

SISTEM BAHAN BAKAR INJEKSI (EFI)

1. Perkembangan Sistem Bahan Bakar Injeksi

Sistem bahan bakar tipe injeksi merupakan langkah inovasi yang sedang dikembangkan untuk diterapkan pada sepeda motor. Tipe injeksi sebenarnya sudah mulai diterapkan pada sepeda motor dalam jumlah terbatas pada tahun 1980-an, dimulai dari sistem injeksi mekanis kemudian berkembang menjadi sistem injeksi elektronik. Sistem injeksi mekanis disebut juga sistem injeksi kontinyu (K-Jetronic) karena injektor menyemprotkan secara terus menerus ke setiap saluran masuk (*intake manifold*). Sedangkan sistem injeksi elektronik atau yang lebih dikenal dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI), volume dan waktu penyemprotannya dilakukan secara elektronik. Sistem EFI kadang disebut juga dengan EGI (Electronic Gasoline Injection), EPI (Electronic Petrol Injection), PGM-FI (Programmed Fuel Injection) dan Engine Management.

Penggunaan sistem bahan bakar injeksi pada sepeda motor komersil di Indonesia sudah mulai dikembangkan. Salah satu contohnya adalah pada salah satu tipe yang di produksi Astra Honda Mesin, yaitu pada Supra X 125. Istilah sistem EFI pada Honda adalah PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) atau sistem bahan bakar yang telah terprogram. Secara umum, penggantian sistem bahan bakar konvensional ke sistem EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan unjuk kerja dan tenaga mesin (power) yang lebih baik, akselerasi yang lebih stabil pada setiap putaran mesin, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (irit), dan menghasilkan kandungan racun (emisi) gas buang yang lebih sedikit sehingga bisa lebih ramah terhadap lingkungan. Selain itu, kelebihan dari mesin dengan bahan bakar tipe injeksi ini adalah lebih mudah dihidupkan pada saat lama tidak digunakan, serta tidak terpengaruh pada temperatur di lingkungannya.

2. Prinsip Kerja Sistem EFI

Istilah sistem injeksi bahan bakar (EFI) dapat digambarkan sebagai suatu sistem yang menyalurkan bahan bakarnya dengan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk mencampurnya dengan udara yang masuk ke ruang bakar. Pada sistem EFI dengan mesin berbahan bakar bensin, pada umumnya proses penginjeksian bahan bakar terjadi di bagian ujung intake manifold/manifold masuk sebelum *inlet valve* (katup/klep masuk). Pada saat inlet valve terbuka, yaitu pada langkah hisap, udara yang masuk ke ruang bakar sudah bercampur dengan bahan bakar.

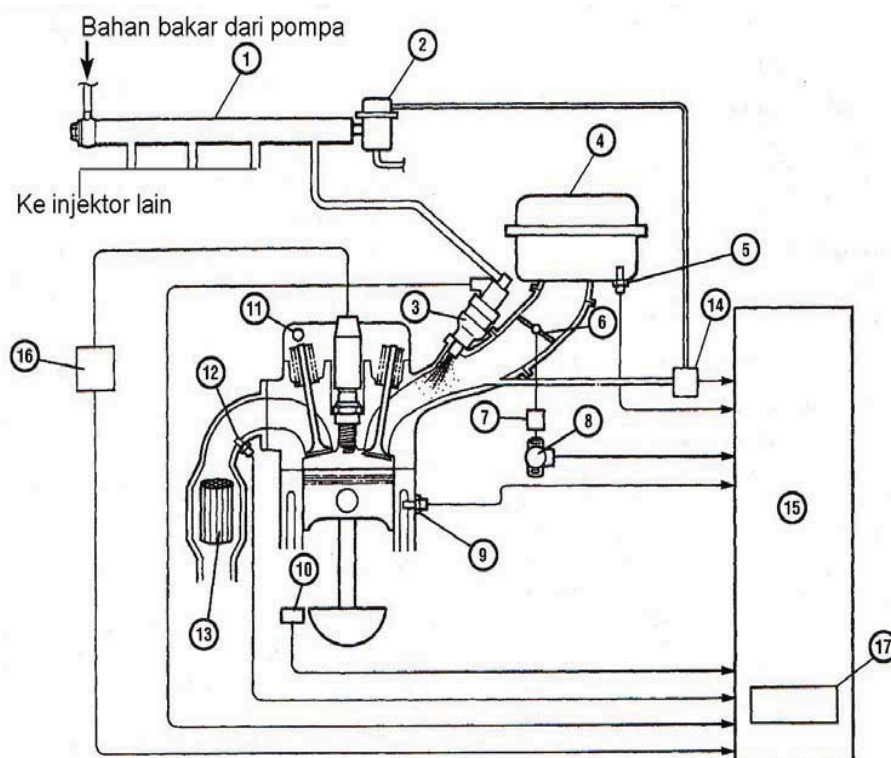
Secara ideal, sistem EFI harus dapat mensuplai sejumlah bahan bakar yang disemprotkan agar dapat bercampur dengan udara dalam perbandingan campuran yang tepat sesuai kondisi putaran dan beban mesin, kondisi suhu kerja mesin dan suhu atmosfer saat itu. Sistem harus dapat mensuplai jumlah bahan bakar yang bervariasi, agar perubahan kondisi operasi kerja mesin tersebut dapat dicapai dengan unjuk kerja mesin yang tetap optimal.

3. Konstruksi Dasar Sistem EFI

Secara umum, konstruksi sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian/sistem utama, yaitu; a) sistem bahan bakar (*fuel system*), b) sistem kontrol elektronik (*electronic control system*), dan c) sistem induksi/pemasukan udara (*air induction system*). Ketiga sistem utama ini akan dibahas satu persatu di bawah ini.

Jumlah komponen-komponen yang terdapat pada sistem EFI bisa berbeda pada setiap jenis sepeda mesin. Semakin lengkap komponen sistem EFI yang digunakan, tentu kerja sistem EFI akan lebih baik sehingga bisa menghasilkan unjuk kerja mesin yang lebih optimal pula. Dengan semakin lengkapnya komponen-komponen sistem EFI (misalnya sensor-sensor), maka pengaturan koreksi yang diperlukan untuk mengatur perbandingan bahan bakar dan udara yang sesuai

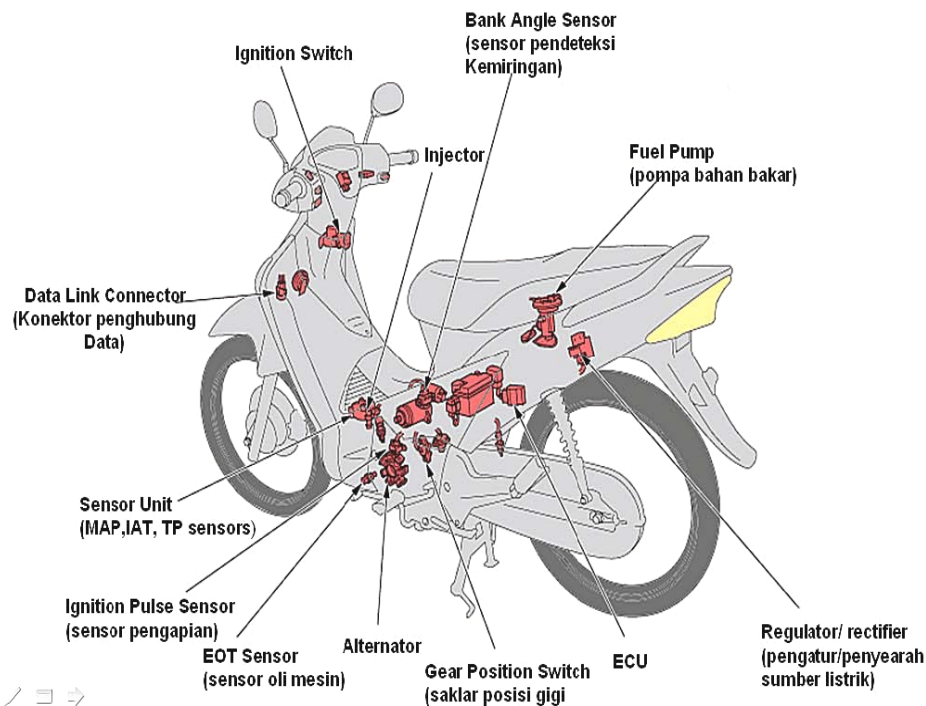
dengan kondisi kerja mesin akan semakin sempurna. Gambar di bawah ini memperlihatkan contoh skema rangkaian sistem EFI pada Yamaha GTS1000 dan penempatan komponen sistem EFI pada Honda Supra X 125.



Gambar Skema Rangkaian Sistem EFI Pada Yamaha GTS1000

Keterangan gambar :

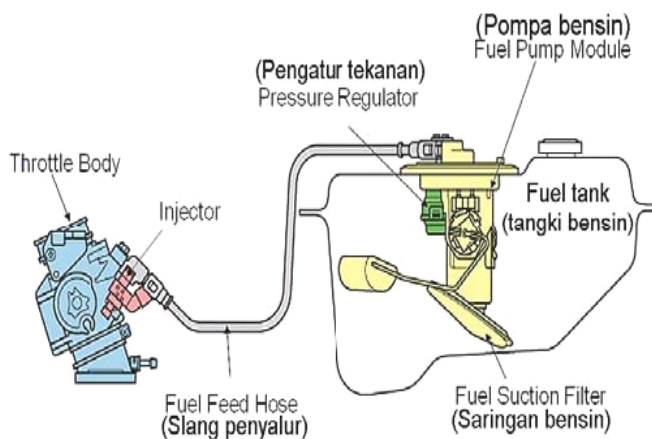
1. Fuel rail/delivery pipe (pipa pembagi)
2. Pressure regulator (pengatur tekanan)
3. Injector (nozle penyemprot bahan bakar)
4. Air box (saringan udara)
5. Air temperature sensor (sensor suhu udara)
6. Throttle body butterfly (katup throttle)
7. Fast idle system
8. Throttle position sensor (sensor posisi throttle)
9. Engine/coolant temperature sensor (sensor suhu air pendingin)
10. Crankshaft position sensor (sensor posisi poros engkol)
11. Camshaft position sensor (sensor posisi poros nok)
12. Oxygen (lambda) sensor
13. Catalytic converter
14. Intake air pressure sensor (sensor tekanan udara masuk)
15. ECU (Electronic control unit)
16. Ignition coil (koil pengapian)
17. Atmospheric pressure sensor (sensor tekanan udara atmosfer)



Gambar Penempatan Komponen Sistem EFI Honda Supra X 125.

a. Sistem Bahan Bakar

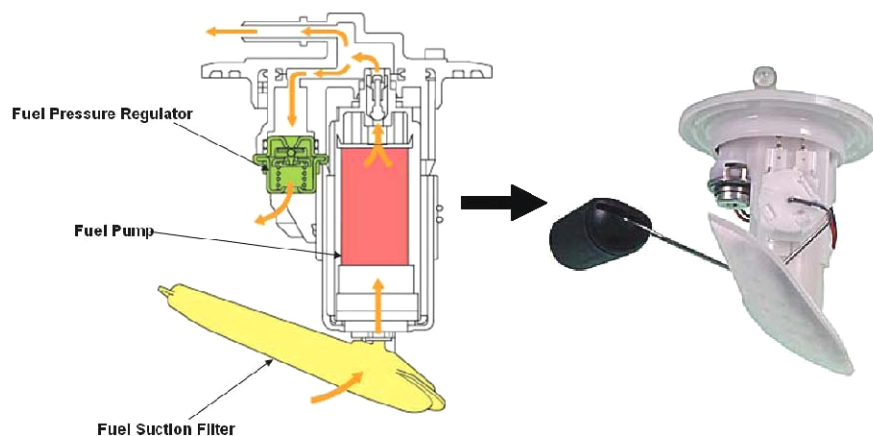
Komponen-komponen yang digunakan untuk menyalurkan bahan bakar ke mesin terdiri dari tangki bahan bakar (fuel tank), pompa bahan bakar (fuel pump), saringan bahan bakar (fuel filter), pipa/slang penyalur (pembagi), pengatur tekanan bahan bakar (fuel pressure regulator), dan injektor/penyemprom bahan bakar. Sistem bahan bakar ini berfungsi untuk menyimpan, membersihkan, menyalurkan dan menyempromkan /menginjeksikan bahan bakar.



