

# **Perbandingan Kerja Sistem Multi Point Injection Dengan Sistem Karburator**

Jaja Kustija, M.Sc.

## **ABSTRAK**

*Kemajuan teknologi pada bidang elektronik pada saat sekarang membuat orang berusaha untuk membuat kinerja sistem yang lama akan menjadi lebih baik dengan memanfaatkan teknologi elektronik tersebut, salah satu penerapan bidang elektronik tersebut adalah sistem Multi Point Injection pada bidang otomotive yang menggantikan sistem konvensional yaitu karburator, dimana sistem Multi Point Injection akan menghasilkan kinerja engine lebih baik dari pada sistem Karburator.*

*Multi Point Injection adalah sistem penginjeksian bahan bakar (supply bahan bakar) ke dalam ruang bakar engine yang dikontrol secara elektronik berdasarkan sinyal-sinyal sensor sehingga engine akan mendapatkan supply campuran udara dan bahan bakar yang sesuai dengan kondisi engine pada saat itu, dimana sistem ini pada saat sekarang sudah banyak dipergunakan oleh produsen kendaraan khususnya mobil untuk menggantikan sistem yang konvensional yaitu karburator, pada sistem karburator (konvensional) supply campuran udara dan bahan bakar ke dalam engine dilakukan secara mekanikal yaitu hanya berdasarkan tingkat kevakuman engine sehingga keakuratan dalam supply campuran udara dan bahan bakar pada tiap kondisi kendaraan kurang akurat.*

*Dengan adanya sistem Multi Point Injection (MPI) yang menerapkan bidang elektronik pada bidang otomotive maka akan dihasilkan pembakaran yang sempurna pada engine karena engine akan di berikan campuran udara dan bahan bakar yang tepat sesuai dengan kondisi engine pada saat itu sehingga dengan sistem Multi point Injection akan didapatkan engine performa yang tinggi, emisi gas buang yang lebih baik serta pemakaian bahan bakar yang ekonomis dari pada sistem Karburator (konvensional).*

## **ABSTRACT**

*The Improvement of electronic technology in recent day make people want to improve their old system become better, the example is Multi Point Injection system are replacing the carburetor system function at automotive, which Multi Point Injection system can produce engine performance is better than carburetor.*

*Multi Point Injection is fuel injection system to engine combustion chamber with electronics control base on information from sensors signals, so the engine supplied appropriate air fuel ratio at actual condition, most vehicle maker especially car maker at recent day use this system for replacing conventional system (carburetor), the conventional system (carburetor) is mechanically air fuel*

*ratio supply to engine, the air fuel ratio supply is only base on vacuum level so the air fuel ratio is not accurate with the condition of engine.*

*With electronics Multi Point Injection system in automotive can make perfect combustion to the engine because engine is supplied appropriate air fuel ratio with the condition of engine, with Multi Point Injection system the engine power, fuel consumption and emission are better than carburetor (conventional).*

## 1. TUJUAN

Menganalisa antara sistem Multi Point Injection (MPI) dan sistem karburator dalam supply bahan bakar dengan membandingkan tenaga engine yang dihasilkan (engine performa), pemakaian bahan bakar (fuel consumption) dan hasil emisi gas buangnya.

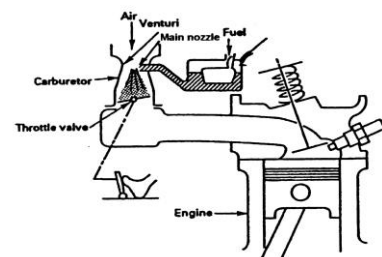
## 2. LATAR BELAKANG

Salah satu penerapan bidang elektronik dalam dunia automotive adalah sistem pengontrolan injeksi bahan bakar (gasoline) kedalam silinder engine, dimana sistem ini menggantikan sistem karburator yang bekerja secara mekanikal (kovensional) dimana sistem supply bahan bakar secara elektronik lebih baik dibandingkan dengan sistem karburator (mekanikal) dalam segi engine performa, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar, dalam kendaraan Mitsubishi sistem pengontrolan injeksi bahan bakar secara elektronik dikenal dengan Multi Point Injection (MPI), pada merk Toyota dikenal dengan Electronic Fuel Injection (EFI) dll. yang mana sistem injeksi bahan bakar ini pada dasarnya adalah sama.

