

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Observasi terhadap media pembelajaran simulasi sistem EFI mencari referensi dari beberapa sumber yang berkaitan dengan judul yang di ambil. Berikut beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian yang berbentuk Tugas Akhir yang ditulis oleh Rahma Afiyanto tahun 2016 yang berjudul “Analisis Elektronik Fuel Injection (EFI) pada toyota Great Corolla tipe 4A-FE”. Penelitian ini membahas tentang analisa sistem EFI, untuk mengetahui masalah apa saja yang ada pada Engine Great Corolla.
Hasil pembahasannya adalah mengetahui prinsip kerja sistem EFI dan efisiensi bahan bakar Engine Toyota Great Corolla 4A-FE

2.2 Sejarah Toyota Great Corolla



Gambar 2.1 Toyota Great Corolla tahun 1992 (Autogaya: 2017)

Toyota Great Corolla adalah mobil jenis sedan yang keluar mulai tahun 1992 sampai 1996, toyota great corolla ini hadir untuk menggantikan Toyota *Twin Cam* yang berhenti di produksi pada tahun 1991 dimana perbedaan yang mencolok dengan *Twin Cam* adalah pada Bodi Toyota Corolla yang berlekuk lebih halus dan kapasitas silinder mesin yang lebih besar untuk Great Corolla 1600 cc. Toyota Great Corolla ini keluar dengan 2 varian yakni varian SE bermesin 1300 cc (SOHC 12 katub dengan kode mesin 2E), kemudian varian Great Corolla SEG yang bermesin 1600cc dengan DOHC 16 katup (kode mesin 4AF-E). Untuk yang bermesin 1300 cc ini mesin yang digunakan sama dengan toyota *twin cam* (memakai mesin twin cam), sedangkan yang 1600 cc sudah berbeda teknologi mesin misalnya pada pasokan bahan bakar sudah memakai injeksi (spesifikasi

mesin sudah berbeda), akan tetapi pada tahun 1994 varian SE 1.3 digantikan oleh SE 1.6 sehingga untuk keluaran tahun 1994 sampai 1996 semuanya sudah memakai mesin 1600 cc.

Seperti telah disebutkan di atas mesin mobil ini ada 2 jenis yakni 1300 cc dan 1600 cc, kita akan bahas untuk mesin 1600 cc,

Berikut adalah spesifikasi great corolla 1600 cc:

- a. Kapasitas ruang bakar: 1587 cc
- b. Model : 4A-FE
- c. Tenaga Maksimum : 115 Ps/ 6000 Rpm
- d. Torsi maksimum : 147 nm / 4800 rpm
- e. Jumlah silinder : 4 dengan 16 katup dan *water cooling*
- f. Sistem pasokan bahan bakar : sistem injeksi
- g. Jenis BBM : bensin tanpa timbal (premium)
- h. Konsumsi BBM rata-rata : 11-13 km/ liter
- i. Sistem transmisi : manual 5 kecepatan
- j. Sistem suspensi : depan belakang memakai coil spring

Dari spesifikasi mesin di atas terlihat bahwa Great Corolla termasuk mobil dengan mesin yang sangat bagus di tahun tersebut, kapasitas silinder yang besar yakni 1600 cc dengan kemampuan mesin yang sangat bertenaga pada jamannya 115 PS dan konsumsi BBM yang sangat irit di jamannya 1:11.

2.3 Media Pembelajaran

Media adalah sebuah alat yang mempunyai fungsi menyampaikan pesan. Media pembelajaran adalah sebuah alat yang berfungsi dan digunakan untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Pembelajaran adalah proses komunikasi antara pembelajar, pengajar, dan bahan ajar.

Dari pengertian diatas, secara umum dapat dikatakan bahwa substansi dari media pembelajaran adalah bentuk saluran, yang digunakan untuk menyalurkan pesan, informasi atau bahan pelajaran kepada penerima pesan atau pembelajar dapat pula dikatakan bahwa media pembelajaran adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan dalam lingkungan pembelajar yang dapat merangsang pembelajar untuk belajar

2.3.1 Tujuan Media Pembelajaran

Tujuan media pembelajaran sebagai alat bantu pembelajaran, adalah sebagai berikut :

- a. Mempermudah proses pembelajaran di kelas
- b. Meningkatkan efisiensi proses pembelajaran
- c. Menjaga relevansi antara materi pelajaran dengan tujuan belajar
- d. Membantu konsentrasi pembelajar dalam proses pembelajaran

2.3.2 Manfaat Media Pembelajaran

Manfaat media pembelajaran sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran adalah sebagai berikut :

- a. Pengajaran lebih menarik perhatian pembelajar sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar
- b. Bahan pengajaran akan lebih jelas maknanya, sehingga dapat lebih di pahami pembelajar, serta memungkinkan pembelajar menguasai tujuan pengajaran dengan baik
- c. Metode pembelajaran bervariasi, tidak semata-mata hanya komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata lisan pengajar, pembelajar tidak bosan, dan pengajar tidak kehabisan tenaga.
- d. Pembelajar lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan penjelasan dari pengajar saja, tetapi juga aktivitas lain yang dilakukan seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan dan lain-lainya.

