

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI DAN TROUBLE SHOOTING SISTEM BAHAN

BAKAR KIJANG INNOVA 1TR-FE

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Program Diploma 3

Untuk Menyanggah Sebuah Ahli Madya



oleh:

Nama : Niko setiawan

Nim : 5211312038

PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : NIKO SETIAWAN
NIM : 5211312038
Program Studi : Diploma 3 Teknik Mesin D3
Judul : Identifikasi dan *Troubleshooting* sistem bahan bakar pada mobil Toyota Kijang Innova 1TR-FE

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh persyaratan gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian

Ketua : Dr. Samsudin Anis S.T.,M.T.
NIP. 197601012003121002

()

Sekretaris : Widi Widayat, S.T., M.T.
NIP. 197408152000031001

()

Dewan Penguji

Pembimbing : Dr. Karnowo S.T.
NIP. 197706062005011001

()

Penguji Utama : Drs. Masugino M.pd.
NIP. 195207211980121001

()

Penguji Pendamping : Dr. Karnowo S.T.
NIP. 197706062005011001

()

Ditetapkan di Semarang
Tanggal :

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik.




Dr. H. Muhammad Harlanu, M. Pd.
NIP. 196602151991021001

ABSTRAK

Niko setiawan, 2012. **Identifikasi dan troubleshooting sistem bahan bakar Pada Mobil Toyota Kijang Innova 1TR-FE.** Proyek Tugas Akhir Mesin DIII. Fakultas Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Tugas akhir ini bertujuan untuk membahas sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE, serta Mengetahui troubleshooting dari sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE. Metode yang di gunakan adalah tes dan dokumentasi untuk memperoleh data yang dibutuhkan oleh penulis. Hasil yang diperoleh menunjukkan kondisi sistem bahan bakar dalam keadaan masih baik tetapi ada part yang perlu di perhatikan seperti filter bahan bakar yang sudah kotor bisa di ganti atau pun di bersihkan.

Cara kerja sistem bahan bakar mesin Toyota Kijang Innova 1TR.FE yaitu bahan bakar dari tangki bahan bakar dipompa oleh pompa bahan bakar dengan tekanan tinggi untuk disalurkan ke saringan bahan bakar, kemudian disaring oleh saringan bahan bakar agar kotoran atau partikel-partikel asing yang ada pada bahan bakar tidak ikut terbawa yang nantinya akan masuk ke dalam injektor, kemudian disalurkan oleh pipa penyalur bahan bakar menuju injektor untuk disemprotkan ke masing-masing silinder dengan tekanan yang terlebih dulu akan diatur oleh pressure regulator dan juga pulsation damper, dengan jumlah bahan bakar yang disemprotkan telah diatur sebelumnya oleh Electronic Control Unit (ECU). Gangguan atau kerusakan yang sereing terjadi pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR.FE diantaranya mesin mati setelah start, mesin susah start, putaran idle tidak stabil, tersendat waktu akselerasi, tidak ada tenaga, dan putaran naik turun. Gangguan-gangguan tersebut dapat diatasi/ditangani dengan memperbaiki komponen-komponen yang berhubungan dengan gangguan tersebut atau dengan cara menggantinya.

Berhati-hati dalam melakukan perbaikan dan pembongkaran, khususnya bagian sensor yang sangat rentan terhadap terjadinya kerusakan. Hendaknya melakukan perawatan sistem bahan bakar secara berkala. Hal ini bertujuan untuk mencegah kerusakan yang terjadi pada sistem bahan bakar sehingga kerusakan dapat diminimalisir, serta nantinya sistem bahan bakar dapat bekerja dengan optimal. Dalam pemasangan ECU harus teliti dan harus dapat mengetahui bagianbagian terminal port yang menuju ke masing-masing sensor, agar tidak terjadi kesalahan pembacaan sensor dan kerusakan fatal pada ECU.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Setiap akan melakukan aktifitas hendaknya Selalu berdoa memohon petunjuk kepada Allah SWT.
2. Sukses bukanlah suatu kebetulan tetapi adalah sebuah pilihan.
3. Usaha terus meskipun situasi semakin sulit.
4. Suatu kesuksesan bisa kita raih karena adanya Kemauan, Usaha, Ketekunan dan kesabaran.
5. Jangan sia-siakan orang yang selalu menyayangimu.

PERSEMBAHAN

1. Ibu, Bapak dan Tersayang.
2. Segenap Keluarga Besarku Tercinta
3. Kawan-kawan Seperjuangan Angkatan 2012
4. Teman komunitas Pati X-Trail
5. Rekan-rekan kerja PT.Pura barutama engineering difision

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan anugrah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul Identifikasi dan trouble shooting sistem bahan bakar pada mobil Toyota Kijang Innova 1TR-FE”.

Laporan tugas akhir ini selesai tidak lepas dari bantuan, saran dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan menjadi mahasiswa UNNES.
2. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. M. Khumaedi, Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
4. Widi Widayat, S.T, M.T, Kaprodi D3 Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
5. Dr Eng Karnowo Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan tugas akhir.
6. Wahyu Ady Priyo Kunchahyo, ST , Amd Pembimbing Lapangan dalam pembuatan tugas akhir.
7. Semua pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan maupun dukungan moral.

Semoga segala dorongan, bantuan, bimbingan dan pengorbanan yang telah diberikan dari berbagai pihak di dalam penulisan laporan ini mendapat balasan yang lebih dari Allah SWT.

