

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam tugas akhir yang berjudul *troubleshooting* sistem EPI (*Electronic Petrol Injection*) pada mesin Suzuki Carry Futura 1.5 G15A menjelaskan prinsip kerja EPI (*Electronic Petrol Injection*) Suzuki Carry Futura G15A sama dengan prinsip kerja EFI yaitu sistem yang digunakan pada *Electronic Fuel Injection* yang terdiri atas sensor-sensor dan *actuator* serta ECM sebagai otaknya. Mendeteksi gangguan atau masalah yang terjadi pada Suzuki Carry Futura G15A saat terjadi kerusakan (*Trouble*) pada salah satu sistem EPI seperti : kerusakan sensor dan *actuator* (kabel putus/kendor atau hubungan singkat). Mengatasi masalah atau gangguan yang ada pada Sistem EPI Suzuki Carry Futura 1.5 G15A dengan cara memeriksa setiap komponen, sensor ataupun *actuator*. Untuk pemeriksaan dapat menggunakan *Scan Tool* maupun tanpa *Scan Tool*. Ali Imron (2013).

Penyebab kerusakan pada sistem injeksi biasanya terjadi pada sistim kelistrikan yang *over supply* dan konsleting. Maka dari itu dianjurkan untuk rutin memeriksa kabel pada sistim kelistrikan serta melakukan reset ECM menggunakan DLC / atau menggunakan *Scan Tools*. Periksa busi secara berkala karena busi merupakan komponen yang dibutuhkan ketika proses pembakaran diruang bakar. Nantinya jika kerja pembakaran tidak sempurna maka akan menyebabkan tenaga mesin akan loyo.

Dalam judul tugas akhir *troubleshooting* sistem bahan bakar isuzu panther 4JA1-1 menjelaskan bahwa sistem bahan bakar berfungsi untuk melayani kebutuhan bahan bakar selama mesin diesel bekerja. Pada sistem bahan bakar mesin diesel, bahan bakar dihisap oleh *feed pump* dari tangki bahan bakar. Sebelum ke *feed pump* bahan bakar melewati saringan bahan bakar untuk disaring dan dipisahkan dari kandungan air oleh *water sedimenter*. Setelah bahan bakar di dalam rumah pompa injeksi, pompa injeksi mengalirkan bahan bakar ke nozel injeksi dengan tekanan tinggi dan terjadi pengabutan sehingga bahan bakar akan terbakar.

Bahan bakar yang tidak ikut diinjeksikan akan kembali ke tangki bahan bakar. Gangguan pada mesin diesel lebih kecil dibandingkan gangguan pada mesin bensin. Gangguan yang timbul pada mesin diesel sering disebabkan karena gangguan pada sistem bahan bakarnya terutama pada pompa injeksi dan nosel Injeksi. Gangguan yang dapat terjadi pada sistem bahan bakar isuzu panther 4JA1-1 dapat dirasakan dengan gejala-gejala mesin susah dihidupkan, mesin dapat hidup kemudian mati kembali, daya mesin rendah, asap terlalu banyak, mesin terdengar bunyi ketukan (*knocking*), dan putaran mesin sukar diatur. Teguh Riyadi (2011).

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

1. Jurnal yang ditulis oleh Agus Sudibyو yang berjudul “Hubungan Perubahan Temperature Air Pendingin terhadap Debit Penyemprotan Bahan Bakar Injeksi dan Emisi Gas Buang” ditulis pada tahun 2009.

2. Penelitian yang berbentuk skripsi yang ditulis oleh Gunadi yang berjudul “Pengaruh Waktu Pengapian terhadap Emisi Gas Buang pada Mobil dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi”.ditulis pada tahun 2005.
3. Jurnal yang ditulis oleh Agus Suyanto uji injektor terhadap putaran dan jenis semprotan menggunakan alat uji injektor pada tahun 2013. Penelitian ini membahas tentang pengaruh putaran terhadap volume penyemprotan individu injektor keihin type TS-RK 0027.

Dari *literature review* yang ada, pada saluran sistem bahan bakar serta cara mengatasi, saringan pada pompa pemindah tersumbat cara mengatasinya dengan membongkar pompa pemindah dan bersihkan saringannya. Kemudian apabila tangki bahan bakar kotor mengatasinya dengan membersihkan tangki bahan bakar. Apabila terjadi angin yang masuk kedalam saluran bahan bakar mengatasinya dengan membleeding. Apabila terjadi kerusakan atau kebocoran pada pipa bertekanan tinggi mengatasinya dengan mengeraskan atau mengganti pengikat pipa bertekanan tinggi. Apabila terjadi *Knocking* / Detonasi serta tekanan penginjeksian tidak tepat maka dilakukan *Overhaul Nozzle*, bersihkan komponen-komponen dan ganti jika rusak kemudian setel *nozzle* sesuai spesifikasi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Dasar Dasar Mesin Injeksi

Sejak Robert Bosch berhasil membuat pompa injeksi pada motor diesel putaran tinggi (1922 - 1927), maka dimulailah percobaan-percobaan untuk menerapkan pompa injeksi tersebut pada motor bensin. Pada mulanya pompa injeksi motor bensin dicoba, bensin langsung disemprotkan ke ruang bakar seperti

motor diesel, namun timbul kesulitan saat motor dihidupkan pada kondisi dingin karena bensin sukar menguap pada temperatur rendah dan akibatnya bensin akan mengalir keruang poros engkol dan bercampur dengan oli. Untuk mengatasi hal ini, maka penyemprotan bensin dilakukan pada saluran isap (*intake manifold*), hal ini pun bukan tidak bermasalah karena elemen pompa harus diberi pelumasan sendiri mengingat bensin tidak dapat melumasi elemen pompa seperti solar. Para ahli konstruksi terus berusaha merancang suatu sistem injeksi yang berbeda dari sistem-sistem terdahulu (tanpa memakai pompa injeksi seperti motor diesel).