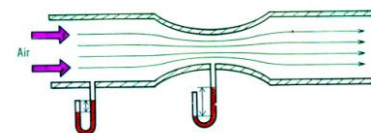
## 3. LANDASAN TEORI

### Prinsip Kerja Karburator

Karburator adalah komponen pensupply campuran udara dan bahan bakar yang bekerja berdasarkan adanya negative pressure (vacum) yang dihasilkan oleh hisapan piston pada engine saat langkah intake dan dorongan aliran udara dari luar (positive pressure) yang membuat aliran udara pada venturi karburator menghisap bahan bakar dari float chamber masuk ke dalam intake manifold, lalu masuk keruang bakar silinder yang digunakan untuk menghasilkan expansion (pembakaran) dengan dipercikannya bunga api melalui busi, sehingga dihasilkanlah putaran engine yang diteruskan ke transmisi, ke differential lalu ke roda.



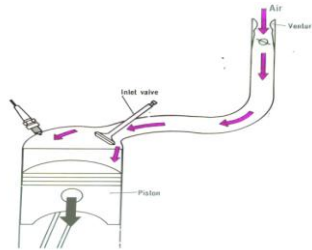
Karburator



Venturi

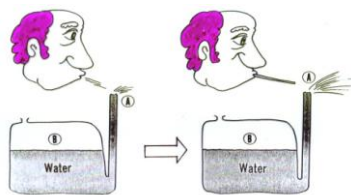
Venturi adalah saluran aliran udara yang dipersempit dimana pada daerah venturi tersebut dihasilkan kevakuman yang tinggi karena aliran udara yang masuk (positive dan negative pressure) tercepat berada

pada bagian venturi tersebut sehingga fuel dapat terhisap dari float chamber.

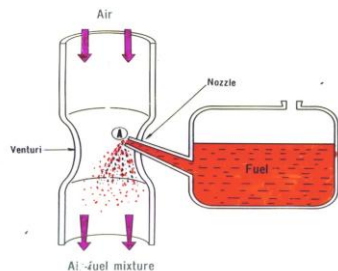


*Aliran Udara*

Gerakan kebawah piston menciptakan negative pressure atau kevakuman didalam silinder dan tekanan atmosfer yang lebih tinggi mendorong udara melalui karburator (positive pressure) ke intake manifold kemudian ke dalam silinder.



Kecepatan udara yang lebih besar menghasilkan negative pressure yang lebih rendah, sehingga fluida akan terhisap lebih banyak



Prinsip kerja karburator menggunakan venturi untuk meningkatkan kecepatan aliran udara, sebuah pipa kapiler yang menghubungkan bahan bakar cair dipasang pada venturi untuk menarik

bahan bakar tersebut dari float chamber.

## Prinsip Kerja Multi Point Injection

Multi point injection adalah sistem supply campuran udara dan bahan bakar kedalam engine yang dikontrol secara elektronik agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan engine, sehingga dengan sistem MPI didapatkan engine performa yang tinggi, pemakaian bahan bakar yang ekonomis serta menghasilkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Sistem MPI terdiri dari Fuel Supply System, Ignition Control System, Idle Speed Control System dan Emission Control System.

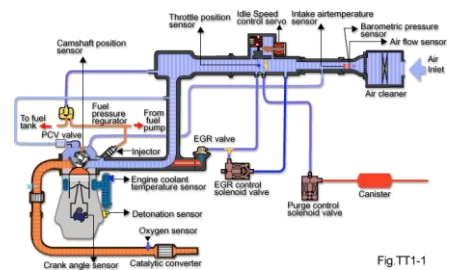


Fig.TT1-1

### Multi Point Injection

#### 3.2.1 Fuel Supply System

Mengontrol fuel injector memberikan air-fuel ratio yang terbaik dari kondisi operasi engine yang berubah-ubah untuk menghasilkan keseimbangan yang paling baik antara power engine, fuel consumption dan emisi exhaust yang rendah (pembakaran yang sempurna).

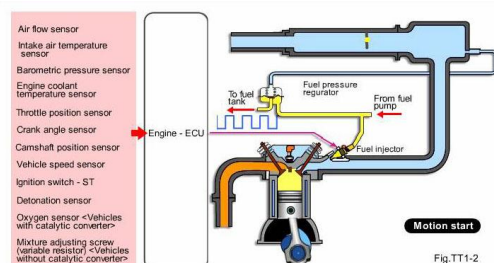


Fig.TT1-2

## Fuel Supply System

### ✓ Air flow sensor

Jika jumlah udara yang masuk banyak maka jumlah injeksinya diperbanyak.

### ✓ Intake air temperature sensor

Jika temperature udara yang masuk rendah maka jumlah injeksi diperbanyak, karena udara dingin jumlahnya lebih banyak dan padat dari pada udara panas.