Gambar Komponen EFI Honda Supra X 125

Adapun fungsi masing-masing komponen pada sistem bahan bakar tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) *Fuel suction filter*; menyaring kotoran agar tidak terisap pompa bahan bakar.
- 2) *Fuel pump module*; memompa dan mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke injektor. Penyaluran bahan bakarnya harus lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan mesin supaya tekanan dalam sistem bahan bakar bisa dipertahankan setiap waktu walaupun kondisi mesin berubah-ubah.

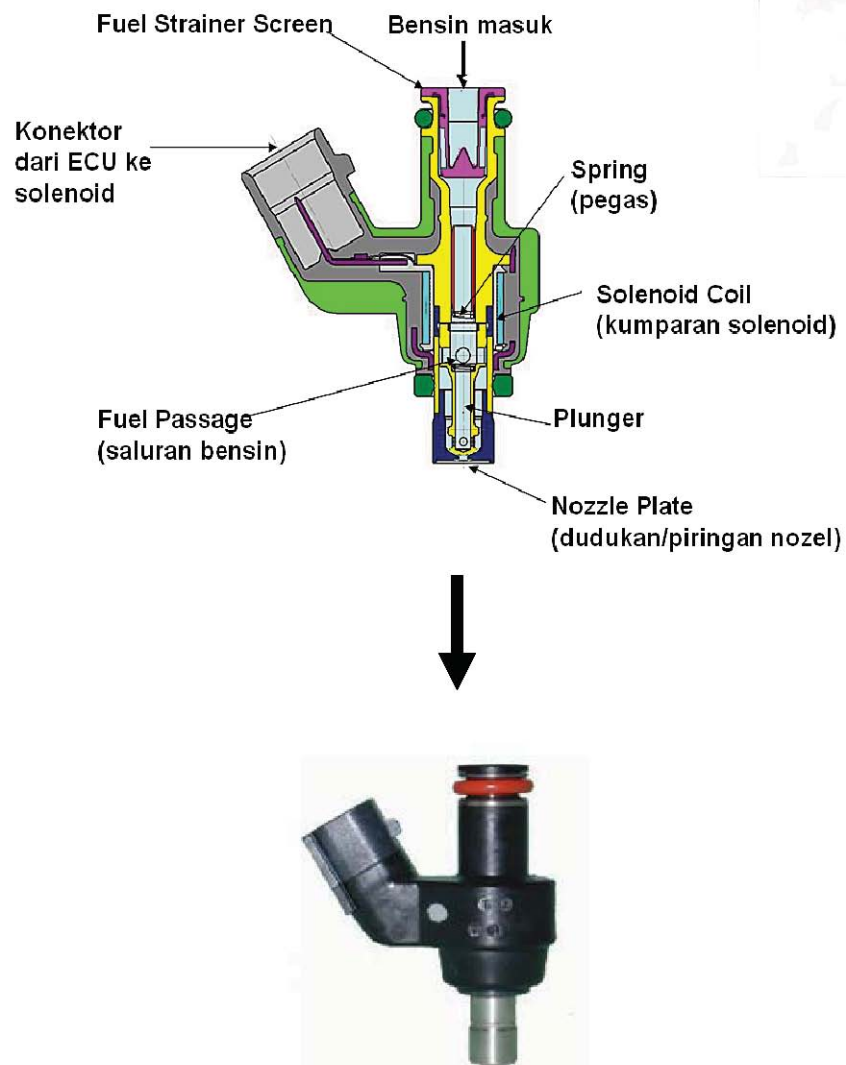


Gambar Konstruksi Fuel Pump Module

- 3) *Fuel pressure regulator*; mengatur tekanan bahan bakar di dalam sistem aliran bahan bakar agar tetap/konstan. Contohnya pada Honda Supra X 125 PGM-FI tekanan dipertahankan pada 294 kPa (3,0 kgf/cm², 43 psi). Bila bahan bakar yang dipompa menuju injektor terlalu besar (tekanan bahan bakar melebihi 294 kPa (3,0 kgf/cm², 43 psi)) *pressure regulator* mengembalikan bahan bakar ke dalam tangki.
- 4) *Fuel feed hose*; slang untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki menuju injektor. Slang dirancang harus tahan tekanan bahan bakar akibat dipompa dengan tekanan minimal sebesar

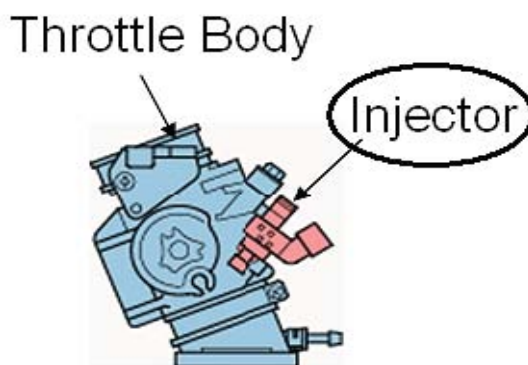
tekanan yang dihasilkan oleh pompa.

- 5) *Fuel Injector*; menyemprotkan bahan bakar ke saluran masuk (intake manifold) sebelum, biasanya sebelum katup masuk, namun ada juga yang ke *throttle body*. Volume penyemprotan disesuaikan oleh waktu pembukaan nozel/injektor. Lama dan banyaknya penyemprotan diatur oleh ECM (*Electronic/Engine Control Module*) atau ECU (*Electronic Control Unit*).



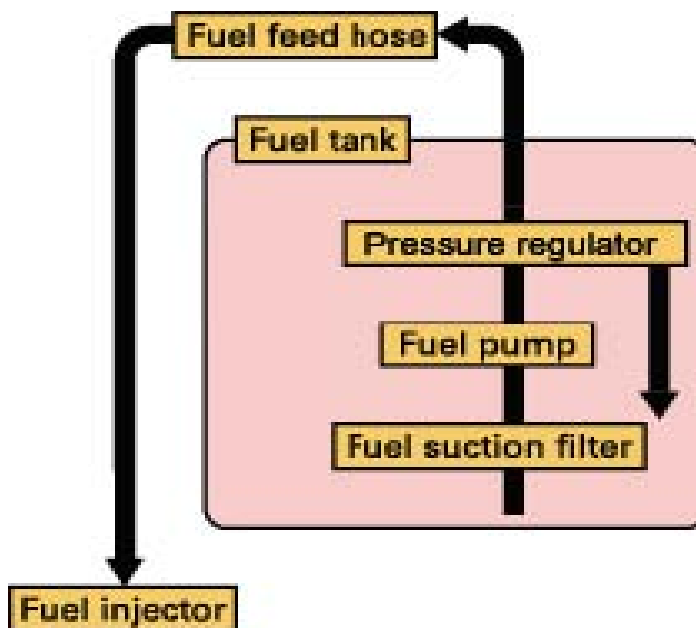
Gambar Konstruksi Injektor

Terjadinya penyemprotan pada injektor adalah pada saat ECU memberikan tegangan listrik ke solenoid coil injektor. Dengan pemberian tegangan listrik tersebut solenoid coil akan menjadi magnet sehingga mampu menarik plunger dan mengangkat needle valve (katup jarum) dari dudukannya, sehingga saluran bahan bakar yang sudah bertekanan akan memancar keluar dari injektor.



Gambar Penempatan Injektor Pada Throttlt Body

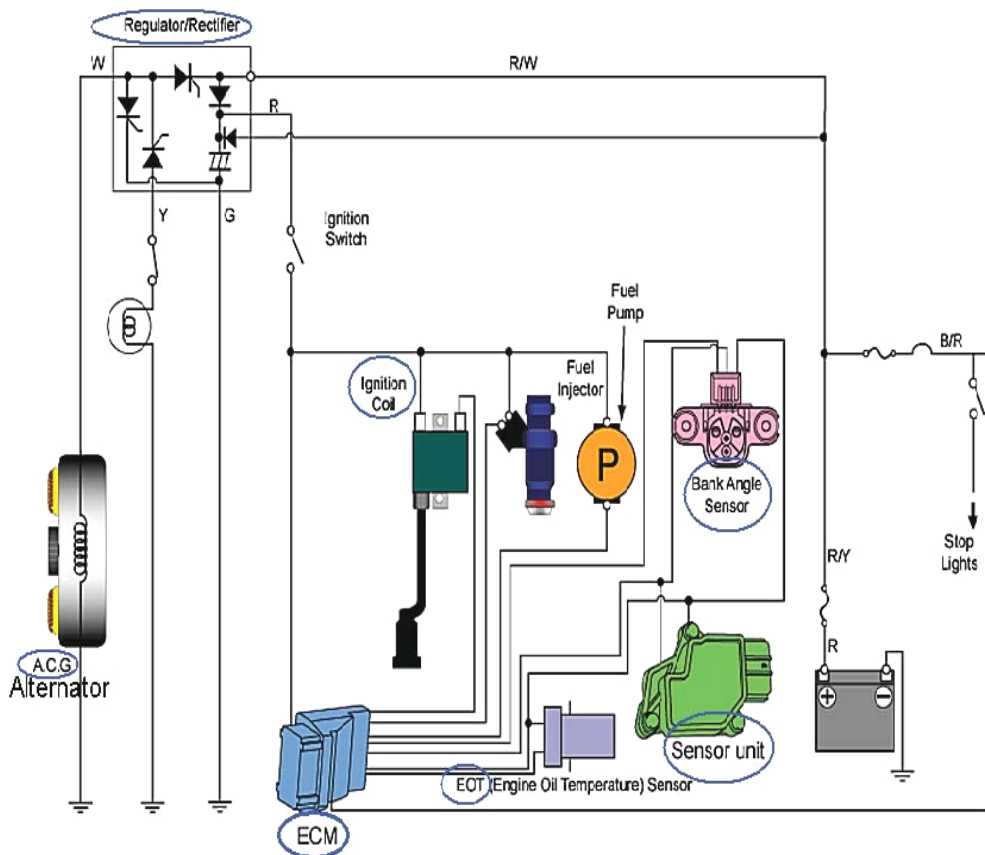
Skema aliran sistem bahan bakar pada sistem EFI adalah sebagai berikut:



