

ANALISA SISTEM KERJA EMS (*ENGINE MANAGEMENT SYSTEM*) DENGAN VARIASI TEMPERATUR AIR PENDINGIN DAN BEBAN KERJA PADA KONDISI STASIONER (ISC) KENDARAAN *DAIHATSU XENIA*

Waluyo

Abstrak

EMS adalah sistem pengaturan pada *engine* untuk mengatur pencampuran udara dan BBM yang tepat, waktu pengapian yang akurat, serta pengontrolan sistem-sistem lain pada *engine*, sesuai dengan kondisi dan beban kerja pada kendaraan. Komponen EMS terdiri dari sensor-sensor, ECU dan actuator. Pengontrolan *engine* sepenuhnya diatur oleh ECU. Setelah mendapatkan data dari sensor sensor ECU akan memberikan signal ke actuator untuk mengontrol *engine*, sehingga kerja dari pada *engine* dapat terkontrol sesuai dengan kondisi dan keadaan *engine*. Pengaruh sensor temperatur air pendingin sangat besar pada saat stasioner (ISC). Metode penelitian ini dilaksanakan dengan cara memvariasikan temperatur air pendingin (ECT) untuk mendapatkan massa bensin, massa udara, *air fuel ratio*, putaran mesin, sudut pengapian, dan konsumsi bensin pada masing masing beban ISC. Hasil dari penelitian dan pengolahan data, diperoleh konsumsi bensin akan mengalami penurunan setiap terjadi kenaikan temperatur air pendingin. Pada beban AC berkisar antara $1,123 \times 10^{-2}$ s.d $2,164 \times 10^{-2}$ kg/jam, pada beban power steering berkisar antara $6,311 \times 10^{-3}$ s.d $9,482 \times 10^{-3}$ kg/jam, pada beban electrical load berkisar antara $6,608 \times 10^{-3}$ s.d $7,876 \times 10^{-3}$ kg/jam dan tanpa beban berkisar antara $6,024 \times 10^{-3}$ s.d $7,920 \times 10^{-3}$ kg/jam. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pengaruh sensor ECT sangat besar terhadap kinerja *engine* pada putaran stasioner (ISC).

Kata kunci : Sensor, ECU, *Actuator*.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi kendaraan dan emisi gas buang sesuai dengan EURO (*european emission standart*) 3, mewajibkan produsen kendaraan memiliki emisi gas buang yang ramah lingkungan. Sehingga diciptakan rekayasa sistem pemasukan bahan bakar dan udara yang mudah dikontrol dan presisi, sesuai dengan kondisi dan keadaan beban mesin. Teknologi ini dinamakan EMS (*Engine management system*), di kontrol sepenuhnya oleh ECU (*Electronic control unit*), untuk mengatur perbandingan bahan bakar dan udara bakar yang tepat, waktu pengapian yang akurat, serta pengontrolan sistem-sistem lain pada engine, sesuai dengan kondisi dan beban kerja kendaraan. Dengan pengontrolan EMS konsumsi penggunaan BBM yang lebih hemat dan performa engine yang meningkat. Kemajuan teknologi tersebut tidak diikuti oleh kemampuan SDM, Kesalahan dalam hal pemeliharaan dan perbaikan kendaraan yang telah menggunakan EMS masih terjadi.

Engine yang menggunakan EMS terdiri

dari beberapa sistem diantaranya adalah ISC (*Idle speed control*) berfungsi sebagai sistem yang mengatur jumlah udara masuk ketika *throttle valve position* tertutup dan *engine* pada posisi putaran *stationer*. ISC dipasang secara *by pass* terhadap katup *throttle valve engine*, jumlah volume udara yang masuk kedalam ruang bakar diatur sepenuhnya oleh ECU, persentase (%) pembukaan katup ISC sangat tergantung pada temperatur air pendingin engine, dan beban-beban pada stasioner (ISC) kendaraan.

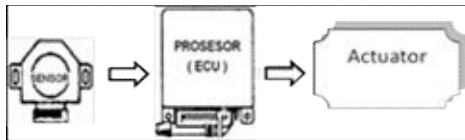
Rumusan masalah dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh perubahan temperatur air pendingin terhadap massa udara, massa bensin, AFR, sudut pengapian, putaran mesin, dan konsumsi bensin pada tiap tiap beban ISC.

KAJIAN PUSTAKA

EMS (*Engine management system*).