### ✓ Barometric pressure sensor

Jika di dataran tinggi maka jumlah injeksi di kurangi, karena didataran tinggi jumlah udara sedikit.

### ✓ Engine coolant temperature sensor

Jika temperature engine masih dingin maka jumlah injeksi diperbanyak, karena jika suhu engine dingin bahan bakar sulit menguap dan bercampur dengan udara.

### ✓ Throttle position sensor

Jika pembukaan throttle besar maka jumlah injeksi di perbanyak, karena jumlah udara yang masuk banyak.

### ✓ Crank angle sensor

Makin cepat putaran engine maka makin banyak jumlah injeksinya.

### ✓ Camshaft position sensor

Injektor akan menginjeksi ke silinder pada langkah intake berdasarkan sinyal ini.

### ✓ Vehicle speed sensor

Saat beban engine besar (tanjakan) maka injeksi akan diperbanyak.

### ✓ Ignition switch ST

Saat start engine jumlah injeksi diperbanyak.

### ✓ Detonation sensor

Jika terjadi knocking maka jumlah injeksi di kurangi.

### ✓ Oxygen sensor

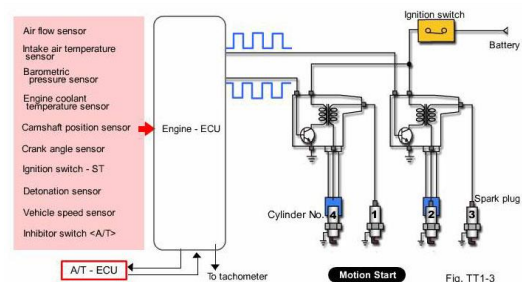
Jumlah injeksi di atur untuk mendapatkan air fuel ratio 15 : 1 dengan sinyal ini.

### ✓ Mixture adjusting screw

Mengatur secara manual air fuel ratio yang dikehendaki (tanpa oxygen sensor).

## 3.2.2 Ignition Control System

Menghasilkan pengapian (percikan bunga api) yang kuat dan tepat untuk menghasilkan pembakaran.



## Ignition Control System

### ✓ Air flow sensor

Jika udara yang masuk banyak maka ignition timing dimundurkan.

### ✓ Air temperature sensor

Jika temperatur udara yang masuk rendah maka timing dimundurkan.

### ✓ Brometric pressure sensor

Jika didataran tinggi maka timing dimajukan karena campuran udara dan bahan bakar sedikit (bahan bakar sulit terbakar).

### ✓ Engine coolant temperature sensor

Jika suhu engine dingin maka timing dimundurkan.

### ✓ Camshaft position sensor

Jika terjadi sequential injection maka timing dimundurkan.

✓ Crank angle sensor

Makin cepat putaran engine maka timing dimajukan.

✓ Ignition switch ST

Saat start engine timing dimundurkan.

✓ Detonation sensor

Saat terjadi knocking maka timing dimundurkan sesaat lalu perlahan dimajukan.

✓ Vehicle speed sensor

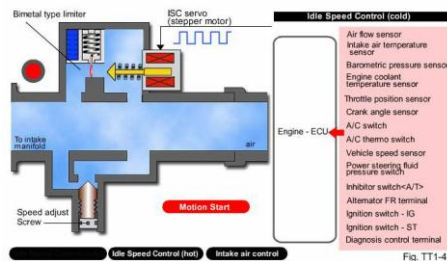
Saat beban engine bertambah maka timing dimundurkan.

✓ Inhibitor switch

Ignition tidak akan terjadi pada saat start engine jika change lever pada posisi selain P (parking) atau N (Neutral) pada kendaraan automatic transmission.

### 3.2.3 Idle Speed Control System

Idle speed control system mengatur banyaknya aliran udara yang mengalir melalui intake ketika throttle valve tertutup (idling). Sistem ini memonitor rpm engine pada saat idling.



Idle Speed Control System

✓ Air flow sensor

ISC servo akan lebih menutup jika jumlah udara yang masuk terlalu banyak.

✓ Intake air temperature sensor

Jika suhu udara yang masuk rendah maka ISC servo lebih menutup.

✓ Barometric pressure sensor

Jika didataran tinggi ISC servo lebih membuka karena jumlah udara sedikit.

✓ Engine coolant temperature sensor

Jika suhu engine tinggi maka ISC servo lebih membuka.

✓ Throttle position sensor dan vehicle speed sensor

Jika throttle valve full open maka ISC servo terbuka penuh untuk persiapan saat deselerasi dimana ISC servo menutup perlahan agar tidak terjadi engine brake.

✓ Crank angle sensor

Saat idling jika rpm engine tinggi maka ISC servo lebih menutup.

