

**PEMBUATAN ALAT PERAGA SENSOR CMP SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN**

TUGAS AKHIR

*Diajukan kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Otomotif sebagai salah
satu Persyaratan Guna memperoleh Gelar Ahli Madya*



Oleh :

**AGUS SETIAWAN
NIM/BP : 1208239/2012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : **Pembuatan Alat Peraga Sensor CMP Sebagai Media Pembelajaran**

Nama : Agus Setiawan

Nim/BP : 1208239/2012

Program Studi: Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 23 Januari 2017

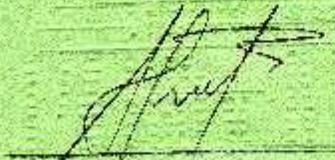
Disetujui Oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Otomotif



Drs. Andrizal, M.Pd
NIP. 19650725 199203 1 003

Pembimbing



Dwi Sudarno Putra, ST. M.T
NIP. 19820625 200812 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Agus Setiawan

NIM : 1208239/2012

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir Di Depan Tim Penguji

Program Studi Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Dengan Judul

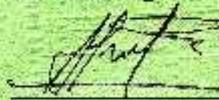
Pembuatan Alat Peraga Sensor CMP Sebagai Media Pembelajaran

Padang, 07 Februari 2017

Tim Penguji

1. Ketua : Dwi Sudarno Putra, ST, M.T
2. Sekretaris : Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng
3. Anggota : Drs. M. Nasir, M.Pd

TandaTangan





HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Ya Allah

Terima kasih atas nikmat dan rahmat-mu yang agung ini, hari ini hamba bahagia. Sebuah perjalanan dan sulit telah kau berikan sebuah kemudahan. Meskipun hari ini esok penuh teka-teki dan tanda tanya yang aku sadari belum tahu pasti jawabannya. Ditengah malam aku bersujud, kupinta kepada-mu disaat kehilangan arah, kumohon petunjuk-mu. Aku sering tersandung terjatuh terluka dan terkadang harus kutelan antara keringal dan air mata. Namun tak pernah takut, aku takkan pernah menyerah karena aku tak mau kalah. Aku akan terus melangkah berusaha dan berdo'a tanpa mengenal putus asa.

Dalam penyelesaian karya tulisku ini tidak lupa pula terima kasih ku ucapkan kepada :

- Ayah dan Ibu yang banyak memberikan do'a, motifasi dan dukungan serta biaya selama aku kuliah.
- Dosen pembimbing dan penguji yang telah banyak membantu dan memperbaiki karya tulis ini sehingga menjadi lebih baik sempurna.
- Untuk yang selalu memberikan penyemangat dan bantuan do'a Yeni Saputri semoga cepet nyusul, semangat terus ngerjain skripsinya.
- Sahabat-sahabat ku angkatan 2012 yang sudah memberikan banyak dukungan dan informasi.
- Sahabat-sahabat ku disaburai camp dan kuamang yang telah membantu dan memberikan banyak dorongan serta masukan yang berguna bagi penulisan karya tulis ku.

Padang, Februari 2017

Agus Setiawan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agus Setiawan
NIM/TM : 1208239/2012
Program Studi : Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan tugas akhir saya dengan judul **“Pembuatan Alat Peraga Sensor CMP Sebagai Media Pembelajaran”** adalah benar-benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Februari 2017

Saya yang menyatakan,



Agus Setiawan

NIM/BP.1208239/2012

ABSTRAK

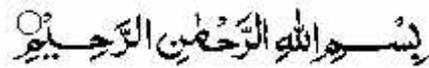
Agus Setiawan, 2017. Pembuatan Alat Peraga Sensor CMP Sebagai Media Pembelajaran..

Pendidikan adalah suatu proses interaksi manusiawi antara pendidikan dengan subjek didik untuk mencapai tujuan pendidikan. Proses itu berlangsung dalam lingkungan tertentu dengan menggunakan bermacam-macam yang disebut alat pendidikan. Dalam dunia pendidikan teknologi sangat berperan penting, karena dengan menggunakan teknologi dapat mempermudah media pembelajaran, misalnya dalam dunia otomotif berkembang begitu baik dalam segi mesin dan keamanan yang begitu canggih, Satu unit mesin mobil umumnya memiliki banyak sensor-sensor yang mendukung dari performa dan kinerja dari mesin tersebut, salah satunya adalah sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*). Cmp sensor terdiri dari komponen elektronik yang terdapat di dalam sensor case dan tidak dapat distel maupun diperbaiki, sensor ini mendeteksi posisi piston pada langkah kompresi, melalui putaran signal rotor yang diputar langsung oleh camshaft, untuk mengetahui posisi pembukaan dan penutupan intake dan exhaust valve.

Pembuatan alat peraga sensor cmp terinspirasi dari camshaft position sensor, sensor yang bekerja memberikan indikasimasukan ECU untk mengawali pengapian dari silinder nomor 1 terlebih dahulu sesuai dengan urutan 1-3-4-2. Jadi pada saat kendaraan pertama kali start ECU masih belum tahu posisi silinder mana yang akan diaktifkan pengapiannya, ECU bias menginisialisasi pengapian setelah menemukan titik awal TDC (Sensor Ckp) dan posisi katup (Sensor Cmp).maka dari itu penulis tertarik membuat tugas akhir dengan judul pembuatan alat peraga sensor cmp sebagai media pembelajaran, karena keingin tahuannya seperti apa sinyal yang dihasilkan dari sensor yang diteruskan keecu dengan pengujian menggunakan osiloskop. Pembuatan alat peraga sensor cmp sebagai media pembelajaran bertujuan untuk mempermudah peserta didik dalam belajar khususnya mahasiswa otomotif FT UNP.

Kata kunci: Alat Peraga, Sensor CMP, Sinyal, Media Pembelajaran.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wr.wb

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang mana telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya yang berjudul **“Pembuatan Alat Peraga Sensor CMP Sebagai Media Pembelajaran”**

Pembuatan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini, yaitu:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.pd, MT.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Bapak Drs. Martias, M.Pd.
3. Ketua Program Studi Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang Bapak Drs. Andrizal, M.Pd
4. Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc.
5. Penasehat Akademik Bapak Drs. Erzeddin Alwi.
6. Pembimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir Bapak Dwi Sudarno Putra, ST, MT.

7. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Kedua orang tua penulis dan seluruh keluarga yang selalu memberi penulis dorongan dan semangat baik berupa materil maupun spiritual.
9. Untuk rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Teknik Otomotif, terutama rekan satu angkatan 2012 dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Rasa cinta dan bangga juga penulis haturkan buat kedua orang tua, kakak-kakak dan adik-adik tersayang. Semoga segala cinta dan dukungan yang tulus dari mereka mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin Yaa Robbal'alamin.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis sangat mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun guna demi kesempurnaan laporan ini.

Akhirnya penulis berharap agar laporan ini dapat memberikan sumbangan, pemikiran dan informasi yang bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa serta para pembaca pada umumnya.

Wassalam.

Padang, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan.....	5
F. Manfaat.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
A. Teknologi Sistem Kendali Elektronik Kendaraan.....	6
1. Sistem Kendali Elektronik Pada Kendaraan	6
2. Sensor Dan Aktuator	13
B. Sensor Camshaft Position Sensor.....	26
1. Pengertian Sensor Camshaft Position Sensor	26
2. Prinsip Dasar	27
3. Cara kerja Sensor CMP Dalam Sistem EFI	31
C. Alat peraga	36
1. Pengertian Alat Peraga	36
2. Komponen Penunjang	37
BAB III PEMBAHASAAN.....	48
A. Desain Alat Peraga	48
B. Alat Dan Bahan	57
C. Perakitan Alat Peraga Sensor CMP.....	59

D. Cara Menggunakan Alat Peraga Sensor CMP	65
E. Pengujian Bentuk Sinyal Sensor CMP Menggunakan Osiloskop.....	68
F. Analisa Hasil Pengujian Sensor CMP menggunakan Osiloskop	74

BAB IV PENUTUP76

A. Kesimpulan.....	76
B. Saran.....	77

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar Skema Aliran Bahan Bakar pada Sistem EFI	8
2. Gambar Sistem Bahan Bakar (<i>Fuel System</i>)	9
3. Gambar Sistem Induksi Udara (<i>Air Induction System</i>)	10
4. Gambar Sistem Kontrol Elektronis (<i>electronic control System</i>)	11
5. Gambar Skema Sistem EFI Tipe D	12
6. Gambar Skema Sistem <i>EFI</i> Tipe L	12
7. Gambar Contoh (ECU) Engine Control Unit	14
8. Gambar Contoh (Throttle)	14
9. Gambar Contoh (Throttle Position Sensor)	15
10. Gambar Contoh Idle Air Control	16
11. Gambar Contoh Idle Speed Adjusting Screw	18
12. Gambar Contoh (Injektor)	18
13. Gambar Contoh (Fuel Pump)	19
14. Gambar Wiring Diagram Fuel Pump	20
15. Gambar Contoh (MAP))	20
16. Gambar Contoh DLC (Data Link Connector)	21
17. Gambar Contoh Temperatur Sensor	21
18. Gambar Contoh Crankshaft Position Sensor	22
19. Gambar Contoh Camshaft Position Sensor	23
20. Gambar Contoh Speed sensor.	24
21. Gambar Sensor Oksigen	24
22. Gambar Contoh Knock Sensor	25
23. Gambar OVC atau Oil Control Valve	25
24. Gambar Sensor Camshaft Position Sensor	26
25. Gambar Prinsip dasar letak sensor CMP	27
26. Gambar Diagram wiring Sistem Pengapian	28
27. Gambar Prinsip Dasar <i>Camshaft Posision</i>	29
28. Gambar Diagram wiring sistem pegapian	30
29. Gambar Gigi camshaft.	32
30. Gambar Komponen Sensor CMP	32
31. Gambar Letak Camshaft position sensor	33
32. Gambar Kunci Kontak	34
33. Gambar Diagram wiring sensor CKP dan CMP	35
34. Gambar Daigram electrico del sensor cmp	35
35. Gambar Simulasi letak sensor ckp dan cmp	35
36. Gambar Bentuk osiloskop	38
37. Gambar Gambar tampilan pada layar osiloskop	39
38. Gambar Osiloskop analog	41
39. Gambar Osiloskop Digital	45
40. Gambar Camshaft position sensor	48
41. Gambar Desain rangka alat peraga	49
42. Gambar Sensor cmp	50
43. Gambar Stand alat peraga	51
44. Gambar Osiloskop DSO 138 DIY Kit	52

