

ANALISA KERJA MANIFOLD ABSOLUTE PRESSURE (MAP) DAN KADAR KANDUNGAN EMISI GAS BUANG YANG DIHASILKAN PADA MOTOR BENSIN DENGAN SISTEM INJEKSI ELEKTRONIK TYPE D-EFI

Oleh :

Toto Sugiarto

Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
(Telp. +6281261016012, E-mail: totosugiarto5526@yahoo.co.id)

ABSTRACT

This research is aim to : (1) Describe how Manifold Absolute Pressure (MAP) works at low, middle and high level rotation machine; (2) Knowing Levels of Exhaust Emission Content at low, middle and high level rotation machine. Experiment method was used for this research. EFI engine which is using MAP has been analyzed. Scan tool used to observe MAP performance and Four Gas Analyzer to detect and measure Exhaust Emission Content. From experiment found that increasing the spin machine will result in a decrease vacuum of the intake manifold. At low level rotation (750 rpm) the average of air vacuum through the MAP is 29.00 Kpa, the middle level (2000 rpm) is 26.67 Kpa, and at high speed level (5000 rpm) is 27 , 33 Kpa.

Keywords : Electronic Fuel Injection, Manifold Absolute Pressure, Scan Tool, Four Gas Analyzer, Emission Gas, Electronic Injection System Type D-EFI.

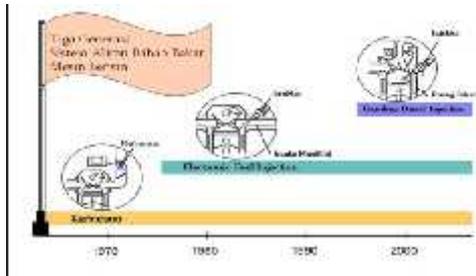
PENDAHULUAN

Pada motor bensin, sistem pengaturan bahan bakar pada kendaraan bermotor telah mengalami peningkatan secara signifikan. Pengaturan tersebut bertujuan untuk mendapatkan pola penyemprotan bahan bakar agar dapat bercampur dengan udara secara homogen. Campuran yang homogen pada ruang bakar dapat menyebabkan proses pembakaran yang lebih sempurna sehingga menghasilkan emisi gas buang lebih sedikit. Sistem EFI menggunakan konsep pencampuran udara dan bahan bakar terjadi pada saluran masuk (*intake manifold*) dengan menggunakan sebuah injektor untuk menyemprotkan bahan bakarnya. Pola pengurusan saat penyemprotan bahan bakar ke dalam intake manifold diatur oleh sebuah

Electronic Control Unit (ECU). ECU akan mendapatkan beberapa sensor untuk meyemprotkan bahan bakar dengan saat dan jumlah yang tepat sesuai dengan putaran mesin. Perbandingan jumlah bahan bakar dan udara yang sesuai akan menyebabkan terjadinya pembakaran yang sempurna untuk menghasilkan tenaga yang optimal dan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Hampir seluruh kendaraan terbaru telah menggunakan sistem EFI.

*Pada sistem EFI terdapat dua jenis sistem yaitu L-EFI dan D-EFI. Perbedaan mendasar pada kedua sistem tersebut adalah pada L-EFI terdapat sebuah sensor pengukur jumlah udara yang masuk kedalam intake manifold (*Mass Air Flow Sensor*). Sedangkan pada D-EFI terdapat sensor tekanan*

udara pada *intake manifold* (*Manifold Absolute Pressure*).



Gambar 1. Tiga generasi sistem bahan bakar

Semua kendaraan berbahan bakar minyak pasti akan menghasilkan gas buang. Gas buang motor bensin jauh lebih berbahaya dibandingkan dengan motor diesel, gas buang motor bensin pada umumnya tidak terlihat oleh mata namun sangat membahayakan untuk kelangsungan hidup manusia. Motor bensin lebih dominan unsur CO, HC, dan Pb. Motor diesel lebih dominan unsur SO₂ dan unsur Carbon yang menimbulkan kepekatan asap knalpot.