✓ AC switch, thermo switch, power steering fluid pressure switch, alternator FR terminal

Jika terjadi pembebanan pada engine saat idling maka ISC servo membuka untuk menaikkan rpm engine.

✓ Inhibitor switch dan ignition switch ST

Saat start engine pada pada posisi P atau N maka ISC servo membuka penuh.

✓ Ignition switch IG

Saat ignition switch IG dan idle ISC servo menyesuaikan pembukaannya berdasarkan rpm engine.

✓ Diagnosis control terminal

Saat diagnosis control terminal di ground-kan maka ISC servo di set pada 9 step ini untuk menyetel ISC servo dan SAS terhadap rpm engine.

### 3.2.4 Emission Control System

Sistem kontrol emisi berfungsi mengontrol Hydrocarbon (HC), Carbon Monoxide (CO), dan

Oxides Of Nitrogen (NO<sub>x</sub>) yang dihasilkan oleh exhaust gas hasil pembakaran.

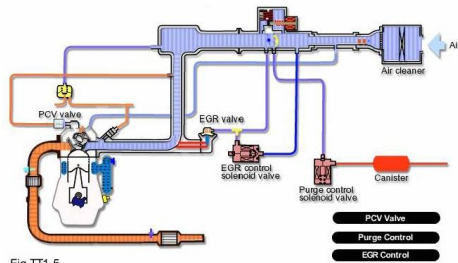


Fig.TT1-5

### Emission Control System

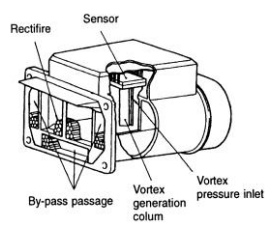
- ✓ PCV valve  
Menyalurkan blow by gas dari crank case berdasarkan kevakuman engine.
- ✓ Purge control  
Mengalirkan uap bahan bakar ke intake manifold saat suhu engine pada temperature kerja dan throttle valve terbuka.
- ✓ EGR control  
Mengalirkan sedikit exhaust gas ke ruang bakar untuk mengurangi No<sub>x</sub> saat suhu engine pada temperatur kerjanya dan kevakuman di intake manifold tinggi.

### Sensor

Sensor-sensor yang digunakan dalam sistem Multi Point Injection antara lain :

#### Air Flow Sensor

Untuk mengukur jumlah udara yang masuk kedalam engine dengan merubah jumlah udara yang masuk



menjadi sinyal pulsa (frekuensi) ke ECU.

#### Air Flow Sensor

#### Intake Air Temperature Sensor

Mensensor suhu udara yang masuk kedalam engine dengan menggunakan thermistor jenis NTC, merubah suhu udara masuk menjadi nilai tahanan.



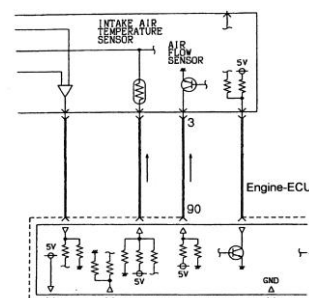
Intake Air Temperature Sensor

#### Barometric Sensor

Untuk mengukur tekanan udara yang dikarenakan ketinggian suatu tempat dengan merubah tekanan udara menjadi nilai tegangan.



Barometric Sensor

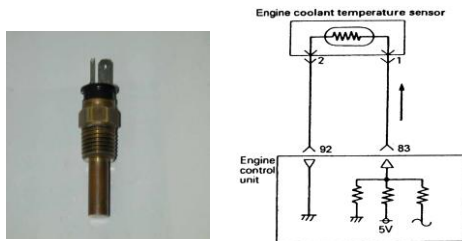




*Rangkaian Air flow, Intake air temperature & Barometric Sensor*

**Engine Coolant Temperature Sensor**

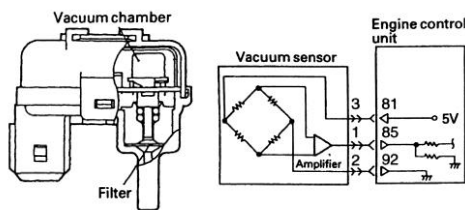
Untuk mengukur suhu engine coolant dengan merubah suhu coolant menjadi nilai tahanan.



*Engine Coolant Temperature Sensor*

**Vacuum Sensor / Manifold Absolute Pressure**

Mengukur tingkat kevakuman di intake manifold engine dengan merubahnya menjadi nilai tegangan.