45. Gambar Rangkaian Osiloskop DSO 138 DIY Kit	52
46. Gambar Motor dinamo	53
47. Gambar pengatur kecepatan (PWM)	54
48. Gambar Contoh penggunaan PWM	54
49. Gambar Contoh pengaturan sinyal PWM	55
50. Gambar Gigi sensor camshaft	56
51. Gambar Besi Siku	59
52. Gambar Memotong besi siku	59
53. Gambar Besi siku yang sudah dipotong.....	60
54. Gambar Pemasangan baut pada besi siku	60
55. Gambar Hasil pemasangan kerangka.....	61
56. Gambar Bentuk kerangka.....	61
57. Gambar Pemasangan roda stand	61
58. Gambar Besi poros.....	62
59. Gambar Sproket	62
60. Gambar Pemasangan besi poros dan sprocket	62
61. Gambar Pemasangan fan Balt	63
62. Gambar Pemasangan pengatur kecepatan.....	63
63. Gambar Pemasangan sensor Camshaft	64
64. Gambar Triplek untuk kedudukan osiloskop.....	64
65. Gambar Pemasangan kedudukan osiloskop.....	64
66. Gambar Penempatan alat peraga.....	65
67. Gambar Pemasangan kabel osiloskop ke kabel sensor.....	65
68. Gambar Pemasangan kabel osiloskop.....	66
69. Gambar Adaptor osiloskop.....	66
70. Gambar Kabel pengatur kecepatan ke arus.....	66
71. Gambar Pengatur kecepatan.....	67
72. Gambar Hasil gelombang dari pengujian	67
73. Gambar Pengukuran jarak 1,5 cm plat gigi ke sensor.....	69
74. Gambar Hasil sinyal jarak 1,5 cm kecepatan rendah	69
75. Gambar Hasil sinyal jarak 1,5 cm kecepatan sedang.....	69
76. Gambar Hasil sinyal jarak 1,5 cm kecepatan tinggi	70
77. Gambar Pengukuran jarak 2cm plat gigi ke sensor	71
78. Gambar Hasil sinyal jarak 2 cm kecepatan rendah	71
79. Gambar Hasil sinyal jarak 2 cm kecepatan sedang.....	71
80. Gambar Hasil sinyal jarak 2 cm kecepatan tinggi.....	72
81. Gambar Pengukuran jarak 0,5 cm plat gigi ke sensor.....	72
82. Gambar Hasil sinyal jarak 0,5 cm kecepatan rendah	73
83. Gambar Hasil sinyal jarak 0,5 cm kecepatan sedang.....	73
84. Gambar Hasil sinyal jarak 0,5 cm kecepatan tinggi	74

LAMPIRAN

1. Foto Dokumentasi Pembuatan Kerangka Alat Peraga	78
2. Foto Pengecatan Dan Pemasangan Komponen	79
3. Foto Pengujian Sinyal CMP	80

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dari masa kemasa berkembang begitu cepat terutama dibidang otomasi industri. Perkembangan ini tampak jelas didunia otomotif, dimana sebelumnya banyak pekerjaan menggunakan tangan manusia, kemudian beralih menggunakan mesin, berikutnya dengan *electro-mechanic* (semi otomasi) dan sekarang sudah menggunakan robotic (*full automatic*) seperti penggunaan *Flexibel Manufacturing systems* (FMS) dan Computerized Integrated Manufacture (*CIM*) dan sebagainya.

Ilmu dan teknologi adalah salah satu faktor utama yang melandasi kemajuan perkembangan suatu bangsa, dapat dilihat dari kehidupan sehari-hari dimana informasi dapat diakses dimana saja dengan kemajuan dibidang teknologi dan informasi, dengan perkembangan teknologi terdapat dampak positif dan negatifnya, kemajuan teknologi diharapkan mampu untuk mempermudah pembelajaran baik dibidang industri ataupun didunia pendidikan.

Pendidikan merupakan suatu kegiatan yang universal dalam kehidupan manusia, karena dimanapun dan kapanpun didunia terdapat pendidikan, Pendidikan adalah suatu proses interaksi manusiawi antara pendidikan dengan subjek didik untuk mencapai tujuan pendidikan. Proses

itu berlangsung dalam lingkungan tertentu dengan menggunakan bermacam-macam yang disebut alat pendidikan.

Dalam dunia pendidikan teknologi sangat berperan penting, karena dengan menggunakan teknologi dapat mempermudah media pembelajaran. Misalnya dalam dunia otomotif berkembang begitu baik dalam segi mesin dan keamanan yang begitu canggih, Satu unit mesin mobil umumnya memiliki banyak sensor-sensor yang mendukung dari performa dan kinerja dari mesin tersebut, salah satunya adalah sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*). CMP sensor terdiri dari komponen elektronik yang terdapat di dalam sensor case dan tidak dapat distel maupun diperbaiki, sensor ini mendeteksi posisi piston pada langkah kompresi, melalui putaran signal rotor yang diputar langsung oleh camshaft, untuk mengetahui posisi pembukaan dan penutupan intake dan exhaust valve.

Sensor merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peran penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis.

Besaran masukan pada kebanyakan sistem kendali adalah bukan besaran listrik, seperti besaran fisika, kimia, mekanis dan sebagainya. Untuk memakaikan besaran listrik pada sistem pengukuran, atau sistem manipulasi atau sistem pengontrolan, maka biasanya besaran yang bukan listrik diubah terlebih dahulu menjadi suatu sinyal listrik melalui sebuah alat.

Bagi peserta didik teknik otomotif terutama di jurusan teknik otomotif, pemahaman terhadap sensor boleh dikatakan minim. Hal ini dikarenakan sensor pada dasarnya berasal dari bidang ilmu elektronika. Namun tuntutan perkembangan teknologi mengharuskan adanya pemahaman yang baik pada teknologi sensor ini agar penguasaan sistem otomotif moderen dapat dipahami secara menyeluruh. Untuk itulah dalam tugas akhir ini penulis membuat sebuah media pembelajaran tentang sensor yang dekat dengan aplikasi otomotif, berdasarkan pengamatan langsung penulis di workshop jurusan teknik otomotif belum ada peraga praktikum sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*).

Berdasarkan uraian diatas, penulis menangkap suatu masalah yaitu masih rendahnya pemahaman mahasiswa tentang sensor di otomotif terutama sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*), dan belum adanya media peraga sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*) di workshop jurusan teknik otomotif UNP. Maka dari itu penulis tertarik membuat Tugas Akhir yang berjudul **“Pembuatan Alat Peraga Sensor CMP Sebagai Media Pembelajaran”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Masih rendahnya pemahaman mahasiswa tentang sensor diotomotif terutama sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*).
2. Belum adanya media peraga sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*).
Di *workshop* Jurusan Teknik Otomotif UNP.

C. Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu, biaya dan pengetahuan serta pengalaman yang penulis miliki, maka penulis membatasi penulisan tugas akhir ini yaitu tentang pembuatan alat peraga sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*) sebagai media pembelajaran.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasaan masalah diatas maka untuk lebih jelasnya dalam penulisan ini rumusan masalah yang didapat adalah :

1. Bagaimana cara membuat alat peraga sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*) ?
2. Bagaimana tata cara menggunakan alat peraga sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*) dalam proses pembelajaran ?

E. Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang harus di capai adalah :

1. Mengetahui bagaimana cara membuat alat peraga sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*).
2. Mengetahui cara menggunakan alat peraga sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*).

F. Manfaat Tugas Akhir

Adapun beberapa manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Menambah pengetahuan mahasiswa dalam teknologi otomotif khususnya tentang sensor CMP (*Camshaft Position Sensor*).
2. Untuk melengkapi media penunjang praktikum di workshop jurusan teknik otomotif FT UNP khususnya pada mata kuliah sensor dan tranduser, Teknologi ototronik, mikro prosesor.
3. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi diploma III (D-3) jurusan teknik otomotif universitas negeri padang.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Teknologi Sistem Kendali Elektronik Kendaraan.

1. Sistem Kendali Elektronik Pada Kendaraan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari masa ke masa berkembang begitu cepat terutama dibidang otomotif. Perkembangan ini tampak jelas didunia otomotif, dimana sebelumnya banyak menggunakan tangan manusia, kemudian beralih menggunakan mesin, berikutnya dulu mesin hanya menggunakan sistem konvensional dan sekarang sudah beralih menggunakan teknologi yang hampir seluruhnya diatur menggunakan elektronik, sehingga rancang bangun kendaraan modern dengan Advance Technology memiliki kelebihan atau keunggulan yang mampu meningkatkan antara lain:

- a. Unjuk kerja
- b. Efisiensi penggunaan bahan bakar
- c. Penanggulangan dampak lingkungan
- d. Kenyamanan dan keamanan

Pada Motor Bensin menggunakan salah satu diantara dua peralatan atau sistem untuk mengalirkan campuran bahan bakar dan meneruskannya masuk ke dalam silinder-silinder, alat tersebut ialah karburator atau *EFI*. Kedua alat ini mengatur volume udara yang masuk sesuai dengan pembukaan *throttle valve* dan putaran mesin. Kemudian kedua alat ini

menyalurkan campuran bahan bakar dan udara tersebut ke dalam silinder-silinder sesuai dengan volume udara yang masuk.

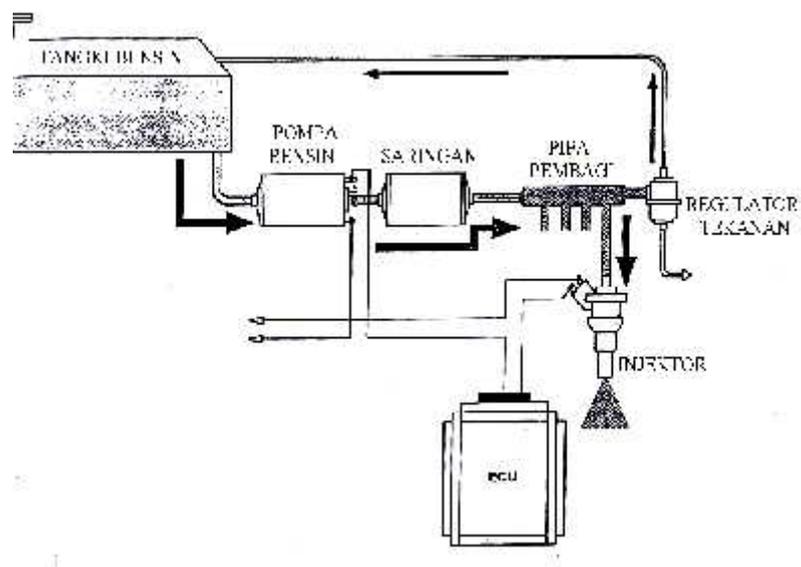
Mekanisme pembakaran normal pada motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel gas bakar terbakar habis. Pada saat gas bakar dikompresikan, tekanan dan suhunya naik, sehingga terjadi reaksi kimia dimana molekul-molekul *hidrocarbon* terurai dan bergabung dengan oksigen dan udara. Turbulensi pada gas bakar akan membuat gas bakar tersebut bercampur dalam keadaan homogen.

Sistem *EFI* menentukan jumlah bahan bakar yang tepat sesuai dengan jumlah udara hisap dan sinyal-sinyal dari berbagai macam sensor. Komputer *EFI* mengatur jumlah bahan bakar yang dikirim ke mesin pada saat penginjeksian dengan perbandingan udara dan bahan bakar yang tepat berdasarkan kepada kondisi kerja mesin

Prinsip kerja dasar dari sistem *EFI* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Sistem aliran bahan bakar dengan tekanan kerja tertentu melalui pompa bensin mensuplai bensin dari tangki, sampai ke injektor.
- 2) Injektor menyemprotkan bensin ke setiap saluran masuk silinder motor, dengan jumlah bahan bakar yang disesuaikan dengan kebutuhan unjuk kerja (performa) motor.