Semarang, Juli 2015

Penulis

Niko Setiawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LatarBelakang.....	1
B. Permasalahan	3
C. Tujuan Proyek Akhir	3
D. Manfaat Proyek Akhir	4
E. Produk/Alat yang digunakan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengertian dan fungsi system bahan bakar.....	5
B. Pengertian EFI.....	6
C. Alasan penggunaan sistem EFI	6
D. Penggolongan sistem EFI.....	7
D.1. menurut tempat penyemprotan	7
D.2. menurut ritme penyemprotan bahan bakar	9
D.3. menurut pelayanan penyemprotan bahan bakar	11
D.4. menurut kontruksi bahan bakar	14
E. Komponen dan Fungsi Komponen sistem bahan bakar	19
E.1. Aliran Bahan Bakar Elektronik micro-computer system.....	20

E.2. Sistem Pengaliran Bahan Bakar	20
a. tangki bahan bakar (fuel pump)	21
b. pompa bahan bakar	21
c. pipa penyalur bahan bakar	22
d. Pulsation damper	23
e. pressure regulator	23
E.3. Aktuator	24
E.4. Sensor-sensor pada sistem bahan bakar	25
a. Camshaft position (CMP) sensor	25
b. Crankshaft position (CKP) sensor	26
c. Mass air flow (MAF) sensor	26
d. intake air temperature (IAT) sensor	27
e. Throttle position (TP) sensor	27
f. Engine coolant temperature (ECT) sensor	28
g. Knock sensor	28
h. Heated oxygen sensor	29
BAB III ISI / PEMBAHASAN	30
A. Alat dan Bahan	30
B. Komponen dan cara kerja komponen	30
1. Sensor-sensor	30
2. Komponen bahan bakar	37
C. Proses pemeriksaan sistem bahan bakar	43
D. Sensor-sensor	49
E. Analisa gangguan/kerusakan pada system bahan bakar	55
BAB IV PENUTUP	58
A. Simpulan	58
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 hasil pengukuran IAT.....	33
Tabel 3.2 hasil pengukuran ECT.....	34
Tabel 3.3 spesifikasi tekanan bahan bakar saat mesin hidup.....	45
Tabel 3.4 hambatan injektor.....	46
Tabel 3.5 hasil pengukuran kebocoran.....	47
Tabel 3.6 hasil pengukuran cranksaft potition sensor	50
Tabel 3.7 hasil pengukuran ECT.....	51
Tabel 3.8 hasil pengukuran knock sensor	52
Tabel 3.9 hasil pengukuran TPS	53
Tabel 3.10 mesin mati	55
Tabel 3.11 poor strating	55
Tabel 3.12 putaran idling kasar.....	56
Tabel 3.13 poor drivability.....	56

GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem Bahan Bakar	5
Gambar 2.2 Injeksi Langsung	7
Gambar 2.3 Injeksi Tak langsung	8
Gambar 2.4 Skema penyemprotan Single Point Injection (SPI).....	12
Gambar 2.5 Skema penyemprotan multi Point Injection	13
Gambar 2.6 Sistem injeksi Mekanis.....	14
Gambar 2.7 Sistem Injeksi Mekanis Elektronik	15
Gambar 2.8 Sistem Injeksi Elektronik.....	16
Gambar 2.9 Sistem Injeksi Engine Menegement.....	18
Gambar 2.10 Komponen sistem bahan bakar	19
Gambar 2.11 Skema Blok EMS	20
Gambar 2.12 Model Tangki dengan pompa bensin berada di dalam tangki.....	21
Gambar 2.13 Pompa bahan bakar	21
Gambar 2.14 Saringan pompa bahan bakar dan saringan bahan bakar.....	22
Gambar 2.15 Delivery pipe	22
Gambar 2.16 Pulsation Damper	23
Gambar 2.17 Konstruksi Pressure regulator	23
Gambar 2.18 Posisi dari sistem Kontrol	24
Gambar 2.19 Konstruksi Injektor.....	25
Gambar 2.20 Letak camshaft position sensor	25
Gambar 2.21 Letak crankshaft position sensor	26
Gambar 2.22 Mas air flow meter	26
Gambar 2.23 Intake air temperatur sensor	27
Gambar 2.24 Throttle Position sensor.....	27
Gambar 2.25 Coolant Temperatur sensor	28
Gambar 2.26 Knok sensor dan letak knock sensor	28
Gambar 2.27 Heated oxygen sensor.....	29
Gambar 3.1 Camshaft position sensor	31
Gambar 3.2 Carnkshaft position sensor	32

Gambar 3.3 MAF	32
Gambar 3.4 Terminal IAT.....	33
Gambar 3.5 Pengukuran IAT sensor	33
Gambar 3.6 Terminal ECT.....	34
Gambar 3.7 Pengukuran ECT	34
Gambar 3.8 Heated oxygen (HO2) sensor	35
Gambar 3.9 Knock sensor.....	36
Gambar 3.10 throttle position sensor	37
Gambar 3.11 Tangki Bahan Bakar.....	37
Gambar 3.12 Pompa Bahan Bakar	38
Gambar 3.13 Saringan bahan bakar	39
Gambar 3.14 Presur regulator	41
Gambar 3.15 Konstruksi Injector.....	42
Gambar 3.16 Pompa bahan bakar	43
Gambar 3.17 Pengukuran tekanan bahan bakar hasil pengukuran	45
Gambar 3.18 pengukuran hambatan Injektor.....	46
Gambar 3.19 Pengtesan kebocoran injektor	47
Gambar 3.20 Proses pembersihan Injektor	49
Gambar 3.21 Terminal cranshaft position sensor	50
Gambar 3.22 Pemeriksaan cranshaft position sensor.....	50
Gambar 3.23 Terminal ECT.....	51
Gambar 3.24 Pengukuran ECT	51
Gambar 3.25 Terminal Knock sensor	52
Gambar 3.26 Pengukuran knock sensor.....	52
Gambar 3.27 Terminal TPS	53
Gambar 3.28 pengukuran TPS sensor.....	53
Gambar 1 : Lampiran surat tugas dosen pembimbing	61
Gambar 2. Selang bahan bakar.....	62
Gambar 3. Pengetesan penyemprotan bahan bakar.....	62
Gambar 4. Alat Scan	62
Gambar 5. Tes tekanan injektor	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Surat Tugas Dosen Pembimbing	61
Lampiran Surat Tugas Dosen Penguji.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di zaman yang serba modern seperti sekarang ini, penguasaan ilmu pengetahuan menjadi suatu keharusan dikarenakan teknologi yang ada saat ini telah semakin berkembang. Salah satu perkembangan yang cukup pesat saat ini ada pada bidang otomotif. Perkembangan ini bisa dilihat dari teknologi otomotif yang semakin canggih, contohnya mobil, dimana dulu mobil menggunakan karburator untuk sistem pembakaran, kini sudah lebih berkembang yaitu adanya system *Electronic Fuel Injection* (EFI) sebagai pembakaran.