Gambar Skema Aliran Sistem Bahan Bakar EFI

b. Sistem Kontrol Elektronik

Komponen sistem kontrol elektronik terdiri dari beberapa sensor (pengindera), seperti MAP (*Manifold Absolute Pressure*) sensor, TP (*Throttle Position*) sensor, IAT (*Intake Air Temperature*) sensor, *bank angle sensor*, EOT (*Engine Oil Temperature*) sensor, dan sensor-sensor lainnya. Pada sistem ini juga terdapat ECU (*Electronic Control Unit*) atau ECM dan komponen-komponen tambahan seperti alternator (magnet) dan regulator/rectifier yang mensuplai dan mengatur tegangan listrik ke ECU, baterai dan komponen lain. Pada sistem ini juga terdapat DLC (*Data Link Connector*) yaitu semacam soket dihubungkan dengan *engine analyzer* untuk mencari sumber kerusakan komponen



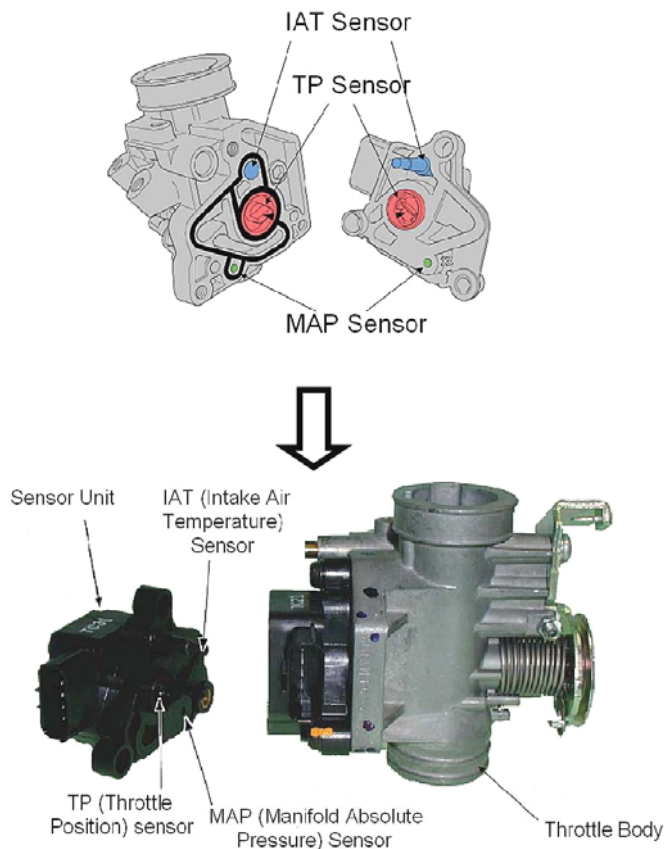
Gambar Rangkaian Sistem Kontrol Elektronik Supra X 125

Secara garis besar fungsi dari masing-masing komponen sistem kontrol elektronik antara lain sebagai berikut;

1) *ECU/ECM*; menerima dan menghitung seluruh informasi/data yang diterima dari masing-masing sinyal sensor yang ada dalam mesin. Informasi yang diperoleh dari sensor antara lain berupa informasi tentang suhu udara, suhu oli mesin, suhu air pendingin, tekanan atau jumlah udara masuk, posisi katup throttle/katup gas, putaran mesin, posisi poros engkol, dan informasi yang lainnya. Pada umumnya sensor bekerja pada tegangan antara 0 volt sampai 5 volt. Selanjutnya ECU/ECM menggunakan informasi-informasi yang telah diolah tadi untuk menghitung dan menentukan saat (*timing*) dan lamanya injektor bekerja/menyemprotkan bahan bakar dengan mengirimkan tegangan listrik ke solenoid injektor. Pada beberapa mesin yang sudah lebih sempurna, disamping mengontrol injektor, ECU/ECM juga bisa mengontrol sistem pengapian.

2) *MAP (Manifold absolute pressure) sensor*; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tekanan udara yang masuk ke intake manifold. Selain tipe MAP sensor, pendeteksian udara yang masuk ke intake manifold bisa dalam bentuk jumlah maupun berat udara.

Jika jumlah udara yang dideteksi, sensornya dinamakan *air flow meter*, sedangkan jika berat udara yang dideteksi, sensornya dinamakan *air mass sensor*.

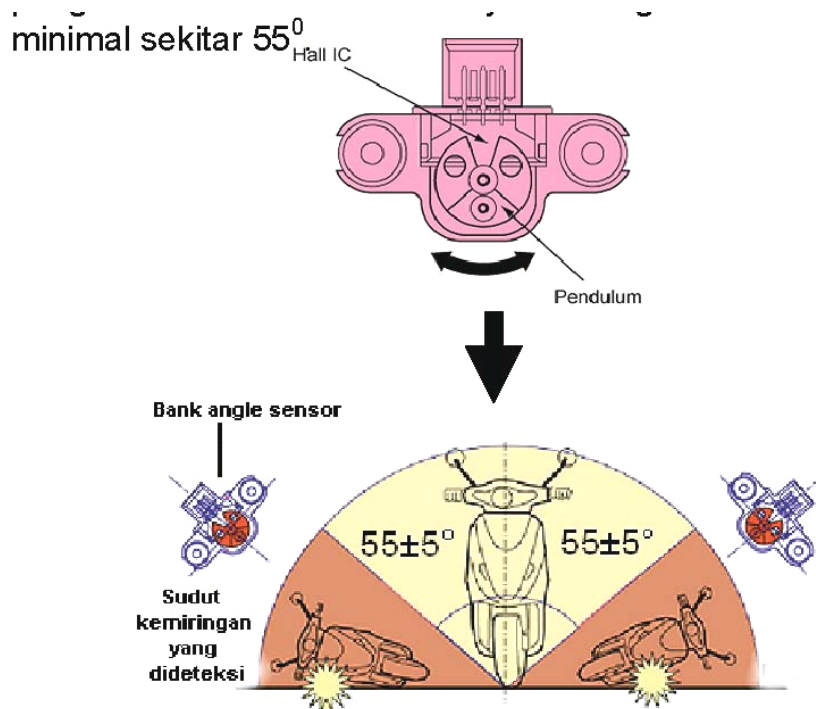


Gambar Contoh Posisi Penempatan Sensor Yang Menyatu Dengan Throttle Body

- 3) *IAT (Engine air temperature) sensor*; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang suhu udara yang masuk ke intake manifold. Tegangan referensi/suplai 5 Volt dari ECU selanjutnya akan berubah menjadi tegangan sinyal yang nilainya dipengaruhi oleh suhu udara masuk.
- 4) *TP (Throttle Position) sensor*; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang posisi katup throttle/katup gas. Generasi yang lebih baru dari sensor ini tidak hanya terdiri dari kontak-kontak yang mendeteksi posisi idel/langsam dan posisi beban penuh, akan tetapi sudah merupakan potensiometer (*variable resistor*) dan dapat memberikan sinyal ke ECU pada setiap keadaan beban mesin. Konstruksi generasi

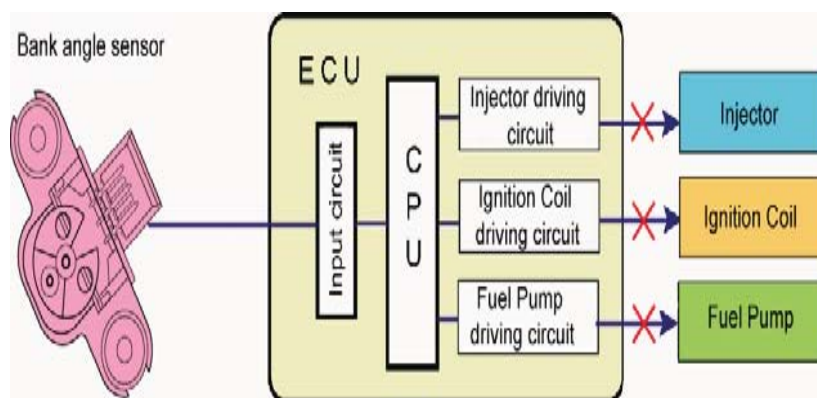
terakhir dari sensor posisi katup gas sudah full elektronis, karena yang menggerakkan katup gas adalah elektromesin yang dikendalikan oleh ECU tanpa kabel gas yang terhubung dengan pedal gas. Generasi terbaru ini memungkinkan pengontrolan emisi/gas buang lebih bersih karena pedal gas yang digerakkan hanyalah memberikan sinyal tegangan ke ECU dan pembukaan serta penutupan katup gas juga dilakukan oleh ECU secara elektronis.

- 5) *Engine oil temperature sensor*; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang suhu oli mesin.
- 6) *Bank angle sensor*; merupakan sensor sudut kemiringan. Pada sepeda motor yang menggunakan sistem EFI biasanya dilengkapi dengan bank angle sensor yang bertujuan untuk pengaman saat kendaraan terjatuh dengan sudut kemiringan 55°



Gambar Bank Angle Sensor dan Posisi Sudut Kemiringan Sepeda Motor

Sinyal atau informasi yang dikirim bank angle sensor ke ECU saat sepeda motor terjatuh dengan sudut kemiringan yang telah ditentukan akan membuat ECU memberikan perintah untuk mematikan (meng-OFF-kan) injektor, koil pengapian, dan pompa bahan bakar. Dengan demikian peluang terbakarnya sepeda motor jika ada bahan bakar yang tercecer atau tumpah akan kecil karena sistem pengapian dan sistem bahan bakar langsung dihentikan walaupun kunci kontak masih dalam posisi ON.

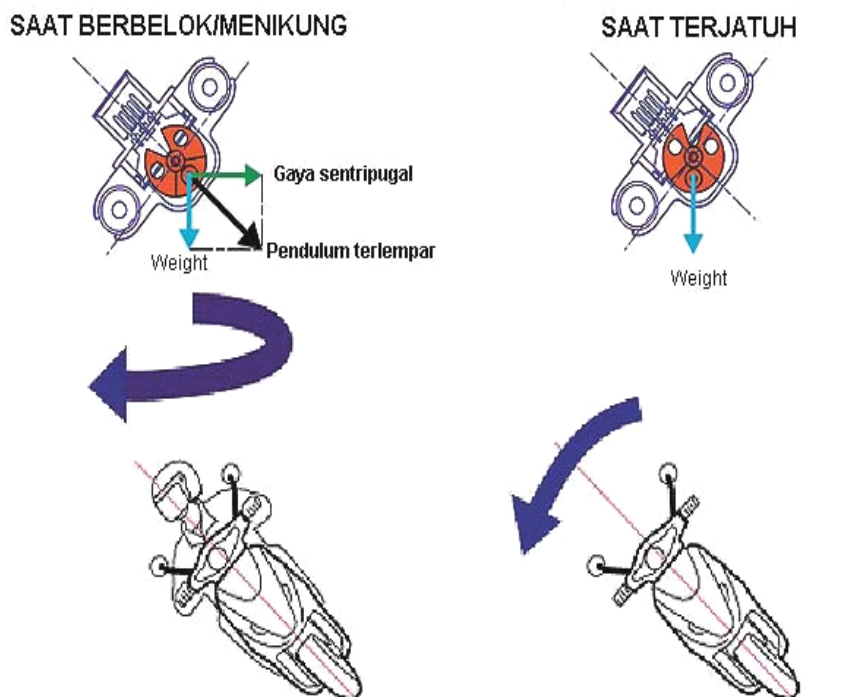


Gambar Sinyal atau informasi bank angle sensor ke ECU

Bank angle sensor akan mendeteksi setiap sudut kemiringan sepeda motor. Jika sudut kemiringan masih di bawah limit yang ditentukan, maka informasi yang dikirim ke ECU tidak sampai membuat ECU meng-OFF-kan ketiga komponen di atas.