2.3.3 Pertimbangan Pemilihan Media

Pertimbangan media yang akan digunakan dalam pembelajaran menjadi pertimbangan utama, karena media yang dipilih harus sesuai dengan:

- a. Tujuan pengajaran
- b. Bahan pelajaran
- c. Metode mengajar
- d. Alat yang dibutuhkan
- e. Pribadi mengajar

- f. Minat dan kemampuan mengajar
- g. Situasi pengajaran yang sedang berlangsung

Keterkaitan antara media pembelajaran dengan tujuan, materi, metode, dan kondisi pembelajar, harus menjadi perhatian dan pertimbangan pengajar untuk memilih dan menggunakan media dalam proses pembelajaran dikelas, sehingga media yang digunakan lebih efektif dan efisien untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sebab media pembelajaran tidak dapat berdiri sendiri, tetapi terkait dan memiliki hubungan secara timbalebalik dengan empat aspek tersebut. Dengan demikian, alat-alat, sarana, atau media pembelajaran yang digunakan harus disesuaikan dengan empat aspek tersebut, untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif dan efisien.

2.3.4 Fungsi Media Pembelajaran

Media Pembelajaran berfungsi untuk merangsang pembelajaran dengan:

- a. Menghadirkan obyek sebenarnya dan obyek yang langka
- b. Membuat duplikasi dari obyek yang sebenarnya
- c. Membuat konsep abstrak ke konsep konkret
- d. Memberi kesamaan persepsi
- e. Mengatasi hambatan waktu, tempat, jumlah, dan jarak
- f. Menyajikan ulang informasi secara konsisten
- g. Memberi suasana yang belajar yang tidak tertekan, santai, dan menarik.

2.4 EFI

Mesin dengan karburator konvensional, jumlah bahan bakar yang diperlukan oleh mesin diatur oleh karburator. Pada mesin modern dengan menggunakan sistem EFI maka jumlah bahan bakar di atur (dikontrol) lebih akurat oleh komputer dengan mengirimkan bahan bakarnya kesilinder melalui injektor.

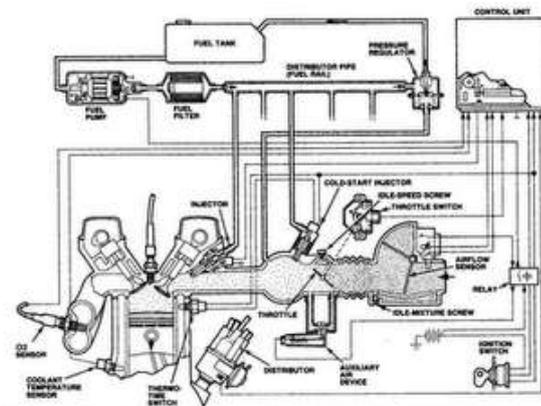


Figure 17-14. The Bosch L-Jetronic system has been used on various Japanese, European, and domestic vehicles. (Bosch)

Gambar 2.2 Sistem EFI (Joko Sadiyanto: 2013)

Sistem EFI menentukan jumlah bahan bakar yang optimal (tepat) disesuaikan dengan jumlah dan temperatur udara yang masuk, kecepatan mesin, temperatur air pendingin, posisi katup *throttle* pengembunan *oxygen* di dalam *exhaust pipe*, dan kondisi penting lainnya. Komputer EFI mengatur jumlah bahan bakar untuk dikirim ke mesin pada saat penginjeksian dengan perbandingan udara dan bahan bakar yang optimal berdasarkan kepada karakteristik kerja mesin. Sistem EFI menjamin perbandingan udara dan bahan bakar yang ideal dan efisiensi bahan bakar yang tinggi pada setiap saat. Sistem EFI dirancang untuk mengukur jumlah udara yang

dihisap dan untuk mengontrol penginjeksian bahan bakar yang sesuai. Besarnya udara yang dihisap diukur langsung dengan tekanan udara dalam intake manifold (D-EFI sistem) atau dengan *airflow meter* pada sistem L-EFI. Berikut macam-macam EFI

a. Sistem D-EFI (*Manifold Pressure Control Type*)

Sistem D-EFI mengukur tekanan udara dalam *intake manifold* dan kemudian melakukan perhitungan jumlah udara yang masuk. Tetapi karena tekanan udara dan jumlah dalam intake manifold tidak dalam konvensi yang tepat, sistem D-EFI tidak begitu akurat dibandingkan dengan sistem L-EFI.

b. Sistem L-EFI

Dalam Sistem L-EFI, *airflow meter* langsung mengukur jumlah udara yang mengalir melalui *intake manifold*. *Airflow meter* mengukur jumlah udara dengan sangat akurat, sistem L-EFI dapat mengontrol penginjeksian bahan bakar lebih tepat dibandingkan sistem D-EFI.

c. Susunan Dasar Sistem EFI

Sistem EFI dapat dibagi menjadi 3 sistem fungsional yaitu: sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem induksi udara (*air induction system*), dan sistem pengontrol elektronik (*electronic control system*). Sistem EFI terdiri dari sistem injeksi bahan bakar (*fuel injection system*) dan sistem koreksi injeksi (*injection corrective system*).