Teknologi dibidang otomotif telah banyak dikembangkan. Para produsen mobil semakin berlomba atau berkompetisi untuk menampilkan produk mobil yang berteknologi tinggi. Salah satu teknologi tersebut adalah sistem EFI yang dikembangkan oleh produsen mobil Toyota. Sistem EFI mengatur jumlah bahan bakar yang lebih akurat, disini *computer* dengan mengirimkan bahan bakar ke silinder melalui *injector*.

Mesin 1TR-FE yang diusung Kijang Innova merupakan hasil rancangan mesin masa kini yang canggih. Dapur pacu empat silinder segaris 1.998 cc yang menghasilkan tenaga 136 dk/5.600 rpm dengan torsi maksimal 183 Nm/4.000 rpm ini sudah dilengkapi rangkaian katup DOHC (Double Overhead Camshaft) dengan sistem VVT-i (Variable Valve Timing-Intelligent) Kapasitas tangki mampu menyuplai 55 liter dengan fuel system Electronic Fuel Injection.

Sistem EFI menentukan jumlah bahan bakar yang optimal disesuaikan dengan jumlah dan temperatur udara yang masuk, kecepatan mesin, temperatur air pendingin, posisi katup throttle, pengembunan *oxygen* di dalam *exhaust pipe* dan kondisi penting lainnya. Komputer EFI mengatur jumlah bahan bakar untuk dikirim ke mesin saat penginjeksian dengan perbandingan udara dan bahan bakar yang optimal berdasarkan karakteristik kerja mesin.

Sistem EFI menjamin perbandingan udara dan bahan bakar yang ideal dan efisiensi bahan bakar yang tinggi pada setiap saat. Sistem EFI mesin tipe Toyota Kijang Innova 1TR-FE secara garis besar terbagi dalam tiga sistem yaitu ; sistem bahan bakar, sistem induksi udara dan sistem kontrol elektronik.

Sistem Bahan Bakar yaitu sistem yang terdiri dari tangki bahan bakar, pompa bahan bakar, pipa penyalur bahan bakar, injektor, pengatur tekanan, dan pipa pengembali. Bahan bakar disalurkan dari tangki ke injektor melalui pompa bahan bakar dan filter bahan bakar, *injector* bekerja atas dasar signal injeksi dari *Electronic Control Modul* (ECM) dan menginjeksi bensin ke dalam *intake manifold* atau kepala silinder.

Electronic control system (ECS) pada EFI sangat berperan penting dalam mendeteksi kondisi kerja mesin yang diatur dalam rangkaian elektronik. ECU (*Electronic Control Unit*) merupakan komponen dari sistem kontrol elektronik berfungsi sebagai penerima signal-signal dari masing-masing sensor kemudian signal-signal tadi dikirim ke actuator. Sensor-sensor yang ada pada sistem kontrol elektronik mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE antara lain ; *mass air flow meter*, *camshaft timing oil control valve*, *oxygen sensor*, *camshaft sensor*, *crankshaft sensor*, *knock sensor*, *throttle position sensor* dan *engine coolant temperature*

sensor. Actuator yang ada pada sistem kontrol elektronik mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE antara lain ; *injector, fuel pump relay, check engine lamp, oxygen sensor monitor, ignition timing, idling rpm, idle up VSV*.

Sistem Induksi Udara yaitu Sistem yang terdiri dari saringan udara, *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP Sensor), throttle valve, air intake camber, intake manifold runner*, dan *inake valve*. Cara kerja sistem induksi udara adalah saat *throttle valve* membuka, udara mengalir masuk melalui saringan udara, *air valve, manifold absolute pressure, intake manifold*, kemudian ke katup hisap. Selama putaran idle udara mengalir masuk melalui bay pass. putaran idle dapat diatur dengan memutar *idle speed adjusting screw*. jika mesin hidup arus mengalir ke *heat coil*, akibatnya be metal menjadi panas, *get valve* secara perlahan akan tertutup dan putaran mesin akan turun. Jika temperature rendah, *thermo valve* mengkerut dan *get valve* terbuka, udara mengalir melalui *air valve* masuk ke *intake chamber*. Jika temperature sekitar 800 C *get valve* tertutup dan mesin pada putaran *idle*.

B. Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam penulisan proyek akhir dengan judul “Identifikasi dan troubleshooting system bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE ” adalah untuk mengetahui lebih mendalam tentang system bahan bakar, khususnya pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE, yang meliputi:

1. Bagaimana cara kerja sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE
1. Bagaimana bila terjadi gangguan dan kerusakan pada sistem bahan bakar Toyota Kijang Innova 1TR-FE

C. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari pembahasan sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE, adalah :

1. Mengetahui cara kerja dari sistem system bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE
2. Mengetahui troubleshooting dari sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE

D. Manfaat Proyek Akhir

Manfaat yang dapat diambil dari sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE, adalah:

1. Dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE
2. Dapat mengetahui kerusakan pada sistem bahan bakar pada Toyota Kijang Innova 1TR-FE