Engine Management System adalah suatu sistem pengaturan pada *engine* yang mengatur dan mengontrol seluruh sistem pada *engine*, dikendalikan oleh *Electronic Control Unit* (ECU),

sehingga *performance engine* terkontrol sesuai dengan kondisi dan keadaan terbaik. Komponen EMS terdiri dari sensor-sensor sebagai data input, ECU, dan *actuator*. Signal input diproses di ECU kemudian ECU akan mengeluarkan output berupa tegangan (volt) dan di kirim ke setiap *actuator* di seluruh sistem-sistem yang ada pada *engine*.

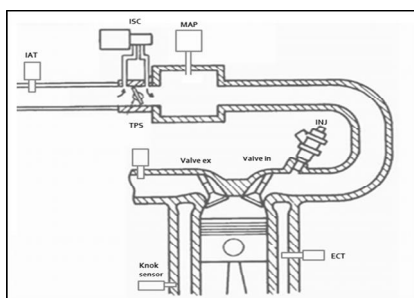


Gambar 1. Pengolahan signal pada EMS



Gambar 2. Diagram Engine Manajement System
ISC (IDLE SPEED CONTROL).

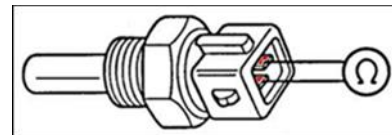
Idle Speed Control merupakan salah satu jenis *actuator* pada EMS yang berfungsi sebagai pengatur udara masuk ke *intake manifold* ketika *throttle valve position* dalam keadaan tertutup dan *engine* pada posisi putaran stasioner. ISC dipasang secara *by pass* terhadap katup *throttle valve engine*, banyaknya udara yang masuk kedalam ruang bakar diatur sepenuhnya oleh ECU (Sumber : Engine control system, Hus 2010).



Gambar 3. Posisi katup ISC pada engine

Sensor ECT (*Engine coolant temperature*).

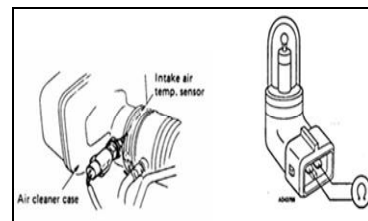
Sensor ECT berfungsi mengirim signal tegangan berupa informasi kepada ECU tentang temperatur cairan pendingin (*engine coolant*) pada *engine*. Bahan sensor ECT terdiri dari *Solid-state variable resistor semiconductor* NTC (*negative temperature coefficient*). NTC adalah *Thermistor* yang nilai tahanannya berkurang bila temperatur naik (Nilai tahanan berbanding terbalik terhadap temperatur).



Gambar 4. Sensor ECT

Sensor IAT (*Intake air temperature*).

Sensor IAT adalah sensor pada EMS yang mendeteksi temperatur udara masuk kedalam *intake manifold*. Prinsip kerja dan rangkaian electronic sensor ini sama dengan sensor ECT dimana tegangan signal dan tahanan IAT akan berubah ketika terjadi perubahan temperatur.

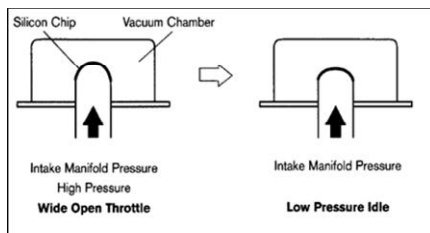


Gambar 5. Sensor IAT

Sensor MAP (*manifold absolute pressure*).

Sensor MAP adalah jenis sensor yang dapat mengindikasikan tekanan udara pada *intake manifold* dan dikonversikan menjadi kecepatan udara pada *intake manifold*. Sensor ini bekerja dengan prinsip perbedaan tekanan (kevakuman) pada *intake manifold* dengan ruang vakum pada sensor. Membran terbuat dari bahan *Piezo Resistive* dimana tahanan sensor ini akan berubah ketika terjadi perubahan bentuk pada membran akibat dari

tekanan vakum pada *intake manifold*.



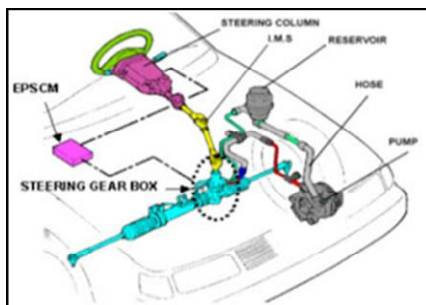
Gambar 6. Sensor MAP

Switch AC (*air conditioner*).

Ketika *engine idle* dan *Switch AC* dihidupkan maka *engine* akan menerima beban tambahan berupa *kompresor AC*, ECU akan memerintahkan ISC membuka lebih lebar dan *injector* akan menyemprotkan bahan bakar lebih banyak. Sehingga *engine* tidak mati ketika menerima baban lebih basar. Pengaruh *switch AC* sangat dominan dalam kerja ISC.