Mengingat keterbatasan sistem mekanis itu, para perekayasa berusaha menggabungkan sistem mekanis suatu rangkaian kerja sebuah alat yang digunakan dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan proses kerja. Sistem mekanis dengan kontrol elektronik suatu alat untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari sebuah sistem. Gunanya agar diperoleh fleksibilitas yang lebih dalam daerah operasinya sehingga menghasilkan engine dengan kinerja optimum dalam daerah operasi yang lebih luas. Karena merupakan komponen penting, para pabrikan membungkusnya dalam nama yang berbeda dari pabrikan lain.

Untuk mengadopsi standar Euro 2 memang mutlak diperlukan beberapa perubahan teknologi. Yang paling utama adalah pemasangan *Catalytic Converter* (CC) sebagai peredam emisi gas buang dan teknologi pasokan bahan bakar injeksi.

Teknologi injeksi merupakan teknologi yang tepat untuk menggantikan karburator. Bisa dilihat dari kondisi sisa pembakaran yang dihasilkan mesin

injeksi. Salah satu perbandingan adalah berdasarkan data standar batas baku mutu emisi yang dikeluarkan pemerintah provinsi DKI Jakarta, Februari 2006. Berdasarkan standar. (service manual honda beat 2014)

2.2.2 Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar Injeksi PGM-FI

Sistem bahan bakar injeksi PGM-FI bekerja dengan cara menyuplai bahan bakar untuk proses pembakaran pada mesin dengan menyesuaikan kondisi kerja mesin. Aliran bahan bakar dimulai dari pompa bahan bakar yang mengalirkan sejumlah bahan bakar bertekanan kepada *injector*.

Fuel pump menyuplai bahan bakar ke *injector* melalui *fuel filter*. *Pressure regulator* berfungsi menjaga supaya tekanan bahan bakar yang ke *injector* tetap konstan hanya 294 kPa (43 psi). Ketika ECM memberikan sinyal kepada *injector*, *fuel passage* terbuka, sehingga sejumlah bahan-bakar terinjeksi kedalam *intake manifold*.

Semakin lama *injector* diberikan sinyal (durasi injeksi), semakin banyak bahan bakar yang diinjeksikan. Semakin pendek waktu *injector* diberikan sinyal, semakin sedikit bahan bakar yang diinjeksikan. Durasi injeksi dan *timing* injeksi semuanya dikontrol oleh ECM, berdasarkan masukan dari sinyal-sinyal yang diperoleh dari *throttle position sensor*, *crankshaft position sensor*, *intake air pressure sensor*, *intake air temperature sensor*, *O2 sensor* dan *engine temperature sensor* yang memungkinkan ECM menentukan durasi (lamanya) injeksi dan *timing* injeksi.

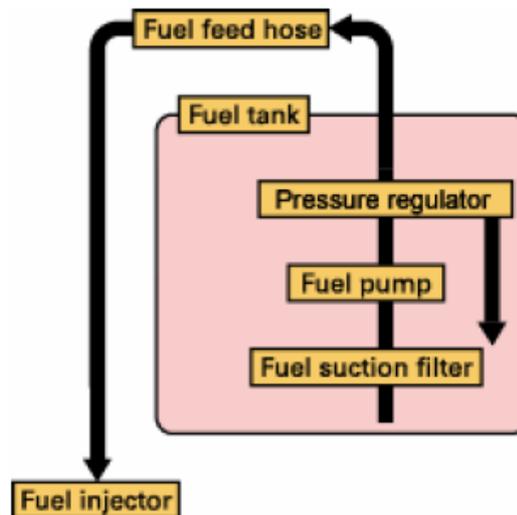
Timing (waktu) injeksi ditentukan berdasarkan sinyal dari *crankshaft position sensor*. Sehingga volume bahan-bakar yang dibutuhkan mesin dapat

disuplai setiap saat, sesuai dengan kondisi jalan dan pengendaraan (Service Manual Honda Beat, 2014:1-4).

2.2.3 Komponen Sistem Bahan Bakar Injeksi PGM-FI

1. Sistem Aliran Bahan Bakar

Sistem aliran bahan bakar meliputi komponen-komponen yang akan di jelaskan berikut ini:



Gambar 2.1 Sistem Aliran Bahan Bakar (PT. Astra Honda Motor :2014)

a. Tangki Bahan Bakar (*Fuel Tank*)

Tangki bahan bakar (*Fuel Tank*) merupakan komponen yang berfungsi untuk menampung persediaan bahan bakar. Tangki bahan bakar pada Honda Beat PGM-FI memiliki kapasitas 3,8 L.

Kapasitas tangki dibuat bermacam-macam tergantung dari besar kecilnya mesin. Bahan tangki umumnya dibuat dari plat baja dengan dilapisi pada bagian dalam dengan logam yang tidak mudah berkarat.

Namun demikian terdapat juga tangki bensin yang terbuat dari alumunium.



Gambar 2.2 Tangki Bahan Bakar (PT. Astra Honda Motor :2014)

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

Saringan bahan bakar (*Fuel Suction Filter*) berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran dan partikel asing lainnya dari bahan bakar agar tidak masuk ke pompa bahan bakar atau ke *injector*.