Bagaimana dengan sudut kemiringan sepeda motor yang sedang menikung/berbelok?

Jika sepeda motor sedang dijalankan pada posisi menikung (walau kemiringannya melebihi 55°), ECU tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut. Pada saat menikung terdapat gaya centripugal yang membuat sudut kemiringan pendulum dalam bank angle sensor tidak sama dengan kemiringan sepeda motor.



Gambar Posisi Bank Engle Sensor Saat Sepeda Motor Menikung dan Saat Terjatuh

Dengan demikian, walaupun sudut kemiringan sepeda motor sudah mencapai 55° , tapi dalam kenyataannya sinyal yang dikirim ke ECU masih mengindikasikan bahwa sudut kemiringannya masih di bawah 55° sehingga ECU tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut. Selain sensor-sensor di atas masih terdapat sensor lainnya digunakan pada sistem EFI, seperti sensor posisi camshaft/poros nok, (camshaft position sensor) untuk mendeteksi posisi poros nok agar saat pengapiannya bisa diketahui, sensor posisi poros engkol (crankshaft position sensor) untuk mendeteksi putaran poros engkol, sensor air pendingin (water temperature sensor) untuk mendeteksi air pendingin di mesin dan sensor lainnya. Namun demikian, pada sistem EFI sepeda motor yang masih sederhana, tidak semua sensor dipasang.

c. Sistem Induksi Udara

Komponen yang termasuk ke dalam sistem ini antara lain; air cleaner/air box (saringan udara), intake manifold, dan throttle body (tempat katup gas). Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan sejumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran.



Gambar Konstruksi Throttle Body

4. Cara Kerja Sistem EFI

Sistem EFI atau PGM-FI (istilah pada Honda) dirancang agar bisa melakukan penyemprotan bahan bakar yang jumlah dan waktunya ditentukan berdasarkan informasi dari sensor-sensor. Pengaturan koreksi perbandingan bahan bakar dan udara sangat penting dilakukan agar mesin bisa tetap beroperasi/bekerja dengan sempurna pada berbagai kondisi kerjanya. Oleh karena itu, keberadaan sensor-sensor yang memberikan informasi akurat tentang kondisi mesin saat itu sangat menentukan unjuk kerja (*performance*) suatu mesin.

Semakin lengkap sensor, maka pendeteksian kondisi mesin dari berbagai karakter (suhu, tekanan, putaran, kandungan gas, getaran mesin dan sebagainya) menjadi lebih baik. Informasi-informasi tersebut sangat bermanfaat bagi ECU untuk diolah guna memberikan perintah

yang tepat kepada injektor, sistem pengapian, pompa bahan bakar dan sebagainya.

a. Saat Penginjeksian (Injection Timing) dan Lamanya Penginjeksian

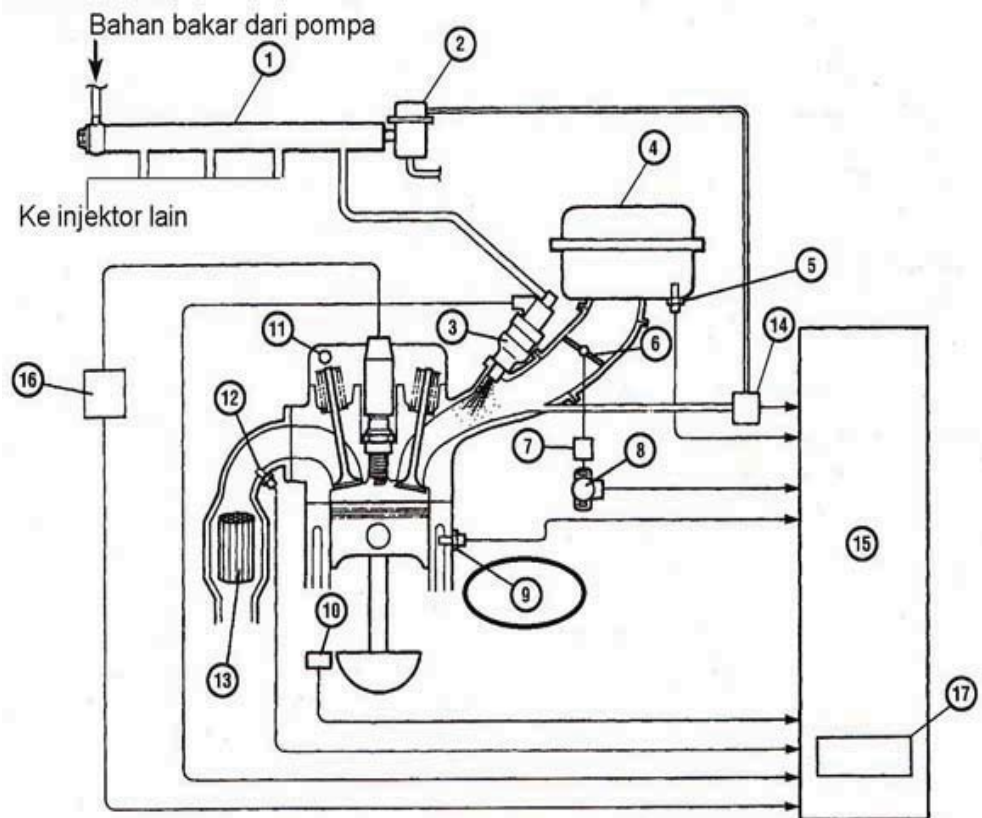
Terdapat beberapa tipe penginjeksian (penyemprotan) dalam sistem EFI motor bensin (khususnya yang mempunyai jumlah silinder dua atau lebih), diantaranya tipe injeksi serentak (simultaneous injection) dan tipe injeksi terpisah (independent injection). Tipe injeksi serentak yaitu saat penginjeksian terjadi secara bersamaan, sedangkan tipe injeksi terpisah yaitu saat penginjeksian setiap injektor berbeda antara satu dengan yang lainnya, biasanya sesuai dengan urutan pengapian atau *firing order (FO)*.

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa penginjeksian pada motor bensin *pada umumnya* dilakukan di ujung intake manifold sebelum inlet valve (katup masuk). Oleh karena itu, saat penginjeksian (injection timing) tidak mesti sama persis dengan percikan bunga api busi, yaitu beberapa derajat sebelum TMA di akhir langkah kompresi. Saat penginjeksian tidak menjadi masalah walau terjadi pada langkah hisap, kompresi, usaha maupun buang karena penginjeksian terjadi sebelum katup masuk. Artinya saat terjadinya penginjeksian tidak langsung masuk ke ruang bakar selama posisi katup masuk masih dalam keadaan menutup. Misalnya untuk mesin 4 silinder dengan tipe injeksi serentak, tentunya saat penginjeksian injektor satu dengan yang lainnya terjadi secara bersamaan. Jika FO mesin tersebut adalah 1 – 3 – 4 – 2, saat terjadi injeksi pada silinder 1 pada langkah hisap, maka pada silinder 3 injeksi terjadi pada satu langkah sebelumnya, yaitu langkah buang. Selanjutnya pada silinder 4 injeksi terjadi pada langkah usaha, dan pada silinder 2 injeksi terjadi pada langkah kompresi.

Sedangkan lamanya (*duration*) penginjeksian akan bervariasi tergantung kondisi kerja mesin. Semakin lama terjadi injeksi, maka jumlah bahan bakar akan semakin banyak pula. Dengan demikian, seiring naiknya putaran mesin, maka lamanya injeksi akan semakin bertambah karena bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak.

b. Cara Kerja Saat Kondisi Mesin Dingin

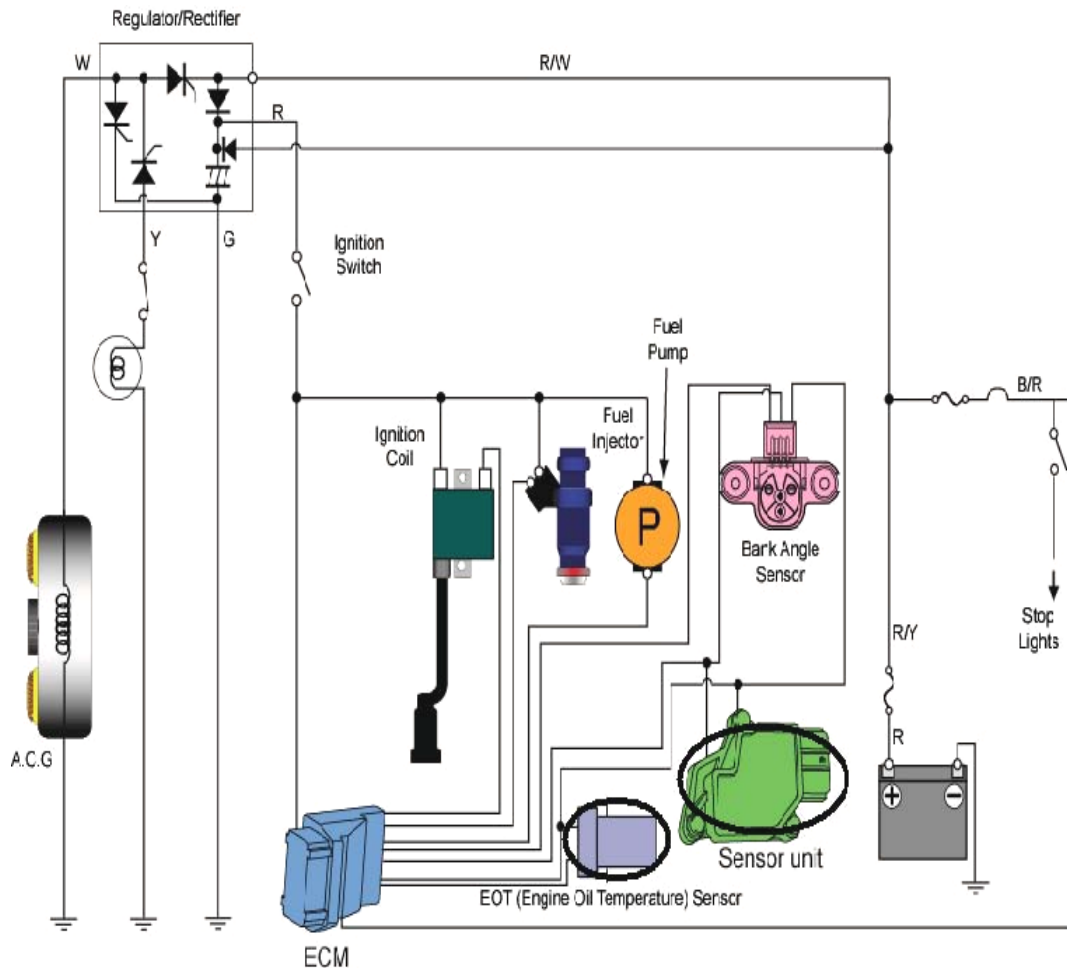
Pada saat kondisi mesin masih dingin (misalnya saat menghidupkan di pagi hari), maka diperlukan campuran bahan bakar dan udara yang lebih banyak (campuran kaya). Hal ini disebabkan penguapan bahan bakar rendah pada saat kondisi temperatur/suhu masih rendah. Dengan demikian akan terdapat sebagian kecil bahan bakar yang menempel di dinding intake manifold sehingga tidak masuk dan ikut terbakar dalam ruang bakar. Untuk memperkaya campuran bahan bakar udara tersebut, pada sistem EFI yang dilengkapi dengan sistem pendinginan air terdapat sensor *temperatur air pendingin (engine/coolant temperature sensor)* seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Sensor ini akan mendeteksi kondisi air pendingin mesin yang masih dingin tersebut. Temperatur air pendingin yang dideteksi dirubah menjadi signal listrik dan dikirim ke ECU/ECM. Selanjutnya ECU/ECM akan mengolahnya kemudian memberikan perintah pada injektor dengan memberikan tegangan yang lebih lama pada solenoid injektor agar bahan bakar yang disemprotkan menjadi lebih banyak (kaya).