Sensor *electronic power steering*

Pada saat *engine* berputar *idle* dan *power steering* digerakkan, maka *hydraulic pump* pada *power steering* akan membutuhkan tekanan oil yang besar sehingga akan menambah beban kerja pada *engine*, dan daya yang lebih agar *engine* tidak mati. Pada saat *control valve* terbuka maka secara otomatis sensor tekanan *oil hydraulic* akan mengirim signal ke ECU, ECU akan memerintahkan ISC untuk membuka lebih besar untuk menaikkan putaran *engine*.



Gambar 7. Sensor *power steering*

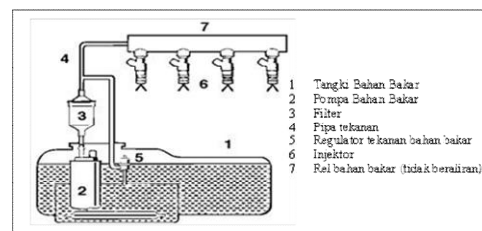
Sensor *electrical load*

Sensor *electrical load* adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi penggunaan listrik.

Ketika terjadi penggunaan daya listrik yang besar (*head lamp, blower AC*), maka sensor akan mengirim *signal* ke ECU dan ECU akan menambah tegangan yang masuk kedalam rotor di alternator, kemagnetan pada alternator akan bertambah dan akan menghasilkan tegangan listrik yang sesuai dengan kebutuhan beban. Pada saat bersamaan ECU juga akan memerintahkan ISC untuk membuka katup lebih besar sehingga RPM akan naik. Karena *engine* membutuhkan daya yang lebih untuk memutar alternator.

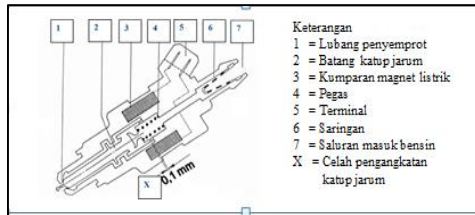
EFI (*electronic fuel injection*).

EFI (*Elektronik fuel injection*) adalah sebuah sistem penyemprotan bahan bakar secara elektronik, untuk mendapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan *engine*, sehingga didapatkan daya motor yang optimal. Dengan pemakaian bahan bakar yang tepat akan menghasilkan gas buang yang ramah lingkungan



Gambar 8. Sistem aliran bahan bakar EFI

Pembukaan katup *injector* terjadi ketika lilitan kabel dialiri tegangan listrik dari ECU, sehingga terjadi *electromagnetic* pada lilitan tersebut dan akan membuka lubang penyemprot pada *injector*. Ketika tegangan listrik hilang, maka kemagnetan pada kumparan akan hilang sehingga lubang penyemprotan akan tertutup oleh pegas pengembali. Banyaknya bahan bakar yang disemprotkan tergantung dari lamanya pembukaan katup *injector* tergantung oleh tegangan yang diberikan oleh ECU.



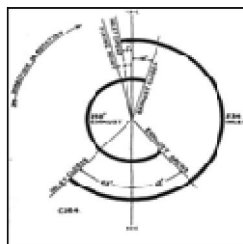
Gambar 9. Konstruksi *injector* pada EFI

Sistem pemasukan udara (*intake air system*).

Sistem pemasukan udara pada motor bakar bensin terjadi pada langkah isap (*intake stroke*) ketika piston bergerak dari TDC (*top death centre*) menuju BDC (*bottom death centre*) dan katup hisap (*intake valve*) terbuka, volume silinder membesar mengakibatkan kevakuman dalam silinder dan udara akan masuk ke dalam silinder. Pada saat putaran mesin stationer (*idle*), udara akan masuk melalui filter udara (*air filter*) kemudian melewati katup ISC.

Waktu pembukaan katup.

