bakar setiap kali siklus. Dengan semakin sedikitnya massa campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar maka tekanan akhir kompresi dan tekanan efektif pembakaran yang dihasilkan akan semakin berkurang. Akibatnya gaya dorong piston pada saat langkah kerja juga berkurang, sehingga torsi yang dihasilkan semakin menurun.

Dari gambar 2 juga bisa dilihat bahwa besarnya diameter jarum suntik berpengaruh terhadap torsi. Semakin besar ukuran diameter jarum suntik, semakin besar debit air yang masuk dan semakin dingin temperatur udara-bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar. Penggunaan jarum 30G menghasilkan torsi yang lebih besar dibandingkan mesin standar.

b. Hubungan Antara Putaran dengan Daya Efektif



Gambar 3. Hubungan antara putaran dengan daya efektif dengan jarum

Dari gambar 3 terlihat bahwa semua grafik untuk masing-masing variasi diameter jarum dan kondisi standar yang terbentuk cenderung sama, yaitu berbentuk kurva parabolik membuka ke bawah. Secara umum seiring dengan naiknya putaran maka daya efektif (N_e) yang dihasilkan pada putaran awal mengalami kenaikan sampai pada putaran tertentu, tetapi setelah mencapai titik maksimal, grafik mengalami penurunan seiring dengan naiknya putaran.

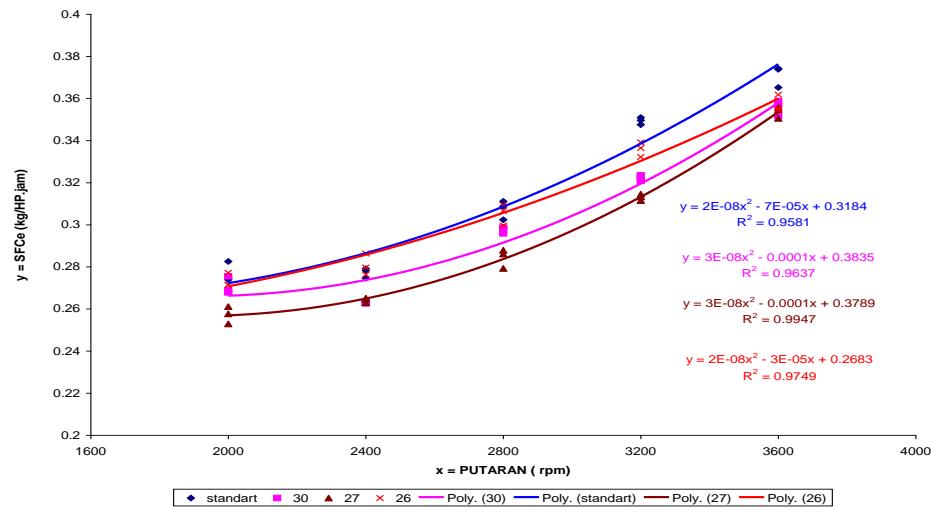
Dengan melihat gambar 3 secara umum bisa dikatakan motor bensin dengan penambahan air menghasilkan daya yang lebih besar dibanding motor bensin standar kecuali untuk penambahan air yang menggunakan jarum 26G pada putaran 2000 rpm sampai 2500 rpm menghasilkan daya yang lebih kecil dibanding mesin standar. Ini dikarenakan diameter jarum 26G paling besar dibanding yang lainnya sehingga debit air yang masuk lebih besar dibanding jarum 27G dan 30G. Penambahan debit fluida yang terlalu besar akan mengakibatkan sebagian fluida tidak dapat berubah fase sehingga masih berbentuk cair yang akan masuk kedalam ruang bakar. Hal ini dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna sehingga unjuk kerja motor bensin akan menurun. Untuk putaran diatas 2500 rpm daya motor bensin dengan penambahan air cenderung lebih besar dibanding motor bensin standar. Khususnya motor bensin dengan penambahan air yang menggunakan jarum 30G dan 27 G memiliki daya yang lebih besar dibandingkan motor bensin standar untuk setiap putaran. Ini dikarenakan air yang ditambahkan melalui *intake manifold* menyerap panas dari campuran udara-bahan bakar sehingga terjadi penurunan temperatur campuran udara-bahan bakar. Penurunan temperatur udara-bahan bakar ini menyebabkan berat jenis udara yang menjadi semakin besar. Peningkatan berat jenis udara ini berarti adanya kenaikan masa udara yang masuk ke dalam silinder sehingga menghasilkan tekanan efektif rata-rata yang lebih tinggi pula.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