Gambar Sensor Air Pendingin (9) Yamaha GTS 1000

Sedangkan bagi mesin yang *tidak* dilengkapi dengan sistem pendinginan air, sensor yang dominan untuk mendeteksi kondisi mesin saat dingin adalah *sensor temperatur oli/pelumas mesin (engine oil temperature sensor)* dan *sensor temperatur udara masuk (intake air temperature sensor)*. Sensor temperature oli mesin mendeteksi kondisi pelumas yang masih dingin saat itu, kemudian dirubah menjadi signal listrik dan dikirim ke ECU/ECM. Sedangkan sensor temperatur udara masuk mendeteksi temperatur udara yang masuk ke intake manifold. Pada saat masih dingin kerapatan udara lebih padat sehingga jumlah molekul udara lebih banyak dibanding temperatur saat panas. Agar tetap terjadi perbandingan campuran yang tetap mendekati ideal, maka ECU/ECM akan memberikan tegangan pada solenoid injektor sedikit lebih lama (kaya). Dengan demikian, rendahnya penguapan

bahan bakar saat temperatur masih rendah sehingga akan ada bahan bakar yang menempel di dinding intake manifold dapat diantisipasi dengan memperkaya campuran tersebut.

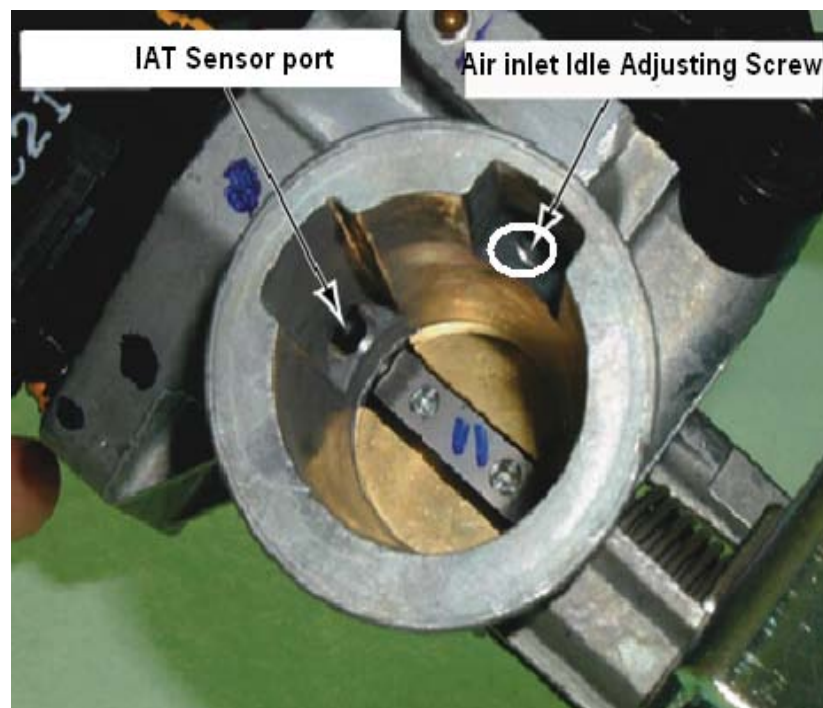


Gambar Engine Oil Temperature Sensor dan Intake Air Temperature Sensor Honda Supra X 125

c. Cara Kerja Saat Putaran Rendah

Pada saat putaran mesin masih rendah dan suhu mesin sudah mencapai suhu kerjanya, ECU/ECM akan mengontrol dan memberikan tegangan listrik ke injektor hanya sebentar saja (beberapa derajat engkol) karena jumlah udara yang dideteksi oleh

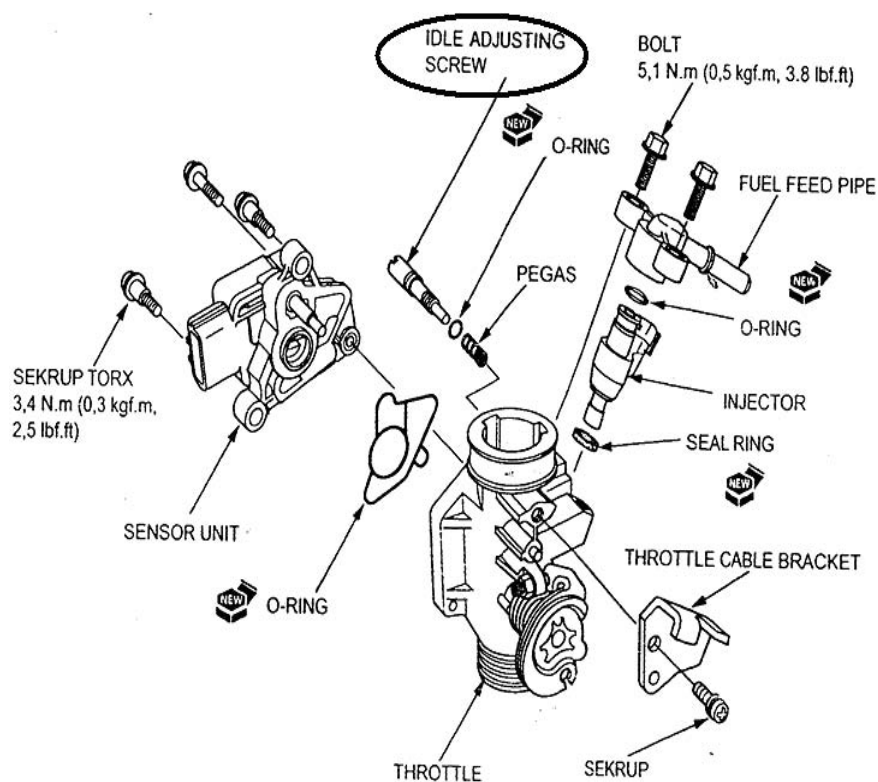
MAP sensor dan sensor posisi katup gas (TP sensor) masih sedikit. Hal ini supaya dimungkinkan tetap terjadinya perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang tepat (mendekati perbandingan campuran teoritis atau ideal). Posisi katup gas (katup trotel) pada throttle body masih menutup pada saat putaran stasioner/langsam (putaran stasioner pada sepeda motor pada umumnya sekitar 1400 rpm). Oleh karena itu, aliran udara dideteksi dari saluran khusus untuk saluran stasioner. Sebagian besar sistem EFI pada sepeda motor masih menggunakan skrup penyetel (air idle adjusting screw) untuk putaran stasioner.



Gambar Saluran Masuk Untuk Putaran Staioner Saat Katup Throttle Masih Menutup Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125

Berdasarkan informasi dari sensor tekanan udara (MAP sensor) dan sensor posisi katup gas (TP) sensor tersebut, ECU/ECM akan memberikan tegangan listrik kepada solenoid injektor untuk menyemprotkan bahan bakar. *Lamanya penyemprotan/ penginjeksian* hanya beberapa derajat engkol saja karena bahan bakar yang dibutuhkan masih sedikit.

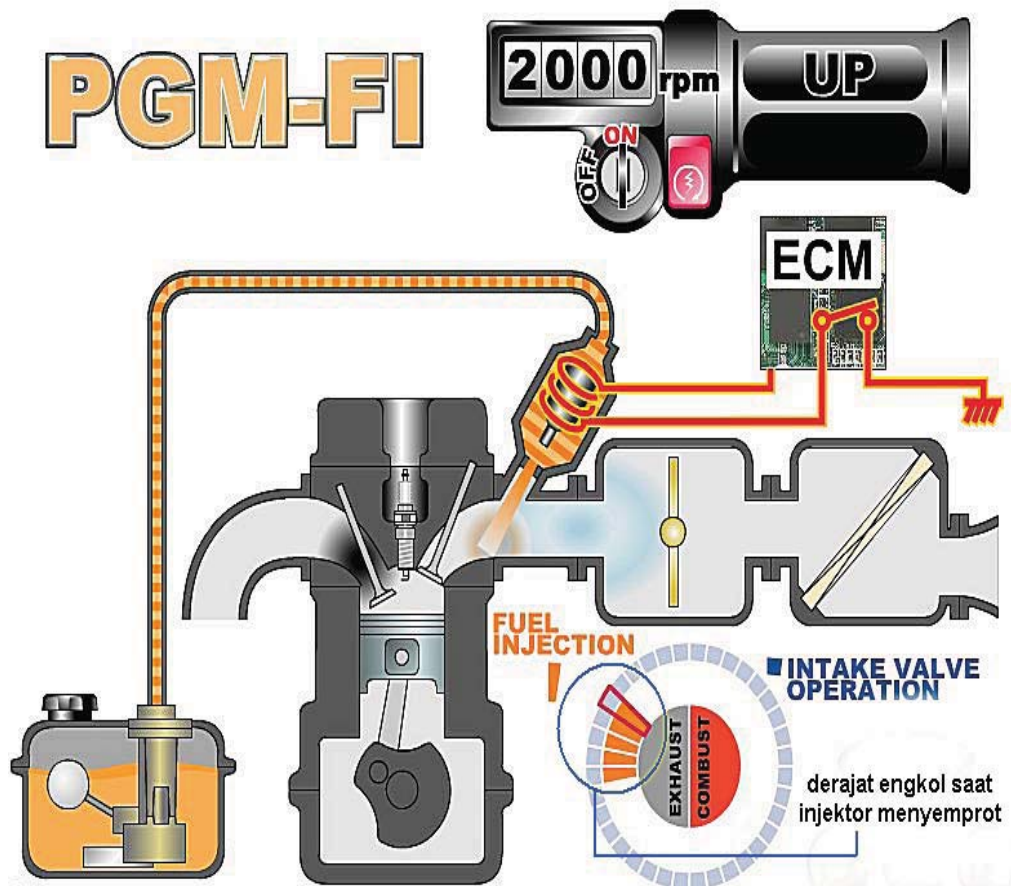
Pada saat putaran mesin sedikit dinaikkan namun masih termasuk ke dalam putaran rendah, tekanan udara yang dideteksi oleh MAP sensor akan menjadi lebih tinggi dibanding saat putaran stasioner. Naiknya tekanan udara yang masuk mengindikasikan bahwa jumlah udara yang masuk lebih banyak. Berdasarkan informasi yang diperoleh oleh MAP sensor tersebut, ECU/ECM akan memberikan tegangan listrik sedikit lebih lama dibandingkan saat putara satsioner.



