

ANALISA SISTEM KERJA ELECTRICAL FUEL INJECTION (EFI) PADA MOTOR HONDA CBR 150

M. Muzakki Al Fikri
Universitas Islam Majapahit, Mojokerto
Email: muzakkialfikri32@gmail.com

ABSTRAK

Sistem PGM-FI adalah suatu sistem suplai bahan bakar dengan menggunakan teknologi kontrol secara elektronik yang mampu mengatur pasokan bahan bakar dan udara secara optimal sesuai yang dibutuhkan mesin pada setiap keadaan yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prinsip kerja sistem kontrol elektronik pada sepeda motor honda CBR 150, mengidentifikasi sensor – sensor yang ada pada sistem kontrol elektronik. Hasil pengukuran pada tiap komponen menggunakan alat *diagnostic tool* yang terdapat pada sistem kontrol elektronik adalah kondisi tiap komponen masih dalam keadaan bagus, dan pengukuran hubungan kabel, tegangan maupun tahanan masih dalam batas toleransi pada spesifikasi standar.

Kata Kunci: PGM-FI, sensor, alat diagnosa.

ABSTRACT

The PGM-FI system was fuel supply system using electronic control technology that was able to optimally regulate fuel and air supply as needed by the engine in each of the different conditions, The aim of research knowing the working principle of the electronic control system on honda CBR 150 motorbike, identify sensors that were in the electronic control system. The measurement results for each component using the diagnostic tool found in the electronic control system was that the condition of each component was still in good condition, and the measurement of cable connection, voltage and resistance were still within the tolerance limits of the standard specifications.

Keywords: PGM-FI, sensor, diagnostic tool.

PENDAHULUAN

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 elektronis. Penggunaan sistem bahan bakar injeksi pada sepeda motor komersil di Indonesia sudah mulai dikembangkan. Salah satu contohnya adalah pada salah satu tipe yang diproduksi Astra Honda Mesin, yaitu pada motor honda CBR 150. 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, dimana hal ini sesuai dengan peraturan pemerintah mengenai standar emisi gas buang kendaraan bermotor yang harus ditekan (ramah lingkungan), Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan (Wardan Suyanto,1989:345).

Tujuan EFI (*electronic fuel injection*) di buat adalah untuk menutupi kelemahan sistem bahan bakar konvensional dengan menggunakan karburator. Di mana pada karburator terjadi konsistensi AFR (*Air fuel ratio*/perbandingan bahan bakar dengan udara) yang di hasilkan. Angka AFR yang ideal adalah 14,7 (*stoichiometri*) pada setiap tingkatan putaran mesin (RPM). Pada karburator biasanya terjadi saat rpm rendah AFR cenderung kaya (*rich*) sedangkan pada rpm tinggi malah terjadi campuran miskin (*lean*) atau bisa juga terjadi hal-hal sebaliknya. Kelemahan lain pada karburator adalah proses jalannya hasil pengkabutan bahan bakar dan udara dari karburator menuju ruang bakar mengalami kesulitan, karena harus melalui lekukan-lekukan dan sudut yang tajam pada saluran masuk (*intake manifold*). Robert Bosch merupakan awal dimulainya penemu teknologi *fuel injection* (injeksi) yang sekarang ini bisa dinikmati pada kendaraan roda dua. Kurang lebih pada tahun 1922-1927 Robert Bosch telah menemukan sistem injeksi, dimana lahirnya sistem injeksi ini diawali Robert ketika dirinya berhasil merancang pompa injeksi untuk di terapkan pada mesin diesel putaran tinggi. Dari beberapa literatur yang ada, telah dicatat bahwa teknologi *fuel injeksi* pertama telah berhasil di ciptakan kurang lebih pada tahun 1939, tetapi kala itu injeksi belum diterapkan di kendaraan bermotor, melainkan pertama kali berhasil di realisasikan pada pesawat terbang bernama Messerschmitt BF-109.

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

1. Sistem bahan bakar (*fuel delivery system*)
2. Sistem kontrol elektronik (*electronic control system*), dan
3. Sistem induksi/ pemasukan udara (*air induction system*).