c. Hubungan antara Putaran dengan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik efektif (SF_{CE})

Hubungan antara putaran motor bensin empat langkah dengan konsumsi bahan bakar spesifik efektif SF_{CE} dapat dilihat dalam gambar 4 berikut:



Gambar 4 Hubungan antara putaran dengan SF_{CE} dengan variasi jarum

Konsumsi bahan bakar spesifik efektif (SF_{CE}) adalah banyaknya bahan bakar tiap satuan waktu yang digunakan untuk menghasilkan satu satuan daya efektif, sehingga konsumsi bahan bakar spesifik efektif ini dapat digunakan untuk mengukur tingkat keekonomisan dari mesin, semakin rendah nilai SF_{CE} maka mesin tersebut semakin ekonomis. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi putaran maka SF_{CE} mengalami peningkatan karena semakin tinggi putaran siklus yang terjadi menjadi semakin banyak dan konsumsi bahan bakar (FC) menjadi semakin besar.

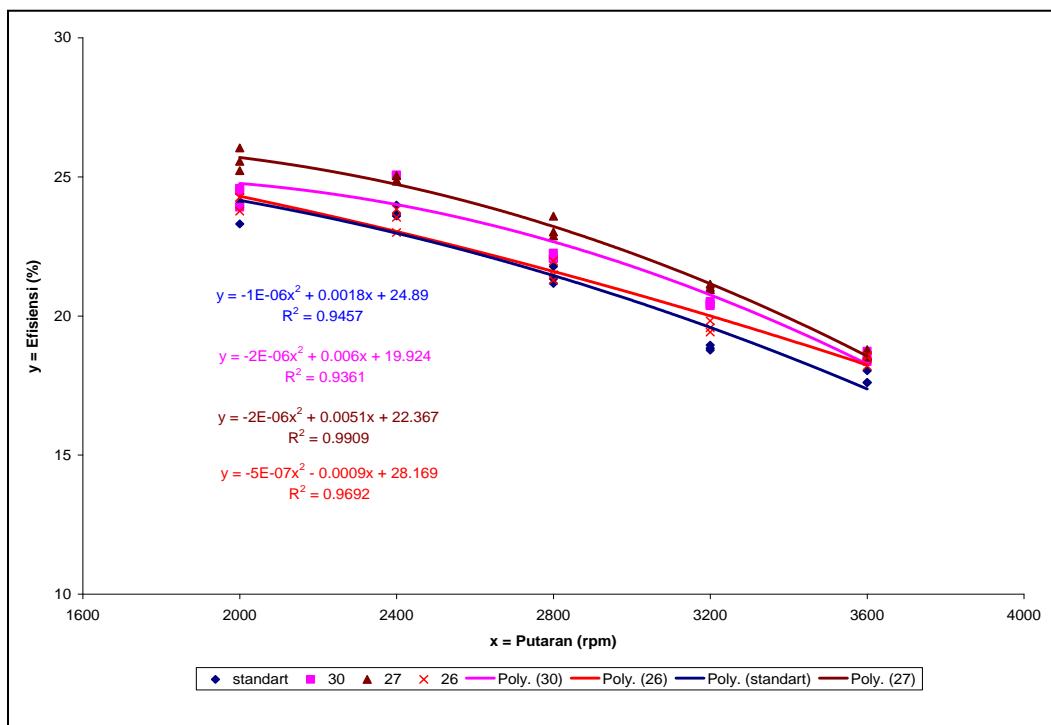
Mesin bensin dengan penambahan air yang menggunakan jarum 27 G menghasilkan nilai SF_{CE} yang paling kecil karena mesin bensin tersebut membutuhkan FC yang paling kecil tetapi dapat menghasilkan daya yang paling besar sehingga nilai SF_{CE} menjadi paling kecil dibandingkan mesin bensin dengan penambahan air yang lainnya.