E. Alat yang Digunakan

Toyota Kijang Innova 1TR-FE

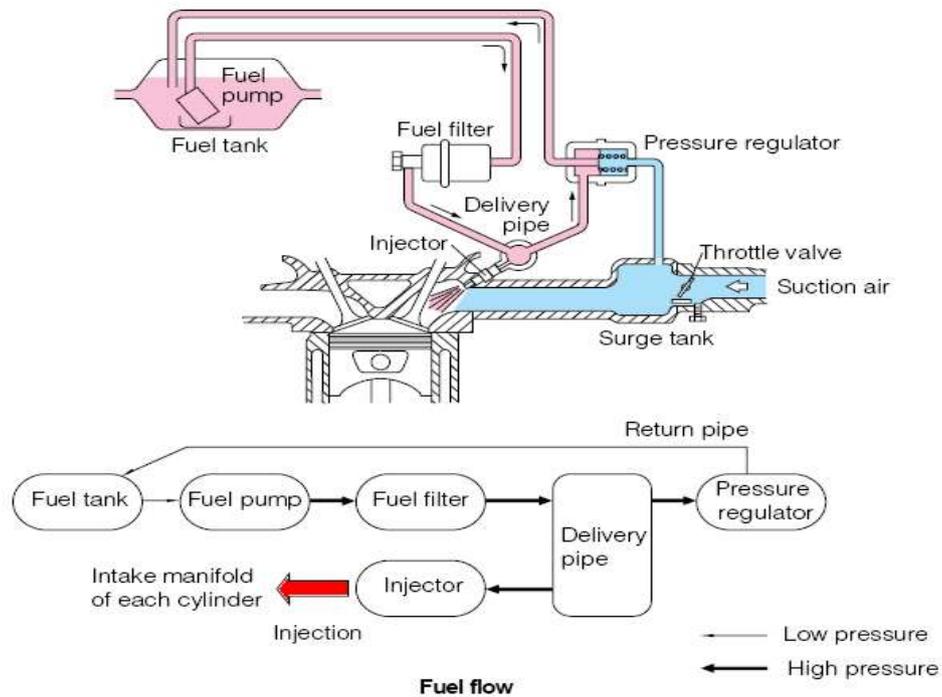
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian dan Fungsi Sistem Bahan bakar

A.1. Pengertian sistem bahan bakar

Sistem bahan bakar merupakan sistem yang terdiri dari tangki bahan bakar (fuel tank), pompa bahan bakar (fuel pump), saringan bahan bakar (fuel filter), pipa penyalur bahan bakar (*delivery pipe*), injektor, pengatur tekanan (pressure regulator), dan pipa pengembali. Bahan bakar disalurkan dari tangki ke injektor melalui pompa bahan bakar dan filter bahan bakar, injektor bekerja atas dasar signal injeksi dari Electronic Control Modul (ECM) dan menginjeksi bensin ke dalam *intake manifold* atau kepala silinder.



Gambar 2.1 Skema sistem bahan bakar

A.2. Fungsi sistem bahan bakar.

Adapun fungsi sistem bahan bakar adalah sebagai berikut.

- a. Mengatur perbandingan campuran bahan bakar dan udara
- b. Mengatur jumlah pemasukan bahan bakar dan udara ke silinder
- c. Merubah bahan bakar cair menjadi gas.

B. Pengertian EFI

EFI adalah sebuah sistem penyemprotan bahan bakar yang kerjanya dikontrol secara elektronik agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar yang selalu sesuai dengan kebutuhan motor bakar. Proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar akan terjadi secara sempurna sehingga didapatkan daya motor yang optimal, serta didapatkan gas buang yang ramah lingkungan. Proses pemberian bahan bakar dari *Electronic Control unit* (ECU) ke injector yang didasarkan pada signal-signal dari sensor-sensor antara lain; *sensor air flow meter*, *manifold absolute pressure*, sensor putaran mesin, *water temperature sensor*, *throttle position sensor* dll.

EFI dipakai oleh merk Toyota, sedangkan merk lain mempunyai nama yang berbeda, yakni; *Programed Fuel Injection* (PGMFI)/Honda, *Electronic Petrol Injection* (EPI)/Suzuki, *Electronic Gasoline Injection* (EGI)/ Mazda, *Jetronik* (Bosch), *Multi Technology* (Multec)/General Motor, dan lain-lain tetapi prinsip dari semua sistem tersebut adalah sama.

C. Alasan Penggunaan Sistem EFI

Secara Prinsip Sistem EFI mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan sistem karburator antara lain :

1. Efisiensi mesin tinggi
2. Daya mesin tinggi
3. Hemat bahan bakar
4. Kondisi gas buang ramah lingkungan

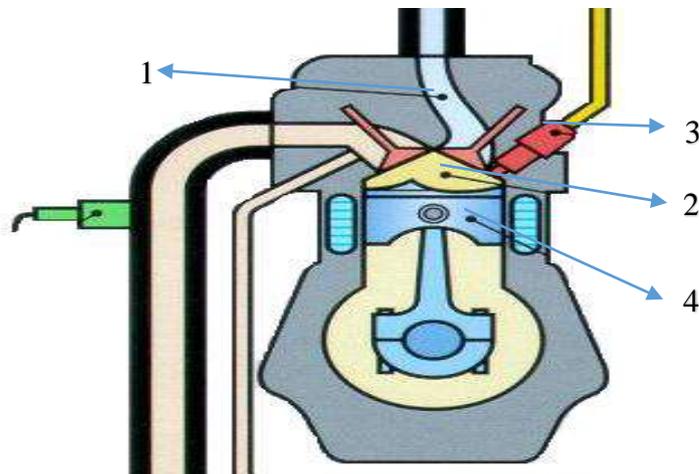
D. Penggolongan Sistem EFI

D.1. Menurut tempat penyemprotannya

Sistem EFI menurut tempat penyemprotannya dapat digolongkan menjadi :

a. Injeksi langsung

Injeksi langsung artinya bahwa bahan bakar diinjeksikan oleh injektor langsung ke dalam ruang bakar. Tipe ini digunakan pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.