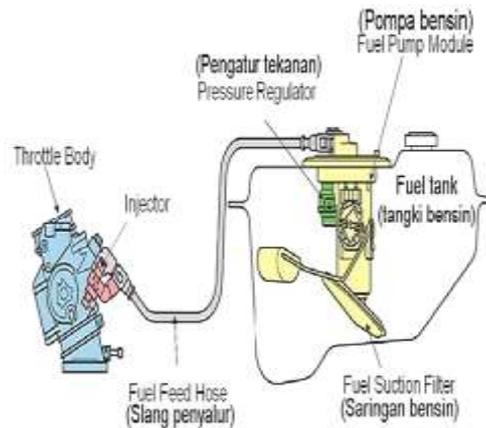
Ketiga sistem utama ini akan di bahas satu-persatu di bawah ini. Jumlah komponen-komponen yang terdapat dalam sistem EFI bisa berbeda pada setiap jenis sepeda mesin. Semakin lengkap komponen sistem EFI yang di gunakan, tentu kerja sistem EFI akan lebih baik sehingga bisa menghasilkan unjuk kerja mesin yang lebih optimal pula. Dengan semakin lengkapnya komponen-komponen sistem EFI (misalnya sensor-

sensor), maka pengaturan koreksi yang di perlukan untuk mengatur perbandingan bahan bakar dan udara yang sesuai dengan kondisi kerja mesin akan semakin sempurna.

a. sistem bahan bakar.

Sistem aliran bahan bakar pada sistem EFI terdiri dari *fuel tank, fuel pump, fuel filter, fuel delivery pipe, injector, pulsation dumper, fuel pressure regulator, dan fuel return pipe*. Menurut Moch. Solikin sistem bahan bakar pada motor bensin berfungsi untuk : (1) mengabutkan bahan bakar, (2) mencampur bahan bakar dan udara pada komposisi yang tepat sesuai dengan kondisi kerja mesin (Moch. Solikin, 2005: 1). Bahan bakar dari tangki di tekan oleh sebuah pompa bensin elektrik yang di kontrol kerjanya oleh ECM dan mengalir melewati *fuel filter*, menuju ke *fuel delivery pipe* dan di alirkan kepada masing-masing injektor. Sebuah injektor atau lebih bekerja menyemprotkan bensin yang di kontrol oleh ECM. Tekanan pada pipa pembagi akan tetap di jaga oleh adanya *fuel pressure regulator*. Menurut Machmud, S (2013:2) Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi bunga api untuk merambat didalam ruang bakar, Maka akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum, Oleh sebab itulah banyaknya bahan bakar yang di semprotkan tergantung dari lamanya injektor terbuka. Dari setiap komponen mempunyai fungsi sendiri-sendiri diantaranya :

- a. *Fuel suction filter*; menyaring kotoran agar tidak terhisap pompa bahan bakar.
- b. *Fuel pump module*; memompa dan mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke injektor. Penyaluran bahan bakarnya harus lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan mesin.
- c. *Fuel pressure regulator*; mengatur tekanan bahan bakar di dalam sistem aliran Bahan bakar agar tetap/*konstan*. Contohnya pada Honda CBR 150 PGM-FI tekanan dipertahankan pada 294 kPa (3,0 kgf/cm², 43 psi).
- d. *Fuel feed hose*; selang untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki menuju injektor.
- e. *Fuel Injector*; menyemprotkan bahan bakar ke saluran masuk (*intake manifold*), biasanya sebelum katup masuk, namun ada juga yang ke *throttle body*. Volume penyemprotan disesuaikan oleh waktu pembukaan *nozzel/injector*.



Gambar 1. skema aliran bahan bakar.

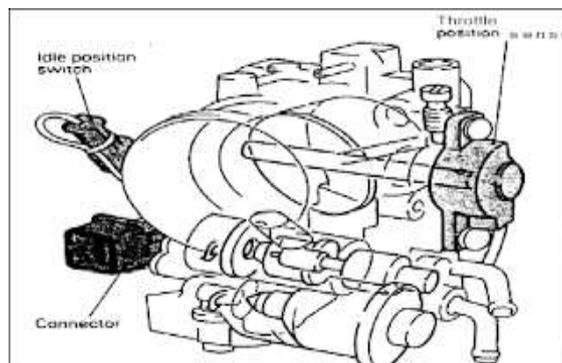
b. sistem kontrol elektronik.

Sistem kontrol elektronik pada sistem EFI terdiri atas sensor-sensor, sebuah *engine control unit* (ECU) atau *engine control module* (ECM), aktuator-aktuator, penyuplai tegangan (baterai), *wire harness* dan konektor-konektor untuk menghubungkan *wire harness* dengan semua komponen kontrol elektronik. ECU/ECM akan menghitung secara akurat berapa banyak bahan bakar yang di butuhkan mesin yang akan di berikan oleh *injector* dengan memonitor sensor-sensor yang terdapat pada mesin. ECU/ECM akan mengontrol kerja injektor berdasarkan lebar atau lama pulsa penginjeksian atau durasi penginjeksian untuk memberikan campuran yang sesuai dengan kondisi kerja mesin. Sistem kontrol elektronik terdiri dari komponen berikut :