2.4.1 Sistem Bahan Bakar

Bahan bakar dihisap dari tangki oleh pompa bahan bakar yang dikirim dengan tekanan ke saringan bahan bakar yang telah disaring dikirim ke injektor dan *cold starter injektor*.

Tekanan dalam saluran bahan bakar (*fuel line*) dikontrol oleh preassure regulator. Kelebihan bahan bakar dialirkan kembali ketangki melalui *return line*. Getaran pada bahan bakar yang disebabkan oleh adanya penginjeksian diredam oleh *pulsation damper*.

Bahan bakar diinjeksikan oleh injektor kedalam intake manifold sesuai dengan injection signal dari EFI komputer. *Cold start injector* menginjeksikan bahan bakar langsung ke air intake chamber saat cuaca dingin sehingga mesin dapat dihidupkan dengan mudah.

2.4.2 Sistem Induksi Udara

Udara bersih dari saringan udara (*air cleaner*) masuk ke *airflow meter* dengan membuka *measuring plate*, besarnya pembukaan ini tergantung pada kecepatan aliran udara yang masuk ke *intake chamber*. Besarnya udara yang masuk ke *intake chamber* ditentukan oleh lebarnya katup *throttle* terbuka. Aliran udara masuk ke *intake manifold* kemudian keruang bakar (*combustion chamber*) bila mesin dalam keadaan dingin, *air valve* mengalirkan udara langsung ke *intake chamber* dengan *bypass throttle*. *Air valve* mengirimkan udara secukupnya ke *intake chamber* untuk menambah putaran sampai *fast idle*, tanpa memperhatikan apakah *throttle* dalam keadaan membuka atau tertutup. Jumlah udara yang masuk dideteksi oleh *airflow meter* (L-EFI) atau dengan *manifold preassure sensor* (D-EFI).

2.4.3 Sistem Kontrol Elektronik

Sistem Pengontrol Elektronik (*Electronic Control System*) termasuk sensor- sensor (untuk mendeteksi kondisi kerja mesin) dan komputer yang menentukan ketetapan jumlah penginjeksian bahan bakar sesuai dengan signal yang diterima dari sensor-sensor.

Sensor-sensor ini mengukur jumlah udara yang dihisap, beban mesin, temperatur air pendingin, tempertaur udara, saat akselerasi atau deselerasi kemudain mengirim signal ke komputer. Komputer menghitung dengan tepat jumla penginjeksian bahan bakar atas dasar signal tadi, dan mengirimkan signal penginjeksian yang diperlukan ke injektor-injektor.

Electronic injektion System pada beberapa mesin dilengkapi dengan tahanan (resistor) dalam injektion circuitnya untuk mencegah terjadinyapanas dan menstabilkan kerjanya injektor.

Colt star injektor bekerja ketika mesin di star pada saat dingin dan lamanya dikontrol oleh *timer switch*. Pada circuit komputer pada system EFI dilengkapi dengan maen relay untuk mencegah turunnya tegangan.Sistem pompa bahan bakar pada sistem EFI juga dilengkapi dengan relay. Relay ini ahkan bekerja ketika mesin berputer dan mematikan pompa pada saat mesin mati.

Setiap jenis atau model kendaraan mempunyai desain masing masing namun secara garis besar terdapat komponen-komponen berikut :

- a. ECU (*Electronic Control Unit*).

Pusat pengolah data kondisi penggunaan mesin, mendapat masukan/input dari sensor-sensor mengolahnya kemudian memberi keluaran/output untuk saat dan jumlah injeksi, saat pengapian.

b. Fuel Pump

Menghasilkan tekanan BBM yang siap diinjeksikan.

c. Pressure Regulator

Mengatur kondisi tekanan BBM selalu tetap (55~60psi).

d. Temperature Sensor

Memberi masukan ke ECU kondisi suhu mesin, kondisi mesin dingin membutuhkan BBM lebih banyak.

e. Inlet Air Temperature Sensor

Memberi masukan ke ECU kondisi suhu udara yang akan masuk ke mesin, udara dingin O₂ lebih padat, membutuhkan BBM lebih banyak.

f. Inlet Air Pressure Sensor

Memberi masukan ke ECU kondisi tekanan udara yang akan masuk ke mesin, udara bertekanan (pada tipe sepeda motor ini hulu saluran masuk ada diantara dua lampu depan) O₂ lebih padat, membutuhkan BBM lebih banyak. Atmospheric Pressure Sensor memberi masukan ke ECU kondisi tekanan udara lingkungan sekitar sepeda motor, pada dataran rendah (pantai) O₂ lebih padat, membutuhkan BBM lebih banyak.

g. Crankshaft Sensor

Memberi masukan ke ECU posisi dan kecepatan putaran mesin, putaran tinggi membutuhkan buka Injector yang lebih cepat.

h. Camshaft Sensor

Memberi masukan ke ECU posisi langkah mesin, hanya langkah hisap yang membutuhkan buka Injector.

i. Throttle Sensor

Memberi masukan ke ECU posisi dan besarnya bukaan aliran udara, bukaan besar membutuhkan buka Injector yang lebih lama.

j. Fuel Injector / Injector

Gerbang akhir dari BBM yang bertekanan, fungsi utama menyemprotkan BBM ke dalam mesin, membuka dan menutup berdasarkan perintah dari ECU.

k. Speed Sensor

Memberi masukan ke ECU kondisi kecepatan sepeda motor, memainkan gas di lampu merah dibanding kecepatan 90km/jam, buka Injector berbeda.

l. Vehicle-down Sensor

Memberi masukan ke ECU kondisi sepeda motor, jika motor terjatuh dengan kondisi mesin hidup maka ECU akan menghentikan kerja Fuel Pump, Ignition, Injector, untuk keamanan dan keselamatan.