Waktu pembukaan katup dipengaruhi oleh konstruksi *camshaft*. Pada umumnya besar sudut pembukaan katup hisap dan katup buang adalah 230° sampai 270°



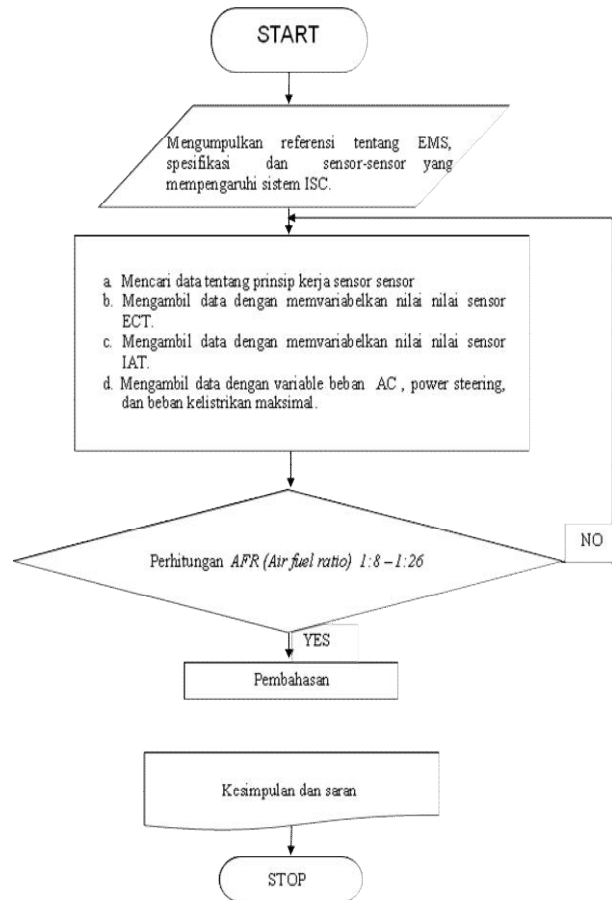
Gambar 10. Pembukaan katup pada *camshaft*

AFR (*air fuel ratio*).

AFR (*air fuel ratio*) adalah perbandingan massa udara dan bahan bakar Secara teoritis campuran udara dan bahan bakar yang sempurna adalah campuran bahan bakar yang menghasilkan gas buang CO₂ dan H₂O.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian.



Variabel bebas.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah sensor ECT (*engine coolant temperature*), sensor IAT (*intake air temperature*), beban AC (*air conditioner*), beban *power steering*, beban *electrical load*, Tanpa beban.

Variabel terikat.

Variabel terikat pada penelitian ini adalah: massa bensin, massa udara, AFR, Waktu pengapian, Putaran mesin (rpm) dan konsumsi bensin.

Alat dan Bahan dalam pengambilan data

Terdiri dari : Kendaraan Daihatsu Xenia, Scan tool, DLC, OBD, tool kit, avometer, solder listrik, simulasi sensor ECT dan IAT.

Prosedur pengambilan data

Hidupkan *engine*, Pastikan tidak ada *throttle*

code pada scan tool. Posisikan simulasi sensor IAT (10°C s.d 40°C) dan simulasi sensor (20°C s.d 100°C). Catat dan rekam/photo data yang ada pada scan tool pada keadaan tanpa beban (TB). power steering (PS), electrical load (EL) dan AC.

PENGOLAHAN DATA

Bahan Bakar (Bensin)

- a. Debit bahan bakar pada *injector*

$$Q = \frac{\text{Volume rata-rata (cm}^3\text{)}}{t \text{ (s)}}$$

$$Q = 3,5 \text{ cm}^3/\text{s} = 0,0000035 \text{ m}^3/\text{s}$$

- b. Laju aliran massa (kg/s)

$$\dot{m} = \rho \text{ (kg/m}^3\text{)} \times Q \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$\dot{m} = 0,002519 \text{ (kg/s)}$$

- c. Massa Bensin (kg)

$$m = \dot{m} \text{ (kg/s)} \times t_{\text{inj}} \text{ (s)}$$

$$m = 5,0379 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

Udara

- a. Waktu pembukaan *intake valve* (s)

$$t_v = \frac{60}{n} \times \left(\frac{\alpha_v}{360} \right)$$

$$t_v = 0,0246523 \text{ (s)}$$

- b. Densitas udara (kg/m³)

$$\rho = \frac{P(Pa)}{R(J/kg.K) \times T(K)}$$

$$\rho = 0,311696 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

- c. Kecepatan aliran udara pada *intake manifold*.