Gambar 2.3 Saringan Bahan Bakar (PT. Astra Honda Motor :2014)

c. Pompa Bahan Bakar (*Fuel Pump*)

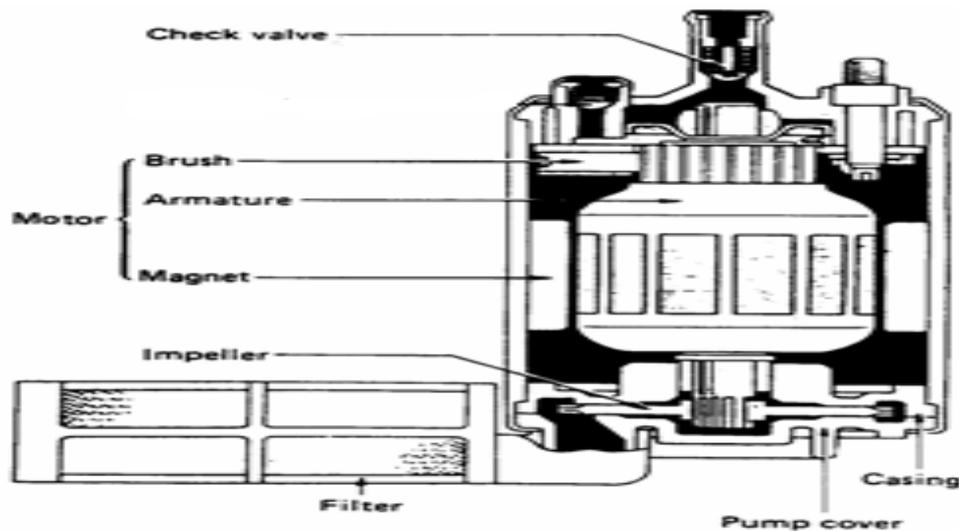
Pompa bahan bakar yang biasa digunakan pada mesin dengan sistem injeksi adalah pompa bahan bakar elektrik yang berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan menekannya ke sistem bahan bakar.

Pompa bahan bakar yang biasa digunakan adalah tipe *in tank*. Tipe *in tank* artinya bahwa pompa bahan bakar berada di dalam tangki bahan bakar dengan posisi terendam bahan bakar.

Komponen pompa bahan bakar terdiri dari :

1. *Impeller* pada pompa bahan bakar yang berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar dan memompanya ke sistem aliran bahan bakar sehingga bahan bakar dapat bersirkulasi dengan tekanan tertentu.
2. Motor listrik pada pompa bahan bakar yang berfungsi untuk memutar *impeller* agar dapat memompa bahan bakar. Komponen motor listrik terdiri dari *magnet* yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet yang dapat memutar *armature* akibat adanya aliran listrik, *armature* yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau putar, *commutator* yang berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari *brush* menuju ke *armature*, *brush* yang berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari sumber tegangan menuju ke *commutator*.

3. *Check valve* pada pompa bahan bakar yang berfungsi untuk menahan bahan bakar bertekanan yang terdapat pada selang saluran bahan bakar ketika pompa berhenti agar bahan bakar tidak kembali ke dalam pompa bahan bakar atau ke dalam tangki bahan bakar.



Gambar 2.4 Pompa Bahan Bakar (PT. Astra Honda Motor :2014)



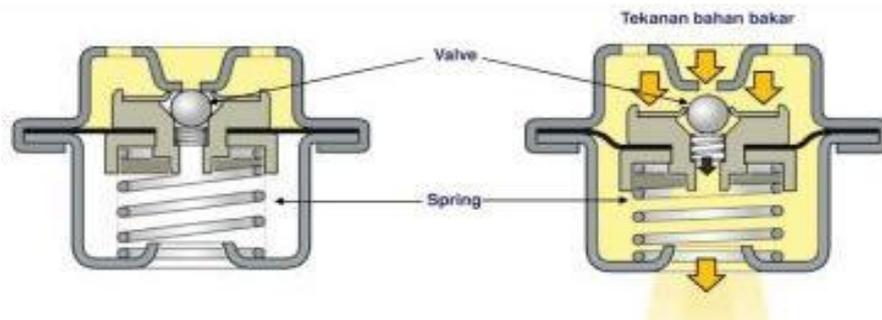
Gambar 2.5 Skema Rangkaian Pompa Bahan Bakar (PT. Astra Honda Motor

:2014)

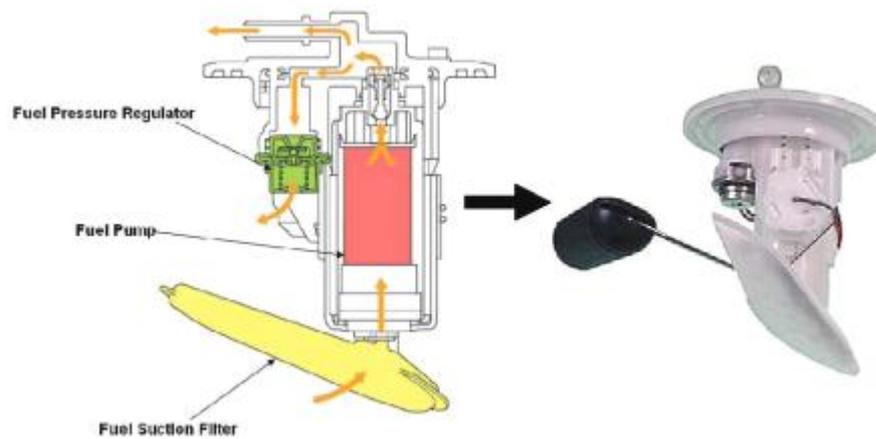
d. *Fuel Pressure Regulator*

Perubahan tekanan bahan bakar akibat injeksi bahan bakar mengakibatkan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan sedikit berubah. *Pressure regulator* berfungsi mengatur tekanan bahan bakar yang mengalir ke *injector*. Jumlah injeksi bahan bakar dikontrol sesuai lamanya sinyal yang diberikan ke *injector*, sehingga tekanan konstan pada *injector* harus dipertahankan.

Fuel pressure regulator mengatur tekanan bahan bakar di dalam sistem aliran bahan bakar agar tetap konstan. Contohnya pada honda beat PGM-FI tekanan dipertahankan pada 294 kPa (3.0 kg/cm², 43 psi). Bila bahan bakar yang dipompa menuju injektor terlalu besar (tekanan bahan bakar melebihi 294 kPa (3.0 kg/cm², 43 psi)) *pressure regulator* mengembalikan bahan bakar ke dalam tangki.



Gambar 2.6 Konstruksi *Fuel Pressure Regulator* (PT. Astra Honda Motor :2014)



Gambar 2.7 Letak *Fuel Pressure Regulator* pada Pompa Bahan Bakar (PT. Astra Honda Motor :2014)

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

Selang bahan bakar berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki menuju ke *injector*. Selang dirancang harus tahan tekanan bahan bakar akibat dipompa dengan tekanan minimal sebesar tekanan yang dihasilkan oleh pompa.



Gambar 2.8 Selang Bahan Bakar (PT. Astra Honda Motor :2014)

2. Komponen Sistem Kontrol Elektronik

Sistem kontrol elektronik dari sistem bahan bakar injeksi PGM-FI terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

- a. Bagian *Input*
- b. Bagian *Proses*
- c. Bagian *Output*

2.2.4 Sistem Pengapian

Sistem pengapian yang ada pada sistem motor injeksi termasuk sistem pengapian DC, berbeda dengan system pengapian generasi motor CDI DC generasi sebelumnya. Pada sistem pengapian injeksi, komponen pengapian CDI menyatu dengan rangkaian control Injeksi yang dinamakan ECM (*Engine Control Module*), jadi komponen ECM berfungsi selain sebagai sistem pengapian juga mengontrol sistem injeksi atau sistem penyemprotan bahan bakar ke silinder.

1. Komponen Pengapian Motor Injeksi dan Fungsinya

- a. ECM/ECU adalah singkatan dari *Engine Control Module* atau *Engine Control Unit*, berfungsi sebagai pengolah data atau *procesor*, yang akan mengolah sinyal input dari sensor CKP/pulser kemudian akan diolah oleh ECM dan akan dikeluarkan berupa output ke coil pada saat sebelum akhir langkah kompresi.
- b. Alternator berfungsi menghasilkan arus listrik AC.

- c. *Rectifier* berfungsi mengubah arus AC menjadi arus DC yang selanjutnya akan mengisi baterai.
- d. Baterai berfungsi sebagai tempat atau penyimpan arus listrik dan juga berfungsi sebagai sumber arus listrik DC pada saat motor hidup.
- e. Fuse/sikring berfungsi sebagai pengaman atau pembatas arus listrik apabila terjadi kelebihan arus akibat terjadi hubungan singkat (konsleting).
- f. *Switch*/kontak berfungsi menghubungkan dan memutuskan arus listrik.
- g. CKP atau Pulser berfungsi memberi sinyal saat akhir langkah kompresi (tegangan berkisar 0,7 Volt) kepada ECM, sinyal diterima dan diolah untuk menghasilkan output berupa tegangan negatif coil, yang selanjutnya coil akan menghasilkan tegangan tinggi ke busi.
- h. Coil berfungsi menaikkan atau menghasilkan tegangan tinggi ke busi, sehingga mampu menghasilkan loncatan api yang kuat.
- i. Busi berfungsi menghasilkan loncatan bunga api di ruang bakar.
- j. *Switch* standart samping berfungsi sebagai pengaman, prinsip kerjanya adalah : Apabila standart samping posisi dibawah, kabel G/W tidak hubung dengan *negatif/ground* sehingga ECM tidak akan mengeluarkan output ke coil sehingga ECM tidak akan mengeluarkan output ke coil

sehingga busi tidak akan timbul bunga api, dan apabila standart samping posisi diatas kabel G/W hubung dengan negatif/ground sehingga ECM tidak akan mengeluarkan output ke coil sehingga busi tidak akan timbul bunga api, dan apabila standart samping posisi diatas kabel G/W hubung dengan negatif/ground sehingga ECM akan aktif dan mengeluarkan output ke coil sehingga busi akan timbul bunga api untuk menghidupkan motor.

2. Prinsip Kerja Pengapian Injeksi Honda Beat

Pada saat kontak kita posisi OFF, arus positif baterai mengalir ke sikring utama 15 A, dari sikring menuju ke regulator (R/W) dan dari regulator keluar ke kabel R/B baru menuju kontak. Pada saat kontak posisi ON, arus positif akan menuju ke ECM lewat relay (kabel konektor positif ECM berwarna hitam), arus positif juga mengalir ke coil (kabel BI) jadi di coil sudah standby arus positif. Pada saat standart samping dinaikkan ke atas switch standart akan menghubungkan kabel G/W ECM ke negatif, sehingga ECM aktif. Pada saat motor distarter, CKP atau pulser yang berada di generator akan menghasilkan tegangan sinyal AC sebesar 0,7 VAC, tegangan sinyal ini dikirim ke ECM, hal ini akan mengakibatkan ECM menghasilkan output berupa tegangan negatif (-) ke coil yang mengakibatkan di coil terjadi tegangan induksi, dari coil diteruskan ke busi sehingga celah elektroda busi menghasilkan loncatan bunga api sehingga terjadi proses pembakaran di ruang bakar.

2.2.5 Sistem Induksi Udara

Udara yang dihisap masuk ke dalam silinder melewati beberapa komponen untuk diukur kevakumannya sebagai patokan jumlah bensin yang akan diinjeksikan. Selain itu juga melewati komponen pendeteksi kondisi udara.

Komponen sistem induksi udara pada Honda Beat PGM-FI meliputi: saringan udara, *throttle body*, *intake manifold* dan silinder. Di dalam *throttle body* terdapat *manifold absolute pressure* (MAP) sensor, *intake air temperature* (IAT) sensor dan katub gas yang pergerakannya dideteksi oleh *throttle position* (TP) sensor.



Gambar 2.9 *Throttle body* (PT.Astra Honda Motor : 2014)

2.2.6 ECM (*Electronic Control Module*)

ECM (*Electronic Control Module*) adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengatur operasi dari *internal combustion engine*. Manfaat menggunakan ECM ini akan menyebabkan waktu pengapian dan penyemprotan bahan bakar lebih presisi. Ada beberapa cara untuk memperoleh pembakaran yang sempurna diantaranya adalah mengontrol jumlah bahan bakar ke dalam mesin sehingga massa bahan bakar dapat diatur sesuai dengan kebutuhan mesin dan

mongontrol proses pembakaran dengan *timing advance* pengapian yang tepat sehingga seluruh campuran bahan bakar dengan udara terbakar sempurna.