1. udara
2. campuran udara dan bahan bakar
3. injektor
4. piston

Gambar 2.2 Injeksi langsung

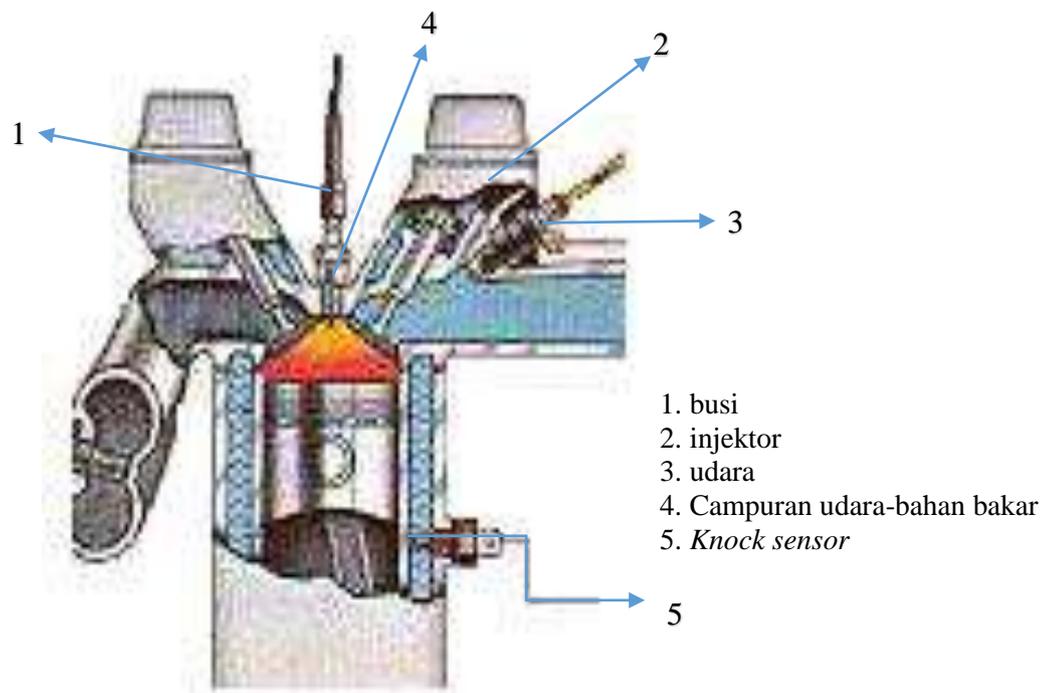
1) Keuntungan:

Sistem penyemprotan injeksi langsung proses pembakarannya dapat dikatakan lebih sempurna dibanding dengan sistem penyemprotan tidak langsung karena penyemprotan pada tipe ini bahan bakar langsung disemprotkan kedalam ruang bakar, sehingga tenaga yang dihasilkannya pun akan lebih optimal.

2) Kerugian:

Sistem penyemprotan injeksi langsung dapat dikatakan hampir tidak memiliki kerugian baik dalam efisiensi bahan bakar ataupun tenaga yang dihasilkan, dan walaupun ada kerugiannya tidak terlalu besar.

b. Injeksi tak langsung artinya bahwa bahan bakar yang diinjeksikan tidak langsung keruang bakar akan tetapi bahan bakar diinjeksikan melalui *intake manifold*.



Gambar 2.3 Injeksi tak langsung

1) Keuntungan:

Injektor lebih tahan lama karena tidak langsung terkena panas pada saat pembakaran.

2) Kerugian:

a) Efisiensi bahan bakar kurang, karena banyak sekali bahan bakar yang tersisa/menempel pada dinding-dinding intake manifold sehingga bahan bakar menjadi lebih boros dibanding dengan injeksi langsung.

b) Pembakaran yang dihasilkan kurang sempurna karena jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar tidak tersalurkan secara penuh ke dalam ruang bakar.

D.2. Menurut ritme penyemprotan bahan bakar

a. Penyemprotan secara *simultan*

Ritme penyemprotan secara *simultan* yaitu bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar secara terus menerus atau dengan kata lain penyemprotan bahan bakar tidak memperhitungkan kondisi kerja mesin dan penyemprotan itu terjadi secara serentak pada semua silinder tiap 1 putaran poros engkol (360° poros engkol).

1) Keuntungan:

Penyemprotan bahan bakar secara simultan yang terjadi secara terus menerus tiap 1 putaran poros engkol (360° poros engkol) dapat disimpulkan bahwa setiap kali masing-masing silinder melakukan pembakaran memerlukan 2 kali penyemprotan injektor, sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi lebih besar karena bahan bakar yang terbakar

cukup banyak pada tiap-tiap silinder, selain itu bahan bakar juga selalu siap masuk ke dalam ruang bakar.

2) Kerugian:

- a) Konsumsi bahan bakar menjadi lebih boros karena penyemproan yang terjadi secara terus menerus dan tidak tepat pada sasaran, sehingga bahan bakar akan terbuang dengan sia-sia.
- b) Tenaga yang dihasilkan tidak sesuai dengan konsumsi bahan bakar yang telah diinjeksikan, dengan kata lain sedikit ataupun banyak bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar tenaga yang dihasilkan tetap sama.

b. Penyemprotan secara *grouping*

Ritme penyemprotan secara *grouping* yaitu bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar secara terus menerus sesuai dengan group silinder atau dengan kata lain penyemprotan bahan bakar dengan memperhitungkan kondisi kerja mesin dan penyemprotan itu terjadi secara serentak pada semua silinder tiap 2 putaran poros engkol (720° poros engkol).

1) Keuntungan:

- a) Ritme penyemprotan secara *grouping* mengkonsumsi bahan bakar yang lebih irit dibandingkan dengan ritme penyemprotan secara simultan, karena penyemprotan secara *grouping* dilakukan pada saat 2 kali poros engkol dalam 1 kali penyemprotan.
- b) Tenaga yang dihasilkan pada ritme penyemprotan secara *grouping* lebih optimal dibandingkan dengan ritme penyemprotan secara simultan,

karena konsumsi bahan bakar disesuaikan dengan kondisi kerja mesin, sehingga bahan bakar tidak terbuang dengan sia-sia.