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot (P_1 - P_2) \text{ (N/m}^2\text{)}}{\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}}}$$

$$v = 659,088 \text{ m/s}$$

- d. Luas penampang pembukaan katup ISC

$$A_{ISC} = A_{by \text{ pass}} \text{ (m}^2\text{)} \times ISC \text{ duty ratio (\%)}$$

$$A_{ISC} = 1,2083 \times 10^{-5} \text{ (m}^2\text{)}$$

- e. Debit udara pada *intake manifold*

$$Q_{udara} = V \text{ (m}^3/\text{s)} \times A_{isc} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Q_{udara} = 0,0080 \text{ m}^3/\text{s}$$

- f. Laju aliran massa udara.

$$\dot{m} = \rho \text{ (kg/m}^3\text{)} \times Q \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$\dot{m} = 0,002482367 \text{ (kg/s)}$$

- g. Massa udara (kg).

$$m = \dot{m} \cdot t_v$$

$$m = 0,000196333 \text{ (kg)}$$

AFR (*air fuel ratio*).

$$AFR = \text{massa udara (kg)} : \text{massa bensin (kg)}$$

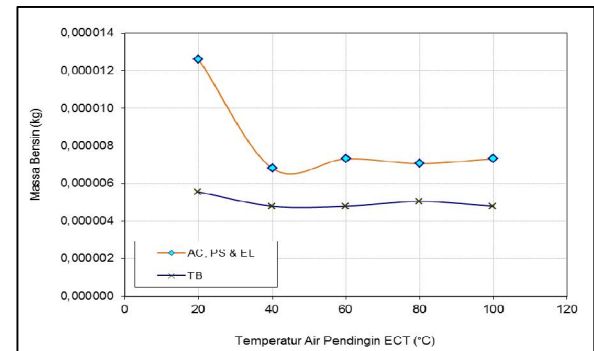
$$AFR = 12,14715648 : 1$$

Konsumsi bahan bakar bensin (Kg/jam)

$$K = \frac{n \times m_{bbm}}{2} \times 60 \times z$$

$$K = 0,956394936 \text{ (kg/jam)}$$

Hubungan ECT dengan massa bensin (kg)



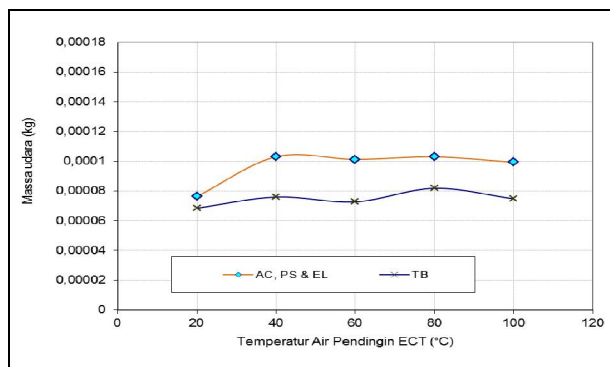
Gambar 11. Grafik hubungan antara temperatur air pendingin (ECT) dengan massa bensin pada temperatur udara 30°C

Dari gambar 11 diperoleh pengaruh temperatur air pendingin terhadap massa bensin terjadi penurunan pada temperatur 20°C – 40°C. Dengan metode regresi linear, nilai massa bensin (m) terhadap temperatur air pendingin (ECT) pada

beban AC, PS dan EL adalah $m = -2,896 \times 10^{-7} (ECT) + 1,935 \times 10^{-5}$ atau terjadi penurunan massa bensin sebesar $2,896 \times 10^{-7} \text{ kg}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin, pada kondisi tanpa beban dengan nilai $m = -3,778 \times 10^{-8} (ECT) + 6,171 \times 10^{-6}$ atau sebesar $3,778 \times 10^{-8} \text{ kg}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin..

Pengaruh temperatur air pendingin terhadap massa bensin yang paling besar terdapat pada temperatur $20^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}$. ,setelah temperatur air pendingin mencapai $50-100^\circ\text{C}$ massa bensin relatif konstan. Hal ini karena pada temperatur $20-40^\circ\text{C}$ dibutuhkan campuran udara dan bahan bakar (AFR) yang lebih kaya, sehingga memudahkan proses *starting engine*. Selain itu penggunaan massa bensin yang besar pada temperatur rendah akan mempercepat tercapainya temperatur kerja pada *engine* dan pada saat temperatur air pendingin naik secara otomatis akan menurunkan densitas udara sehingga ECU akan mengurangi bahan bakar yang disempotkan. Sehingga efisiensi maksimal *engine* lebih cepat tercapai dan nilai AFR dapat mencapai angka ideal Hubungan antara temperatur air pendingin (ECT) dengan massa udara pada beban-beban di sistem ISC.