d. Hubungan Antara Putaran dengan Efisiensi Termal Efektif

Hubungan antara putaran motor bensin empat langkah dengan efisiensi termal efektif, dapat dilihat dalam gambar 5 berikut:

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009



Gambar 5 Hubungan antara putaran dengan efisiensi termal efektif dengan variasi jarum

Gambar 5 menggambarkan hubungan antara putaran poros engkol dengan efisiensi termal efektif dimana secara umum terlihat bahwa semakin tinggi putaran maka daya efektifnya semakin kecil disertai konsumsi bahan bakar yang semakin meningkat.

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa motor bensin dengan penambahan air memiliki efisiensi termal efektif yang lebih besar dibandingkan mesin bensin standar. Hal ini dikarenakan dengan menambahkan air melalui *intake manifold* maka dapat menyerap kalor dari campuran udara-bahan bakar sehingga dapat menurunkan temperatur campuran udara-bahan bakar yang tinggi menjadi lebih randah dan menaikan berat jenisnya sehingga daya yang dihasilkan lebih besar. Daya yang lebih besar dapat menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik efektifnya (SFCE). Karena efisiensi berbanding terbalik dengan SFCE maka efisiensi yang dihasilkan menjadi lebih besar dibandingkan mesin bensin standar.

Dari uraian diatas dapat dilihat bahwa motor bensin dengan penggunaan jarum 27 G menghasilkan efisiensi termal efektif yang lebih besar dibanding motor bensin standar untuk setiap putaran yang diuji dan menghasilkan efisiensi termal efektif yang paling besar dibanding menggunakan jarum 30G maupun 26G

KESIMPULAN

Dari analisis data dan pembahasan penambahan air dengan variasi diameter jarum pada *intake manifold* motor bensin empat langkah maka didapat bahwa penambahan *supplement* air pada *intake manifold* menghasilkan daya efektif, torsi, efisiensi termal efektif dan konsumsi bahan bakar spesifik efektif yang lebih baik dibandingkan dengan mesin bensin standart.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Daftar Pustaka

- Ansori Tohrin, 2000. *Pengaruh penambahan air bertekanan kedalam campuran bahan bakar udara terhadapdaya motor bensin empat langkah.* Skripsi tidak diterbitkan, Malang: Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Arismunandar, W. 2002. *Pengerak Mula Motor Bakar Torak*, ITB, Bandung.
- Arismunandar, W. 2002. *Motor Diesel Putaran tinggi*, ITB, Bandung.
- Dinata, Fredy, 2004. *Pengaruh Variasi Debit penambahan larutan air dan alkohol pada intake manifold terhadap unjuk kerja motor diesel.* Skripsi tidak diterbitkan, Malang: Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Ogawa Seiki Co., LTD.1987. *Manual Book of Engine Research and Test Bed Model GWE-80/100-HS-AV*. Tokyo.
- Petrovsky, N. 1979. *Marine Internal Combustion Engine*, Moscow: Mir Publisher
- Pulkabrek, Willard W. 2004. *Engineering Fundamental of the internal combustion engine*, New Jersey: Prentice Hal International inc
- Wahyudi, Slamet. 2006. *Statistik Teknik*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Wardana, I.N.G. 1995. *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*, Malang: Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang