

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan pustaka

Dalam judul tugas akhir yang berjudul *troubleshooting* pada sistem EPI (*Electronic Petrol Injection*) pada mesin suzuki Carry Futura 1.5 G15A menjelaskan prinsip kerja EPI yaitu sistem yang digunakan pada *Electronic Fuel Injection* yang terdiri atas sensor sensor dan actuator serta ECM sebagai otaknya. Mendeteksi masalah atau gangguan pada mesin ini bisa menggunakan *Scan Tool* ataupun tidak menggunakan *Scan Tool*, biasanya dengan cara mengecek setiap komponen, sensor, ataupun *actuator*. Ali Imron, (2013).

Kerusakan pada mesin EFI atau injeksi ini biasanya terjadi akibat konsleting paada sistem kelistrikanya. ataupun lemahnya sebuahnya komponen karena lamanya usia komponen tersebut, maka dari itu harus rutin dalam melakukan servis.

Dalam tugas akhir yang berjudul “Cara Kerja dan *Troubleshooting* Sistem Bahan Bakar Isuzu Panther 4JA1-L”. menjelaskan prinsip kerja sistem bahan bakar mesin isuzu yaitu saat bahan bakar di hisap *feed pump* dari tangki bahan bakar, melewati saringan bahan bakar untuk disaring dari kandungan air atau *water sedimenter*. Setelah bahan bakar didalam

rumah pompa injeksi, pompa injeksi mengalirkan bahan bakar ke nozel dengan tekanan tinggi dan kemudian terjadi pengabutan sehingga bahan bakar akan terbakar. Kemudian bahan bakar yang tidak ikut terbakar akan kembali lagi ke tangki bahan bakar. (Teguh Riyadi, 2011).

Berikut adalah beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian yang berbentuk tugas akhir yang ditulis oleh Ryan Gunahar yang berjudul “Sistem Bahan Bakar EFI (*Electronic Fuel Injection*) Mitsubishi Lancer GTi 1.8i”.ditulis pada tahun 2011. “penggantian dan perbaikan yang tidak sesuai oleh mekanik yang menangani Mitsubishi Lancer GTi 1.8i terdahulu mengakibatkan kerusakan suku cadang, contohnya yaitu : pemasangan relay injektor yang tidak pas yang menyebabkan relay injektor patah dan perlu diganti.
2. Penelitian yang berbentuk Tugas Akhir yang ditulis oleh Ichsan Syaibani yang berjudul “Analisis Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) Pada sepeda motor Honda Beat PGM-Fi” ditulis pada tahun 2017. “Gejala yang sering muncul pada sistem bahan bakar yaitu *fuel pump*, soket *injector*, selang bahan bakar, dan *injector*. Cara mengatasinya yaitu dengan rutin mengecek soket agar menimalisir kerusakan yang terjadi pada sistem bahan bakar”.

Dari literatur *review* yang ada, telah banyak pembahasan tentang mesin EFI dari beberapa merk kendaraan, namun dari literatur *review* yang telah dicantumkan belum terdapat pembahasan mengenai analisis pada mesin sepeda motor EFI Suzuki secara rinci. Untuk itu penulis melakukan penelitian perihal “Analisis Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) Pada Sepeda Motor Suzuki Nex FI”.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi EFI (*Electronic Fuel Injection*)

EFI (*Electronic Fuel Injection*) adalah suatu sistem penyemprotan bahan bakar yang di atur oleh ECU (*Electronic Control Unit*) agar mendapat campuran bahan bakar dan udara yang sesuai kebutuhan, dengan daya yang optimal, dengan bahan bakar yang minimal dan menghasilkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Sistem EFI menentukan jumlah bahan bakar yang optimal disesuaikan dengan jumlah dan temperatur udara yang masuk, kecepatan mesin, temperatur mesin, posisi *throttle valve*, dll. ECU (*Engine Control Unit*) 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 yang ideal dan efisiensi bahan bakar. (Ryan Kumar, 2011).

2.2.2 ECM (*Electronic Control Module*)

Sebuah komponen yang berfungsi untuk menerima dan memproses seluruh informasi atau data yang diberikan oleh sinyal dalam mesin. Informasi yang diberikan berupa : informasi suhu udara, informasi tekanan udara, informasi suhu mesin, informasi sudut kemiringan sepeda motor dan lain sebagainya. Pada umumnya ECM bekerja pada tegangan berkisar 0-5 V. selanjutnya ECM menggunakan informasi yang telah diberikan tadi dan diolah untuk menghitung dan menentukan (*timing*) dan lamanya injektor menyemprotkan bahan bakar dengan mengirimkan tegangan listrik ke solenoid injektor. (Betha Prishandita Kusmadiaz, 2016).

ECM berkerja menggunakan *mikro controller* yang berfungsi untuk mengolah data dengan membandingkan dan mengkalkulasikan data untuk disesuaikan dengan kebutuhan mesin.

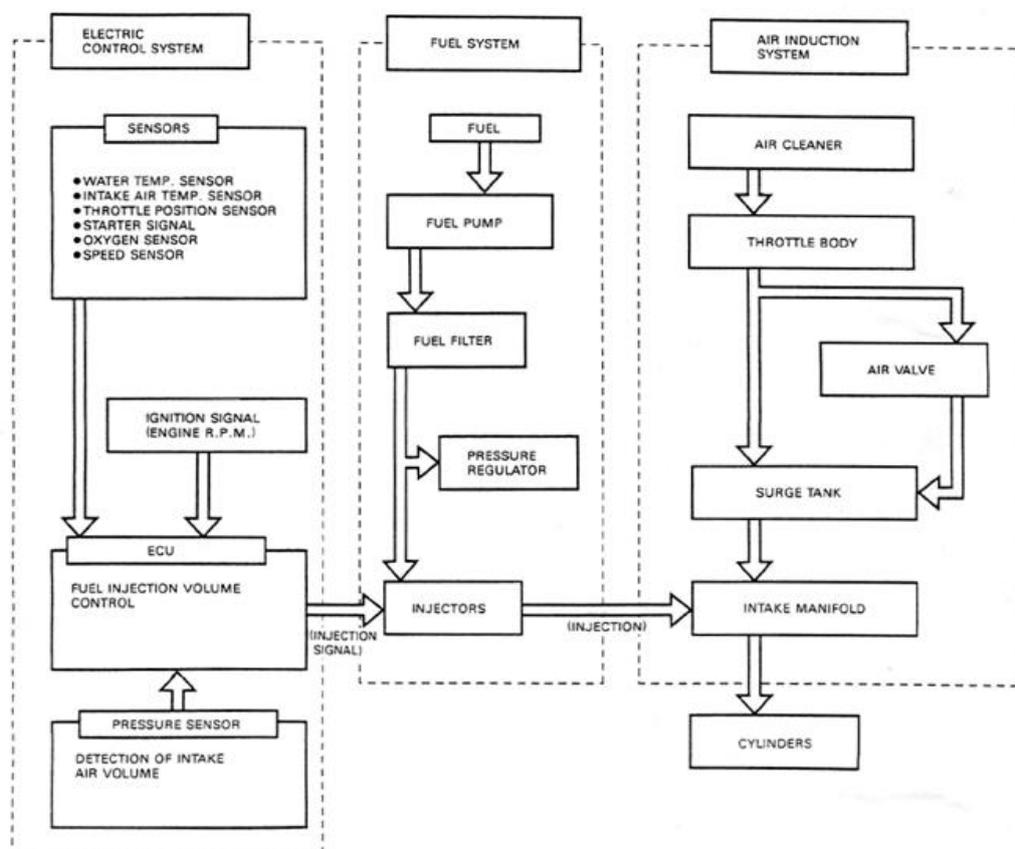


Gambar 2.1 ECM (*Electronic Control Module*)

2.2.3 Konstruksi Dasar Mesin EFI

Secara umum, konstruksi sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian/sistem utama, yaitu;

- a) sistem bahan bakar
- b) sistem induksi udara
- c) sistem pengapian



Gambar 2.2 : Susunan Dasar Sistem EFI (Sugeng, 2016)

Ketiga sistem utama ini akan dibahas satu persatu. Dan jumlah komponen pada sepeda motor EFI berbeda beda tergantung jenis sepeda motornya, semakin lengkap komponennya semakin baik performa sepeda motor tersebut. (Sistem Bahan Bakar Injeksi, 2009).

2.2.4 Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*)

Penyuplaian sistem bahan bakar suzuki Nex Fi ini dimulai dari *Fuel Pump* yang menyuplai bahan bakar melalui *Fuel Filter*. *Fuel Filter* ini jika tersumbat dengan partikel asing akan menghalangi aliran bensin yang menyebabkan hilangnya tenaga mesin. Kemudian *Pressure Regulator* mengatur tekanan bahan bakar yang masuk ke injector agar tekananya tetap konstan yaitu 294 Kpa. Kemudian setelah ECM memberikan sinyal kepada injector maka injector akan menyembrotkan bahan bakar ke *Intake Manifold*. Durasi injeksi dan *Timing* injeksi bahan bakar diatur oleh ECM berdasarkan masukan dari sinyal-sinyal seperti *intake air temperature sensor*, *O2 sensor*, *engine temperature* dan sensor lainnya. Sensor yang memungkinkan ECM menentukan durasi (lamanya) injeksi dan *Timing* injeksi. (PT. Suzuki Indomobil, 2014)

2.2.5 Macam-macam komponen sistem bahan bakar

a) Tangki bahan bakar (*Fuel Tank*)

Tangki bahan bakar (*Fuel Tank*) adalah suatu komponen yang menampung persediaan bahan bakar pada sepeda motor. Kapasitas bahan bakar yang dapat ditampung pada sepeda motor Fi ini sebesar 3,5 L. Bahan pembuatan tangki umumnya terbuat dari plat logam yang tidak mudah berkarat.

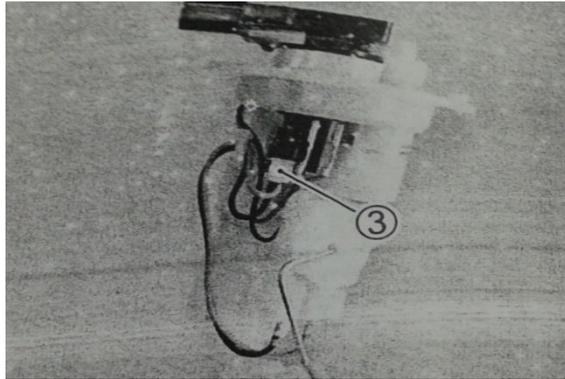
b) Pompa Bahan Bakar (*Fuel Pump*)

Pompa bahan bakar adalah suatu komponen yang berfungsi menghisap dan menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar menuju sistem bahan bakar. Pompa bahan bakar ini terletak pada tangki bahan bakar dan terendam oleh bahan bakar.

Berikut adalah komponen pompa bahan bakar terdiri dari :

1. *Impeller* pada pompa bahan bakar ini berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki bahan dan memompanya ke sistem bahan bakar.
2. Motor listrik disini berfungsi sebagai pemutar *impeller* yang dapat memompa bahan bakar. Motor listrik dapat berputar Karena terdapat magnet yang dapat menghasilkan medan magnet sehingga bisa memutar *armature*, *armature* sendiri berfungsi mengubah energi

listrik menjadi energi mekanik atau putar, *commutator* berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari *brush* menuju *armature*. *Brush* berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari sumber tegangan menuju *commutator*.



Gambar 2.3 Pompa Bahan Bakar (PT. Suzuki Indomobil, 2014)

c). Saringan Bahan Bakar (*Fuel Suction Filter*)

Saringan bahan bakar (*Fuel Suction Filter*) merupakan suatu komponen untuk menyaring bahan bakar dari kotoran kotoran atau partikel asing agar tidak masuk ke pompa bahan bakar atau ke injektor.



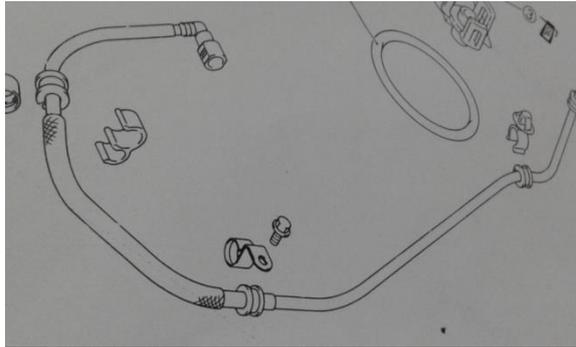
Gambar 2.4 Saringan Bahan Bakar (PT. Suzuki Indomobil, 2014)

d). Regulator (*Fuel Pressure Regulator*)

Regulator ini berfungsi untuk mengatur tekanan bahan bakar yang ke *injector*. Bahan bakar yang di injeksikan sesuai dengan perintah (lamanya sinyal) dari ECM (*Electronic Control Module*).Tekanan yang di pertahankan ialah 294 Kpa, jika tekanan melebihi 294 Kpa maka bahan bakar akan dikembalikan ke tangki bahan bakar.

e). Selang Bahan Bakar (*Fuel Hose*)

selang bahan bakar berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar menuju *injector*. Selang ini dirancang harus dapat menahan tekanan minimal sebesar tekanan yang diberikan oleh pompa bahan.



Gambar 2.5 Selang Bahan Bakar (PT. Suzuki Indomobil, 2014)

2.2.6 Sistem Pengapian

sistem pengapian pada mesin injeksi atau EFI ini termasuk dalam sistem pengapian DC, komponen pengapian CDI menyatu dengan rangkaian control injeksi yaitu ECM (*electronic control module*). Jadi disini ECM selain berfungsi sebagai pengontrol penginjeksian juga berfungsi sebagai sistem pengapian, dan berikut komponen sistem pengapian di sepeda motor injeksi dan fungsinya :

1. ECM (*electronic control module*) berfungsi sebagai pengolah yang akan mengolah sinyal input dari sensor CKP atau pulser kemudian diolah oleh ECM dan di keluarkan berupa output ke coil pada saat sebelum akhir langkah kompresi.
2. *Rectifier/regulator* berfungsi sebagai pengubah arus AC menjadi arus DC untuk mengisi baterai.

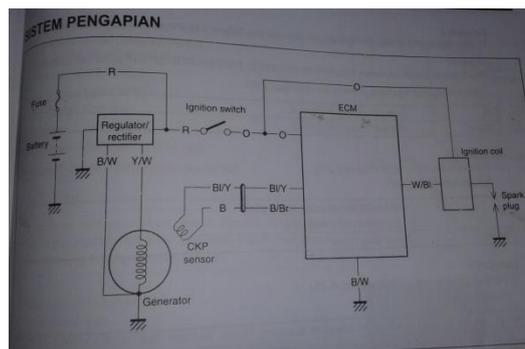
3. Baterai berfungsi penyimpan arus listrik dan juga sebagai penyimpan arus DC pada saat motor hidup
4. *Fuse* atau sikring berfungsi sebagai pembatas arus listrik apabila terjadi kelebihan arus akibat terjadi hubungan singkat arus (konsleting)
5. *Switch* atau kontak berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik
6. CKP atau pulser berfungsi sebagai pemberi sinyal saat akhir langkah kompresi kepada ECM sinyal diterima dan diolah menghasilkan output berupa tegangan negatif coil, yang selanjutnya coil akan menghasilkan tegangan tinggi ke busi
7. Coil berfungsi sebagai menaikkan tegangan tinggi ke busi, sehingga busi bisa memercikan bunga api
8. Busi atau *spark plug* berfungsi sebagai pemercik bunga api

2.2.7 Prinsip Kerja Sistem Pengapian

Pada saat kunci kontak OFF arus positif baterai mengalir ke sikring 15A, dari sikring menuju ke regulator (R), kemudian dari regulator menuju kontak .

Pada saat kunci kontak ON, arus positif menuju ke ECM lewat relay, arus positif juga mengalir ke coil jadi coil sudah standby arus positif.

pada saat motor di stater CKP yang berada di generator memberikan tegangan sinyal AC sebesar 2,0 volt, tegangan sinyal ini dikirimkan ke ECM dan di olah oleh ECM kemudian menghasilkan output berupa tegangan negatif ke coil sehingga menyebabkan coil mengalami tegangan induksi, dari coil dialirkan ke busi sehingga celah elektroda pada busi akan memercikan bunga api dan terjadi proses pembakaran ruang bakar. Untuk lebih jelasnya berikut adalah diagram atau wiring sistem pengapian Suzuki Nex Fi :



Gambar 2.6 Wiring Sistem Pengapian Suzuki Nex FI (PT. Suzuki Indomobil, 2014)

2.2.8 Sistem Induksi Udara

Fungsi sistem induksi udara pada mesin EFI adalah mengatur dan mengukur aliran udara yang masuk ke dalam silinder. Berikut adalah komponen sistem induksi udara pada sepeda motor Suzuki Nex FI yang meliputi :saringan udara, *throttle body*, *intake manifold*, dan silinder. Di dalam *throttle*

body terdapat sensor-sensor yaitu :*Intake Air Temperature Sensor (IATS)*, *Intake Air Pressure Sensor (IAPS)*, *Throttlet Position Sensor (TPS)*. (Beni Setya Nugraha.2007).



Gambar 2.7 *Throttlet Body*

2.2.9 Pembahasan Sistem Kontrol Elektronik

Sistem yang mengatur kontrol suplai bahan bakar pada Suzuki Nex FI agar bahan bakar dapat diinjeksikan pada saat dan jumlah volume yang tepat berdasarkan kondisi kerja mesin. Komponen sistem elektronik terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Bagian *input*

Bagian input bekerja untuk memberikan sinyal ke ECM. Bagian input ini terdiri dari beberapa sensor yaitu *Intake Air Temperature Sensor (IATS)*, *Intake Air Pressure Sensor (IAPS)*, *Throttlet Position Sensor (TPS)* yang terletak pada satu komponen dan masih ada beberapa sensor lagi yang ada pada bagian input ini.

a. Sensor Temperature Udara Masuk (*Intake Air Temperature Sensor*).

Sensor ini berfungsi mengukur atau mendeteksi udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Kemudian sensor ini akan memberikan sinyal ke ECU atau ECM berdasarkan hasil pengukuran temperatur udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Sinyal dari IATS ini kemudian digunakan oleh ECU untuk mengatur bahan bakar yang akan di semprotkan untuk diinjeksikan oleh injektor. Sensor temperatur udara ini terbuat dari bahan *Thermistor*. *Thermistor* adalah komponen elektronika yang merupakan *Solid State Variable Resistor* (bahan yang memiliki tahanan listrik berubah-ubah akibat adanya perubahan temperature).

Jika semakin tinggi temperatur udara maka semakin rendah kepadatan udaranya, sehingga waktu pemberian sinyal injeksi kepada injektor semakin pendek, karena bahan bakar yang di injeksikan harus semakin sedikit untuk mendapatkan campuran bahan bakar dan udara yang tepat. (PT. Suzuki Indomobil, 2014).



Gambar 2.8 Sensor IATS

b. Sensor tekanan udara masuk (*Intake Air Pressure Sensor*)

sensor ini berfungsi membaca tekanan udara yang masuk. Sensor ini memiliki tegangan input sekitar 4,5 V – 5,5 V dan tegangan output sekitar 0,789 V- 4,0 V. sensor ini ibaratkan tekanan darah manusia yang dapat berubah ubah sesuai aktifitas yang dilakukan. Sensor ini memiliki 3 terminal.



Gambar 2.9 Sensor IAPS

c. Sensor Posisi Katup Gas (*Throttle Position Sensor*).

Sensor ini merupakan tahanan geser dengan bahan karbon arang. Fungsinya membaca atau mengetahui derajat pembukaan katup gas. Sensor ini memiliki tegangan input sekitar 4,5 V- 5,5 V dan tegangan output sekitar misalkan tertutup 0,7 V dan jika terbuka sekitar 3,9 V.



Gambar 2.10 Sensor TPS

d. Sensor Temperatur Mesin (*Engine Temperature Sensor*).

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi temperatur atau suhu pada mesin dan memberikan *input* sinyal yang berbeda-beda ke ECM sesuai dengan temperatur mesin yang terdeteksi. Sensor temperatur mesin hampir sama dengan sensor temperatur udara, sensor ini menggunakan jenis sensor *Thermistor* NTC (*Negative Temperature Coefficient*) yaitu jika komponen ini mendapat *temperature* yang lama kelamaan suhunya semakin

tinggi maka tahanannya semakin turun. hanya fungsi pendeteksinya yang berbeda, sensor mesin berfungsi mendeteksi temperatur oli mesin sebagai input ke ECM untuk mengoreksi besarnya penginjeksian bensin pada injektor. Sensor temperatur mesin ini memiliki tegangan input sekitar 4,5 V-5,5 V, dan tahanan sekitar $6,2 \Omega$ - 13Ω pada suhu 20 – 40 derajat celcius.



Gambar 2.11 ETS Sensor

e. Sensor Posisi Poros Engkol (*Crankshaft position Sensor*)

sensor posisi poros engkol terdiri dari magnet dan coil, yang ditempatkan pada diatas kumparan magnet, saat mesin berputar CKP menghasilkan pulsa tegangan listrik. Sensor ini berfungsi sebagai pendeteksi putaran mesin, output

yang dihasilkan dari CKP akan diterima oleh ECM untuk menentukan waktu penginjeksian dan besarnya volume injeksi.