- 3) *Electronic control unit* (ECU) berfungsi mengatur volume penyemprotan bahan bakar berdasarkan masukan dari sensor-sensor seperti sensor putaran, beban motor, situasi kerja/pengendalian motor, suhu air pendingin dan suhu udara masuk. (Technical Training Agency Indonesia, 2004: hal. 13)



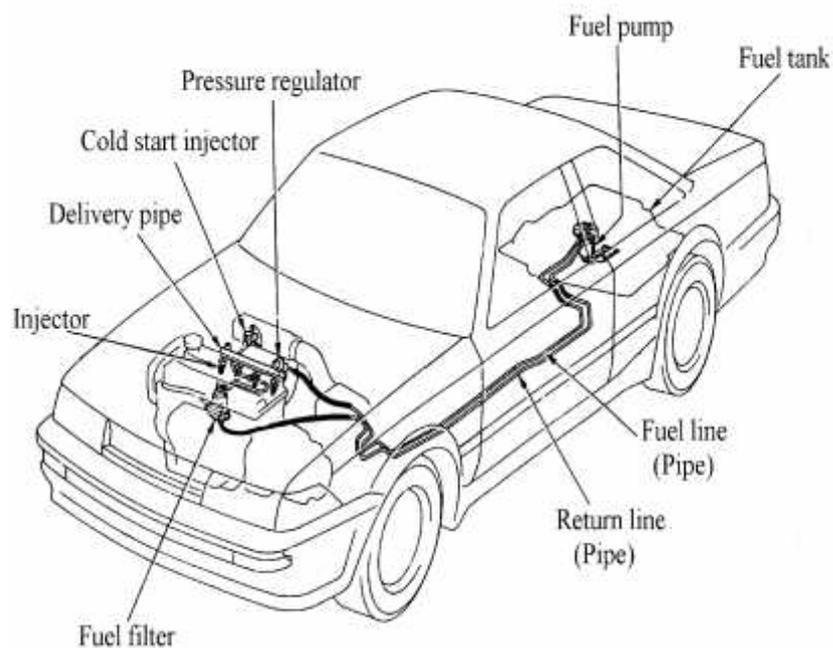
Gambar 1: Skema Aliran Bahan Bakar pada Sistem EFI

(Technical Training Agency Indonesia, 2004: hal. 43)

EFI dapat dibagi kedalam tiga sistem yaitu sistem kontrol elektronik (*electronic control system*), sistem bahan bakar (*fuel system*), dan sistem induksi udara (*air induction system*). Komponen-komponen sistem *EFI* termasuk perlengkapan-perengkapan tambahan, dapat dibagi atas:

a) Sistem bahan bakar (*fuel system*)

Komponen-komponen ini digunakan untuk menyalurkan bahan bakar kemesin, yang terdiri dari tangki bahan bakar, pompa bahan bakar, saringan bahan bakar, pipa penyalur (*delivery pipe*), *pressure regulator*, *pulsation damper*, *injektor*, *cold start injector* dan lain-lain

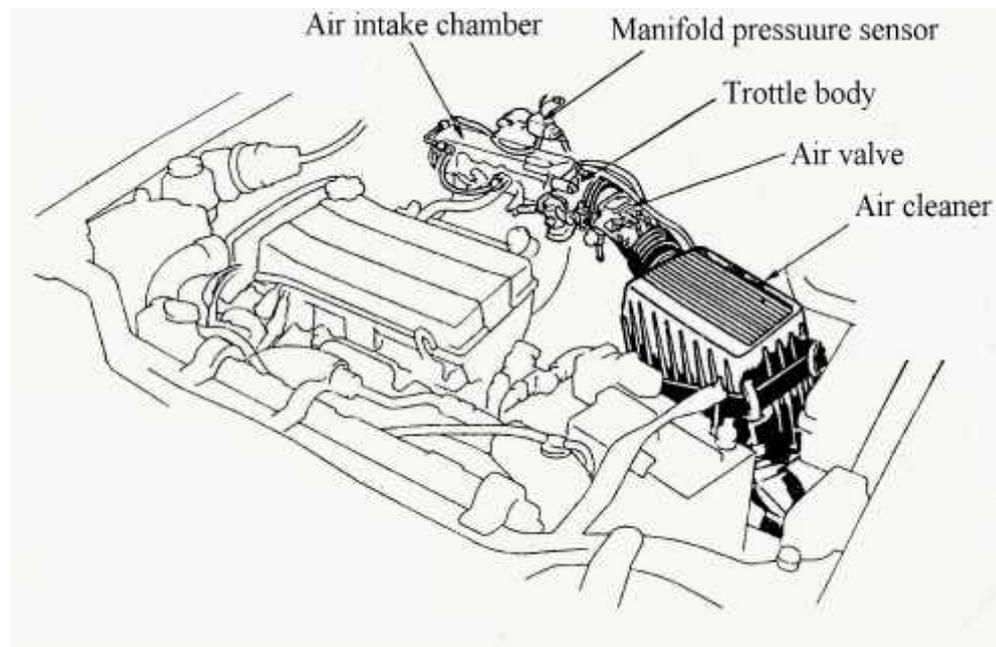


Gambar 2: Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*).

(Toyota, New Step 1 Hal: MES 3-72).

b) Sistem induksi udara (*air induction system*)

Komponen-komponen ini menyalurkan sejumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran, yang terdiri dari *air cleaner*, *air flow meter*, *throttle body*, *air valve* dan lain-lain.

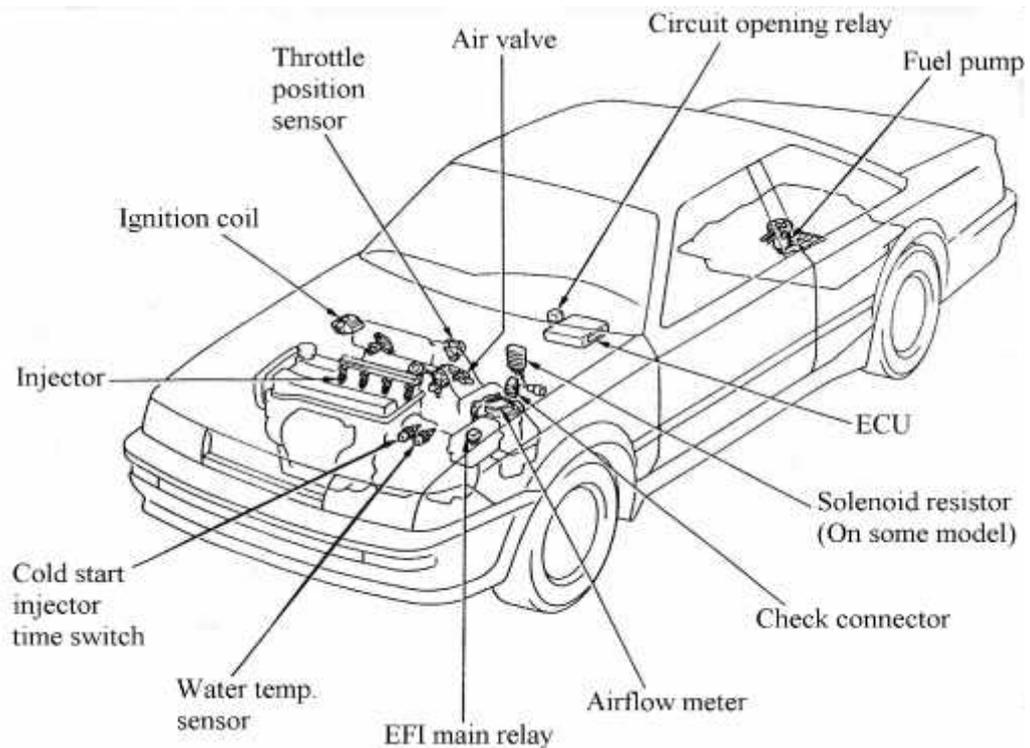


Gambar 3: Sistem Induksi Udara (*Air Induction System*).

(Toyota, New Step 1 HAL: MES 3-73).

c) Sistem kontrol elektronik (*electronic control system*)

Sistem ini terdiri dari beberapa sensor seperti *air flow meter*, *water temperatur sensor*, *throttle position sensor*, dan *intake air temperature sensor*. Pada sistem ini terdapat *ECU*. *ECU* ini sangat menentukan lamanya kerja *injektor-injektor*. Pada sistem ini juga terdapat komponen tambahan yaitu *main relay* yang mensuplai tegangan ke *ECU*, *start injector time swith* yang mengatur kerja *cold start injektor* selama menstsrtter mesin, *circuite opening relay* yang mengatur kerja pompa bahan bakar dan *resistor* yang menstabilkan kerja *injeksi*.



Gambar 4: Sistem Kontrol Elektronik (*electronic control System*).

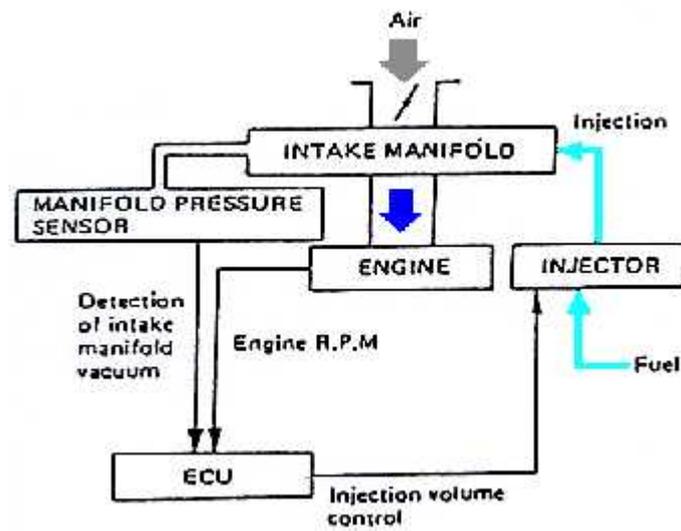
(Toyota, New Step 1 Hal: MES 3-74).

Sistem *EFI* dapat digolongkan kedalam dua tipe, sesuai dengan metoda yang dipakai dalam penyensoran udara yang masuk kedalam silinder. Kedua sistem itu adalah:

(1) D-*EFI* (*Tipe Manifold Pressure Control*)

Pada tipe ini pengukuran kevakuman dan volume udara yang masuk pada *intake manifold* berdasarkan kerapatan udara (*Air Density*).

Sistem *EFI* tipe D ini digunakan pada beberapa mesin yang dilengkapi dengan *TCCS* (*Toyota Computer Controlled System*).

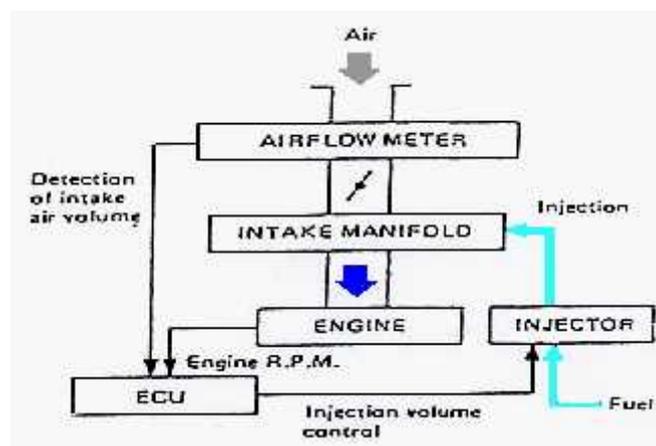


Gambar 5 : Skema Sistem EFI Tipe D.