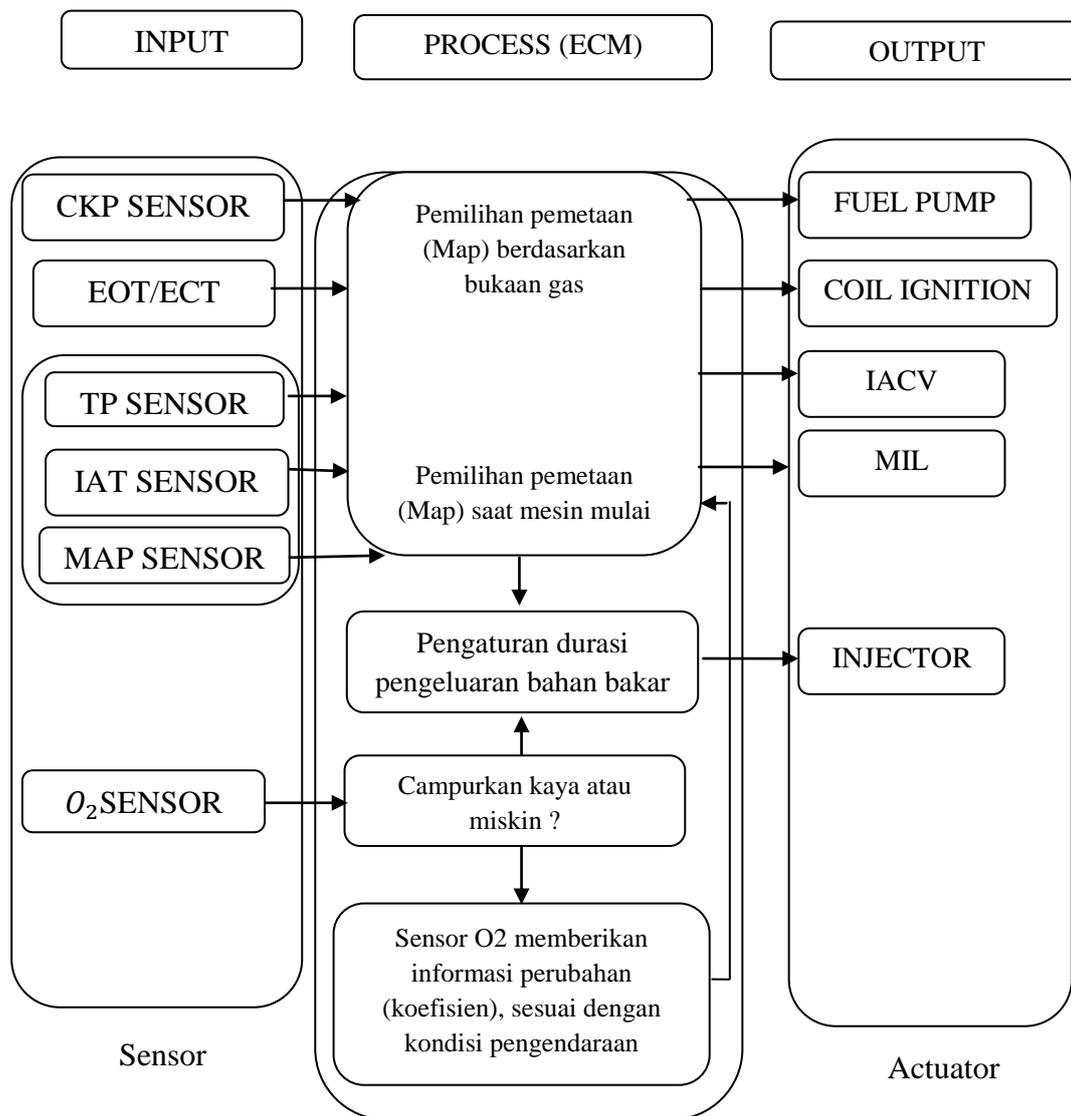
ECM bekerja secara *digital logic* dengan sebuah *mikrokontroller* yang berfungsi mengolah data dengan proses membandingkan dan mengkalkulasi data untuk disesuaikan oleh kebutuhan mesin. Pengolahan data dari berbagai sensor-sensor yaitu *throttle position sensor* (TPS), *Intake Air Temperature sensor* (IATS), *Manifold Air Pressure* (MAP), *Crank Position Sensor*, dan *coolant temperature sensor*. Informasi dari sensor-sensor tersebut akan diproses oleh *mikrokontroller* untuk memerintah *actuator* yaitu *injector*, *coil*, *fuel pump*, dan *fan*. ECM (*Electronic Control module*)



Gambar 2.10 *Electronic Control Module* (PT.Astra Honda Motor : 2014)

2.2.7 Pembahasan Sistem Kontrol Elektronik

Sistem kontrol elektronik merupakan sistem yang mengatur suplai bahan bakar pada Honda Beat PGM-FI agar bahan bakar dapat di injeksikan pada saat dan jumlah volume yang tepat berdasarkan kondisi kerja mesin.



Gambar 2.11 Proses Kerja Sensor (PT. Astra Honda Motor :2014)

Komponen sistem kontrol elektronik terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Bagian *Input*

Sistem PGM-FI pada honda beat PGM-FI yang merupakan serangkaian dari beberapa sensor yang terdiri dari sensor temperatur udara masuk (*Intake Air Temperature Sensor*), sensor tekanan udara masuk (*Intake Air Pressure Sensor*), dan sensor posisi katup gas (*Throttle Position Sensor*) yang terletak dalam satu komponen.