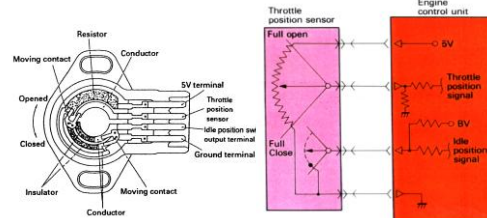


*Vacuum Sensor / Manifold Absolute Pressure*

**Throttle Position Sensor dengan Idle Switch Position Sensor**

Mengukur derajat pembukaan throttle valve dan untuk mengetahui

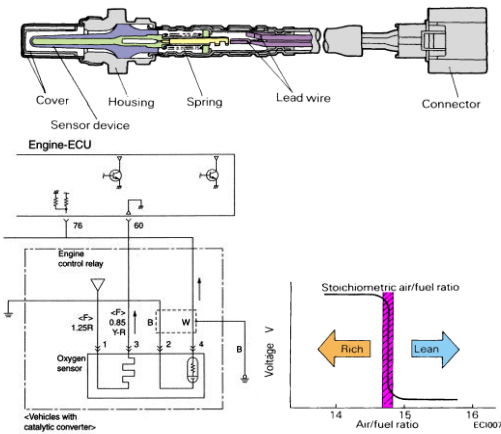
engine dalam keadaan idle sesuai tingkat perubahan nilai tahanannya.



*Throttle Position Sensor dengan Idle Switch Position Sensor*

**Oxygen Sensor**

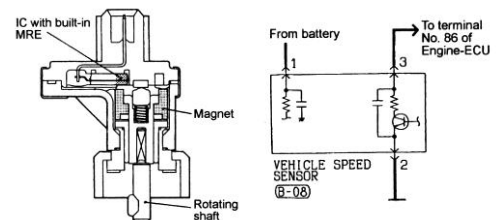
Mengukur kadar oksigen dalam exhaust gas sesuai perubahan nilai tegangannya.



*Oxygen Sensor*

**Vehicle Speed Sensor**

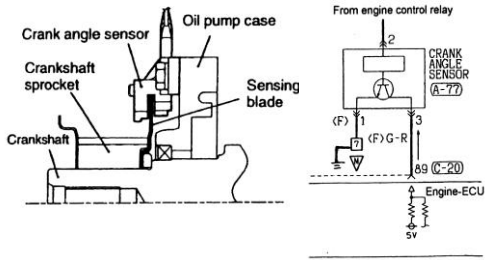
Mengukur laju kecepatan kendaraan dengan perubahan nilai pulsanya.



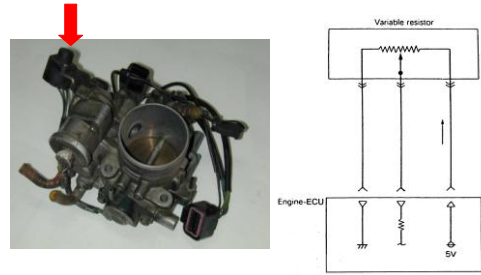
*Vehicle Speed Sensor.*

**Crank Angle Sensor**

Mengetahui sudut putaran crankshaft berdasarkan bentuk pulsa yang dihasilkan.



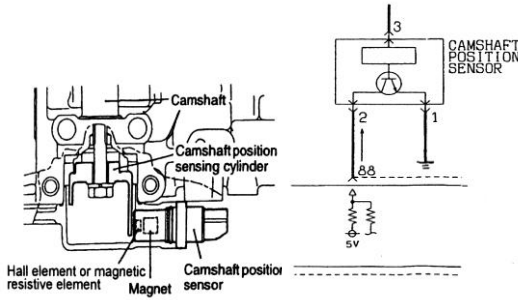
*Crank Angle Sensor*



*Variable Resistor*

**Camshaft Position Sensor / Top Death Center**

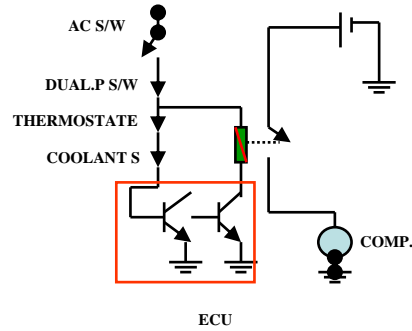
Untuk mengetahui top kompresi silinder no. 1 berdasarkan bentuk pulsa yang dihasilkan.