(Toyota, New Step 1 Hal: 3-69)

(2) L-EFI (*Tipe Air Flow Meter*)

Pada tipe ini menggunakan *Air Flow Meter* yang langsung menyensor jumlah udara yang mengalir kedalam *intake manifold*.



Gambar 6 : Skema Sistem *EFI* Tipe L.

(Toyota, New Step 1 Hal: 3-70)

2. Sensor Dan Aktuator.

Sensor adalah alat ukur untuk mendeteksi atau mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya (Petruzella, 2001). Agar semua sistem yang berjalan pada mobil dapat bekerja optimal, maka pada setiap bagian yang dikontrol menggunakan perangkat elektronik pada mobil harus dilengkapi dengan sensor, sensor ini akan mengirimkan sinyal ke komputer untuk diolah dan diproses datanya, kemudian dari komputer akan memerintahkan ke bagian lain yang terkait untuk melaksanakan sinyal yang dikirim dari sensor tersebut. Banyaknya sistem otomatis yang tertanam pada sebuah mobil tentunya akan mempersulit kita untuk mengenali masing-masing sensor tersebut. Nama - nama dan fungsi Sensor Pada Mobil **Avanza, Xenia, Rush dan Terios**, agar apabila terjadi permasalahan pada salah satu sistem kita mampu melakukan diagnosa awal, bagian sensor mana yang mengalami masalah.

a. ECU (Engine Control Unit)

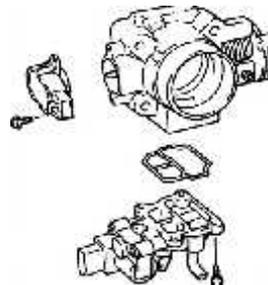


Gambar 7. Contoh (ECU) Engine Control Unit

Toyota Avanza

Ecu adalah bagian utama dari mobil injeksi yang berupa perangkat elektronik yang mengatur sensor sensor pada Mesin, ECU berfungsi untuk mengatur atau mengolah data yang ada pada mesin dan hasil dari perhitungan ECU didistribusikan keseluruh sensor yang ada pada mesin.

b. Throttle



Gambar 8. Contoh (Throttle)

Toyota Avanza

Merupakan saluran utama yang dilalui oleh udara sebelum masuk ke intake manifold, di dalam throttle body terdapat :

-) Throttle valve
-) TPS (Throttle Position Sensor)

) IAC (Idle Air Control)

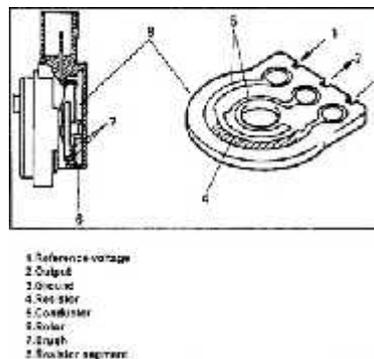
) FIAC (Fast Idle Air Control)

) ISAS (Idle Speed Adjusting Screw)

1) Throttle valve

Untuk membuka dan menutupnya throttle valve digerakkan langsung oleh acceleration pedal (pedal gas). Pada beberapa type mobil, gerakan throttle valve ini sudah digerakkan oleh motor yang dikontrol oleh sebuah kontrol module.

2) TPS (Throttle Position Sensor)



Gambar 9. Contoh (Throttle Position Sensor)

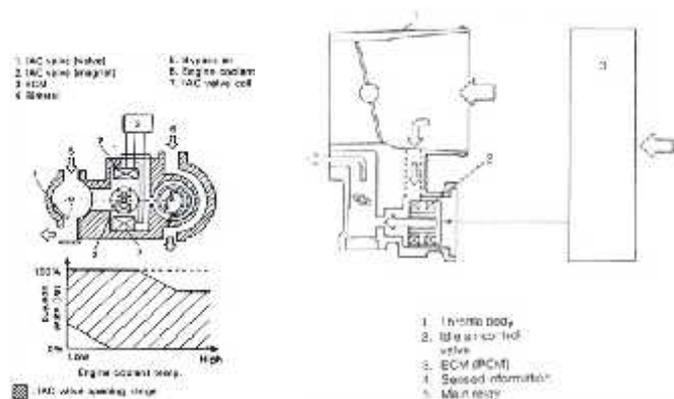
Toyota Avanza

Berfungsi mendeteksi sudut pembukaan throttle valve, TPS dihubungkan langsung dengan sumbu throttle valve, sehingga jika throttle valve bergerak, maka TPS akan mendeteksi perubahan pembukaan throttle valve, selanjutnya dengan menggunakan tahanan geser perubahan

tahanan ini dikirim ke ECM sebagai input untuk koreksi rasio udara dan bensin.

3) IAC (Idle Air Control)

IAC berfungsi untuk menambah atau mengurangi jumlah udara yang masuk ke intake air chamber saat throttle valve tertutup pada kondisi temperature mesin masih dingin (fast idle) dan saat beban elektrik difungsikan (idle up). Apabila beban listrik difungsikan (lampu, A/C, P/S) maka katup IAC akan membuka untuk menambah udara yang masuk ke intake air chamber. Dengan bertambahnya udara yang mengalir, maka ECM akan mendeteksi dan menambah jumlah penginjeksian pada injector. Demikian juga sebaliknya apabila beban kelistrikan kendaraan tidak difungsikan maka katup IAC akan menutup sehingga putaran mesin kembali ke idle.



Gambar 10. Contoh Idle Air Control

Toyota Avanza

Secara konstruksi ada 2 type IAC, yaitu:

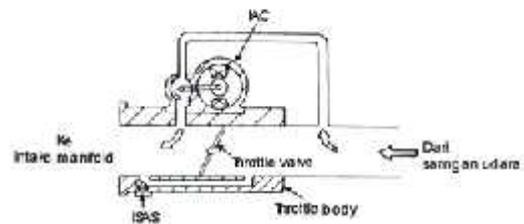
1. Rotary valve
 2. Stepping motor
- 4) FIAC (Fast Idle Air Control)

Fast idle Air Control berfungsi untuk menambah jumlah udara yang masuk ke intake air chamber saat throttle valve tertutup dan temperatur masih dingin. Dengan bertambahnya jumlah udara yang masuk maka ECM akan mendeteksi dan akan menambah bensin yang disemprotkan ke injector sehingga putaran mesin menjadi lebih tinggi dari putaran idle (fast idle).

- 5) ISAS (Idle Speed Adjusting Screw)

Walaupun secara umum besar kecilnya putaran idle sudah ditentukan oleh ECM, akan tetapi pada beberapa type kendaraan masih dilengkapi dengan ISAS untuk mengatur besar kecilnya putaran idle secara manual.

Apabila pada karburator, ISAS distel untuk mempengaruhi besar kecilnya pembukaan throttle valve, maka pada mesin dengan EFI system, ISAS distel untuk mempengaruhi besar kecilnya udara yang masuk ke intake air chamber saat idle. Sesuai dengan prinsip dasar injeksi bahwa semakin besar udara yang masuk maka semakin besar pula bensin yang disemprotkan, demikian juga sebaliknya semakin sedikit udara yang masuk maka semakin sedikit bensin yang disemprotkan.

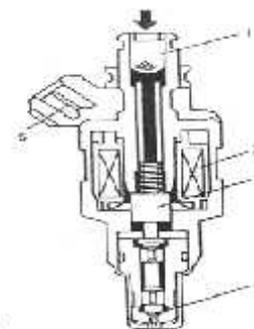


Gambar 11. Contoh Idle Speed Adjusting Screw

Toyota Avanza

ISAS diletakkan tidak pada saluran udara IAC, akan tetapi melalui saluran bypass yang berbeda.

c. Injektor



1. Filter
2. Solenoid coil
3. Plunger
4. Needle valve
5. Terminal

Gambar 12. Contoh (Injektor)

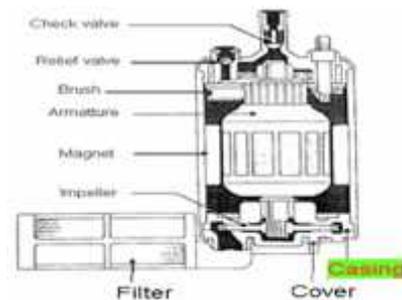
Toyota Avanza

Injektor adalah nosel electromagnet yang bekerjanya dikontrol oleh ECM untuk menginjeksikan bensin ke intake manifold. Injektor dipasang di ujung intake manifold dekat intake port (lubang pemasukan) dan dijamin oleh delivery pipe.

Cara kerja: Bila signal dari ECM diterima oleh coil solenoid, maka plunger akan tertarik melawan kekuatan pegas. Karena needle valve

dan plunger merupakan satu unit, valve juga akan tertarik dari dudukannya dan bensin akan disemprotkan selama katup terbuka. Pengaturan banyak sedikitnya bensin yang disemprotkan sesuai dengan lamanya signal dari ECM (lamanya katup terbuka), karena langkah needle valve tetap.

d. Fuel Pump



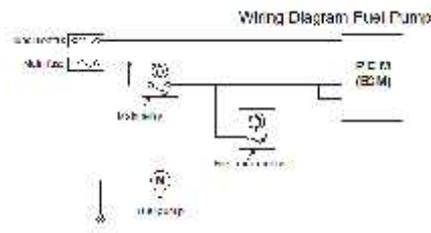
Gambar 13. Contoh (Fuel Pump)

Toyota Avanza

Fuel Pump adalah pompa bensin yang berada tepatnya di dalam tangki bahan bakar, fungsi dari fuel pump untuk memompa bahan bakar yang berada di dalam tangki untuk injeksikan ke ruang bakar menunggu perintah dari ECU.