2.5 Pengertian Electronic Control Unit (ECU)



Gambar 2.3 ECU (Mekanik 2016)

Mungkin sebagian dari kita belum mengetahui apa itu ECU (*Engine Control Unit*) yang terdapat pada kendaraan modern seperti pada saat ini. Akan tetapi perkembangan teknologi tidak dapat kita hindari, misalnya pada kemajuan teknologi pada kendaraan yang kita jumpai saat ini, oleh sebab itu saya ingin memberi sedikit pengertian dan penjelasan mengenai Pengertian dan Fungsi ECU dan masalah-masalah yang sering terjadi pada ECU di kendaraan kita agar kita dapat mengetahui fungsi dan cara kerja dari si ECU tersebut.

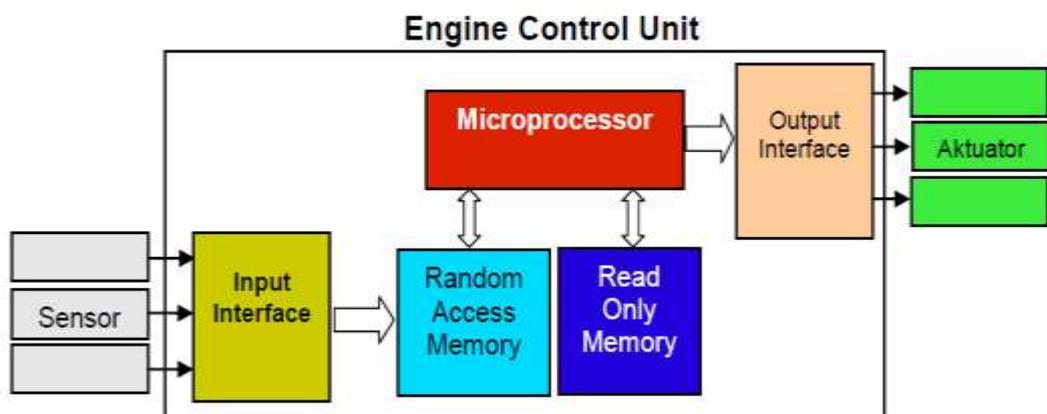
ECU adalah singkatan dari Engine Control Unit yang terdapat pada kendaraan yang sudah menggunakan teknologi terbaru, ECU bekerja tidak sendiri, iya di bantu oleh sensor-sensor yang saling terhubung dengan satu sama lain untuk membantu kinerja mesin yang telah di kontrol oleh ECU.

ECU bekerja berdasarkan sensor sensor yang terhubung dengannya, sehingga dia dapat mengontrol actuator agar bekerja sesuai dengan keadaan mesin, apabila salah satu dari sensor ini mengalami kerusakan akan berakibat terhadap

kinerja dari kendaraan kita. Apabila kerusakan sensor tersebut tidak segera di tangani akan menyebabkan kerusakan terhadap sensor sensor yang lain, sehingga kinerja dari ECU tidak maksimal dan kemampuan mesin kendaraan kita akan menurun.

Kerusakan pada ECU bisa di bilang kerusakan serius pada kendaraan, selain kinerja mesin menjadi menurun, mesin bahkan tidak bisa hidup atau mati total. Oleh sebab itu kita harus rutin melakukan perawatan berkala untuk mengetahui kerusakan-kerusakan pada kendaraan kita sedini mungkin guna menghindari hal-hal yang tidak kita inginkan yang dapat merugikan kita sendiri. Komponen-komponen

2.5.1 Komponen Utama ECU



Gambar 2.4 Komponen utama ECU (Service ECU: 2014)

Komponen utama *Electronic Control Unit* antara lain :

a. Pembentuk Sinyal

Bagian ini berfungsi untuk membentuk sinyal yang masuk tapi masih berupa gelombang AC seperti dari sensor putaran mesin, sensor posisi poros engkol ataupun sinyal dari sensor detonasi maupun sinyal lain yang masih berbentuk gelombang AC akan masuk ke bagian ini terlebih dahulu, hasil dari proses di sini barulah bisa diolah oleh Mikrokomputer.

b. Konverter/Perubah Sinyal Analog ke Digital

Kebanyakan dari sinyal yang masuk ke ECU masih berupa analog meskipun tidak berbentuk gelombang AC, karena mikrokomputer hanya bisa bekerja dengan sinyal digital maka perlu suatu perangkat yang dapat merubah sinyal analog menjadi digital. Sinyal dari sensor-sensor seperti; suhu mesin, suhu udara masuk, sinyal dari posisi katup gas, tegangan baterai, pengukur udara dll terlebih dahulu diproses pada bagian ini sebelum diolah lebih lanjut oleh Mikrokomputer.

c. Mikrokomputer

Setelah menerima signal masukan dari konverter atau perubah sinyal, komputer melakukan proses perhitungan dan menyesuaikan dengan program sebelumnya, sehingga dapat menentukan signal keluarannya. Bagian ini dapat diartikan sebagai otak dalam engine control system.