Gambar Posisi Skrup Penyetel Putaran Stasioner Pada Throttle Body

Gambar diatas adalah ilustrasi saat mesin berputar pada putaran rendah, yaitu 2000 rpm. Seperti terlihat pada gambar, saat penyemprotan/penginjeksian (*fuel injection*) terjadi diakhir langkah buang dan lamanya penyemprotan/penginjeksian juga masih

beberapa derajat engkol saja karena bahan bakar yang dibutuhkan masih sedikit.

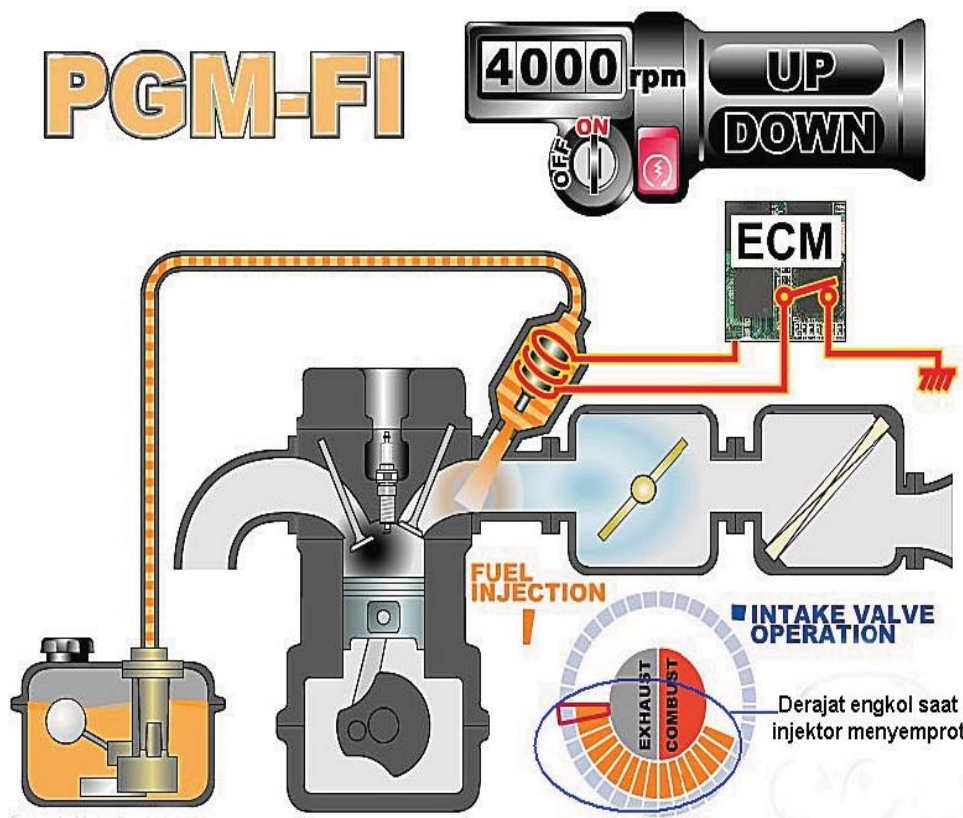


Gambar Contoh Penyemprotan Injektor Pada Saat Putaran 2000 rpm

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa proses penyemprotan pada injektor terjadi saat ECU/ECM memberikan tegangan pada solenoid injektor. Dengan pemberian tegangan listrik tersebut solenoid coil akan menjadi magnet sehingga mampu menarik plunger dan mengangkat needle valve (katup jarum) dari dudukannya, sehingga bahan bakar yang berada dalam saluran bahan bakar yang sudah bertekanan akan memancar keluar dari injektor.

d. Cara Kerja Saat Putaran Menengah dan Tinggi

Pada saat putaran mesin dinaikkan dan kondisi mesin dalam keadaan normal, ECU/ECM menerima informasi dari sensor posisi katup gas (TP sensor) dan MAP sensor. TP sensor mendeteksi pembukaan katup trolol sedangkan MAP sensor mendeteksi jumlah/tekanan udara yang semakin naik. Saat ini deteksi yang diperoleh oleh sensor tersebut menunjukkan jumlah udara yang masuk semakin banyak. Sensor-sensor tersebut mengirimkan informasi ke ECU/ECM dalam bentuk signal listrik. ECU/ECM kemudian mengolahnya dan selanjutnya akan memberikan tegangan listrik pada solenoid injektor dengan waktu yang lebih lama dibandingkan putaran sebelumnya. Disamping itu saat pengapiannya juga otomatis dimajukan agar tetap tercapai pembakaran yang optimum berdasarkan informasi yang diperoleh dari sensor putaran rpm. Gambar bawah ini adalah ilustrasi saat mesin berputar pada putaran menengah, yaitu 4000 rpm. Seperti terlihat pada gambar, *saat penyemprotan/penginjeksian (fuel injection)* mulai terjadi dari pertengahan langkah usaha sampai pertengahan langkah buang dan *lamanya penyemprotan/penginjeksian* sudah hampir mencapai setengah putaran derajat engkol karena bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak. Selanjutnya jika putaran dinaikkan lagi, katup trolol semakin terbuka lebar dan sensor posisi katup trolol (TP sensor) akan mendeteksi perubahan katup trolol tersebut. ECU/ECM menerima informasi perubahan katup trolol tersebut dalam bentuk signal listrik dan akan memberikan tegangan pada solenoid injektor lebih lama dibanding putaran menengah karena bahan bakar yang dibutuhkan lebih banyak lagi. Dengan demikian lamanya penyemprotan/penginjeksian otomatis akan melebihi dari setengah putaran derajat engkol.



Gambar Contoh Penyemprotan Injektor Pada Saat Putaran 4000 rpm

e. Cara Kerja Saat Akselerasi (Percepatan)

Bila sepeda motor diakselerasi (digas) dengan serentak dari kecepatan rendah, maka volume udara juga akan bertambah dengan cepat. Dalam hal ini, karena bahan bakar lebih berat dibanding udara, maka untuk sementara akan terjadi keterlambatan bahan bakar sehingga terjadi campuran kurus/miskin. Untuk mengatasi hal tersebut, dalam sistem bahan bakar konvensional (menggunakan karburator) dilengkapi sistem akselerasi (percepatan) yang akan menyemprotkan sejumlah bahan bakar tambahan melalui saluran khusus. Sedangkan pada sistem injeksi (EFI) tidak membuat suatu koreksi khusus selama akselerasi. Hal ini disebabkan dalam sistem EFI bahan bakar yang ada dalam

saluran sudah bertekanan tinggi. Perubahan jumlah udara saat katup gas dibuka dengan tiba-tiba akan dideteksi oleh *MAP sensor*. Walaupun yang dideteksi *MAP sensor* adalah tekanan udaranya, namun pada dasarnya juga menentukan jumlah udara. Semakin tinggi tekanan udara yang dideteksi, maka semakin banyak jumlah udara yang masuk ke intake manifold. Dengan demikian, selama akselerasi pada sistem EFI tidak terjadi keterlambatan pengiriman bahan bakar karena bahan bakar yang telah bertekanan tinggi tersebut dengan serentak diinjeksikan sesuai dengan perubahan volume udara yang masuk. Demikian tadi cara kerja sistem EFI pada beberapa kondisi kerja mesin. Masih ada beberapa kondisi kerja mesin yang tidak dibahas lebih detail seperti saat perlambatan (*deselerasi*), selama tenaga yang dikeluarkan tinggi (*high power output*) atau beban berat dan sebagainya. Namun pada prinsipnya adalah hampir sama dengan penjelasan yang sudah dibahas. Hal ini disebabkan dalam sistem EFI semua koreksi terhadap pengaturan waktu/saat penginjeksian dan lamanya penginjeksian berdasarkan informasi-informasi yang diberikan oleh sensor-sensor yang ada. Informasi tersebut dikirim ke ECU/ECM dalam bentuk signal listrik yang merupakan gambaran tentang berbagai kondisi kerja mesin saat itu. Semakin lengkap sensor yang dipasang pada suatu mesin, maka koreksi terhadap pengaturan saat dan lamanya penginjeksian akan semakin sempurna, sehingga mesin bisa menghasilkan unjuk kerja atau tampilan (*performance*) yang optimal dan mengeluarkan kandungan emisi beracun yang minimal.

PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR TIPE INJEKSI (EFI)

1. Beberapa Hal Umum yang Perlu Diperhatikan Berkaitan dengan Service Sistem EFI atau PGM-FI

- a. Pastikan untuk membuang tekanan bahan bakar sementara mesin dalam keadaan mati.
- b. Sebelum melepaskan fuel feed hose (slang penyaluran bahan bakar), buanglah tekanan dari sistem dengan melepaskan quick connector fitting (peralatan penyambungan dengan cepat) pada fuel pump (pompa bahan bakar)
- c. Jangan tutup throttle valve dengan mendadak dari posisi terbuka penuh ke tertutup penuh setelah throttle cable (kabelgas tangan) telah di lepaskan. Hal ini dapat mengakibatkan putaran stasioner yang tidak tepat.
- d. Programmed fuel injection (PGM-FI) system dilengkapi dengan Self-Diagnostic System (sistem pendiagnosaan sendiri) yang telah diuraikan. Jika malfunction indicator (MIL) (lampu indikator kegagalan pemakaian) berkedip-kedip, ikuti Self- Diagnostic Procedures (prosedur pendiagnosaan sendiri) untuk memperbaiki persoalan.
- e. Sebuah sistem PGM – FI yang tidak bekerja dengan baik seringkali di sebabkan oleh hubungan yang buruk atau konektornya yang berkarat. Periksalah hubungan-hubungan ini sebelum melanjutkan.

2. Jadwal Perawatan Berkala Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI)

Jadwal perawatan berkala sistem bahan bakar tipe injeksi (EFI) sepeda motor yang dibahas berikut ini adalah berdasarkan kondisi *umum*, artinya sepeda motor dioperasikan dalam keadaan biasa (normal). Pemeriksaan dan perawatan berkala *sebaiknya* rentang operasinya diperpendek sampai 50% jika sepeda mesin dioperasikan pada kondisi jalan yang berdebu dan pemakaian berat (diforsir).

Tabel di bawah ini menunjukkan jadwal perawatan berkala sistem bahan bakar konvensional yang sebaiknya dilaksanakan demi kelancaran dan pemakaian yang hemat atas sepeda mesin yang bersangkutan. Pelaksanaan servis dapat dilaksanakan dengan melihat jarak tempuh atau waktu, tinggal dipilih mana yang lebih dahulu dicapai.

Tabel Jadwal perawatan berkala (teratur) sistem bahan bakar tipe injeksi (EFI)

No	Bagian Yang Diservis	Tindakan setiap dicapai jarak tempuh
1	Saluran (slang) bahan bakar (bensin)	Periksa saluran bahan bakar setelah menempuh jarak 4.000 km, 8.000 km, 12.000 dan seterusnya setiap 4.000 km
2	Sistem penyaluran udara sekunder	Periksa dan bersihkan saluran udara sekunder setelah menempuh jarak 12.000 km. <i>Ganti</i> setiap 3 tahun atau setelah menempuh jarak 24.000 km
3	Putaran stasioner mesin	Periksa, bersihkan, setel putaran stasioner/langsam setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, dan seterusnya setiap 2.000 km
4	Cara kerja gas tangan	Periksa dan setel (bila perlu) gas tangan setelah menempuh jarak 4.000 km, 8.000 km, 12.000 km dan seterusnya setiap 4.000 km
5	Saringan udara	Periksa dan bersihkan saringan udara setelah menempuh jarak 2.000 km, 4.000 km dan seterusnya <i>bersihkan</i> setiap 2.000 km. <i>Ganti</i> setiap 12.000 km

3. Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi(EFI)

Tabel di bawah ini menguraikan permasalahan atau kerusakan sistem bahan bakar dan sistem pendukung lainnya pada tipe injeksi (EFI) yang umum terjadi pada sepeda mesin, untuk diketahui kemungkinan penyebabnya dan menentukan jalan keluarnya atau penanganannya (solusinya).