2) Kerugian:

Ritme penyemprotan secara *grouping* tenaga awal yang dihasilkan dapat dikatakan kurang dibandingkan dengan penyemprotan secara simultan karena proses penyemprotan secara *grouping* dilakukan pada saat 2 kali poros engkol dalam 1 kali penyemprotan.

c. Penyemprotan secara *sequential*

Penyemprotan secara *sequential* yaitu bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar secara terus menerus sesuai dengan *Firing Order* (FO) atau dengan kata lain penyemprotan bahan bakar dengan memperhitungkan kondisi kerja mesin. model ritme penyemprotannya terjadi secara individu pada tiap silinder, penyemprotan terjadi di masing masing silinder setiap 2 putaran poros engkol (720° poros engkol). Tipe ini digunakan pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE

1) Keuntungan:

Penyemprotan secara *Sequential* pembakarannya dapat dikatakan lebih sempurna dibanding dengan penyemprotan secara simultan dan *grouping* karena penyemprotan pada tipe ini bahan bakar langsung disemprotkan kedalam ruang bakar, sehingga tenaga yang dihasilkannya pun akan lebih optimal.

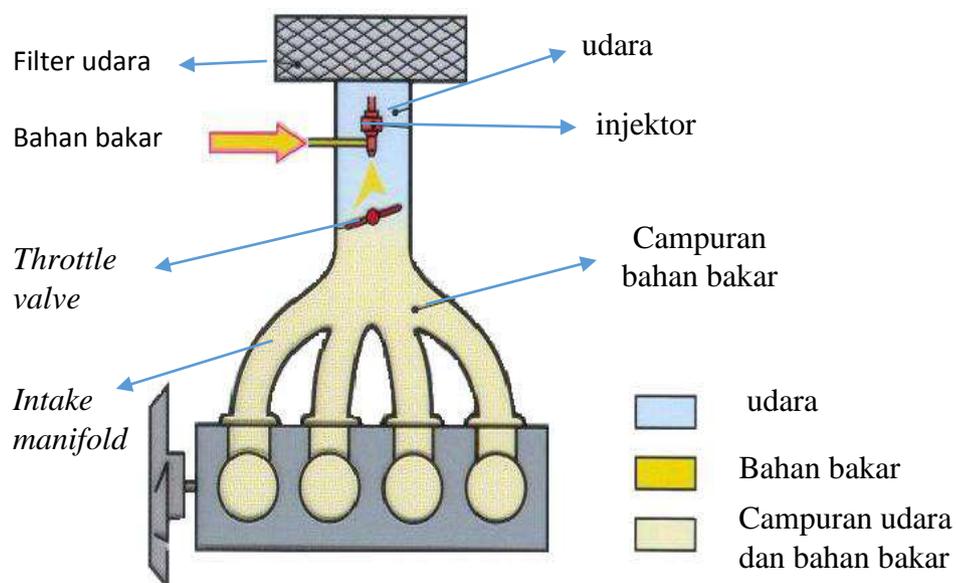
2) Kerugian :

Pada tipe *Sequential* dapat dikatakan hampir tidak memiliki kerugian baik dalam efisiensi bahan bakar ataupun tenaga yang dihasilkan, danalaupun ada kerugiannya tidak terlalu besar.

D.3. Menurut pelayanan penyemprotan bahan bakar

a. Model *single point injection* (SPI)

Pengertian *Single Point Injection* adalah Penyemprotan dilakukan oleh satu injektor, dimana injektor ditempatkan pada *intake manifold* sebelum *throttle valve*. Bahan bakar yang diinjeksikan dihisap masuk setiap kerja mesin tiap silinder. Dengan kata lain satu injektor melayani semua silinder, hal ini tidak jauh dengan sistem bahan bakar konvensional.



Gambar 2.4 Skema penyemprotan *single point injection* (SPI)

1) Keuntungan:

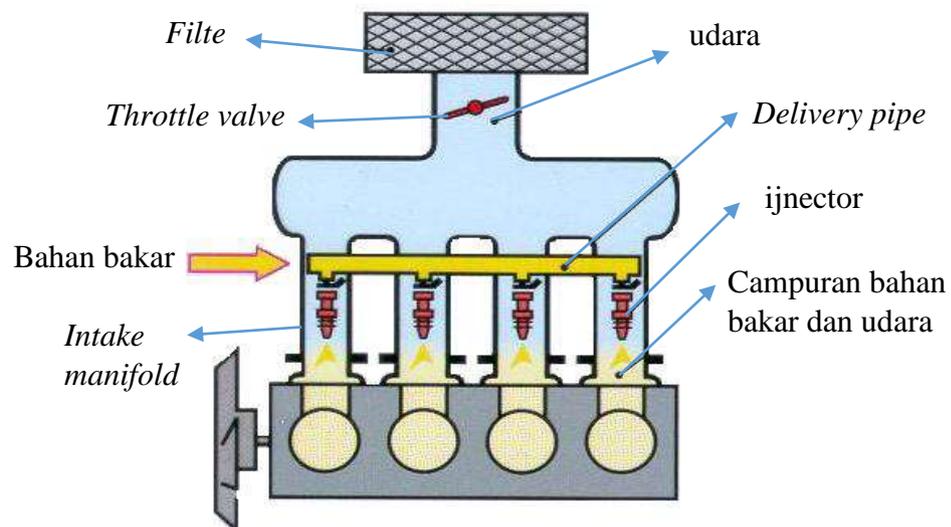
Model SPI injektor yang digunakan untuk melayani masing-masing silinder hanya satu, sehingga jumlah bahan bakar yang disemprotkan akan lebih irit dibandingkan penyemprotan model MPI.