*Camshaft Position Sensor / Top Death Center*

**AC Switch**

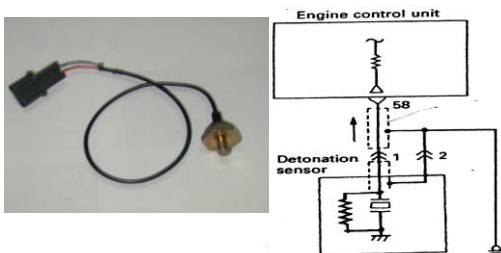
Untuk mengetahui AC sedang bekerja atau tidak berdasarkan sinyal ON atau OFF switch.



*AC Switch*

**Detonation Sensor / Knock Sensor**

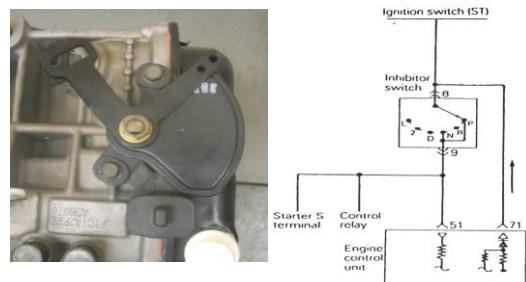
Untuk mengetahui engine knocking dengan merubah getarannya menjadi nilai tegangan.



*Detonation Sensor / Knock Sensor*

**Ignition Switch & Inhibitor Switch (A/T)**

Untuk mengetahui posisi selector automatic transmission yang dipilih.



*Ignition Switch & Inhibitor Switch (A/T)*

**Variable Resistor**

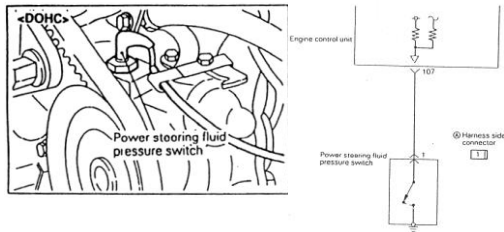
Untuk merubah secara manual campuran udara dan bahan bakar dengan merubah nilai tahanannya.

**Power Steering Fluid Pressure Switch**

Untuk mengetahui apakah power steering sedang bekerja atau tidak



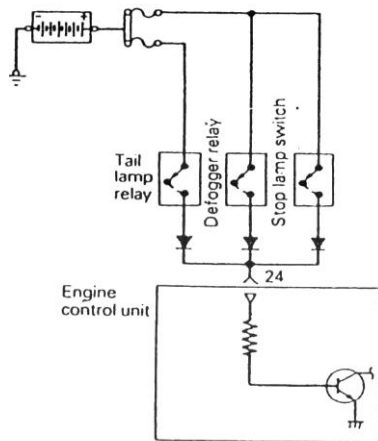
berdasarkan sinyal ON atau OFF switch.



*Power Steering Fluid Pressure Switch*

**Electrical Load Switch**

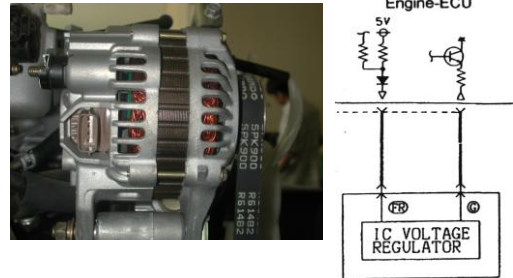
Untuk mengetahui apakah ada beban electrical yang sedang hidup pada engine berdasarkan sinyal ON atau OFF switch.



*Electrical Load Switch*

**Alternator FR Signal**

Untuk mendeteksi waktu kerja (duty ratio) dari field coil alternator di karenakan adanya beban electrical pada engine.



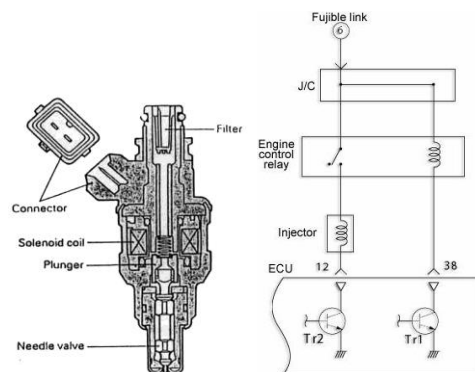
*Alternator FR Signal*

**Aktuator**

Aktuator adalah komponen yang bekerja berdasarkan perintah ECU.

**Injector**

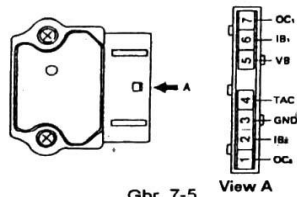
Injector adalah komponen yang menyembrotkan atau menginjeksikan fuel yang bertekanan dari delivery pipe ke intake manifold sesuai dengan perintah ECU dengan mengaktifkan solenoidnya.