Tabel Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI)

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Mesin mati, sulit dihidupkan, putaran stasioner kasar	1. Terdapat kebocoran udara masuk	1. Periksa dan perbaiki
	2. Tekanan dalam sistem bahan bakar terlalu tinggi	2. Periksa dan perbaiki
	3. Tekanan dalam sistem bahan bakar terlalu rendah	3. Periksa dan perbaiki
	4. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat	4. Bersihkan dan ganti bila perlu
	5. Penyetelan stasioner tidak tepat	5. Periksa dan setel kembali
	6. Saluran udara stasioner tersumbat	6. Bersihkan
	7. Bahan bakar tercemar/kualitas jelek	7. Ganti
Mesin tidak mau hidup	1. Pompa bahan bakar tidak bekerja dengan baik	1. Periksa dan ganti bila perlu
	2. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat	2. Periksa dan bersihkan

	3. Jarum injektor (injector needle) tertahan	3. Periksa dan ganti bila perlu
	4. Bahan bakar tercemar/kualitas jelek	4. Ganti
	5. Terdapat kebocoran udara masuk	5. Periksa dan perbaiki
Terjadi ledakan (misfiring) saat melakukan akselerasi	1. Sistem penyaluran bahan bakar tidak bekerja dengan baik	1. Periksa dan perbaiki
	2. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat	2. Periksa dan ganti bila perlu
	3. Sistem pengapian (ignition system) tidak bekerja dengan baik	3. Periksa dan perbaiki

4. Informasi Pendiagnosaan Sendiri Sistem EFI atau PGM-FI Prosedur Pendiagnosaan Sendiri (Self Diagnosis)

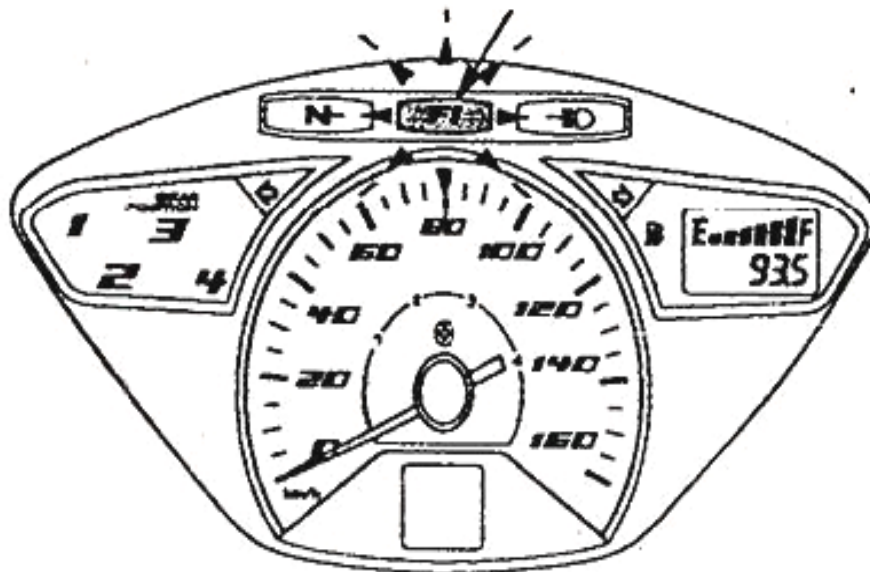
- a. Letakkan sepeda motor pada standar utamanya.

Catatan:

Malfunction indicator lamp (MIL) akan berkedip-kedip sewaktu kunci kontak diputar ke "ON" atau putaran mesin di bawah 2.000 putaran permenit (rpm). Pada semua kondisi lain, MIL akan tetap hidup dan tetap hidup.

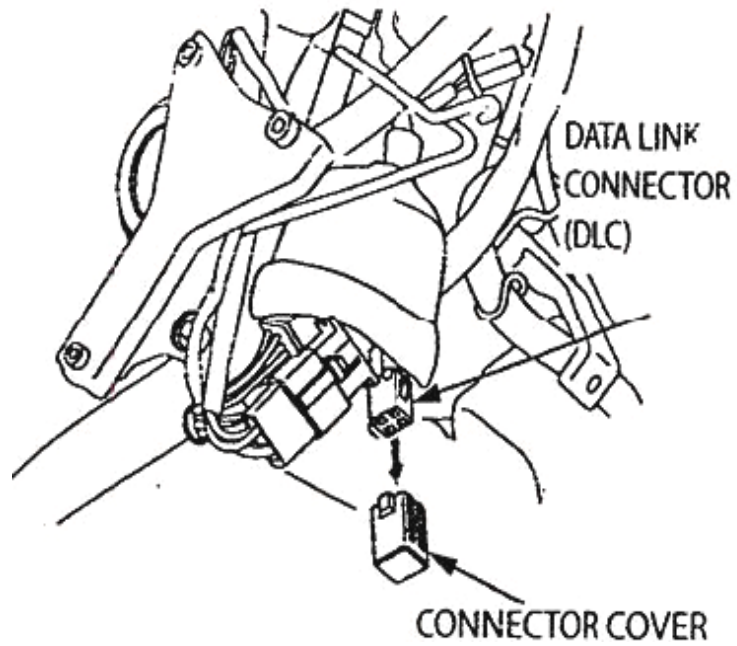
- b. Putar kunci kontak ke posisi "ON".
c. Malfunction indicator (MIL) berkedip-kedip.
d. Catat berapa kali MIL berkedip dan tentukan penyebab persoalan

MALFUNCTION INDICATOR LAMP (MIL)



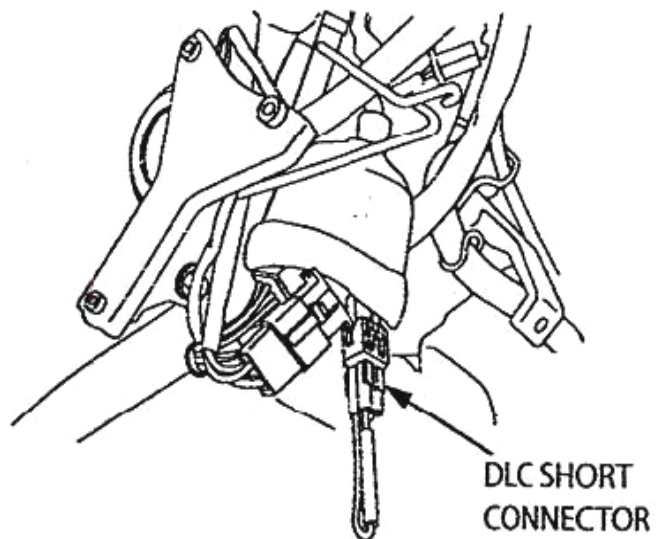
Gambar Posisi MIL

- e. Jika MIL tidak hidup atau berkedip, sistem dalam keadaan normal.
- f. Jika ingin membaca memori EFI/PGM-FI untuk data kesukaran, lakukan sebagai berikut:
- g. Untuk membaca data persoalan yang telah disimpan. Putar kunci kontak ke posisi "OFF".
- h. Lepaskan front top cover.
- i. Lepaskan connector cover (penutup konektor) dari data Link connector (DLC) [konektor sambung data], seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar Posisi DLC

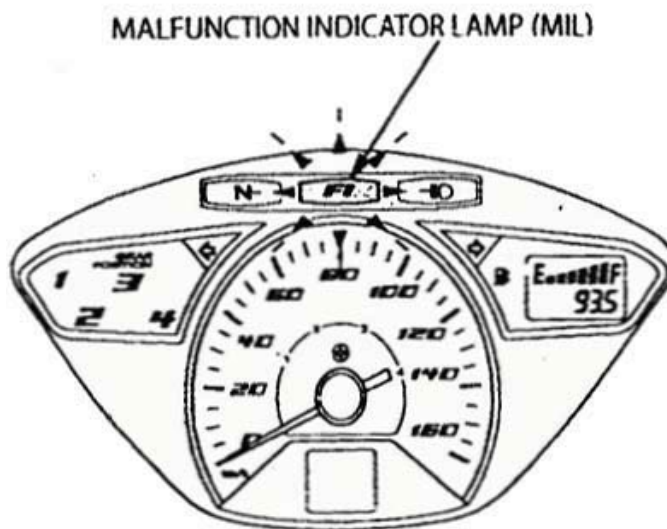
- h. Hubungkan special tool ke data Link connector (DLC).



Gambar Pemasangan Konektor DLC ke DLC

- k. Putar kunci kontak ke posisi "ON".

- I. Jika ECM tidak menyimpan data memori pendiagnosaan sendiri, MIL akan menyala terus ketika kunci kotak di putar ke posisi "ON".



Gambar MIL Menyala Ketika Kunci Kontak ON

- m. Catat berapa kali MIL berkedip dan tentukan penyebab persoalan.

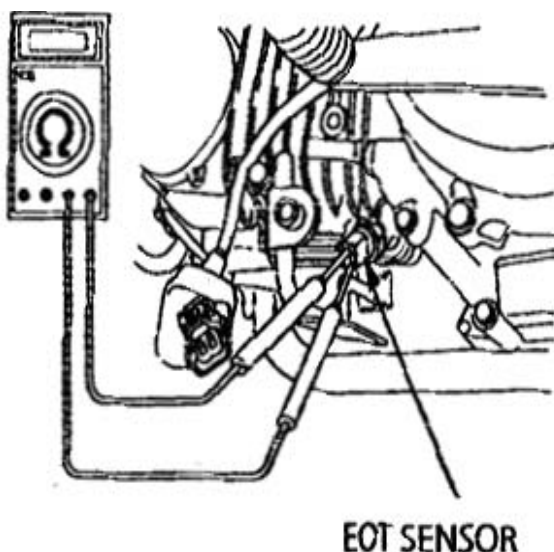
Catatan:

- 1) Pada sistem EFI atau PGM-FI Honda, MIL (*malfunction indicator lamp*) menunjukkan kode-kode masalah/persoalan yang terjadi pada sepeda motor. Jumlah kedipannya dari 0 sampai 54. Jenis kedipan dari MIL ada dua, yaitu kedipan pendek (0,3 detik) dan kedipan panjang (1,3 detik). Jika sebuah kedipan panjang terjadi, dan kemudian dua buah kedipan pendek, berarti kode persoalan itu adalah 12 karena satu kedipan panjang = 10 dan dua kedipan pendek = 2 kedipan.
- 2) Jika ECU/ECM menyimpan beberapa kode kegagalan/masalah, MIL memperlihatkan kode kegagalan menurut urutan dari jumlah terendah sampai tertinggi.
- 3) Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian MAP sensor, MIL akan berkedip 1 kali. Penyebab kegagalan pada rangkaian MAP sensor antara lain ; kontak longgar atau lemah pada sensor unit, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada

kabel MAP sensor dari sensor unit, atau MAP sensor tidak bekerja dengan baik.