1. CPU (*Central Prosessing Unit*)

CPU (*Central Prosessing Unit*) melakukan proses perhitungan data masukan dan menyimpan data tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam ROM, sehingga signal

keluarannya dapat dihasilkan. selanjutnya CPU melakukan kontrol dengan menghubungkan langsung antara input / output dan penyimpanan.

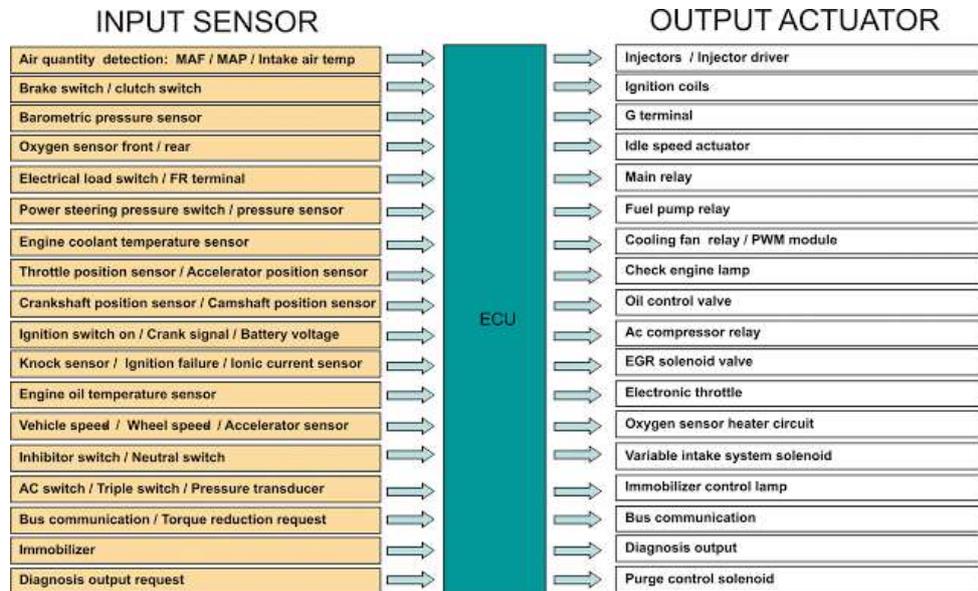
2. Memories (ROM dan RAM).

ROM (Read Only Memory) menyimpan program dan data yang diperlukan untuk proses perhitungan. Meskipun power dimatikan "OFF" isi program tetap tersimpan tetapi isi program tersebut tidak dapat ditulis kembali. RAM (Random Access Memory) hanya menyimpan data untuk sementara, ketika power dimatikan "OFF" maka data akan terhapus.

d. Aplikasi Sinyal Output/*Output Stage*

Pada bagian ini terdapat unit penguat agar output dari ECM dapat diperkuat sebelum mengontrol komponen-komponen secara langsung seperti injektor, pengatur putaran idel dll.

e. Unit Input-Output



Gambar 2.5 Input an Output ECU (Service ECU: 2014)

Unit ini menangani segala lalu-lintas sinyal input/masukan dan output/keluaran, sebagai contoh apabila sinyal input yang diberikan berupa frekuensi dan sinyal ini diproses untuk menambah putaran mesin pada bagian output, maka kedua masukan dan keluaran ini disimpan unit ini sampai proses dilakukan.

CPU (*Central Prosessing Unit*). CPU (*Central Prosessing Unit*) melakukan proses perhitungan ndata masukan dan menyimpan data tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam ROM, sehingga signal keluarannya dapat dihasilkan. selanjutnya CPU melakukan kontrol dengan menghubungkan langsung antara *input / output* dan penyimpanan.

Memories (ROM dan RAM). ROM (*Read Only Memory*) menyimpan program dan data yang diperlukan untuk proses perhitungan. Meskipun power dimatikan "OFF" isi program tetap tersimpan tetapi isi program tersebut tidak dapat ditulis kembali. RAM (*Random Access Memory*) hanya menyimpan data untuk sementara, ketika power dimatikan "OFF" maka data akan terhapus.

2.5.2 Fungsi ECU

Pada EFI, sistem ECU berfungsi untuk :

- a. Menentukan lama penyemprotan bahan bakar.
- b. Mengontrol saat pengapian yang tepat.
- c. Mengontrol saat mesin dingin, adanya cold starter.
- d. Mempertahankan tenaga tetap besar pada RPM rendah, agar tidak terjadi detonasi.
- e. Untuk mobil matic, ECU ikut mengontrol kecepatan.
- f. Dan banyak lagi fungsinya. Semakin maju teknologi yang dilengkapkan pada mobil, maka fungsi ECU semakin besar. Merubah dan memanipulasi ECU entah untuk mengiritan maupun menaikkan poser mesin beresiko merusak ECU. Berapa harga ECU, tentu mahal.