1. Bagian input pada sistem bahan bakar CBR 150 terdiri dari sensor suhu udara masuk (*Intake Air Temperature Sensor*) yang berfungsi untuk mendeteksi kepadatan udara melalui suhu udara masuk, sensor tekanan udara masuk (*Intake Air Pressure Sensor*) yang berfungsi untuk mendeteksi beban mesin melalui tekanan udara masuk, sensor posisi katup gas (*Throttle Position Sensor*) yang berfungsi mendeteksi beban mesin melalui perubahan posisi derajat pembukaan katup gas, sensor posisi poros engkol (*Crankshaft Position Sensor*) yang berfungsi untuk mendeteksi kecepatan mesin dan saat timing injeksi yang tepat melauai putaran poros engkol, sensor suhu mesin (*Engine Temperature Sensor*) yang berfungsi untuk mendeteksi suhu mesin melalui suhu oli mesin, sensor O₂ (*O₂ Sensor*) yang berfungsi untuk mendeteksi rasio pencampuran bahan bakar dan udara melalui kerapatan oksigen pada gas buang.

manifold (tipe D dengan menggunakan *air pressure sensor*). Udara di salurkan ke dalam silinder berdasarkan kondisi keinginan pengemudi. Ketika *throttle valve* semakin terbuka lebar, maka udara yang mengalir menuju silinder juga akan semakin banyak. Setiap sensor memiliki fungsi yang berbeda-beda seperti berikut :

1. *throttle valve* : *Throttle valve* berfungsi untuk membuka dan menutup saluran utama yang dilalui udara pada *throttle body*. Digerakkan oleh *acceleration pedal* (pedal gas).
2. *throttle position sensor*: *Throttle Position Sensor* (TPS) adalah sensor pada sistem EFI yang berfungsi mendeteksi bukaan *throttle valve* dengan menggunakan potensiometer.
3. *fast idle air control* : *Fast Idle Air Control* (FIAC) berfungsi untuk menambah jumlah udara yang masuk ke saluran udara masuk (*intake air chamber*) saat katup gas (*throttle valve*) tertutup dan temperature masih dingin.
4. *idle speed adjusting screw* : Umum putaran stasioner (*idle*) telah ditentukan oleh *Engine Control Module* (ECM), namun pada beberapa jenis mesin EFI masih menggunakan *Idle Speed Adjusting Screw* (ISAS) untuk mengatur besar kecilnya putaran stasioner (*idle*) secara manual.
5. *mass air flow sensor* : *Mass Air Flow* (MAF) berfungsi mendeteksi jumlah udara yang masuk ke *intake air chamber*.
6. *manifold absolute pressure* : *Manifold Absolute Pressure* (MAP) adalah sensor yang mendeteksi tekanan udara yang masuk ke *intake air chamber* sebagai dasar penghitungan jumlah udara melalui IC (*integrated circuit*) yang terdapat di dalam sensor ini. MAP sensor menghasilkan sinyal tegangan yang segera dikirim ke ECM.



Gambar 3. skema aliran udara.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis dan penghitungan dari data obyek penelitian dengan berdasarkan kajian pustaka atau literatur terkait. Langkah-langkah penelitian tersebut dituangkan dalam bentuk diagram alir, seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir metode penelitian.

Langkah-langkah penelitian dari gambar 3, dijelaskan sebagai berikut:

1. menentukan rumusan masalah yang akan diteliti, yaitu meneliti sistem kerja EFI pada motor cbr 150.
2. melakukan kajian pustaka atau studi literatur terhadap rumusan masalah yang telah ditentukan, meliputi literatur tentang EFI, sensor-sensor dan literatur terkait lainnya.
3. mengambil data dari obyek penelitian berdasarkan spesifikasi pada motor cbr 150.
4. menganalisis spesifikasi data dari motor cbr 150 dan sekaligus membahas hasil penelitian.
5. mengambil kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan serta memberikan saran untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem EFI atau PGM-FI (istilah pada honda) di rancang agar bisa melakukan penyemprotan bahan bakar yang jumlah dan waktunya ditentukan berdasarkan informasi dari setiap sensor. Pengaturan koreksi perbandingan bahan bakar dan udara

sangat penting dilakukan agar mesin tetap bisa bekerja dengan sempurna dalam berbagai kondisi kerjanya. Oleh karena itu, keberadaan sensor yang memberi informasi akurat kondisi mesin saat itu sangat menentukan unjuk kerja mesin tersebut (*performance*). Semakin lengkap sensor, maka pendeteksian kondisi mesin dari berbagai kondisi (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, kandungan bahan bakar dan lain sebagainya.

a. Cara Kerja 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)*.