2) Kerugian:

Dilihat dari kapasitas bahan bakar yang disemprotkan pada Model SPI yang hanya memiliki satu injektor dalam proses kerjanya, maka dapat dikatakan volume bahan bakar yang masuk ke ruang bakar terlalu sedikit sehingga tenaga yang dihasilkan kurang optimal.

b. Model *multi point injection* (MPI)

Pengertian *Model Multi Point Injection* adalah penyemprotan dilakukan oleh satu injektor untuk setiap Silinder. Sehingga efisiensi pemasukan bahan bakar tiap silinder lebih baik. Tipe ini digunakan pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE



Gambar 2.5 Skema Penyemprotan *Multi Point Injection*

1) Keuntungan:

Model penyemprotan MPI pembakarannya dapat dikatakan lebih sempurna dibanding dengan model penyemprotan SPI karena penyemprotan pada tipe ini bahan bakar langsung disemprotkan kedalam ruang bakar, sehingga tenaga yang dihasilkannya pun akan lebih optimal.

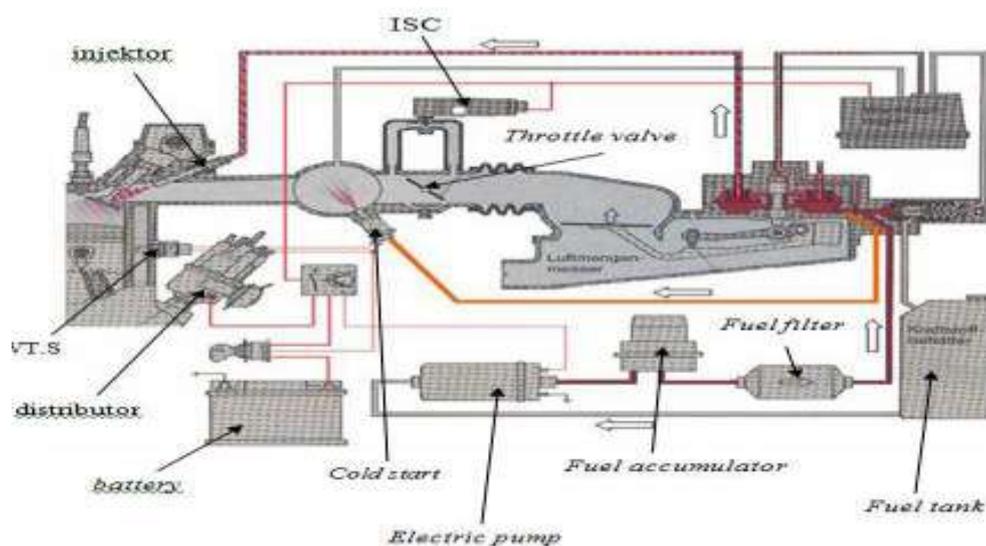
2) Kerugian:

Pada model penyemprotan MPI dapat dikatakan hampir tidak memiliki kerugian baik dalam efisiensi bahan bakar ataupun tenaga yang dihasilkan, dan walaupun ada kerugiannya tidak terlalu besar.

D.4. Menurut konstruksi bahan bakarnya

a. Injeksi mekanis (K-JETRONIC)

Pada sistem injeksi bahan bakar mekanis, bahan bakar yang diinjeksikan terjadi secara mekanis artinya bahwa gerakan *throttle valve* akan mengatur banyaknya udara yang dibutuhkan oleh mesin dan menggerakkan tuas ungkit dan tuas ungkit mendorong tuas pengukur bahan bakar untuk menentukan jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan.



Gambar 2.6 Sistem injeksi mekanis

1) Keuntungan:

a) Dilihat dari cara kerjanya sistem injeksi mekanis memanfaatkan tenaga mekanis di dalam seluruh proses kerjanya, sehingga apabila kondisi baterai kendaraan lemah maka mesin akan tetap bekerja.

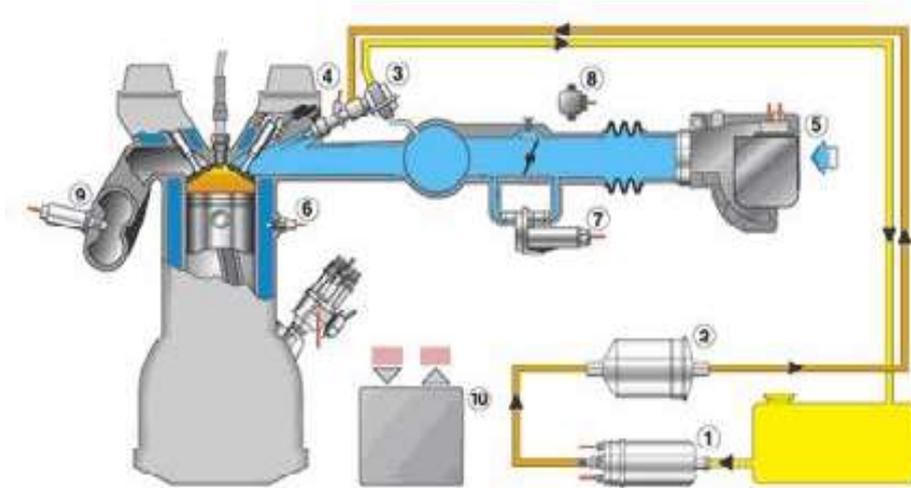
b) Apabila terjadi kerusakan pada salah satu komponen sistem injeksi mekanik dapat dilakukan penggantian perbagian komponen.

2) Kerugian:

Dilihat dari konstruksinya sistem injeksi mekanis terlalu berat sehingga menambah beban kendaraan.

b. Injeksi mekanis elektronik (KE-JETRONIC)

Sistem injeksi bahan bakar jenis mekanis elektronik dilengkapi dengan sistem pengatur elektronik yang disebut dengan *electronic control unit* (ECU). Sistem pengontrolan tersebut terbatas hanya pada saat injeksi sedangkan seberapa banyak bahan bakar harus diinjeksikan akan ditentukan oleh gerakan mekanik dari lengan pengatur campuran bahan bakar (*mixture control unit*).