Bekerjanya fuel pump dikontrol oleh ECM. Ada 3 kondisi fuel pump akan bekerja, yaitu :

- 1) 3 (tiga) detik setelah kunci kontak ON
- 2) Saat mesin di starter
- 3) Saat mesin berputar (hidup)

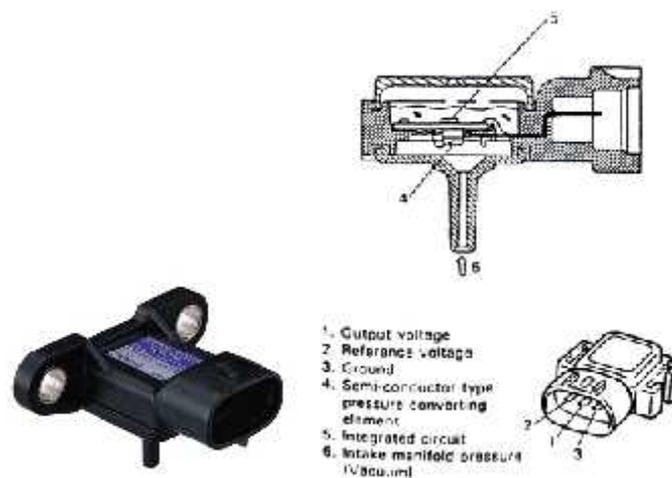


Gambar 14. Wiring Diagram Fuel Pump

Toyota Avanza

Apabila kunci kontak di ON kan, maka PCM (ECM) akan menggroundkan main relay dan fuel pump relay. Apabila selama 3 detik PCM (ECM) tidak menerima signal dari motor starter dan signal putaran mesin maka PCM (ECM) akan memutus ground fuel pump relay. PCM (ECM) akan selalu menggroundkan relay apabila menerima signal dari motor starter atau selama menerima signal putaran mesin.

e. MAP Sensor (Manifold Absolute Pressure)



Gambar 15. Contoh (MAP)

Toyota Avanza

MAP sensor berfungsi untuk mensensor tekanan-tekanan intake manifold sebagai dasar penghitungan jumlah udara yang masuk, melalui IC (integrated circuit) yang terdapat di dalam sensor ini. MAP sensor menghasilkan sinyal tegangan yang segera di kirim ke ECM. Oleh ECM sinyal tegangan ini digunakan untuk menentukan basic injection time. MAP sensor terdiri dari semi konduktor type pressure converting element yang berfungsi merubah fluktuasi tekanan manifold menjadi perubahan tegangan dan IC (integrated circuit) yang memperkuat perubahan tegangan.

f. DLC (Data Link Connector)



Gambar 16. Contoh DLC (Data Link Connector)

Toyota Avanza

DLC adalah connector yang berfungsi untuk mendiagnosa mesin, alat untuk mendiagnosa mesin tersebut adalah Scanner.

g. Temperatur Sensor

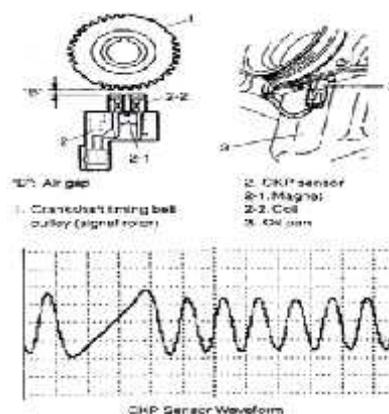


Gambar 17. Contoh Temperatur Sensor

Toyota Avanza

Temperatur Sensor berfungsi untuk memberikan data masukan ke ecu tentang kondisi mesin, untuk menentukan bahan bakar yang akan diinjeksikan oleh Injektor.

h. Crankshaft Position Sensor

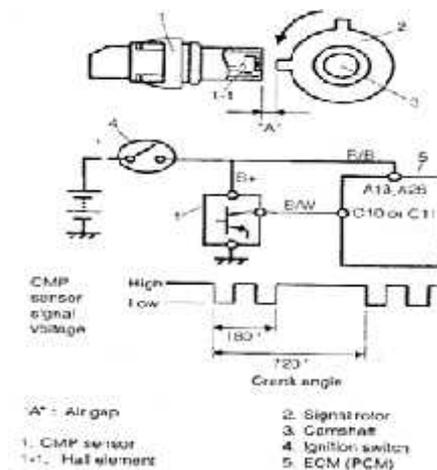


Gambar 18. Contoh Crankshaft Position Sensor

Toyota Avanza

CKP terdiri dari magnet dan coil yang ditempatkan di bagian bawah timing belt pulley atau dibelakang V-belt pulley, saat mesin berputar CKP menghasilkan pulsa tegangan listrik seperti pada grafik. Crankshaft Sensor berfungsi untuk memberikan data masukan ke ecu tentang posisi dan kecepatan putaran mesin. Selain digunakan untuk mendeteksi putaran mesin, CKP sensor juga digunakan sebagai sensor utama sistem pengapian. Output signal dari CKP sensor digunakan ECM untuk menentukan ignition timing.

i. Camshaft Position Sensor



Gambar 19. Contoh Camshaft Position Sensor

Toyota Avanza

CMP sensor terdiri dari komponen electronic yang terdapat di dalam sensor case dan tidak dapat distel maupun diperbaiki, sensor ini mendeteksi posisi piston pada langkah kompresi, melalui putaran signal rotor yang diputar langsung oleh camshaft, untuk mengetahui posisi pembukaan dan penutupan intake dan exhaust valve. Signal digital dari CMP ini, oleh ECM digunakan untuk memproses kerja dari sistem EPI bersama-sama dengan signal dari CKP sensor. Pada beberapa type kendaraan, CMP sensor ini digunakan untuk menghitung putaran mesin sebagai input dasar penginjeksian oleh ECM. Selain CMP sensor digunakan untuk menghitung putaran mesin, maka CMP sensor juga digunakan sebagai sensor utama sistem pengapian yang akan mengirimkan signal putaran mesin ke ECM untuk mengaktifkan igniter.

j. Speed Sensor



Gambar 20. Contoh Speed sensor

Toyota Avanza

Speed Sensor berfungsi untuk memberikan masukan ke ecu tentang kondisi kecepatan kendaraan, memainkan gas/throttle saat berhenti dan saat kendaraan dalam kecepatan tinggi.

k. Sensor Oksigen atau O2 Cencor.



Gamba 21. Sensor Oksigen

Toyota Avanza

Sesuai dengan namanya yaitu sensor oksigen berfungsi untuk mendeteksi oksigen yang ada di dalam gas buang dari hasil pembakaran mesin, biasanya sensor oksigen terletak pada knalpot atau exhaust manifold.

l. Knock Sensor.



Gambar 22. Contoh Knock Sensor

Toyota Avanza

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi terjadinya knocking pada ruang bakar di mesin, material dari knock sensor ini terbuat dari Piezo Electric Element, dimana Knock Sensor akan menghasilkan tegangan ketika Piezo Electric Element berubah bentuk, perubahan bentuk dari Piezo Electric Element terjadi akibat block silinder mengalami vibrasi sebagai hasil dari terjadinya knocking pada ruang bakar mesin.

m. OVC atau Oil Control Valve.



Gambar 23. OVC atau Oil Control Valve

Toyota Avanza

Komponen ini juga bukan termasuk jenis sensor, melainkan aktuator. Oil Control Valve ini berfungsi untuk mengatur oli mesin yang masuk ke VVTi.

B. Sensor Camshaft Position Sensor (CMP).

1. Pengertian Sensor Camshaft Position Sensor (CMP)

Kendaraan dengan fasilitas control elektronik dibandingkan dengan kendaraan konvensional memiliki perbedaan pada piranti elektroniknya yang pada dasarnya terdiri dari beberapa komponen, yaitu Sensor Elektronik Control Unit (ECU), dan Unit actuator.

Sensor berfungsi untuk mengirimkan sinyal atau data ke ECU, ECU berfungsi untuk mengolah data yang dikirimkan oleh sensor dan mengirimkannya kembali berupa perintah ke actuator. Aktuator berfungsi sebagai pengeksekusi suatu perintah dari ECU. Sensor posisi camshaft merupakan sensor utama sistem injeksi bahan bakar elektronik dalam mobil modern. Untuk memberikan data masukan ke ECU tentang posisi langkah mesin, untuk menentukan langkah hisap dimana terjadi pembukaan injektor/penginjeksian.



Gambar 24. Sensor Camshaft Position Sensor

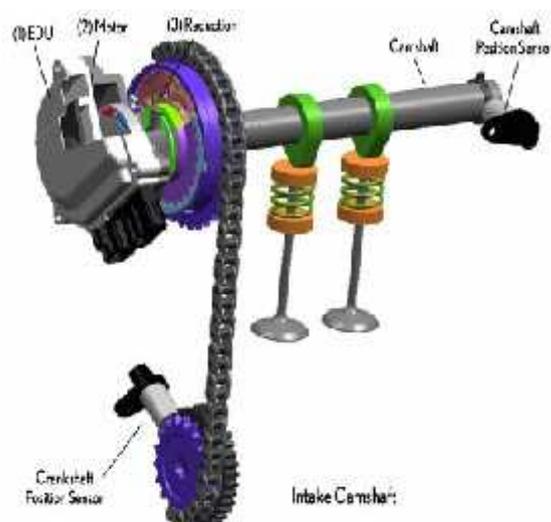
(sumber : WWW.wikipedia/sensor/camshaft.com)

Camshaft Position Sensor adalah sensor yang mempunyai sebuah pick up coil dan pick up rotor. Sensor ini bekerja membaca bukaan dari katub intake dan katub exhaust kendaraan, memberikan masukan ECU

untuk mengawali pengapian dari silinder nomor 1 terlebih dahulu sesuai dengan urutan 1-3-4-2. jadi pada saat kendaraan pertama kali start ECU masih belum tahu posisi silinder mana yang akan diaktifkan pengapian-nya, ECU bisa inialisasi pengapian setelah menemukan titik awal TDC (sensor CKP) dan posisi katup (sensor CMP).

2. Prinsip Dasar

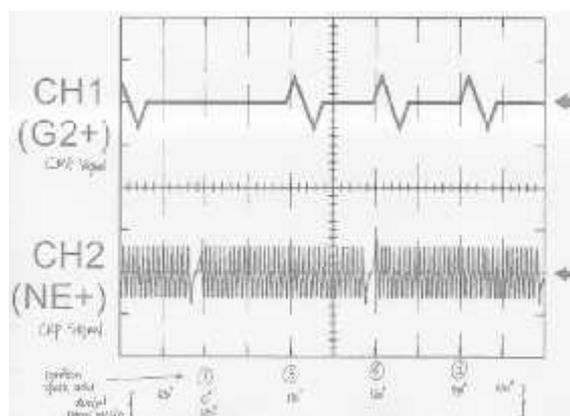
Prinsip dasar sensor CMP (*Camshaft position sensor*) disusun dari sebatang inti besi yang dipasang ditengah-tengah kumparan *pick-up*. Di bagian atas inti besi dipasangkan magnet batang dengan ujung kutub yang satu (S) menempel dengan inti besi dan ujung kutub lain terhubung dengan tempat dari *toothed gear*. Kumparan *pick-up* dihubungkan keluar dengan kabel. Terdapat celah sempit antara ujung inti besi dengan gigi dari *toothed gear*.



Gambar 25. Prinsip dasar letak sensor CMP

(Sumber : Modul 4 Elektronik Fuel Injection)

Pada *Camshaft sensor* terdapat 3 *gigi* (puncak) yang masing-masingnya terbagi dalam 180^0 untuk bekerja, dan satu 0^0 sebagai kembali keawal (*resert*). Urutan pananda sesuai dengan urutan perintah pembakaran (FO) pada mesin.. Urutan penanda silinder sesuai dengan perintah pembakaran adalah 1 – 3 – 4 – 2 dan setelah itu kembali keawal. Pada saat sensor berada pada posisi kembali kawal berarti ECU akan membaca urutan pembakaran kembali dimulai dari silinder satu.



Gambar 26. Diagram wiring Sistem Pengapian

(Sumber : Modul 4 Elektronik Fuel Injection)

Dimana :

CH1 dari Osiloskop adalah CMP Sinyal CH2 dari osiloskop adalah CKP Sinyal Ignition order spark adalah busi yang meletup 1-3-4-2 beserta derajat aktif putaran mesinnya (biasanya dimajuin sedikit dari ECU atau vacuum advancer).