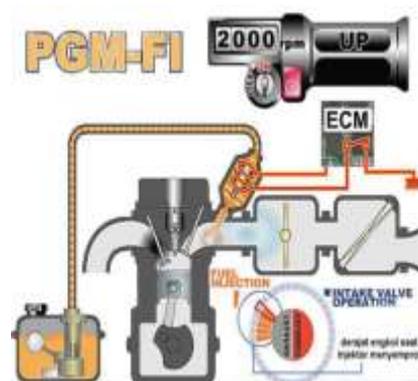
Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa penginjeksian pada motor bensin pada umumnya dilakukan di ujung *intake manifold* sebelum *inlet valve* (katup masuk). Oleh karena itu, saat penginjeksian (*injection timing*) tidak mesti sama persis dengan percikan bunga api busi, yaitu beberapa derajat sebelum 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 ini 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.

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*) dalam artian mesin tersebut sudah menggunakan sistem radiator sebagai media pendingin mesin, 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) karena harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan disekitar.

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 trolol) pada *throttle body* masih menutup pada saat putaran stasioner/langsam (putaran stasioner pada sepeda motor pada umumnya sekitar 1400-2000 rpm).



Gambar 4. ilustrasi penyemprotan pada 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.

Tabel 1. Hasil analisa saat putaran rendah.

No	Item	Value	Volt
1	putaran mesin	1018	
2	Posisi throttle	0	0,566
3	Suhu air pendingin	60	1,328
4	Lebar pulsar injektor	4,344	
5	Sudut pengapian	20	
6	Tegangan batrai	12,8	
7	Sensor oksigen		1,054
8	Pompa bahan bakar	On	
9	Standar sumping	Off	
10	Switch stater	Off	
11	Switch stater	Off	
12	Fast idle switch	Off	
13	Mode attitude	1	
14	Campuran bahan bakar	0,908	
15	Koneksi attitude	0,104	0,633
16	Servis cek signal	Off	
17	Jumlah kode eror	off	0

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 trotel 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 injector* 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. Ilustrasi saat mesin berputar pada putaran menengah, yaitu 4000 rpm. 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.

Tabel 2. Hasil analisa saat putaran menengah dan tinggi.

No	Item	Value	Volt
1	putaran mesin	4362	
2	Posisi throttle	3	0,742
3	Suhu air pendingin	59	1,367
4	Lebar pulsar injektor	2,824	
5	Sudut pengapian	26	
6	Tegangan batrai	13,7	
7	Sensor oksigen		0,87
8	Pompa bahan bakar	On	
9	Standar sumping	Off	
10	Switch stater	Off	
11	Switch stater	Off	
12	Fast idle switch	Off	
13	Mode attitude	0	
14	Campuran bahan bakar	0,876	
15	Koneksi attitude	0,304	0,333
16	Servis cek signal	Off	
17	Jumlah kode eror	off	0

e. Cara Kerja Saat Akselerasi Atau 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 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.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan, bahwa :

1. Sistem kontrol elektronik pada motor honda CBR 150 adalah sistem yang bekerja dengan menerima sinyal input dari beberapa sensor. Sinyal tersebut akan diolah didalam prosesor / ECU. Hasil pengolahan dari prosesor akan dikirim ke aktuator berupa sinyal untuk menentukan waktu penginjeksian.
2. Sensor-sensor pada sistem kontrol elektronik yang diidentifikasi terdiri dari sensor TP, sensor IAT, sensor IAP, sensor EOT, sensor O2, bank angle sensor dan sensor CP.
3. Pemeriksaan komponen sistem kontrol elektronik honda CBR 150 dilakukan dengan menggunakan alat *diagnostic tool*. Dalam menganalisa gangguan atau *troubleshooting* yang terjadi dilakukan dengan menampilkan tabel kode *error*, pemeriksaan dasar, dan tabel hasil pemeriksaan.

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, maka perlu disarankan, bahwa untuk memaksimalkan hasil penelitian ini perlu adanya alat seperti *diagnostic tool* untuk menunjang hasil penelitian lebih sempurna lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Astra motor. (2005). *Buku Pedoman Reparasi ANF125M-5*. Honda Motor Co., Ltd.
- Astra motor. (tth). *honda Technical Academy*. honda Motor CO., Ltd.
- Astra motor. (2007). *AHM Buku Pedoman reparasi Honda CBR 150*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor.
- Solikin, Mochmad. (2005). *Sistem Injeksi Bahan Bakar Motor Bensin (EFI System)*. Yogyakarta: Kampong Ilmu.
- Suyanto, Wardan.(1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta : Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.