Pada dasarnya, memanfaatkan computer amat membantu mesin bekerja optimal dan efisien. Karena haban bakar dalam sirkuit tertutup lebih terhindar dari kotoran berupa debu, kecuali endapan yang terjadi karena

bahan bakar kualitas buruk, yang akan merusak injektor dan pompa bahan bakar.

2.5.3 Pengontrolan ECU

Mode-mode operasi mesin yang dikontrol oleh ECU adalah:

a. *Mode Start*

Ketika kunci kontak pertama kali ke posisi “ON”, ECU mensuplai tegangan 12 volt ke relai pompa bensin selama 2 detik dengan cara memassakan arus pengendali relai, akibatnya pompa bensin dapat membangun tekanan dalam sistem bahan bakar, kalau mesin tidak berputar, tidak akan ada pembangkitan tegangan referensi oleh ECU, rangkaian pengendali relai pompa bensin tidak dimassakan untuk mematikan / off- kan pompa. Sebelum mesin berputar saat kunci kontak on, ECU menerima sinyal untuk pembacaan-pembacaan data seperti; temperatur air pendingin, temperatur udara masuk, tekanan atmosfer (MAP/BARO) atau massa udara dari MAF Sensor dan posisi katup gas untuk menentukan perbandingan campuran udara bensin yang pertama.

Selama mesin berputar waktu start, ECU mengirim pulsa ke injektor berdasarkan pulsa referensi rpm, bila temperatur air pendingin rendah, lebar pulsa injektor diperpanjang dan terjadilah pengayaan perbandingan campuran udara-bensin. Jika temperatur air pendingin naik, lebar pulsa menjadi lebih pendek dan perbandingan campuran

udara-bensin menjadi lebih kurus. Pada waktu start perbandingan udara-bensin ditentukan oleh ECU berkisar dari 1.5:1 pada 36 derajat C (-38F) sampai 14.7:1 pada 94 derajat C (202F) Catatan: *Mode start* normal injektor menyemprotkan bensin mengikuti prosedur di atas selama katup gas menutup penuh. Jika trotel dibuka, biarpun kecil, perbandingan campuran udara-bensin akan berubah.

b. *Mode Pembersih Saat Banjir Bensin*

Jika mesin banjir bensin, pengemudi dapat menekan pedal gas sebesar 80% atau lebih besar untuk mengaktifkan *Mode Pembersih Saat Banjir*, agar lebih mudah meyakinkan bahwa katup gas telah dibuka 80% untuk mengaktifkan mode ini maka dapat dilakukan dengan menekan pedal gas secara penuh ke lantai (katup gas akan terbuka penuh) Pada waktu katup gas terbuka penuh dan putaran mesin dibawah 600 rpm (saat start) maka ECU memberikan pulsa injektor dengan perbandingan campuran udara-bensin 20:1. bahkan memungkinkan pula beberapa saat injektor akan menghentikan penyemprotan secara total/ECU mematikan pulsa-pulsa injektor.

c. *Run Mode (Mode Jalan)*

Mode Jalan mempunyai 2 kondisi: *Loop Terbuka (open loop)* dan *Loop Tertutup (closed loop)*.

1. *Open Loop (Loop Terbuka)*

Ketika mesin dihidupkan/distart pertama kali, sistem adalah dalam loop terbuka, ECU tidak menggunakan sinyal oksigen

sensor, sebagai pengganti ECU menghitung rasio campuran udara- bensin dari sensor-sensor TP, ECT, MAP/MAF, IAT dan CKP. Sistem akan berjalan dalam loop terbuka sampai kondisi-kondisi berikut ditemui:

Tegangan keluar oksigen sensor bervariasi, suhu mesin sudah mencapai temperatur kerja dan oksigen sensor telah mengirimkan sinyal secara akurat ke ECU

Sensor air pendingin mesin telah mengirimkan sinyalnya ke ECU dan suhu kerja mesin telah tercapai

Lamanya waktu setelah start sudah tercapai, besaran waktu ini telah disimpan dalam data software memori ECU sedemikian rupa dan disesuaikan dengan keadaan operasional mesin saat itu.

2. *Closed Loop* (Loop Tertutup)

Ketika sinyal O₂ Sensor, sensor temperatur air pendingin (ECT) dan kondisi-kondisi operasional mesin sudah bekerja sesuai dengan data pada *software closed loop*, maka ECU berubah ke loop tertutup. Loop tertutup berarti ECU memeriksa dan memperbaiki rasio campuran udara-bensin berdasarkan perubahan sinyal tegangan dari O₂ Sensor (*Oksigen sensor*). Bila sinyal O₂ Sensor di bawah 450 mV, ECU akan menaikkan lebar pulsa injektor untuk memperkaya penebalan campuran udara-bensin, ketika tegangan sinyal O₂ Sensor naik di atas 450

mV, ECU mengurangi lebar pulsa injektor membuat perbandingan campuran lebih kurus.

Pada loop tertutup sensor yang lain tetap bekerja sebagaimana mestinya untuk memberikan input pada ECU. Dengan kekonstanan pengindraan oksigen yang terkandung dalam gas buang, ECU dapat mempertahankan perbandingan campuran udara-bensin mendekati rasio ideal 14.7:1 (*stokiometrik*), agar katalitik konverter dapat bekerja secara efisien.