Dalam jurnal ini penulis akan mencoba untuk mendeskripsikan kerja sistem EFI yang menggunakan *Manifold Absolute Pressure* (MAP) pada putaran mesin rendah, menengah dan tinggi. Selain itu penulis juga bermaksud untuk mengetahui tingkat kandungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan yang menggunakan D-EFI pada putaran rendah, menengah dan tinggi, yang akan digunakan dalam kajian sistem EFI secara lebih mendalam.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dimana peneliti menguji langsung pada peralatan yang diteliti untuk mendapatkan data.



Gambar 2. Desain Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Pengambilan data kerja sistem D-EFI dilakukan dengan menggunakan *scan tools* dan pengujian emisi gas buang dilakukan dengan *four gas analyzer* untuk mendapatkan kandungan emisi gas buang, yaitu: CO₂, CO, HC, dan O₂.

Mesin yang menggunakan sistem D-EFI dan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah mesin Toyota Avanza keluaran tahun 2009.

Teknik Analisa Data

Teknik analisis kerja MAP dilakukan dengan analisis deskriptif pada hasil pengujian dengan memperhatikan kerja yang terjadi pada masing-masing sistem EFI dan putaran mesin.

Data penelitian ini kemudian dianalisis seberapa besar pengaruh dari kerja MAP pada kandungan emisi gas buang kendaraan dengan menggunakan uji beda yaitu *t test*. Untuk mengetahui tingkat signifikan antara kedua sistem EFI tersebut, maka data tersebut dihitung dengan analisa uji t. Untuk mengetahui taraf signifikan kedua hasil uji tersebut akan di bandingkan dengan harga tabel pada taraf signifikan 5 % apabila diperoleh harga t hitung yang melebihi harga t table.

Teknik Penjamin Keabsahan Data

Keabsahan data yang diperoleh di lapangan diperiksa dengan menggunakan teknik-teknik yang

disarankan oleh Lincoln and Guba dalam mahir (2007) yaitu keterpercayaan, dapat dipertanggung-jawabkan dan kepastian atau objektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian MAP seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil pengujian MAP

No	Kecepatan mesin	Pembakaran 1 (Kpa)	Pembakaran 2 (Kpa)	Pembakaran 3 (Kpa)	Rata-rata hasil (Kpa)
1	750	30	28	29	29,00
2	1200	26	26	27	26,33
3	2000	27	27	26	26,67
4	3000	26	25	25	25,33
5	4000	28	26	26	26,67
6	5000	28	27	27	27,33

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa meningkatnya putaran mesin akan mengakibatkan terjadinya penurunan kevakuman pada saluran intake manifold.

Pada kecepatan rendah (750 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP adalah rata-rata adalah 29,00 Kpa, pada putaran menengah (2000 rpm) kevakumannya 26,67 Kpa, dan pada putaran tinggi (5000 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP sebesar 27,33 Kpa.

Hal ini terjadi karena pada putaran rendah katup throttle masih dalam posisi menutup, sedangkan pada putaran menengah dan tinggi katup throttle sudah mulai terbuka. Hal ini mempengaruhi besarnya kevakuman yang terjadi pada saluran masuk yang terdeteksi oleh sensor MAP.

Tabel 2. Rata-rata hasil pengujian emisi gas buang

Putaran Mesin (rpm)	Rata-rata Hasil Pengujian			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
750	1,47	247,00	10,25	0,54
1200	0,33	190,33	10,53	0,52
2000	0,33	148,67	10,70	0,40
3000	0,21	95,00	10,95	0,37
4000	0,14	48,67	11,20	0,22
5000	0,02	11,67	11,90	0,16

Dari Tabel 2 dapat di ketahui kadar Co akan semakin mengecil seiring dengan meningkatnya putaran mesin.