Gambar 2.12 *Throttle Body* (PT. Astra Honda Motor :2014)

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

Sensor temperatur udara masuk (*Intake Air Temperature Sensor*) berfungsi untuk memberikan sinyal ke ECM berupa informasi (deteksi) tentang temperatur udara yang masuk ke *intake manifold*. Tegangan referensi/suplai dari ECM selanjutnya akan berubah menjadi tegangan sinyal yang nilainya dipengaruhi oleh temperatur udara masuk .

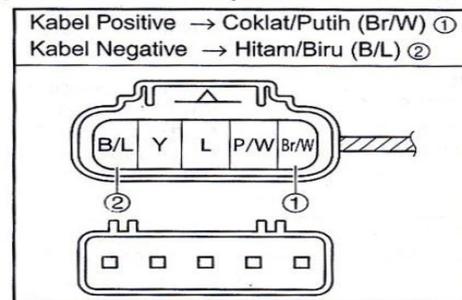


Gambar 2.13 Letak *Intake Air Temperature Sensor* (PT. Astra Honda Motor :2014)

Sensor temperatur udara masuk terbuat dari *Thermistor*. *Thermistor* adalah komponen elektronika yang merupakan bahan *solid-state variable resistor* (bahan yang memiliki tahanan listrik berubah-ubah akibat adanya perubahan temperatur) yang terbuat dari *Semiconductor*. Sensor temperatur udara menggunakan *Thermistor* dengan tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*), dimana nilai tahanannya akan berkurang bila temperature naik (nilai tahanan berbanding terbalik terhadap temperature).

Jika semakin tinggi temperatur udara maka semakin rendah kepadatan udara, sehingga waktu pemberian sinyal injeksi kepada injektor semakin pendek karena bahan bakar yang di injeksikan harus semakin sedikit untuk mendapatkan pencampuran bahan bakar dan udara yang tepat.

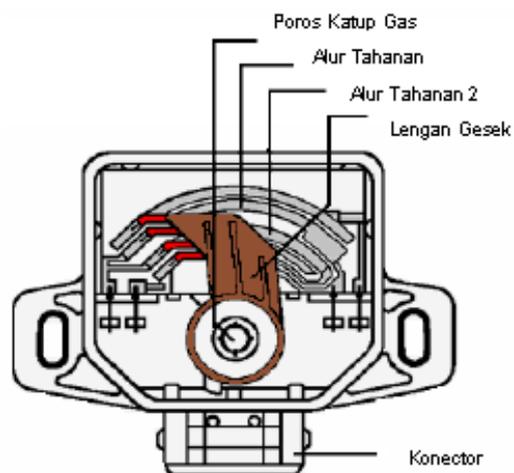
Sensor temperatur udara masuk memiliki 2 terminal yaitu terminal yang terhubung dengan tahanan pada sensor dihubungkan dengan kabel positif (+) yang berwarna coklat/putih dan satu terminal lain yang dihubungkan dengan kabel negatif (-) yang berwarna hitam/biru.



Gambar 2.14 *Connector* pada Sensor Temperatur Udara Masuk (PT. Astra Honda Motor :2014)

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

Sensor posisi katup gas (*Throttle Position Sensor*) merupakan sebuah tahanan geser dengan bahan karbon arang, berfungsi untuk mengetahui posisi (derajat) pembukaan katup gas guna mengkoreksi AFR (*Air Fuel Ratio*), pendeteksi perlambatan bersama-sama dengan sensor RPM untuk *fuel cut-off* dan untuk mendeteksi beban maksimum



Gambar 2.15 Sensor Posisi Katup Gas (PT. Astra Honda Motor :2014)

c. Sensor Posisi Poros Engkol (*Crankshaft Position Sensor*)

Crankshaft Position Sensor terdiri dari magnet dan *coil* yang ditempatkan di bagian atas rotor AC magneto pada Honda beat, saat mesin berputar *Crankshaft Position Sensor* menghasilkan pulsa tegangan listrik .

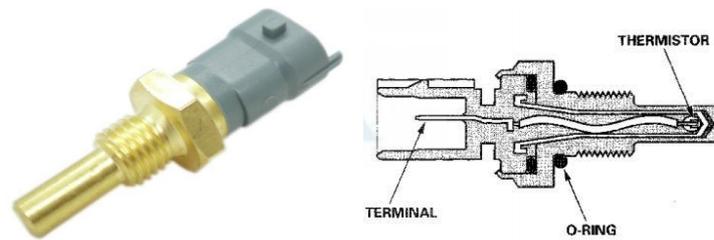
Crankshaft Position Sensor digunakan sebagai sensor utama untuk mendeteksi putaran mesin, output signal dari *Crankshaft Position Sensor* dikirim ke ECM untuk menentukan *injection timing* dan besarnya *basic injection volume*.



Gambar 2.16 *Crankshaft Position Sensor* (PT. Astra Honda Motor:2014)

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

Sensor temperatur mesin berfungsi untuk mendeteksi temperatur mesin dan memberikan *input* sinyal deteksi ke ECM berupa referensi tegangan yang berbeda-beda berdasarkan temperatur mesin yang terdeteksi yang akan digunakan ECM untuk menentukan banyaknya bahan bakar yang di injeksikan.



Gambar 2.17 Sensor Temperatur Mesin (PT. Astra Honda Motor :2014)

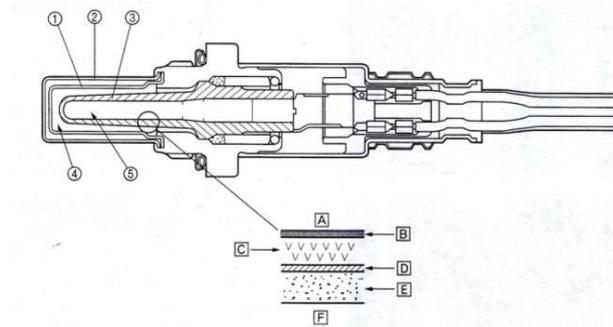
Sensor temperatur mesin terbuat dari *thermistor*, yaitu sebuah *variable resistor* yang dipengaruhi oleh temperatur. Kerja sensor temperatur mesin sama dengan sensor temperatur udara, hanya fungsi pendeteksiannya yang berbeda. Sensor temperatur mesin berfungsi mendeteksi temperatur oli mesin sebagai input ECM untuk mengoreksi besarnya penginjeksian bensin pada injektor

e. Sensor O₂

Sensor O₂ dipasangkan di *exhaust manifold* yang berfungsi untuk mendeteksi konsentrasi oksigen pada gas buang kendaraan, menghitung perbandingan udara dan bensin, dan menginformasikan hasilnya pada ECM.