Gambar 2.12 Sensor CKP (Heri Marianto, 2015)

f. Sensor sudut kemiringan motor (*Tip Over Sensor*)

sensor sudut kemiringan berfungsi sebagai pengaman sepeda motor dan pengendara jadi jika motor berada pada kemiringan 55 derajat atau pun motor terjatuh maka otomatis mesin motor akan mati, hal ini karena *tip over sensor* memberikan sinyal ke ECM dengan sudut kemiringan tertentu yang telah ditentukan akan membuat ECM memberikan perintah untuk mematikan injektor, koil pengapian, pompa bahan bakar. Dengan demikian akan mencegah terjadinya motor terbakar karena sistem aliran bahan yang berhenti. Jika di

Honda nama sensor ini adalah line angle sensor tetapi sekarang Honda sudah tidak memakai sensor ini, tetapi suzuki masih tetap mempertahankannya.



Gambar 2.13 *Tip Over Sensor*

g. Sensor Oksigen (*Oksigen sensor*)

berfungsi mendeteksi konsentrasi oksigen pada gas buang kendaraan. Sensor oksigen bekerja dengan cara membandingkan jumlah oksigen pada udara luar. Udara luar akan masuk melalui ventilasi kecil pada bagian atas sensor, apabila ada jumlah oksigen yang berbeda, sensor oksigen akan menghasilkan tegangan kecil yang bervariasi sesuai dengan jumlah oksigen yang terdapat pada gas buang.



Gambar 2.14 Sensor Oksigen

2. Bagian Proses

ECM (*Electronic Control Module*) suatu komponen sistem bahan bakar yang akan menerima sinyal listrik dari sensor kemudian sinyal tersebut diproses untuk dijadikan garis perintah kepada *actuator*. ECM mendapat tegangan arus listrik dari baterai yang kemudian tegangan arus listrik tersebut akan dialirkan ke sensor atau pun *actuator* sesuai dengan kapasitas tegangannya.

Tegangan (sinyal) yang dialirkan ke injektor untuk menentukan waktu penginjeksian berdasarkan input dari sensor posisi poros engkol agar dihasilkan waktu injeksi yang tepat, sedangkan lamanya injeksi berdasarkan dari sensor IATS, IAPS, ETS, O₂, dan TPS. Agar dihasilkan campuran bahan bakar dan udara yang tepat serta jumlah injeksi bahan bakar yang tepat. Dan jika tegangan (sinyal)

yang dialirkan ke ISC untuk menentukan pembukaan katup udara, yang mengatur udara masuk.



Gambar 2.15 ECM

3. Bagian output

a. *Injector*

Adalah sebuah komponen sistem bahan bakar injeksi yang berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar secara lembut dan halus kedalam mesin agar terjadi pencampuran homogen antara udara dan bahan bakar. *Injector* memiliki 2 terminal. Di dalam komponen injektor terdapat *Plunger* yang akan membuka dan menutup saat saluran bahan bakar dan kerja *plunger* dikontrol oleh *solenoid* yang mendapat perintah dari ECM.



Gambar 2.16 *Injector*

b. *ISC (Idle Speed Control)*

Komponen EFI ini berfungsi mengatur besarnya udara yang masuk saat putaran *idle*. ECM hanya mengoperasikan katup ISC untuk membuat *idle – up* dan memberikan umpan balik untuk mencapai putaran *Idling*. Cara kerja ISC saat mesin masih dalam keadaan dingin yaitu berkisar pada suhu 20°C sensor ETS akan memberikan informasi berupa tegangan ke ECM, kemudian ECM akan memproses informasi yang telah diberikan oleh ETS dan kemudian ECM memberikan perintah ke ISC untuk mengatur Rpm mesin agar sesuai saat stasioner.



Gambar 2.17 ISC

c. *Ignition Coil*

Ignition coil atau yang sering disebut dengan koil pengapian, komponen ini termasuk dalam sistem output atau *actuator* pada sistem EFI. Komponen ini berfungsi untuk memberikan tegangan tinggi ke busi sehingga busi bisa memecercikan bunga api ke ruang bakar (dengan cara meningkatkan tegangan rendah baterai menjadi tegangan tinggi).

d. Lampu MIL (*Malfunction Indicator Lamp*)

Adalah sebuah komponen yang terdapat pada speedometer kendaraan sistem EFI yang berfungsi sebagai pemberi peringatan kerusakan pada pengemudi, peringatan tersebut berupa kedipan lampu. kerusakan pada sistem EFI ini bisa terjadi jika ada soket yang

lepas pada sensor, sensor yang rusak, atau putusnya kabel sistem EFI.



Gambar 2.17 Lampu MIL