Pada kendaraan yang mengadopsi UERO 3 kadar Co sebaiknya sangat kecil sekali. Sedangkan kadar HC juga semakin mengecil seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Pada putaran rendah kadar HC tinggi di mungkinakan proses pembakaran dalam ruang bakar terjadi tidak sempurna.

Kesempurnaan pembakaran akan menghasilkan kadar HC yang semakin kecil. Pembakaran yang baik sebaiknya menghasilkan kadar CO₂ lebih besar. Hal tersebut dikarenakan proses pembakaran dalam ruang bakar yang hasilkan H₂O dan Co₂, kadar ini dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan untuk berfotosintesis. Sedangkan mesin yang menghasilkan pembakaran lebih baik akan menghasilkan timbul air pada lubang knalpotnya.

Jika dilihat dari kadar O₂ yang dihasilkan oleh emisi gas menandakan adanya kebocoran pada sistem mufler atau sistem pembakaran didalam ruang bakar yang tidak sempurna. Jika pada sistem pembakaran menghasilkan O₂ yang meningkat dan timbul asap dari sistem pembakaran, menandakan adanya ketidak sempurnaan pembakaran di dalam ruang bakar. Sistem mesin harus dilakukan pengecekan untuk menghindari terjadinya kerusakan secara lebih parah.

Dari hasil pengujian kerja MAP, terlihat pada gambar 3, pada putaran idle (750 rpm) kevakuman yang terjadi pada saluran masuk sebesar 29 Kpa, dan akan mengalami penurunan menjadi 26,33 Kpa pada saat putaran mesin dinaikan pada putaran 1200 rpm.

Kevakuman akan semakin berkurang jika putaran terus dinaikkan menjadi 3000 rpm, kevakuman yang terjadi menjadi 25,33 Kpa. Namun demikian kevakuman akan bertambah jika putaran mesin dinaikkan menjadi 4000 rpm dan 5000 rpm, seperti terlihat pada gambar di atas. Dengan demikian kerja dari MAP sangat dipengaruhi oleh besarnya kevakuman yang terjadi pada

saluran masuk, dan perubahan besarnya pembukaan katup trottle.

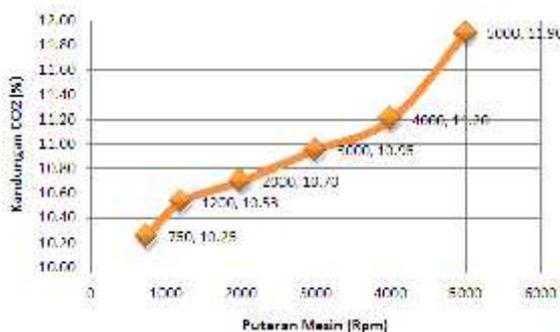


Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kerja MAP

Besarnya perubahan kevakuman yang terjadi pada saluran masuk ini dideteksi oleh sensor MAP, dimana melalui terminal PIM (pressure intake manifold) dikirim besarnya perubahan tegangan kerja ke ECU, perubahan tegangan kerja pada PIM dijadikan acuan untuk mengatur besarnya jumlah bahan bakar yang akan disemprotkan oleh injektor dan saat pengapian pada busi.

Mengacu pada gambar 4, besarnya CO₂ akan semakin meningkat dengan semakin bertambahnya putaran mesin. Hal ini menggambarkan kondisi mesin yang digunakan dalam penelitian ini masih dalam kondisi yang baik.

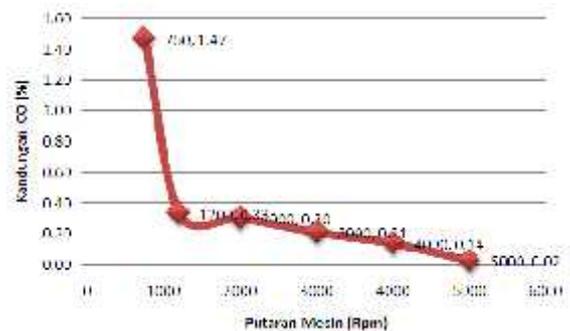
Pada putaran 700 rpm besarnya kandungan CO₂ nya sebesar 10,25% dan saat putaran tinggi (5000 rpm) besarnya kandungan CO₂ nya 11,90%. Besarnya kandungan CO₂ pada mesin yang sudah menggunakan sistem injeksi bahan bakar bensin (electronic fuel injection) yaitu 10 – 16 %.