3. Semi-Loop Tertutup

Guna meningkatkan penghematan bensin, dalam beberapa tipe ECU, sub-mode loop tertutup diprogramkan. Sub-mode ini disebut semi-loop tertutup, terjadi selama pengendaraan di jalan raya kecepatan tinggi dan beban mesin ringan. ECU mengatur bensin lebih kurus dari 14.7:1 *Converter Protection Mode* (Mode Perlindungan Katalitik Konverter) ECU memonitor secara konstan operasional mesin melalui input-input seperti oksigen sensor, dan kondisi-kondisi perkiraan yang dapat menyebabkan katalitik konverter mencapai temperatur yang berlebihan. Jika ECU menemukan bahwa kondisi panas lanjut konverter terjadi, sistem kembali ke loop terbuka, dan memperkaya campuran bensin yang dapat mendinginkan konverter.

d. *Acceleration Enrichment Mode* (Mode Akselerasi Percepatan)

Ketika katup gas dibuka dengan cepat atau akselerasi, pembukaan katup gas ini akan menyebabkan penambahan secara simultan tekanan dalam manifold absolute pressure (MAP) atau massa udara (MAF) dan juga terjadi perubahan yang cepat pada sudut katup gas. Penyemprotan bensin harus ditingkatkan untuk mengimbangi udara yang berlebih juga untuk respon perubahan tiba-tiba sinyal TP dan MAP/MAF, lalu ECU mengatur pulsa injektor yang lebih panjang agar campuran tidak menjadi kurus.

e. *Deceleration Enleanment Mode* (Mode Pengurangan Kecepatan)

Ketika mesin menurunkan kecepatan, campuran udara-bensin yang lebih kurus dibutuhkan guna mengurangi emisi hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO). ECU menerima data pengurangan tekanan atau massa udara dari MAP/MAF Sensor dan pengurangan posisi sudut katup gas (TP sensor) untuk menghitung dan pengurangan /penurunan dalam lebar pulsa injektor. Pengurangan kecepatan mungkin sebagian atau secara penuh atau pengemudi mungkin tiba-tiba mengembalikan katup gas pada posisi akselerasi atau posisi idel ECU akan dapat menyesuaikan dengan tepat waktu dari segala operasional tersebut. Apabila pengurangan kecepatan sampai katup gas pada posisi tertutup, ECU menyensor/mengindra bahwa pengemudi bermaksud ke mesin kembali ke putaran idel, penyemprotan bensin mungkin diputus sama sekali (pengurangan kecepatan dengan pemutusan injeksi) jika

mendekati putaran idel kembali penyemprotan bensin dilakukan lagi agar putaran idel dapat dipertahankan

f. *Fuel Cut-Off Mode* (Mode Pemutusan Bensin)

Salah satu tujuan pemutusan bensin adalah untuk menghentikan penyemprotan bensin dari mesin selama kondisi-kondisi pengurangan kecepatan, misalnya ketika pengemudi melepas pedal gas dan kecepatan kendaraan masih relatif tinggi, maka ECU akan memutuskan penyemprotan bensin, misalnya saat menutun, atau jalan datar tapi pengemudi tiba-tiba tidak menekan pedal gas.. ECU mungkin juga diprogram untuk memutuskan aliran bensin untuk alasan keamanan ketika mesin belum mencapai putaran maksimum (*speed limiter*), nilai putaran maksimum ini berbeda pada setiap mesin kendaraan. Pemutusan bensin juga terjadi ketika pengapian dimatikan “OFF”, tanpa pulsa-pulsa referensi pengapian dari CKP Sensor, ECU tidak mengaktifkan injektor dan tidak ada bensin yang disemprotkan untuk mencegah dieseling atau run-on.

g. *Selective Fuel Cut-Off* (Pemutusan Bensin Selektif)

Adakalanya pemutusan bensin selektif digunakan dalam beberapa penerapan untuk pengaturan torsi mesin dan perlindungan mesin dari kerusakan. Dalam penerapan ini ECU dapat mematikan injektor apabila terjadi kondisi-kondisi seperti di bawah ini. *Torque management enabled* (pengaturan torsi) digunakan untuk mengurangi torsi selama transmisi berganti kecepatan. *Traction Control Enabled* (kontrol traksi);

terjadi untuk mengurangi torsi saat pengereman. *High Coolant Condition* (kondisi sistem pendingin kurang sempurna) – melindungi mesin *over heating*, jika tidak ada bensin diinjeksikan ke silinder-silinder tertentu, sedikit panas dibangkitkan akan dapat mengurangi temperatur air pendingin.