Gambar 2.18 Letak Sensor O₂ (PT. Astra Honda Motor :2014)



Gambar 2.19 Kontruksi Sensor O₂ (PT. Astra Honda Motor : 2014)

Keterangan :

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Penutup dalam / <i>inner cover</i> | A. Tekanan udara luar |
| 2. Penutup luar / <i>outer cover</i> | B. Elektroda bagian dalam |
| 3. <i>Tube zirconium</i> | C. <i>Filter zirconium</i> |
| 4. Gas buang / <i>exhaust</i> | D. Elektroda bagian luar |
| 5. Tekanan udara luar / <i>atmosphere</i> | E. <i>Porous ceramic layer</i> |

Sensor O₂ bekerja dengan cara membandingkan jumlah oksigen yang ada pada gas buang terhadap jumlah oksigen pada udara luar. Udara luar memasuki sensor melalui sebuah lubang atau ventilasi pada sisi atas sensor. Apabila disini ditemukan jumlah oksigen yang berbeda, sensor oksigen akan menghasilkan tegangan kecil yang bervariasi sesuai dengan jumlah oksigen yang terdapat pada gas buang. Tegangan yang bervariasi ini dikirimkan ke ECM.



Gambar 2.20 Letak Lubang Masuk Udara Luar pada Sensor (PT. Astra Honda Motor :2014)

Tegangan input dari sensor oksigen akan di terjemahkan oleh ECM bahwa perbandingan udara-bahan bakar terjadi secara tepat ketika sinyal tegangan pada 0,3-0,9 V. Sedangkan campuran udara-bahan bakar kaya pada tegangan 1 V dan pencampuran udara-bahan bakar kurus pada tegangan 0,2 V.

Sensor O₂ memiliki 1 terminal yang dihubungkan pada kabel positif (+) dengan kabel berwarna abu-abu/merah dan kabel negatif yang langsung dihubungkan pada *engine*.

2. Bagian proses

ECM merupakan komponen sistem bahan bakar yang akan menerima sinyal listrik dari sensor kemudian diolah untuk kemudian dijadikan garis perintah kepada *actuator*. ECM mendapat suplai tegangan listrik dari baterai, yang selanjutnya tegangan listrik tersebut akan dialirkan ke sensor dan

actuator yang besar kecilnya tegangan disesuaikan dengan kapasitas sensor ataupun *actuator*

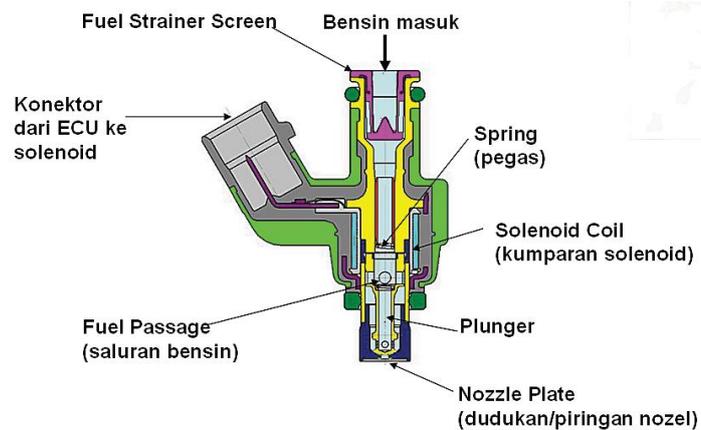
Tegangan (sinyal) yang dialirkan ke *injector* untuk menentukan *timing* injeksi berdasarkan input dari sensor posisi poros engkol agar di hasilkan waktu saat injeksi yang tepat, sedangkan lamanya injeksi berdasarkan input dari sensor temperatur udara masuk, sensor posisi katup gas, sensor tekanan udara masuk, sensor temperatur mesin dan sensor O₂ agar dihasilkan campuran udara dan bahan bakar yang tepat serta jumlah injeksi bahan bakar yang tepat. Sedangkan tegangan (sinyal) yang dialirkan ke ISC untuk menentukan pembukaan katup udara, untuk mengatur udara yang masuk pada saat putaran *idle*.

3. Bagian *output*

a. *Injector*

Injector adalah salah satu bagian dari sistem bahan bakar injeksi yang akan mengabutkan bahan bakar agar terjadi proses pencampuran yang homogen antara udara dan bahan bakar. *Injector* dilengkapi dengan *plunger* yang akan membuka dan menutup saluran bahan bakar dan kerja *plunger* dikontrol oleh solenoid yang mendapat instruksi dari ECM.

Injector berfungsi menyemprotkan bensin menuju *engine* untuk dicampur dengan udara. Agar bensin mudah bercampur dengan udara maka bensin dikabutkan dengan halus sehingga mudah berubah menjadi uap .



Gambar 2.21 Konstruksi *Injector* (PT. Astra Honda Motor :2014)

Injector memiliki 2 terminal yaitu terminal yang dihubungkan pada sumber tegangan yang dihubungkan pada kunci kontak, kabel positif (+) dengan kabel berwarna coklat(Br) dan satu terminal yang dihubungkan pada ECM dengan kabel orange/hitam(Or/B).