Hubungan ECT dengan massa udara



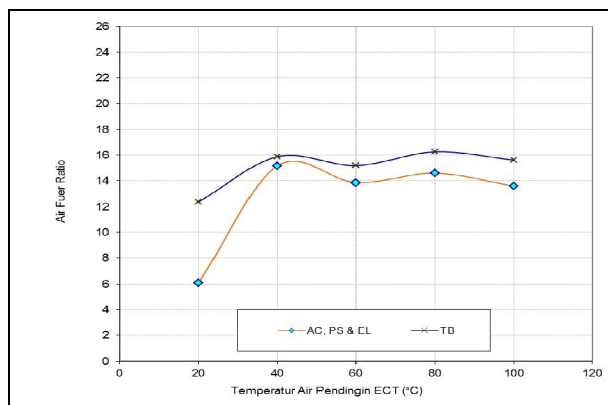
Gambar 12. Grafik hubungan antara temperatur

air pendingin (ECT) dengan massa udara pada temperatur udara 30°C .

Dari gambar 12 diperoleh pengaruh temperatur air pendingin terhadap massa udara adalah terjadi kenaikan massa udara seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin pada $20^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$. Dengan metode regresi linear, nilai massa udara (m) terhadap temperatur air pendingin (ECT) pada beban AC, PS dan EL adalah $m = 2,744 \times 10^{-7} (ECT) + 8,08 \times 10^{-5}$ atau terjadi kenaikan massa udara sebesar $2,744 \times 10^{-7} \text{ kg}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin,, pada kondisi tanpa beban dengan nilai $m = 1,411 \times 10^{-7} (ECT) + 6,515 \times 10^{-5}$ atau sebesar $1,411 \times 10^{-7} \text{ kg}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin.

Pengaruh temperatur air pendingin terhadap massa udara adalah berbanding lurus terhadap kenaikan temperatur air pendingin. Dimana setiap kenaikan temperatur air pendingin akan diikuti dengan kenaikan massa udara. Pada saat temperatur air pendingin rendah dibutuhkan nilai AFR yang kaya untuk memudahkan *starting engine*. Untuk itu ECU akan mengatur pemasukan nilai massa udara yang rendah, sehingga mendapatkan nilai AFR yang kaya. Setelah temperatur air pendingin naik maka secara perlahan massa udara akan dinaikan untuk mencapai AFR yang ideal sehingga mendapatkan kesempurnaan pembakaran dan menghasilkan emisi gas buang yang rendah.

Hubungan ECT dengan AFR



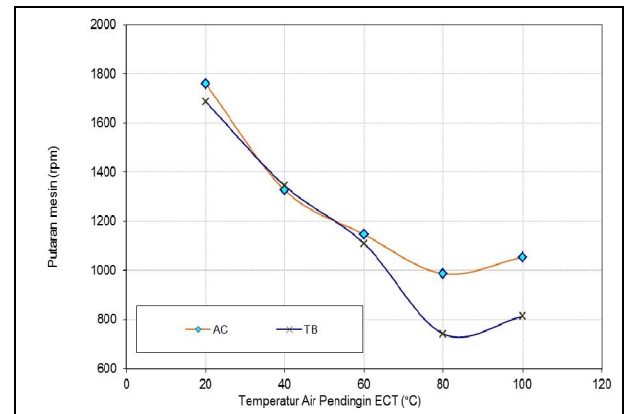
Gambar 13. Grafik hubungan temperatur air pendingin (ECT) dengan AFR pada temperatur udara 30°C

Dari gambar 13 diperoleh pengaruh temperatur air pendingin terhadap AFR adalah terjadi kenaikan AFR seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin pada 20°C – 100°C. Dengan metode regresi linear, nilai AFR terhadap temperatur air pendingin (ECT) pada beban AC, PS dan EL adalah $AFR = 8,653 \times 10^{-2}x + 7,369 \times 10^{-1}$ atau terjadi kenaikan AFR sebesar $8,653 \times 10^{-2}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin pada kondisi tanpa beban dengan nilai $AFR = 3,964 \times 10^{-2}(ECT) + 1,269 \times 10^{-1}$ atau sebesar $3,964 \times 10^{-2}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin.

Pengaruh temperatur air pendingin terhadap AFR adalah berbanding lurus. Setiap kenaikan temperatur air pendingin akan diikuti dengan kenaikan nilai AFR. Pada temperatur air pendingin masih rendah dibutuhkan nilai AFR yang kaya (5-10 : 1) untuk memudahkan *starting engine*. Setelah *engine* hidup dan temperatur air pendingin naik, nilai AFR akan naik akibat dari pemasukan massa udara yang meningkat. Hal ini

akan mengakibatkan pembakaran menjadi sempurna dan akan menghasilkan emisi gas buang yang rendah.