h. *Backup Mode*

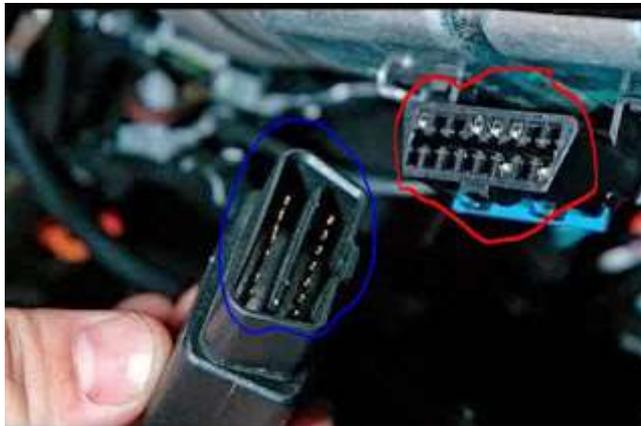
Dalam mode ini ECU bekerja melalui kalibrasi data internal yang memungkinkan ECU untuk menjalankan mesin dengan hanya melalui input-input rpm, posisi katup gas dan temperatur air pendingin untuk merubah penghitungan penyemprotan bensin. Peristiwa ini hanya terjadi saat ECU tidak dapat menerima secara normal masukan data dari sensor yang lain, meskipun demikian mesin masih dapat hidup meskipun engine check lamp (MIL) menyala.

i. Mode Koreksi Tegangan Baterai

ECU yang cerdas juga dapat bekerja dan menyesuaikan diri dengan tegangan baterai hal ini disebut dengan Mode Koreksi Tegangan Baterai, ECU akan mengoreksi kerja untuk mengimbangi variasi-variasi tegangan baterai ke pompa bensin dan injektor, ECU mengubah lebar pulsa pembukaan injektor guna mengoreksi tegangan yang bervariasi pada baterai. Ketika tegangan baterai turun, pompa bensin melambat dan volume bensin turun. untuk mengimbangnya, ECU menambah lebar pulsa injektor. Mode koreksi tegangan baterai ini selalu bekerja dengan akurat pada setiap kondisi operasional mesin. ECU juga

melakukan mode ini saat tegangan baterai rendah waktu putaran *idel* atau mesin distart, ECU juga mengatur arus primer dengan penambahan waktu sudut dwell, agar kemampuan percikan bunga api pada busi tetap stabil meskipun tegangan baterai berubah.

2.5.4 Diagnosa



Gambar 2.6 Soket DLC (Agungwibowo92: 2014)

Pada waktu mesin hidup atau saat kunci kontak pada posisi On saja, maka ECU akan mengontrol setiap sensor dan aktuatornya dengan cara membandingkan keadaan tegangan sensor-sensor dengan data software yang sudah "ditanamkan" dalam ECU. Jika terdapat kesalahan pada input maupun outputnya, maka ECU akan memberitahukan pada pengemudi dengan cara menyalakan lampu kontrol "check engine" atau MIL (Malfunction Indicator Lamp), lalu pengemudi segera paham bahwa telah

kerusakan pada Sistem Manajemen Mesin melalui DTC (kode kesalahan yang dikeluarkan ECU melalui scantool).

Jadi jelaslah bahwa jika terdapat kode kesalahan (DTC) maka tugas teknisi selanjutnya adalah mendiagnosa hal-hal sebagai berikut:

- a. Apakah kerusakan akibat dari kesalahan komponen sensor atau aktuatornya.
- b. Apakah kerusakan terjadi karena rangkain kabel sensor atau aktuator.
- c. Atau kerusakan karena ECU itu sendiri.

Oleh karena itu teknisi yang terlatih akan faham bahwa untuk melakukan perbaikan kerusakan sistem manajemen mesin mereka harus memiliki beberapa keahlian sebagai berikut:

- a. Memahami fungsi dan cara kerja sensor dan aktuator.
- b. Mengerti *Live Data* atau *Freeze Frame Data* yang dikeluarkan ECU melalui *scantool*.
- c. Memahami rangkaian kabel dari sensor dan aktuator.
- d. Dapat membaca dan memahami berbagai kombinasi circuit diagram manajemen mesin.
- e. Bisa menggunakan *Automotive Digital Multimeter* untuk memeriksa kerja sensor dan aktuator.
- f. Sangat membantu jika teknisi dapat membaca menginterpretasikan osiloskop dari sensor dan aktuator.

- g. Kadang-kadang pada tipe kendaraan tertentu diperlukan *Flash Programming/sinkronisasi* jika terjadi penggantian komponen atau sensor.
- h. Memahami aturan keselamatan kerja, jika bekerja pada sistem manajemen mesin.

Sering teknisi mengabaikan keselamatan kerja jika melakukan sesuatu pada sistem manajemen mesin, keselamatan kerja tersebut mencakup dalam pengertian lebih luas yaitu keselamatan pada diri sendiri atau kemanan terhadap kendaraan yang sedang diperbaiki.

Sebagai contoh; banyak kendaraan hari ini jika terminal baterainya dilepas maka ECU akan kehilangan memorinya, walhasil kendaraan tidak bisa dihidupkan kembali sebelum dilakukan "flash programming" untuk mengembalikan memori yang hilang karena sumberdaya ECU terputus waktu terminal baterai dilepaskan tadi.

Adakalanya kesalahan fatal terjadi pada waktu ECU dilepas dari konektornya, dengan tanpa sengaja teknisi menyentuh terminal/pin ECU itu, hal ini bisa berakibat kerusakan pada ECU, karena tubuh manusia yang mengandung listrik statis akan tersalurkan ke ECU pada waktu teknisi menyentuh pin/terminalnya.