Gambar 4. Grafik Pengujian Kandungan Emisi CO₂ Engine EFI dengan MAP

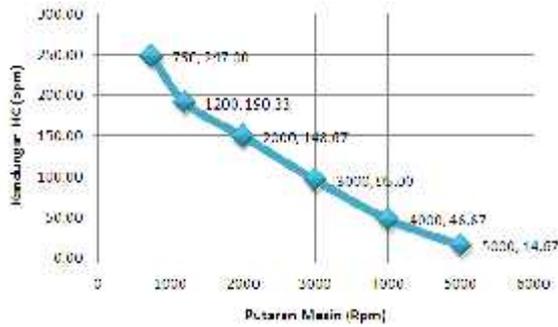
Besarnya kandungan CO₂ yang diukur dengan menggunakan four gas analyzer, menjadi indikator sebuah mesin masih baik atau tidak. Semakin tinggi kadar nilai CO₂ menunjukkan efisiensi pembakaran yang terjadi di dalam silinder. Jika sebuah motor bensin kandungan CO₂ nya dibawah 10 %, menunjukkan mesin tersebut sudah tidak baik kondisinya.

Apabila kandungan CO₂ nya tinggi, maka kandungan emisi CO, HC dan O₂ nya akan rendah, tetapi sebaliknya. Jika kandungan CO₂ nya rendah (dibawah 10%), maka kandungan emisi CO, HC, dan O₂ nya akan menjadi tinggi. Indikator dalam pengujian emisi gas buang motor bensin adalah dengan melihat kandungan CO₂ nya terlebih dahulu, selanjutnya kita melihat kandungan emisi yang lainnya.



Gambar 5. Pengujian Kandungan Emisi CO

Berdasarkan hasil pengujian kandungan CO grafik di atas, dapat terlihat kandung CO akan semakin menurun dengan bertambahnya putaran mesin. Standar besarnya nilai CO untuk mesin yang sudah menggunakan sistem injeksi bahan bakar bensin (EFI) adalah 0 – 2%. Hal ini berarti kondisi engine yang digunakan dalam penelitian ini masih dalam kondisi yang baik. Hal ini karena kandungan nilai CO nya masih dibawah dari nilai yang ditentukan.

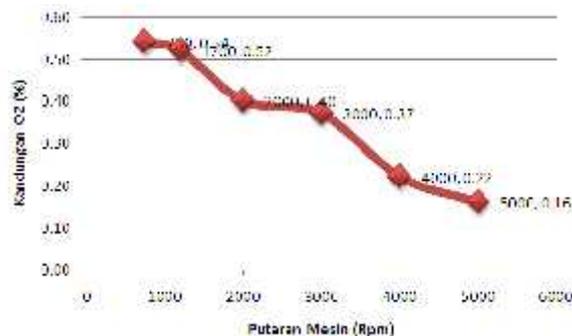


Gambar 6. Pengujian Kandungan Emisi HC

Mengacu pada gambar 5 dapat dijelaskan bahwa besarnya kandungan HC akan semakin menurun dengan bertambahnya putaran mesin.

Pada putaran idle (700 rpm) besarnya kandungan HC 247 ppm, sedangkan pada putaran tinggi (5000 rpm) besarnya kandungan HC 14,67 ppm.

Besarnya standar kandungan Hidro Carbon pada mesin dengan sistem injeksi bahan bakar bensin adalah 0 – 200 ppm (maksimal 200 ppm). Dari data diatas dapat terlihat pada putaran idle kandungan HC lebih besar dari nilai standar, hal ini menunjukkan kualitas pembakaran belum sempurna. Besarnya nilai kandungan HC dipengaruhi oleh kualitas sistem pengapian, jika kandungan HC nya tinggi, maka sistem pengapian pada kendaraan tersebut mengalami kerusakan.