Contoh:

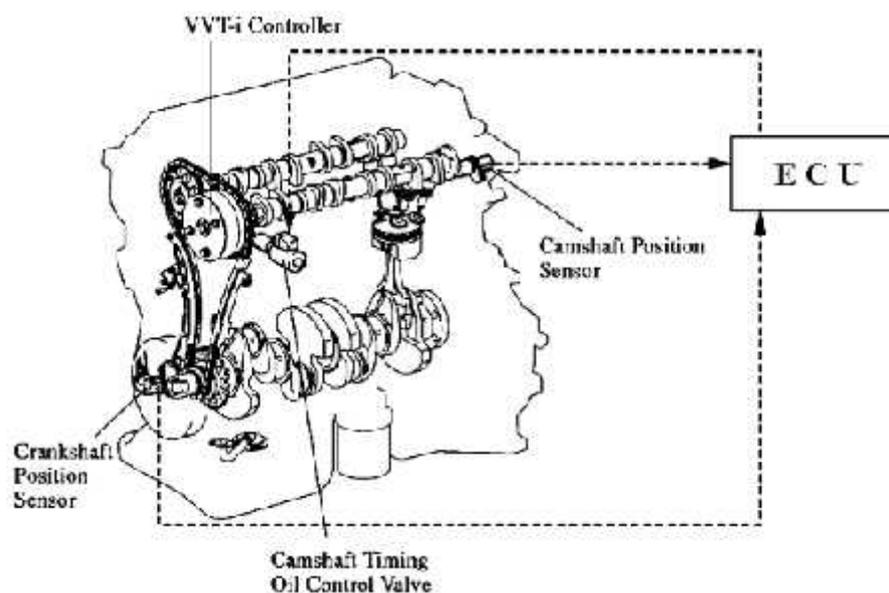
busi 1 (0' maju dikit, atau sebelum 0')

busi 3 (180' maju dikit atau sebelum 180')

busi 4 (360' maju dikit atau sebelum 360')

busi 2 (540' maju dikit atau sebelum 540')

Maju dikitnya tergantung kondisi RPM mesin, semakin tinggi RPMnya semakin banyak sudut majunya.

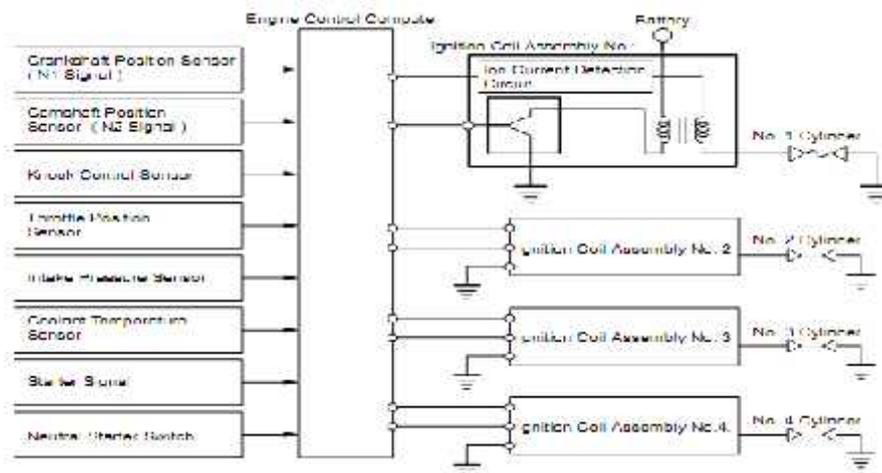


Gambar 27. Prinsip Dasar *Camshaft position*

(sumber : WWW.wikipedia/sensor/camshaft.com)

Camshaft merupakan sebuah alat yang digunakan dalam mesin torak untuk menjalankan valve. Dia terdiri dari batangan silinder. Cam membuka katup dengan menekannya, atau dengan mekanisme bantuan lainnya, ketika mereka berputar. Camshaft Position Sensor (CMP) berguna untuk mengetahui kedudukan camshaft. Jika ada perubahan beban mesin atau perubahan putaran mesin yang semuanya diolah oleh ECU dan

dihitung untuk mendapatkan sebesar mungkin efisiensi volumetrik, dari perhitungan ECU ini didapatkan kedudukan camshaft yang harus diubah. ECU akan memerintahkan module VVTI untuk merubah kedudukan camshaft. Setelah Module VVTI menerima perintah dari ECU untuk mengubah kedudukan camshaft, maka module VVTI akan mengirimkan signal ke OCV (Oil Control Valve) untuk mengatur “tekananan oli” yang akan diteruskan ke sprocket. Dengan adanya perubahan tekanan oli yang dilakukan oleh OCV ini yang sampai ke sprocket, maka sprocket akan berubah posisinya. Karena sprocket itu menjadi satu sama camshaft, maka camshaft akan berubah posisinya sesuai yang diinginkan oleh ECU. Kedudukan camshaft yang baru ini dideteksi oleh CMP dan signalnya dikirimkan ke ECU sebagai update posisi atau kedudukan camshaft dan kedudukan camshaft ini akan menentukan timing dari valve, begitu seterusnya.



Gambar 28. Diagram wiring sistem pegapian

(Sumber : Modul 4 Elektronik Fuel Injection)

Diagram wiring diatas menunjukkan bahwa sistem pengapian terdiri dari berbagai sensor dengan fungsinya masing-masing. Ketika salah satu dari beberapa sensor tersebut bermasalah atau rusak maka dalam sistem pengapian tidak akan bekerja. Berdasarkan literatur yang saya dapat bahwa plat signal unit CMP terdiri dari 3 gigi dan plat signal untuk CKP adalah 30 (36 dikurangi 6) gigi.

3. Cara Kerja Sensor CMP dalam Sistem Kendali Elektronik Mesin

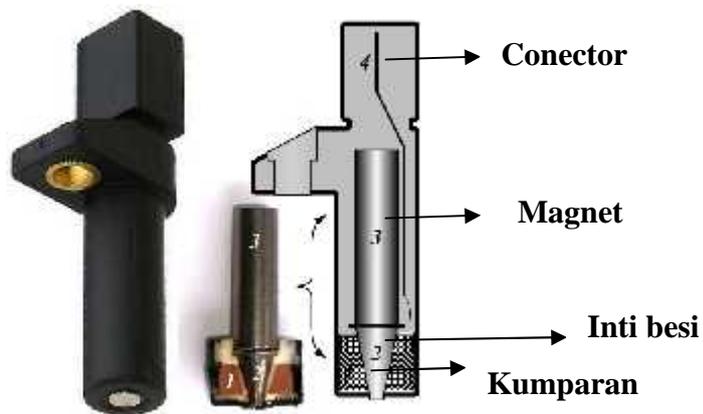
Kendaraan.

Sensor Camshaft merupakan sensor utama pada kendaraan moderen saat ini. Adapun cara kerja dari sensor camshaft ini adalah sebagai berikut. Pada saat kunci kontak di On-kan maka arus dari batrai akan mengalir ke-ECU dan kemudian dari ECU akan dialirkan ke sensor-sensor pada kendaraan untuk menghasilkan kineja mesin, salah satunya Camshaft position sensor. *Camshaft position sensor* disusun dari sebatang inti besi yang dipasang ditengah-tengah kumparan *pick-up*. Di bagian atas inti besi dipasangkan magnet batang dengan ujung kutub yang satu (S) menempel dengan inti besi dan ujung kutub lain terhubung dengan tempat dari *camshaft*. Kumparan *pick-up* dihubungkan keluar dengan kabel. Terdapat celah sempit antara ujung inti besi dengan gigi cam yang terpasang diujung untuk menentukan posisi camshaft.



Gambar 29. Gigi camshaft

(Sumber: WWW.wikipedia/sensor/camshaft.com)

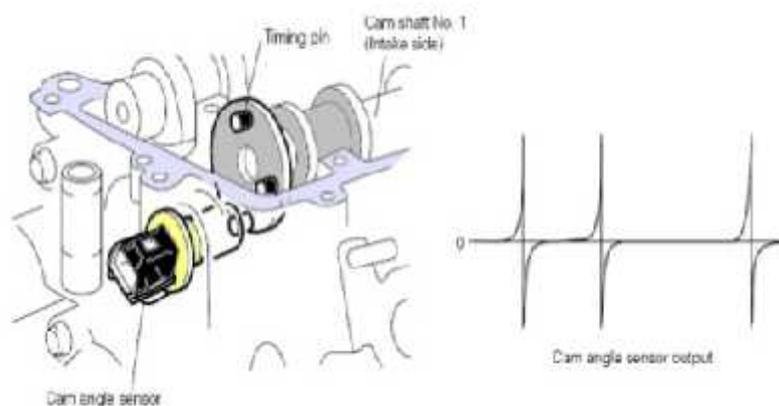


Gambar 30. Komponen Sensor CMP

(Sumber: WWW.wikipedia/sensor/camshaft.com)

Tiap-tiap ujung dari toothed gear akan membangkitkan satu pulsa tegangan yang akan digunakan oleh ECU untuk mengawali pengapian yang akan dikontrol. Jarak pulsa yang lebih dekat antara pulsa silinder 4 dengan pulsa kembali keawal menginformasikan bahwa seluruh silinder

telah menjalani siklusnya. Signal pengembali berguna bagi ECU saat mesin mulai dihidupkan. Pada hakekatnya pembakaran pada silinder mesin dimulai dari silinder satu, ECU akan membaca posisi silinder satu dari *tooth resert*, karena *tooth resert* terbaca sangat berdekatan dengan posisi *tooth silinder* empat untuk mesin 6 silinder dan posisi *tooth* untuk silinder 2 untuk *engine* 4 silinder. Jika salah satu *tooth* bermasalah, dapat dipastikan kinerja mesin untuk memulai terjadinya pembakaran tidak optimal. Ketidak optimalan hal tersebut ditandai dari panjangnya waktu start dan kesetabilan suara mesin saat mesin putaran lambat.



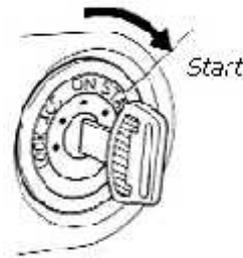
Gambar 31. Letak Camshaft position sensor

(Sumber: WWW.wikipedia/sensor/camshaft.com)

Sensor Camshaft akan berfungsi ketika ada arus yang mengalir pada sensor itu sendiri. Selain dari kemagnetan yang akan dihasilkan dari gerakan roda gigi yang di indarai oleh sensor, tanpa adanya arus yang mengalir pada sensor, sensor tidak akan bekerja. Arus yang ada pada coil pada sensor Camshaft ada apabila kunci kontak berada pada posisi ON/IG,

pada posisi ON/IG arus akan mengalir ke sistem pengapian. Berikut adalah bagian dari kunci kontak :

a. Kunci kontak



Gambar 32. Kunci Kontak

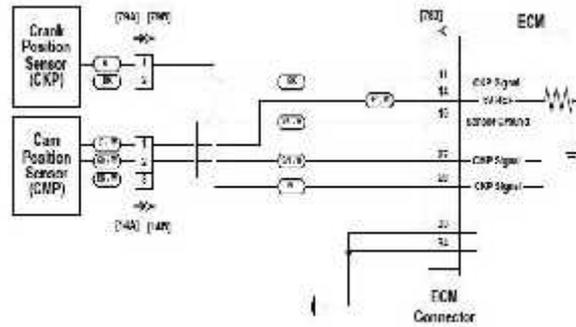
(Sumber : Download internet)

Kelistrikan otomotif pada mobil menggunakan kunci kontak (*Ignition Swtch*) sebagai saklar utama yang menghubungkan semua sistem kelistrikan dengan sumber tenaga (baterai).