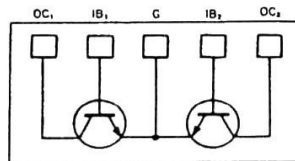
*Injector*

**Power Transistor**

Power transistor untuk memutuskan arus primary coil setelah tercapai 6A sehingga di primary coil akan terjadi self induksi dan menginduksi secondary coil sehingga di secondary coil akan timbul tegangan tinggi (30.000V).



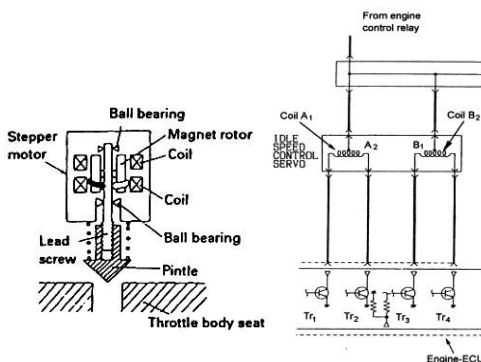
Gbr. 7-5



Power Transistor

### ISC Stepper Motor

Komponen yang mengatur udara yang masuk kedalam engine yang dikontrol oleh ECU dengan mengaktifkan stepper motor.

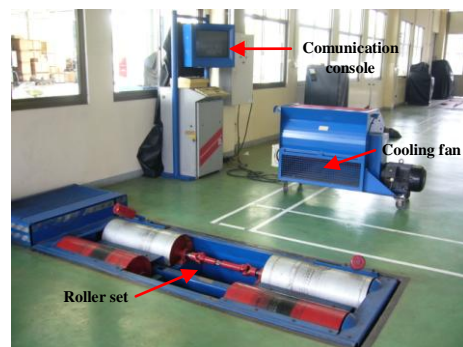


ISC Stepper Motor

Pengambilan data yang dilakukan pada kendaraan Mitsubishi Kuda dan Mitsubishi T120ss ini untuk mendapatkan hasil tentang engine performa, emisi dan fuel consumption-nya sehingga didapatkan suatu data perbandingan antara sistem MPI dan sistem karburator.

### Engine Performa

Pengukuran engine performa untuk mendapatkan power output dan torque output dari suatu engine. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Chassis dynamometer "MAHA MASCHINENBAU PERFORMANCE TESTER LPS 2000".



Chassis dynamometer

### Fuel Consumption

Menghitung fuel consumption dengan menggunakan fuel pad "Onosokki TF 501" dan metode full to full.

## 4. METODE PENELITIAN

### Fuel Pad “Onosokki TF 501”

Menghitung fuel consumption dengan memasang fuel pad di kendaraan dan berjalan dengan rute seperti dengan metode full to full.



Digital counter / flow detector



Flow Sensor for Gasoline Engine

### Full To Full

Menghitung pemakaian bahan bakar di bagi jarak tempuhnya. Contoh rute dalam pengujian :

Jakarta Timur – Tol TMII – Tol Ciawi – Puncak Pass – Cianjur – Sukabumi – Tol Ciawi – Tol TMII – Jakarta Timur dengan jarak  $\pm$  253 KM.

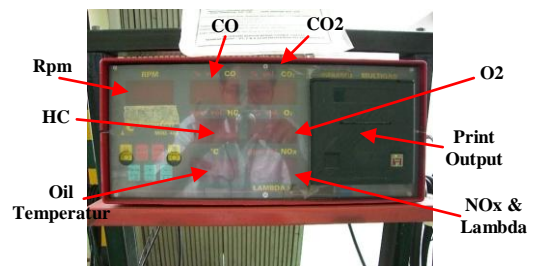
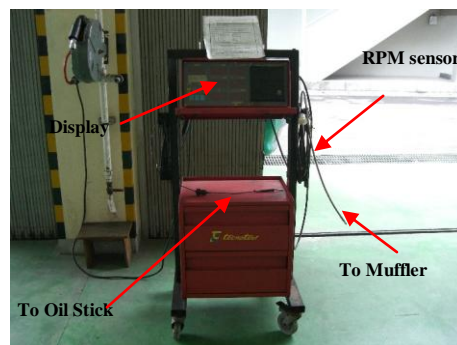
Jakarta Timur – Tol Cempaka – Tol Ciawi – Cianjur – Jonggol – Cileungsi – Tol Cibubur – Tol Rawa Mangun dengan jarak  $\pm$  319 KM.