- 4) *Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian suplai (daya) atau massa sensor unit, MIL akan berkedip 1, 8 dan 9 kali.* Penyebab kegagalannya antara lain ; kontak longgar atau lemah pada sensor unit, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel daya atau massa sensor unit, atau sensor unit tidak bekerja dengan baik. Sensor unit adalah gabungan dari TP (throttle positioner), MAP (manifold absolute pressure), dan IAT (intake air temperature) sensor.
- 5) *Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian EOT (engine oil temperature) sensor, MIL akan berkedip 7 kali.* Penyebab kegagalan pada rangkaian EOT sensor antara lain ; kontak longgar atau lemah pada EOT sensor, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel EOT sensor, atau EOT sensor tidak bekerja dengan baik.
- 6) *Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian bank angle sensor, MIL akan berkedip 54 kali.* Penyebab kegagalan pada rangkaian bank angle sensor antara lain ; kontak longgar atau lemah pada bank angle sensor, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel bank angle sensor, atau bank angle sensor tidak bekerja dengan baik.
- 7) *Jika terjadi kegagalan fungsi di dalam ECU/ECM, MIL akan berkedip 33 kali.* Penyebab kegagalannya adalah karena ECU/ECM tidak bekerja dengan baik.
- 8) *Jika terjadi kegagalan fungsi pada data link (penghubung kabel data) atau rangkaian MIL, MIL akan hidup terus.* Penyebab kegagalannya antara lain ; kontak longgar atau lemah pada injektor, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel injektor, injektor tidak bekerja dengan baik, atau ECU/ECM tidak bekerja dengan baik.

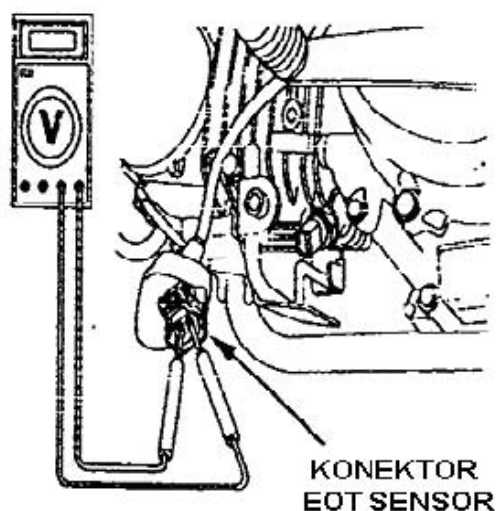
- 9) Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian injektor, MIL akan berkedip 12 kali. Penyebab kegagalannya antara lain ; hubungan singkat pada kabel data link conector (DLC), hubungan singkat pada kabel MIL, atau ECU/ECM tidak bekerja dengan baik.
- 10) Secara umum, urutan pemeriksaan dan perbaikan dari kegagalan-kegagalan di atas adalah sebagai berikut:
- Melakukan pemeriksaan terhadap kontak dari sambungan (konektor) komponen yang bersangkutan. Jika longgar atau lemah, perbaiki dengan mengencangkan posisinya.
 - Jika point a) di atas tidak bermasalah, lakukan pemeriksaan tahanan/resistansi pada terminal-terminal komponen yang bersangkutan dan juga periksa kontinuitas (hubungan) antara terminal dengan massa. (Untuk melihat standar/spesifikasi ukuran tahanan dan warna kabel, lihat buku manual yang bersangkutan).



Gambar Contoh Pemeriksaan Tahanan Pada EOT Sensor

- Jika point b) di atas tidak bermasalah, lakukan pemeriksaan tegangan (voltage) antara konektor komponen yang bersangkutan pada sisi wire harness (rangkaian kabel dari

ECU/ECM yang menuju komponen tersebut) dan massa. Khusus sensor yang hanya mempunyai dua terminal, ukur tegangan antara konektor sensor tersebut pada sisi wire harness (Untuk melihat standar/spesifikasi ukuran tegangan, lihat buku manual yang bersangkutan).



Gambar Contoh Pemeriksaan Tegangan Pada EOT Sensor

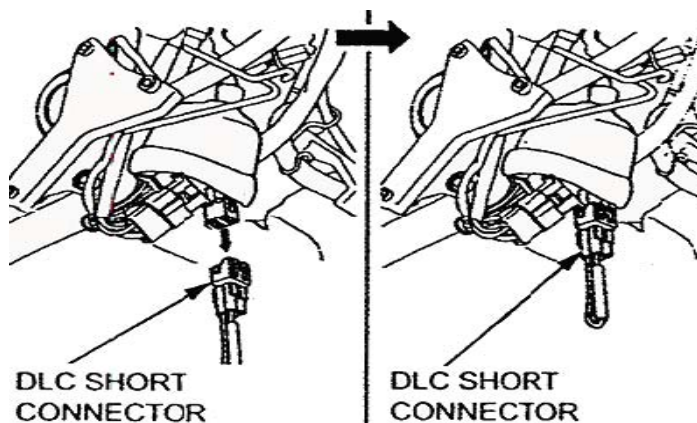
- d) Jika pada pemeriksaan point c) di atas *terdapat tegangan yang sesuai standar*, ganti komponen (sensor) yang bersangkutan.
- e) Jika pada pemeriksaan point c) di atas *tidak terdapat tegangan yang sesuai standar*, periksa kontinuitas antara konektor komponen (sensor) yang bersangkutan dengan konektor dari ECU/ECM. (Untuk melihat standar/spesifikasi warna kabel, lihat buku manual yang bersangkutan).
- f) Jika pada pemeriksaan point e) di atas kontinuitas antara konektor *tidak normal*, berarti terdapat hubungan singkat (korslet) atau rangkaian terbuka pada kabel-kabel tersebut.
- g) Jika pada pemeriksaan point e) di atas kontinuitas antara konektor *normal*, berarti terdapat masalah pada ECU/ECM. *Ganti* ECU/ECM dengan yang baru dan lakukan pemeriksaan sekali lagi.

5. Prosedur Me-Reset Pendiagnosaan Sendiri

Catatan:

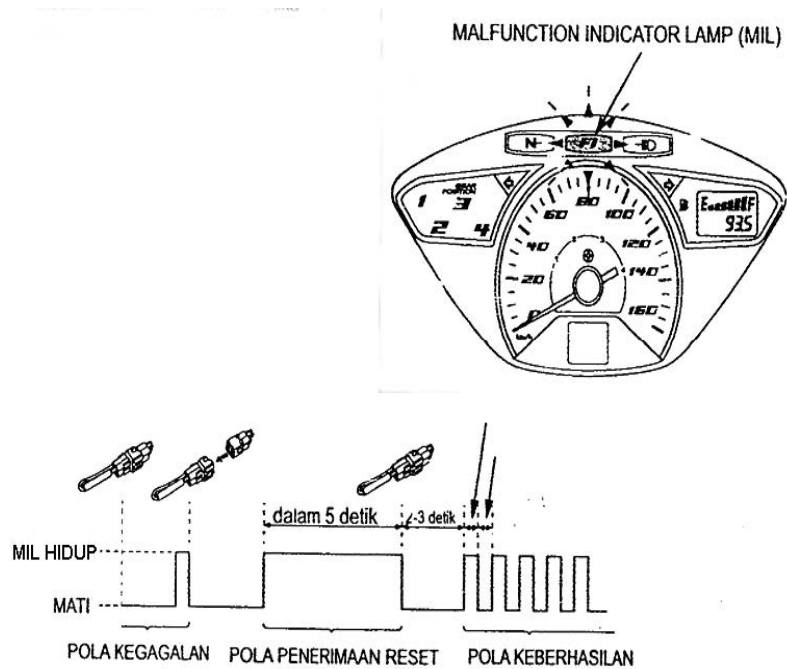
Data memori pendiagnosaan sendiri tidak akan terhapus sewaktu kabel negatif baterai dilepaskan.

- a. Putar kunci kontak ke "OFF".
- b. Lepaskan front top cover.
- c. Lepaskan connector cover (penutup konektor) dari data Link connector
- d. Hubungkan special tool (konektor DLC atau DLC short connector) ke data Link connector
- e. Putar kunci kontak ke "ON".
- f. Lepaskanlah DLC short connector dari data Link connector (DLC) seperti terlihat pada gambar di bawah :



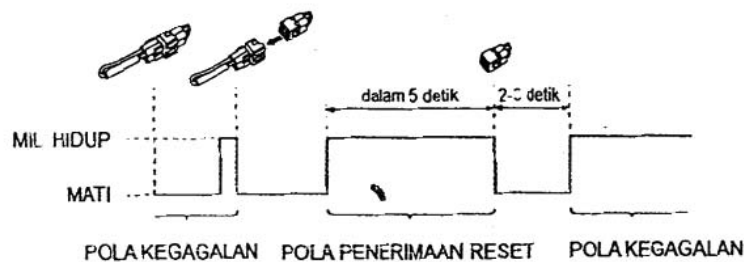
Gambar Prosedur Melepas dan Menghubungkan Kembali Konektor DLC Dari DLC

- g. Hubungkan DLC short connector ke data Link connector (DLC) lagi sementara lampu MIL hidup selama kira-kira 5 detik (pola penerimaan reset; seperti terlihat pada gambar di atas).
- h. Data memori pendiagnosaan sendiri telah terhapus, jika MIL mati dan mulai berkedip. Hal ini menandakan prosedur me-reset telah berhasil. Lihat pada gambar di bawah untuk melihat bentuk/pola me-reset yang berhasil (pola keberhasilan).



Gambar Pola Keberhasilan Saat Me-reset Pendiagnosaan Sendiri

- i. Data link konektor harus dihubungkan singkat sementara lampu indikator hidup. Jika DLC short connector tidak tersambungkan dalam 5 detik, MIL akan mati dan hidup kembali dengan pola kegagalan seperti terlihat ppada gambar di bawah :



Gambar Pola kegagalan saat me-reset pendiagnosaan sendiri

- j. Matikan kunci kontak dan coba lagi mulai dari langkah d.

Catatan :

Perhatikan bahwa data memori pendiagnosaan-sendiri tidak akan terhapus jika kunci kontak dimatikan sebelum MIL mulai berkedip.

PENUTUP

Semoga buku ini bermanfaat bagi peserta pelatihan khususnya kejuruan Automotive di Unit Pelaksana Teknis Pelatihan Kerja Mojokerto, baik pelatihan Institusional maupun pelatihan Non Institusional maupun pihak pengelolah pelatihan umumnya semua pembaca yang selalu ingin meningkatkan pengetahuannya.

DAFTAR PUSTAKA

AHM *Buku Pedoman reparasi Honda Supra X 125*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

AHM *Buku Pedoman reparasi Honda Astrea Prima*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

AHM *Buku Pedoman reparasi Honda Mega Pro*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

AHMBuku *Pedoman reparasi Honda PGM-FI Supra X 125*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

Mohon Perhatian

Tulisan - tulisan di Blog ini merupakan pandangan pribadi dari saya dan ada beberapa bagian merupakan cuplikan kutipan dari sumber yang bermacam - macam. Jika ada yang keberatan dengan tulisannya yang saya kutip, ada dalam blog ini, sudilah kiranya mengingatkan saya.