Kunci kontak mempunyai beberapa posisi :

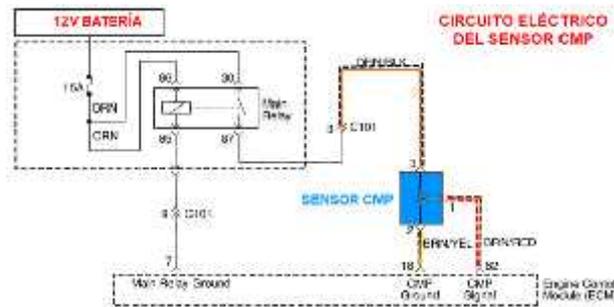
- 1) OFF : Terputus dari sumber tegangan (baterai)
- 2) ACC : Terhubung dengan arus baterai, tetapi hanya untuk *accecoris*.
- 3) ON/IG : Terhubung ke sistem pengapian (*ignition*)
- 4) START : Untuk start

b. ECU (Electronik Control Unit)



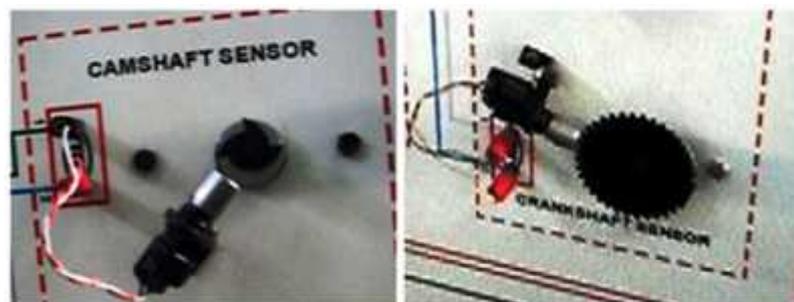
Gambar 33. Diagram wiring sensor CKP dan CMP

(Sumber : Toyota M-Step II)



Gambar 34. Daigram electrico del sensor cmp

(Sumber : modul Daihatsu xenia (vvt-i))



Gambar 35. Simulasi letak sensor ckp dan cmp

(Sumber: WWW.wikipedia/sensor/ckp dan cmp.com)

Diagram wiring diatas adalah aliran arus sekaligus sinyal yang dihasilkan oleh sensor. Sinyal tersebut berupa gelombang arus akibat dari roda gigi, Dibat bertujuan untuk mendeteksi sudut putaran camshaft hal ini terus berkelanjutan selama engine bekerja.

C. Alat Peraga.

1. Pengertian Alat Peraga

Alat peraga adalah suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar siswa lebih efektif dan efisien (Sudjana, 2002 :59). Alat peraga merupakan salah satu komponen penentu efektivitas belajar. Alat peraga mengubah materi ajar yang abstrak menjadi kongkrit dan realistik. Penyediaan perangkat alat peraga merupakan bagian dari pemenuhan kebutuhan siswa belajar, sesuai dengan tipe siswa belajar.

Pembelajaran menggunakan alat peraga berarti mengoptimalkan fungsi seluruh panca indra siswa untuk meningkatkan efektivitas siswa belajar dengan cara mendengar, melihat, meraba, dan menggunakan pikirannya secara logis dan realistik. Pelajaran tidak sekedar menerawang pada wilayah abstrak, melainkan sebagai proses empirik yang kongkrit yang realistik serta menjadi bagian dari hidup yang tidak mudah dilupakan.

Alat peraga dalam mengajar memegang peranan penting sebagai alat Bantu untuk menciptakan proses belajar mengajar yang efektif.

Proses belajar mengajar ditandai dengan adanya beberapa unsur antara lain tujuan, bahan, metode dan alat, serta evaluasi. Unsur metode dan alat merupakan unsur yang tidak bisa dilepaskan dari unsur lainnya yang berfungsi sebagai cara atau tehnik untuk mengantarkan sebagai bahan pelajaran agar sampai tujuan. Dalam pencapaian tersebut, peranan alat Bantu atau alat peraga memegang peranan yang penting sebab dengan adanya alat peraga ini bahan dengan mudah dapat dipahami oleh siswa. Alat peraga sering disebut audio visual, dari pengertian alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga. Alat tersebut berguna agar pelajaran yang disampaikan guru lebih mudah dipahami oleh siswa. Dalam proses belajar mengajar alat peraga dipergunakan dengan tujuan membantu guru agar proses belajar siswa lebih efektif dan efisien.

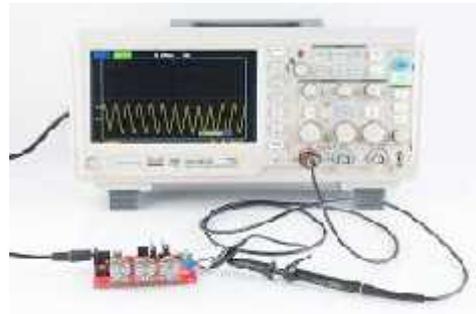
2. Komponen Penunjang

a. Osiloskop

Osiloskop (*oscilloscope*) adalah alat ukur elektronika yang berfungsi memproyeksikan bentuk sinyal listrik agar dapat dilihat dan dipelajari. Suatu rangkaian khusus di dalam osiloskop membuat sinyal terlihat bergerak berulang-ulang dari kiri ke kanan. Pengulangan ini menyebabkan bentuk sinyal kontinyu sehingga dapat dipelajari.

Osiloskop biasanya digunakan untuk mengamati bentuk gelombang yang tepat dari sinyal listrik. Selain amplitudo sinyal, osiloskop dapat menunjukkan distorsi, waktu antara dua peristiwa

(seperti lebar pulsa, periode, atau waktu naik) dan waktu relatif dari dua sinyal terkait.



Gambar 36. Bentuk osiloskop

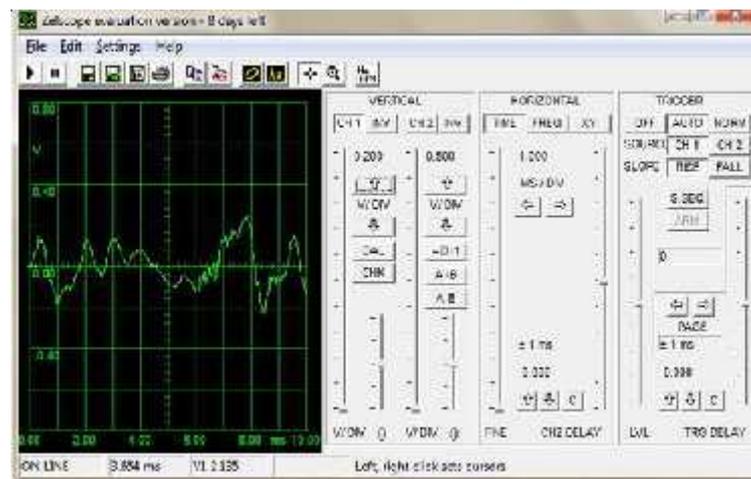
Sumber : <http://zelscope.com>

Osiloskop terdiri dari dua bagian utama yaitu display dan panel kontrol. Display menyerupai tampilan layar televisi hanya saja tidak berwarna warni dan berfungsi sebagai tempat sinyal uji ditampilkan. Pada layar ini terdapat garis-garis melintang secara vertikal dan horizontal yang membentuk kotak-kotak dan disebut div. Arah horizontal mewakili sumbu waktu dan garis vertikal mewakili sumbu tegangan. Panel kontrol berisi tombol-tombol yang bisa digunakan untuk menyesuaikan tampilan di layar. Pada umumnya osiloskop terdiri dari dua kanal yang berguna untuk melihat dua sinyal yang berlainan, misalnya kanal satu untuk melihat sinyal masukan dan kanal dua untuk melihat sinyal keluaran.

Osiloskop biasanya digunakan untuk mengamati bentuk gelombang yang yang tepat yang terjadi dari sinyal listrik. Selain amplitudo sinyal, osiloskop dapat menunjukkan distorsi, waktu antara

dua peristiwa (seperti lebar pulsa, periode, atau waktu naik) dan waktu relatif dari dua sinyal terkait.

Semua alat ukur elektronik bekerja berdasarkan sampel data, semakin tinggi sampel data, semakin akurat peralatan elektronik tersebut. Osiloskop, pada umumnya juga mempunyai sampel data yang sangat tinggi, oleh karena itu osiloskop merupakan alat ukur elektronik yang mahal. Jika sebuah osiloskop mempunyai sampel rate 10 Ks/s (10 kilo sample/second = 10.000 data per detik), maka alat ini akan melakukan pembacaan sebanyak 10.000 kali dalam sedetik. Jika yang diukur adalah sebuah gelombang dengan frekuensi 2500Hz, maka setiap sampel akan memuat data $\frac{1}{4}$ dari sebuah gelombang penuh yang kemudian akan ditampilkan dalam layar dengan grafik skala XY.



Gambar 37. Gambar tampilan pada layar osiloskop

Sumber : <http://zeloskop.com>

Osiloskop bekerja berdasarkan dari data atau dari sebuah rangkaian yang dihubungkan dengan konektor yang ada pada osiloskop. Dengan demikian osiloskop dapat bekerja berdasarkan data yang diinginkan dari rangkaian yang akan di ukur.

b. Fungsi osiloskop antara lain:

- 1) Mengukur besar tegangan listrik dan hubungannya terhadap waktu.
- 2) Mengukur frekuensi sinyal yang berosilasi.
- 3) Mengecek jalannya suatu sinyal pada sebuah rangkaian listrik
- 4) Membedakan arus AC dengan arus DC.
- 5) Mengetahui noise pada sebuah rangkaian listrik.

Osiloskop biasanya digunakan untuk mengamati bentuk gelombang yang tepat dari sinyal listrik. Selain amplitudo sinyal, osiloskop dapat menunjukkan distorsi, waktu antara dua peristiwa (seperti lebar pulsa, periode, atau waktu naik) dan waktu relatif dari dua sinyal terkait.

Semua alat ukur elektronik bekerja berdasarkan sampel data, semakin tinggi sampel data, semakin akurat peralatan elektronik tersebut. Osiloskop, pada umumnya juga mempunyai sampel data yang sangat tinggi, oleh karena itu osiloskop merupakan alat ukur elektronik yang mahal. Jika sebuah osiloskop mempunyai sampel rate 10 Ks/s (10 kilo sample/second = 10.000 data per detik), maka alat ini akan melakukan pembacaan sebanyak 10.000 kali dalam sedetik. Jika

yang diukur adalah sebuah gelombang dengan frekuensi 2500Hz, maka setiap sampel akan memuat data 1/4 dari sebuah gelombang penuh yang kemudian akan ditampilkan dalam layar dengan grafik skala XY.

c. Osiloskop terdiri dari beberapa jenis antara lain:

1) Osiloskop Analog



Gambar 38. Osiloskop analog

(sumber : WWW.wikipedia/osiloskop.com)

Osiloskop analog pada prinsipnya memiliki keunggulan seperti; harganya relatif lebih murah daripada osiloskop digital, sifatnya yang realtime dan pengaturannya yang mudah dilakukan karena tidak ada tundaan antara gelombang yang sedang dilihat dengan peragaan di layar, serta mampu meragakan bentuk yang lebih baik seperti yang diharapkan untuk melihat gelombang-gelombang yang kompleks, misalnya sinyal video di TV dan sinyal RF yang dimodulasi amplitudo. Keterbatasannya adalah tidak dapat menangkap bagian gelombang sebelum terjadinya event picu serta

adanya kedipan (flicker) pada layar untuk gelombang yang frekuensinya rendah(sekitar 10-20 Hz).