Hubungan ECT terhadap putaran mesin(rpm)



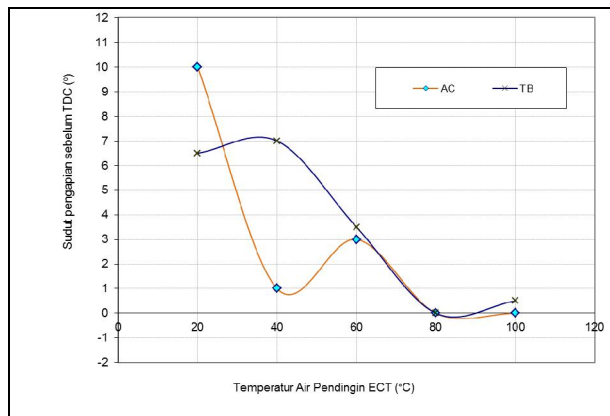
Gambar 14. Grafik hubungan temperatur air pendingin (ECT) dengan putaran mesin (rpm) pada temperatur udara 30°C

Dari gambar 14 diperoleh pengaruh temperatur air pendingin terhadap putaran mesin adalah terjadi penurunan putaran mesin seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin pada 20°C – 100°C. Dengan metode regresi linear, nilai putaran mesin (rpm) terhadap temperatur air pendingin (ECT), pada beban AC, PS dan EL adalah $rpm = 1,008 \times 10^1(ECT) + 1,840 \times 10^3$ atau terjadi penurunan putaran mesin sebesar $1,008 \times 10^1$ rpm setiap kenaikan temperatur air pendingin, pada kondisi tanpa beban dengan nilai $rpm = -1,215 \times 10^1(ECT) + 1,853 \times 10^3$ atau sebesar $1,215 \times 10^1$ setiap kenaikan temperatur air pendingin.

Pengaruh temperatur air pendingin (ECT) terhadap putaran mesin (rpm) adalah berbanding terbalik, karena setiap kenaikan temperatur akan diikuti dengan penurunan putaran mesin (rpm). Pada saat temperatur air pendingin masih rendah

dibutuhkan tercapainya temperatur kerja *engine* yang cepat (temperatur kerja air pendingin berkisar antara 80-90°C). Untuk itu ECU akan mengatur putaran mesin tinggi sehingga akan meningkatkan jumlah siklus pembakaran persatuan waktu.. Dengan demikian waktu pemanasan *engine* lebih cepat tercapai.

Hubungan ECT terhadap sudut pengapian(°)

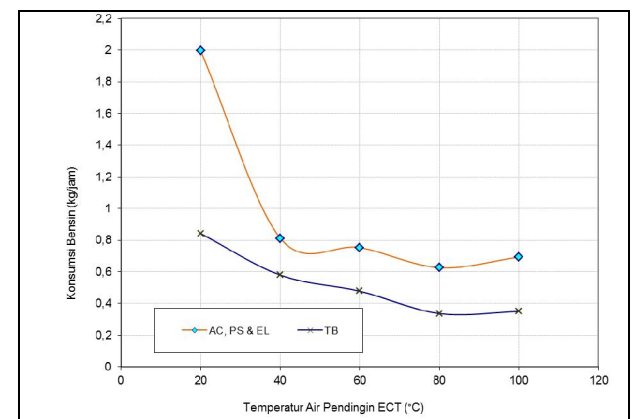


Gambar 15. Grafik hubungan temperatur air pendingin (ECT) dengan sudut pengapian (°) pada temperatur udara 30°C

Dari gambar 15 diperoleh pengaruh temperatur air pendingin terhadap putaran mesin adalah terjadi penurunan sudut pengapian (°BTDC), seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin pada 20°C – 100°C. Dengan metode regresi linear, nilai sudut pengapian (°BTDC) terhadap temperatur air pendingin (ECT), pada beban AC, PS dan EL adalah $^{\circ}BTDC = -1,117 \times 10^{-1}(ECT) + 1,014 \times 10^1$ atau terjadi penurunan sudut pengapian (°BTDC) sebesar $1,117 \times 10^{-1}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin, pada kondisi tanpa beban dengan nilai $^{\circ}BTDC = -9,917 \times 10^{-2}(ECT) + 9,839$ atau sebesar $9,917 \times 10^{-2}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin.

Pengaruh temperatur air pendingin (ECT) terhadap sudut pengapian (°) adalah berbanding terbalik, Karena kenaikan temperatur air pendingin akan diikuti dengan penurunan sudut pengapian (°BTDC). Pada *Engine* yang telah menggunakan EMS besarnya kecepatan putaran engine (rpm) pada saat *idle* lebih di dominasi pada waktu pengapian, karena telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya bahwa massa bensin pada temperatur air pendingin 40-100°C relatif konstan., untuk menaikkan dan menurunkan putaran mesin diatur sepenuhnya oleh sistem pengapian. Semakin besar derajat pengapian (°BTDC) akan menghasilkan putaran mesin yang tinggi. Begitu juga sebaliknya semakin kecil sudut pengapian (°BTDC) akan menghasilkan putaran mesin yang rendah.