Jakarta Timur – Tol Rawa Mangun – Tol Karawaci – Serpong- Cicangkal – Bunar – Leuwiliang – Rumpin – Parung – Tol Bogor – Tol Rawa

Mangun – Jakarta Timur dengan jarak  $\pm$  227 KM.

### Emissi

Mengukur tingkat kadar hasil emisi yang dikeluarkan kendaraan dengan menggunakan “TECNOTEST TYPE 488 CUNA NC 005/05 N. 3664/4103/8 – 1 CERTIFICATION OIML I N. 293/ETL91215”



TECNOTEST TYPE 488 CUNA NC 005/05 N. 3664/4103/8 – 1 CERTIFICATION OIML I N. 293/ETL91215

### 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengukuran didapatkan hasil.

## Engine Performa

Item	Kendaraan	
	Kuda Karburator	Kuda MPI
Type Engine	4G18S3	4G63S4
Bore x Stroke (mm x mm)	76 x 87,3	85 x 88
Displacement (cc)	1584	1997
Max. Output (Ps/rpm)	90 / 5500	114 / 5500
Max. Torque (Kgm/rpm)	13,6 / 4000	16,3 / 3000

*Mitsubishi Kuda (Karburator  
1999MY, MPI 2002MY)*

Item	Kendaraan	
	T120ss Karburator	T120ss MPI (Euro)
Type Engine	4G17	4G15
Bore x Stroke (mm x mm)	72,2 x 82,0	75,5 x 82,0
Displacement (cc)	1343	1468
Max. Output (Ps/rpm)	78 / 6000	82,5 / 5750
Max. Torque (Kgm/rpm)	10,9 / 3500	12,1 / 3750

*Mitsubishi T120ss (Karburator  
1991MY, MPI Euro2 2007MY)*

Tenaga engine yang dihasilkan oleh sistem MPI lebih besar dari pada sistem karburator.

## Fuel Consumption

	Kuda		T120ss	
	Karb.	MPI	Karb.	MPI
Fuel Pet (KM/L)	7,54	8,03	10,85	12,12
Full to Full (KM/L)	7,40	7,50	10,51	10,68

Walaupun Mitsubishi Kuda dan T120ss MPI menggunakan total displacement yang lebih besar dari pada Mitsubishi Kuda dan T120ss Karburator tetapi pemakaian bahan bakarnya lebih ekonomis.

## Emissi

	RPM	Exhaust Emission					
		CO	CO2	HC	O2	NOx	Lambda
Kuda Karb.	850	5,69	10,3	206	0,30	53	0,841
Kuda MPI	750	0,96	14,0	119	0,47	361	0,989
Kuda Karb.	3000	3,37	12,0	95	0,16	122	0,904
Kuda MPI		0,84	14,4	126	0,47	463	0,990

*Mitsubishi Kuda MPI VS Kuda  
Karburator*

	RPM	Exhaust Emission					
		CO	CO2	HC	O2	NOx	Lambda
T120ss Karb.	750	2,04	11,1	686	3,97		1,102
T120ss MPI		0,00	14,9	0,008	0,18	0,004	1,007
T120ss Karb.	2500	2,33	10,8	165	3,97		1,117
T120ss MPI		0,00	15,0	0,000	0,00	0,004	1,000

*Mitsubishi T120ss MPI (Euro2) VS  
T120ss Karburator*

Emisi yang dihasilkan oleh sistem MPI lebih ramah lingkungan dari pada sistem karburator.

## 6. KESIMPULAN

- ✓ Engine performa  
Max. output & torque sistem MPI lebih besar dari karburator. contoh: max. output & torque kuda MPI 114 Ps & 16,3 Kgm, max. output & torque Kuda karburator 90 Ps & 13,6 Kgm.
- ✓ Fuel consumption  
Fuel consumption sistem MPI lebih irit di dibandingkan sistem karburator. contoh : T120ss MPI 12,12 Km/l, T120ss karburator 10,85 Km/l (fuel pad).

- ✓ Emissi  
Hasil emisi yang dihasilkan sistem MPI lebih ramah lingkungan dari sistem karburator, contoh: kadar CO dan HC sistem T120ss MPI “hampir nol” dari pada T120ss karburator.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [01] Layne, Ken., *Automotive Engine Performance*. 1986. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [02] *M-Step-II Automatic Trasmision*. Japan: Mitsubishi Motors Cooperation
- [03] *M-Step-II Electrical*. Japan: Mitsubishi Motors Cooperation
- [04] *M-Step-II Gasoline Engine*. Japan: Mitsubishi Motors Cooperation
- [05] *M-Step-II MPI*. Japan: Mitsubishi Motors Cooperation