Penjelasan untuk skema prinsip kerja osiloskop analog:

- a) Saat kita menghubungkan probe (kabel penghubung yang ujungnya diberi penjepit) ke sebuah rangkaian, sinyal tegangan mengalir dari probe menuju ke pengaturan vertikal dari sebuah sistem osiloskop (Vertical System), sebuah attenuator akan melemahkan sinyal tegangan input sedangkan amplifier akan menguatkan sinyal tegangan input. Pengaturan ini ditentukan oleh kita saat menggerakkan kenop "Volt/Div" pada user interface Osiloskop.
- b) Tegangan yang keluar dari sistem vertikal lalu diteruskan menuju pelat defleksi vertikal pada sebuah CRT (Catode Ray Tube), sinyal tegangan yang dimasukkan ke pelat ini nantinya akan digunakan oleh CRT untuk menggerakkan berkas-berkas elektron secara bidang vertikal saja (ke atas atau ke bawah).
- c) Sampai point ini dapat disimpulkan bahwa sistem vertikal pada osiloskop analog berfungsi untuk mengatur penampakan amplitudo dari sinyal yang diamati.
- d) Selanjutnya sinyal masuk ke dalam pelat defleksi vertikal. Sinyal tegangan yang teraplikasikan disini menyebabkan berkas-berkas elektron bergerak. Tegangan positif

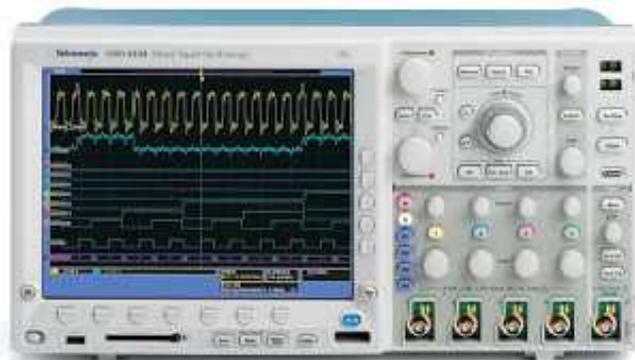
mengakibatkan berkas elektron bergerak ke atas, sedangkan tegangan negatif menyebabkan elektron terdorong ke bawah.

- e) Sinyal yang keluar dari vertical system tadi juga diarahkan ke trigger system untuk memicu sweep generator dalam menciptakan apa yang disebut dengan "Horizontal Sweep" yaitu pergerakan elektron secara sweep - menyapu ke kiri dan ke kanan - dalam dimensi horizontal atau dengan kata lain adalah sebuah ungkapan untuk aksi yang menyebabkan elektron untuk bergerak sangat cepat menyeberangi layar dalam suatu interval waktu tertentu. Pergerakan elektron yang sangat cepat (dapat mencapai 500,000 kali per detik) inilah yang menyebabkan elektron tampak seperti garis pada layar (misalnya seperti daun kipas pada kipas angin yang tampak seperti lingkaran saja saat berputar).
- f) Pengaturan beberapa kali elektron bergerak menyeberangi layar inilah yang dapat kita anggap sebagai pengaturan periode/Frekuensi yang tampak pada layar, bentuk konkretnya adalah saat kita menggerakkan kenop Timer/Div pada Osiloskop.
- g) Pengaturan bidang vertikal dan horizontal secara bersama-sama akhirnya dapat mempresentasikan sinyal tegangan yang diamati ke dalam bentuk grafik yang dapat kita lihat pada layar CRT.

Tahapan Penyetaraan (Kalibrasi) Osiloskop Analog

- (1) Sesuaikan tegangan masukan sumber daya AC 220 yang ada di belakang osiloskop sebelum kabel daya AC dimasukkan stop kontak PLN.
- (2) Nyalakan osiloskop dengan menekan tombol power.
- (3) Set saluran pada tombol CH₁.
- (4) Set mode pada Auto.
- (5) Atur intensitas, jangan terlalu terang pada tombol INTEN.
- (6) Atur posisi berkas cahaya horizontal dan vertikal dengan mengatur tombol yang bernama horizontal dan vertikal.
- (7) Set level mode pada tengah-tengah (-) dan (+).
- (8) Set tombol tegangan (volt/div) bertanda V pada 2 V, sesuaikan dengan memperkirakan terhadap tegangan masukan.
- (9) Pasang probe pada salah satu saluran, (misal CH₁) dengan tombol pengalih AC/DC pada kedudukan AC.
- (10) Atur saklar/switch pada pegangan probe dengan posisi pengali 1x.
- (11) Tempelkan ujung probe pada titik kalibrasi.
- (12) Atur Time/Div pada posisi 1 ms agar tampak kotak-kotak garis yang cukup jelas
- (13) Setelah tahapan 11, osiloskop siap digunakan untuk mengukur tegangan.

2) Osiloskop Digital (DSO)



Gambar 39. Osiloskop Digital

(sumber : WWW.wikipedia/osiloskop.com)

Jika dalam osiloskop analog gelombang yang akan ditampilkan langsung diberikan ke rangkaian vertikal sehingga berkesan “diambil” begitu saja (real time), maka dalam osiloskop digital, gelombang yang akan ditampilkan lebih dulu disampling (dicuplik) dan didigitalisasikan. Osiloskop kemudian menyimpan nilai-nilai tegangan ini bersama sama dengan skala waktu gelombangnya di memori. Pada prinsipnya, osiloskop digital hanya mencuplik dan menyimpan demikian banyak nilai dan kemudian berhenti. Ia mengulang proses ini lagi dan lagi sampai dihentikan.

Beberapa DSO memungkinkan untuk memilih jumlah cuplikan yang disimpan dalam memori per akuisisi (pengambilan) gelombang yang akan diukur. Seperti ART, DSO melakukan dalam satu event pemicuan. namun demikian ia secara rutin memperoleh, mengukur dan menyimpan sinyal masukan, mengalirkan nilainya melalui memori dalam suatu proses kerja dengan cara; pertama

yang disimpan, yang pertama pula yang akan dikeluarkan, sambil menanti picu terjadi. Sekali osiloskop ini mengenali event picu yang didefinisikan oleh penggunaanya, osiloskop mengambil sejumlah cuplikan yang kemudian mengirimkan informasi gelombangnya ke peraga (layar). Karena kerja pemucuan yang demikian ini, ia dapat menyimpan dan meragakan informasi yang diperoleh sebelum picu (pretrigger) sampai 100 persen dari lokasi memori yang disediakan

D. Stand.

1. Pengertian stand

Stand adalah alat pengaman yang digunakan pada alat peraga, dimana alat ini sebagai penyangga alat peraga tersebut. Hal ini untuk mempermudah alat peraga digunakan. Stand pengaman terdiri dari besi siku untuk tiang penyangga dengan bagian berlobang sebagai tempat kedudukan baut guna menyangga alat peraga sensor cmp.

Alat peraga sensor cmp adalah sebuah stand atau simulator yang berfungsi untuk membantu proses pembelajaran. Dengan adanya stand diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mempelajari alat peraga sensor cmp sebagai media pembelajaran.

Media pembelajaran diartikan sebagai semua benda yang menjadi perantara dalam terjadinya pembelajaran. Berdasar

fungsi media dapat berbentuk alat peraga dan sarana. Fungsi utama alat peraga adalah untuk menurunkan keabstrakan dari konsep, agar anak mampu menangkap arti sebenarnya dari konsep yang dipelajari. Dengan melihat, meraba, dan memanipulasi alat peraga maka anak mempunyai pengalaman nyata dalam kehidupan tentang arti konsep. Sedangkan sarana merupakan media pembelajaran yang fungsi utamanya sebagai alat bantu untuk melakukan pembelajaran. Dengan menggunakan sarana tersebut diharapkan dapat memperlancar pembelajaran.

2. Fungsi Stand antara lain:

- a) Untuk mempermudah alat peraga digunakan saat praktikum.
- b) Menjadi tiang penyangga alat peraga.
- c) Sebagai pelindung keamanan komponen alat peraga
- d) Sebagai sarana media pembelajaran yang menarik.

BAB IV PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisa dari pembuatan alat peraga sensor CMP yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Alat peraga sensor CMP dibuat menggunakan besi siku yang berlubang sebagai tempat kedudukan baut guna menyangga alat peraga dan mempermudah pemasangan komponen alat bantu sensor CMP.
2. Pada camshaft terdapat plat signal gigi sensor, menunjukkan penanda pada mesin 4 silinder dengan urutan perintah pembakaran 1-3-4-2 setelah itu kembali keawal, pada saat sensor berada pada posisi kembali keawal berarti ECU bekerja karena adanya medan megnet dari signal gigi dan sinyal yang dihasilkan dari sensor CMP diteruskan ke ECU. Alat peraga sensor CMP dibuat untuk dapat melihat bentuk sinyal yang dihasilkan dari sensor CMP yang dikirim ke ECU dengan bantuan osiloskop bertujuan sebagai media pembelajaran mahasiswa teknik otomotif FT UNP.

B. Saran

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh dari pembuatan alat peraga, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Untuk itu perlu beberapa hal yang akan penulis rekomendasikan akan perancangan pembuatan alat peraga yang lebih sempurna dan lebih memuaskan, hal ini adalah :

1. Pembuatan alat peraga ini hanya membahas tentang sensor cmp, mungkin selanjutnya pembuatan alat peraga dapat membahas tentang sensor-sensor lainnya yang lebih detail dan dapat dipahami oleh mahasiswa.
2. Pembuatan alat peraga ini mungkin kurang dalam hal kerangka diharapkan selanjutnya pembuatan alat peraga lebih memperhatikan perancangan kerangka dalam pembuatannya.

DAFTAR PUSTAKA

PT. Toyota Astra Motor. 2000. *Panduan reparasi Mesin 5A-FE*. Jakarta. Toyota Astra Motor.

PT. Astra Daihatsu Motor. 2006. *Buku Pedoman Perbaikan Daihatsu Xenia*. Jakarta. Astra Daihatsu Motor.

Syaiful karim. 2013. *Sensor dan Akuator Untuk Smk/Mak Kelas XI*. Jakarta : Direktorat Jendral Peningkatan Mutu Pendidikan dan Tenaga Kependidikan.

Tim Pembina Mata Kuliah Pengantar Pendidikan, 2006. *Pengantar Pendidikan*. Padang : Fakultas Ilmu Pendidikan - Universitas Negeri Padang.

PT. Toyota Motor Sales. *Engine performance OBD*. U.S.A. Toyota Motor Sales.

Daryanto. 2000. *Pengetahuan Teknik Elektronika*. Jakarta : PT Bumi Aksara.

Richard Blocher. 2003. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.

Wahyu Hidayat, 2012. *Motor Bensin Moderen*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

G.van Der Wal, 1985. *Ringkasan Elektro Teknik*. Jakarta: Erlangga.

M-step. 1999, *Step II MPI* . Jakarta: PT. Krama Yudha Tiga Berlian Motos.

<http://zeloskop.com> (Diakses tanggal 26 agustus 2016)

www.wikipedia/fungsi/osiloskop.com (Diakses tanggal 2 september 2016)