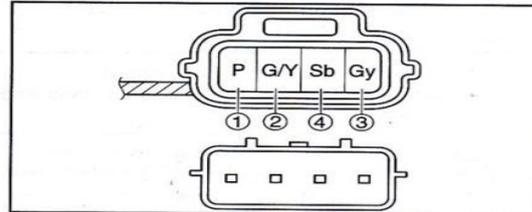
b. *ISC (Idle Speed Control)*

ISC (Idle speed control) difungsikan untuk mengatur besarnya udara yang diberikan pada saat putaran *idle*. *Idle speed control* dipasangkan pada *air assist passage*. ECM hanya mengoperasikan katup *ISC* untuk membuat *idle-up* dan memberikan umpan balik untuk mencapai target putaran *idling*.



Gambar 2.22 *Idle Speed Control* (PT. Astra Honda Motor :2014)

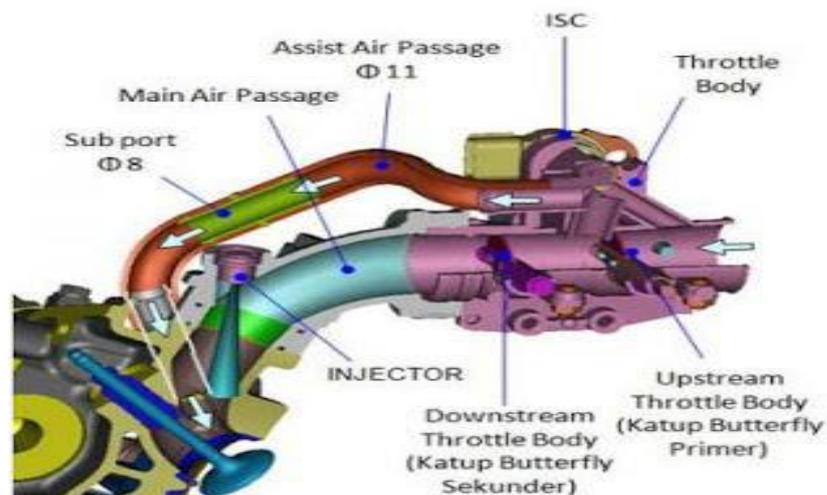
ISC memiliki 4 terminal yang terdiri dari kabel merah muda (1), kabel hijau/kuning (2), kabel abu-abu (3), dan kabel biru muda (4).



Gambar 2.23 Connector ISC (PT. Astra Honda Motor :2014)

2.2.8 Cara Kerja Sistem Bahan Bakar Injeksi PGM-FI

Teknologi PGM-FI yang baru dikembangkan oleh Honda menampilkan efisiensi pembakaran yang sangat baik, memungkinkan kendaraan mencapai karakteristik pengendalian yang sangat nyaman dan ekonomis bahan bakarnya, serta ramah lingkungan. PGM-FI ini terdiri dari dua *throttle valve* mekanis, satu didepan dan satu dibelakang, yang berguna untuk mengontrol aliran udara tambahan (Service Manual Honda Beat, 2014).



Gambar 2.24 Sistem Aliran Udara PGM-FI (PT. Astra Honda Motor :2014)

2.2.9 Pengaturan Injeksi

Pada bagian terdahulu telah disebutkan bahwa terdapat sensor-sensor utama yang akan menentukan jumlah penyemprotan dasar, selanjutnya sensor-sensor lain untuk mengoreksi sesuai kondisi kerja yang sedang terjadi.

a. Koreksi temperatur mesin

Pada temperatur rendah bahan bakar akan sulit menjadi uap dan cenderung mengalami kondensasi. Maka bahan bakar yang tercampur dengan udara akan cenderung kurus serta kurang homogen.

Dalam sistem injeksi sensor temperatur mesin akan mengirim informasi temperatur mesin ke ECM sebagai koreksi durasi injeksi, semakin rendah temperatur maka penambahan bahan bakar semakin tinggi, penambahan berangsur-angsur turun dan berhenti pada temperatur kerja (60-80 °C)

b. Koreksi Temperatur Udara Masuk

Kepadatan udara dipengaruhi oleh *temperatur* udara, kepadatan akan berkurang bila *temperature* bertambah. Sensor IAT (*Intake Air Temperature*) menginformasikan temperatur udara masuk dan ECM akan mengatur durasi injeksi sesuai dengan perubahan kepadatan udara yang ada. ECM diprogram pada 20°C, menambah bahan bakar bila temperaturkurang dari 20°C, dan mengurangi bahan bakar bila temperaturlebih dari 20°C .

c. Koreksi Beban

Bila kendaraan bekerja pada beban tinggi, ECM akan menambah durasi injeksi. Sensor pendukung untuk koreksi beban yaitu: Sensor tekanan udara masuk, sensor posisi katup gas, dan sensor posisi poros engkol. Bila beban

naik (udara masuk banyak) durasi injeksi naik, bila putaran (RPM) naik frekuensi injeksi naik dengan durasi sama .

d. Koreksi Percepatan

Pada awal percepatan, ECM membuat durasi injeksi besar (campuran kaya) untuk menjaga supaya mesin tidak tersendat. Besar kecilnya durasi injeksi tergantung pada seberapa cepat katup gas membuka dan beban mesin. Semakin cepat bukaan katup gas dan beban mesin, maka semakin besar durasi injeksi.

e. Koreksi Perlambatan (*Fuel Cut Off*)

Sensor pendukung :

- Sensor Putaran (*Crankshaft Position Sensor*)
- Sensor Katup Gas (*Throttle Position Sensor*)
- Sensor tekanan udara masuk (*Intake Air Pressure Sensor*)
- Reaksi ECM = Mematikan Injektor sesaat (*Fuel Cut Off*).

Selama katup gas menutup dan putaran mesin tinggi, kendaraan tidak memerlukan bahan bakar. *Fuel Cut Off* terhadap putaran mesin adalah tidak sama, tergantung dari *temperature* mesin. Bila terjadi extra beban, ECM membuka injeksi lebih awal (*fuel cut off*) putaran tinggi.