Gambar 7. Pengujian Kandungan Emisi O₂

Berdasarkan tabel pengujian kandungan O₂ diatas, pada putaran idle (750 rpm) Kandungan O₂ nya adalah

0,54 % dan pada putaran tinggi (5000 rpm) O₂ nya adalah 0,16%. Standar besarnya nilai O₂ untuk motor bensin yang sudah dengan sistem injeksi bahan bakar adalah 0 – 2%. Hal terjadi dalam silinder sempurna. Jika kandungan O₂ nya di atas 2% berarti terjadinya campuran kurus pada proses pembakaran motor, dimana jumlah udara yang dibakar lebih banyak dari jumlah bensin yang disemprotkan oleh injektor.

KESIMPULAN

Manifold Absolute Pressure (MAP) digunakan pada EFI tipe D untuk menyensor tekanan udara yang masuk kedalam ruang bakar, MAP adalah salah satu sensor penting pada EFI tipe D.

Pada beberapa pengujian yang telah dilakukan di atas, dapat diketahui bahwa meningkatnya putaran mesin akan mengakibatkan terjadinya penurunan kevakuman pada saluran intake manifold. Pada kecepatan rendah (750 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP adalah rata-rata adalah 29,00 Kpa, pada putaran menengah (2000 rpm) kevakumannya 26,67 Kpa, dan pada putaran tinggi (5000 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP sebesar 27,33 Kpa.

Dari pengujian emisi gas buang di atas dapat di ketahui kadar CO akan semakin mengecil seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Sedangkan kadar HC juga semakin mengecil seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Pada putaran rendah kadar HC tinggi di mungkinkan proses pembakaran dalam ruang bakar terjadi tidak sempurna. Kesempurnaan pembakaran akan menghasilkan kadar HC yang semakin kecil. Pembakaran yang baik sebaiknya menghasilkan kadar CO₂ lebih besar. Hal tersebut dikarenakan proses pembakaran dalam ruang bakar yang hasilkan H₂O dan CO₂, kadar ini dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan untuk berfotosintesis. Sedangkan mesin

yang menghasilkan pembakaran lebih baik akan menghasilkan timbul air pada lubang knalpotnya.

Toyota. (2010). *Training Engine Step I*. Jakarta. PT. Toyota Astra Motor

SARAN

Penelitian ini disarankan agar dapat dilanjutkan dengan pengambilan data yang lebih beragam dengan menggunakan lebih banyak mesin yang dijadikan sampel penelitian, sehingga dapat memberikan masukan yang lebih baik.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan meneliti sensor-sensor lainnya pada motor bensin yang menggunakan sistem bahan bakar injeksi bensin elektronik (*electronic fuel injection/EFI*), dan D-EFI lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daihatsu. (2010). *Engine Step 1 Training*. Jakarta. PT Daihatsu Astra Motor

Gunadi. (2010). *Pengaruh Waktu Pengapian (Ignition Timming) Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mobil Dengan Sistem Bahan Bakar EFI*. Yogyakarta. Hasil Penelitian Di Universitas Negeri Yogyakarta.

Iman Mahir. (2007). *Metode Penelitian*. Padang: Makalah Di Sajikan Pada Pelatihan Penelitian Di Pusat Pengembangan Ilmiah dan Penelitian Mahasiswa Universitas Negeri Padang (PPIPM UNP) 4 Januari 2007.

Junisra Syam. (2009). *Sistem bahan bakar EFI*. Jakarta. PT. TTA International

Leo priyandoko. (2009). *Sistem EFI*. Jakarta. Di Sajikan Pada Pelatihan Sistem EFI di Jakarta.

TTA. (2010). *Dasar-Dasar Sistem EFI*. Jakarta: PT. TTA International