Hubungan ECT terhadap konsumsi bensin



Gambar 16. Grafik hubungan temperatur air pendingin (ECT) dengan konsumsi bensin pada temperatur udara 30°C

Dari gambar 16 diperoleh pengaruh temperatur air pendingin terhadap konsumsi bensin adalah terjadi penurunan konsumsi bensin seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin, pada 20°C – 100°C. Dengan metode regresi linear, nilai konsumsi bensin (k) terhadap temperatur air

pendingin (ECT), pada beban AC, PS dan EL adalah $k = -2,164 \times 10^{-2}(ECT) + 2,616$ atau terjadi penurunan konsumsi bensin sebesar $2,164 \times 10^{-2} \text{ kg / jam}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin, pada kondisi tanpa beban dengan nilai $k = -7,920 \times 10^{-3}(ECT) + 1,141$ atau sebesar $7,920 \times 10^{-3} \text{ kg / jam}$ setiap kenaikan temperatur air pendingin.

Pengaruh temperatur air pendingin (ECT) terhadap konsumsi bensin adalah berbanding terbalik, karena setiap kenaikan temperatur air pendingin akan menurunkan konsumsi bensin. Banyaknya konsumsi bensin pada *engine* dipengaruhi oleh 2 hal yaitu massa bensin (kg) yang diinjeksikan dan banyaknya penyemprotan injektor per satuan waktu. Dari data sebelumnya (gambar grafik 4.1) dihasilkan bahwa massa bensin yang disemprotkan pada temperatur 40-100°C relatif konstan, namun putaran mesin (rpm) akan turun seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin. Sehingga bisa dipastikan bahwa konsumsi bensin akan turun seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin. Konsumsi bensin terbesar terjadi pada beban AC, kemudian *power steering*, *electrical load*, dan tanpa beban.

KESIMPULAN

a. Pengaruh perubahan temperatur air pendingin (ECT) terhadap massa bensin terjadi pada temperatur 20-40°C dimana nilai massa bensin akan turun seiring dengan kenaikan temperatur air pendingin (berbanding terbalik). Setelah temperatur mencapai 50-100°C massa bensin relatif konstan.

b. Pengaruh perubahan temperatur air pendingin (ECT) terhadap massa udara adalah

setiap kenaikan temperatur air pendingin akan menaikkan nilai massa udara (berbanding lurus) terhadap seluruh beban ISC.

c. Pengaruh perubahan temperatur air pendingin (ECT) terhadap AFR (*air fuel ratio*) adalah setiap kenaikan temperatur air pendingin akan menaikkan nilai AFR (berbanding lurus) terhadap seluruh beban ISC

d. Pengaruh perubahan temperatur air pendingin (ECT) terhadap putaran mesin (rpm) adalah setiap kenaikan temperatur air pendingin akan menurunkan putaran mesin (berbanding terbalik) terhadap seluruh beban ISC.

e. Pengaruh perubahan temperatur air pendingin (ECT) terhadap sudut pengapian (BTDC) adalah setiap kenaikan temperatur air pendingin akan menurunkan sudut pengapian (berbanding terbalik) terhadap seluruh beban ISC.

f. Pengaruh perubahan temperatur air pendingin (ECT) terhadap konsumsi bensin adalah setiap kenaikan temperatur air pendingin akan menurunkan konsumsi bensin (berbanding terbalik) terhadap seluruh beban ISC.

DAFTAR PUSTAKA

Joko Saraswo, Aris. *Belajar Sistem Aliran Bahan Bakar Pada Mesin EFI*. Raswo

Joko Saraswo, Aris. *Sistem Pengapian elektronik*. Raswo Publisher, Solo. 2010.

Manual Shop Daihatsu Xenia, xenia, Toyota corp, 2006

Tugas Akhir, Darmadi. *Perbandingan unjuk kerja motor bensin Toyota 4k menggunakan camshaft modifikasi*, Malang, 1998.

E karyanto, *Pedoman reparasi motor bensin*, Radar jaya offset, Jakarta, 1994

Drs M Sutarman , Ir Ohan juhana , Service dan reparasi auto mobil, Pustaka grafika,Bandung , 2001.

Drs Daryanto, Prinsip dasar Mesin Otomotif, Alfabeta, Bandung ,2011

Modul Engine Control System. VEDC, Malang.

Supplement pedoman reparasi Daihatsu Xenia