1. Electric fuel pump.

2. Fuel filter.

6. Thermo-time switch.

7. Auxiliary-air regulator.

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 3. <i>Fuel-pressure regulator.</i> | 8. <i>Throttlr-valev switch.</i> |
| 4. <i>Injector.</i> | 9. <i>Lambda sensor.</i> |
| 5. <i>Air-flow sensor.</i> | 10. ECU. |

Gambar 2.7 Sistem injeksi mekanis elektronik

1) Keuntungan:

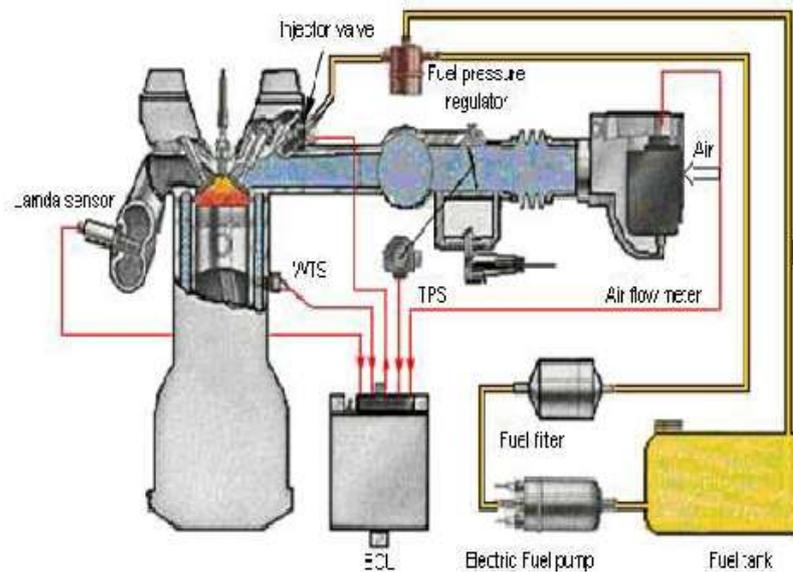
Pada saat mesin bekerja sistem injeksi mekanis elektronik ini memanfaatkan tenaga listrik dan mekanis dimana di dalam penyemprotan bahan bakar oleh injektor menjadi lebih kuat karena memanfaatkan tenaga mekanis yang diperoleh dari putaran mesin, dan penyemprotan oleh injektor tepat pada waktunya karena menggunakan tenaga listrik sehingga lebih cepat dalam memberikan informasi untuk melakukan penyemprotan.

2) Kerugian:

Sistem injeksi mekanis *elektronis* ini memanfaatkan ECU sebagai pengatur saat injeksi bekerja, jadi apabila terdapat kerusakan di dalam ECU yang mengakibatkan injeksi tidak bekerja karena ECU tidak dapat memerintah injektor untuk menginjeksikan bahan bakar ke dalam ruang bakar.

c. Injeksi elektronik (D/L/LH-JERONIC)

Injeksi bahan bakar elektronik merupakan sistem penyuplaian kebutuhan bahan bakar yang sedikit banyaknya dan waktu penyuplaiannya diatur secara *electronic* oleh *engine* ECU. Engine ECU akan mengolah data yang diinformasikan dari sensor-sensor, informasi tersebut akan dijadikan pertimbangan untuk menentukan waktu dan jumlah bahan bakar yang harus diinjeksikan. Tipe ini digunakan pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE.



Gambar 2.8 Sistem injeksi elektronis

1) Keuntungan:

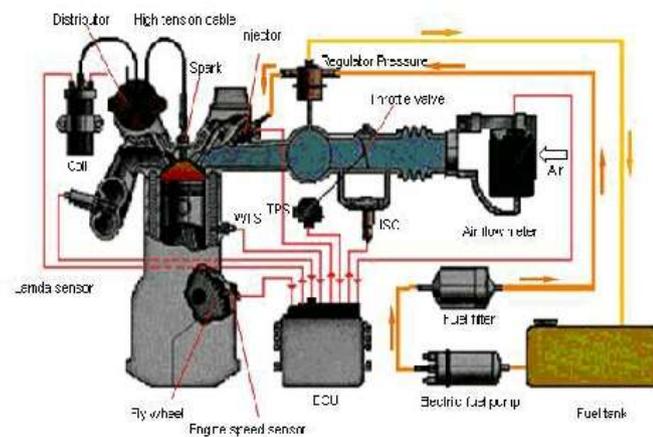
Dilihat dari cara kerjanya sistem injeksi elektronis menggunakan full electric sehingga seluruh kerja dari injektor diatur oleh elektronik yang biasa disebut ECU. ECU memperoleh data dari sensor-sensor yang ada pada mesin dan kemudian diproses oleh ECU, hasil dari proses tadi berupa perintah terhadap masing-masing komponen untuk dapat bekerja. Karena seluruh kerja diatur secara elektronis maka kerja komponen dapat lebih cepat dibanding dengan mekanis.

2) Kerugian:

- a) Apabila terjadi kerusakan pada komponen dalam ECU maka penggantian harus dilakukan seluruhnya atau dapat di katakana penggantian 1 paket.
- b) Apabila baterai mobil dalam kondisi lemah maka akan berpengaruh terhadap kerja mesin. Mesin menjadi kurang stabil, kurang *responsive*, bahkan dapat menyebabkan mesin menjadi mati.

d. Sistem injeksi *Engine Management System* (MOTOTRONIC)

Engine management sistem adalah sistem injeksi bahan bakar elektronis seperti halnya pada sistem injeksi bahan bakar electronis yang lain akan tetapi sistem pengapian diatur dalam 1 unit dengan engine ECU atau dengan kata lain sistem pengapian tidak terpisah dengan engine



Gambar 2.9 Sistem injeksi engine management

1) Keuntungan:

Sistem Injeksi *Engine Management* seluruh kerja mesin diatur oleh ECU, baik dari kelistrikan ataupun sistem bahan bakarnya. Kerja dari mesin ini sendiri akan lebih *responsive* karena sistem informasinya bekerja dengan cepat baik dalam pengaturan pengapian ataupun dalam pengaturan bahan bakar.

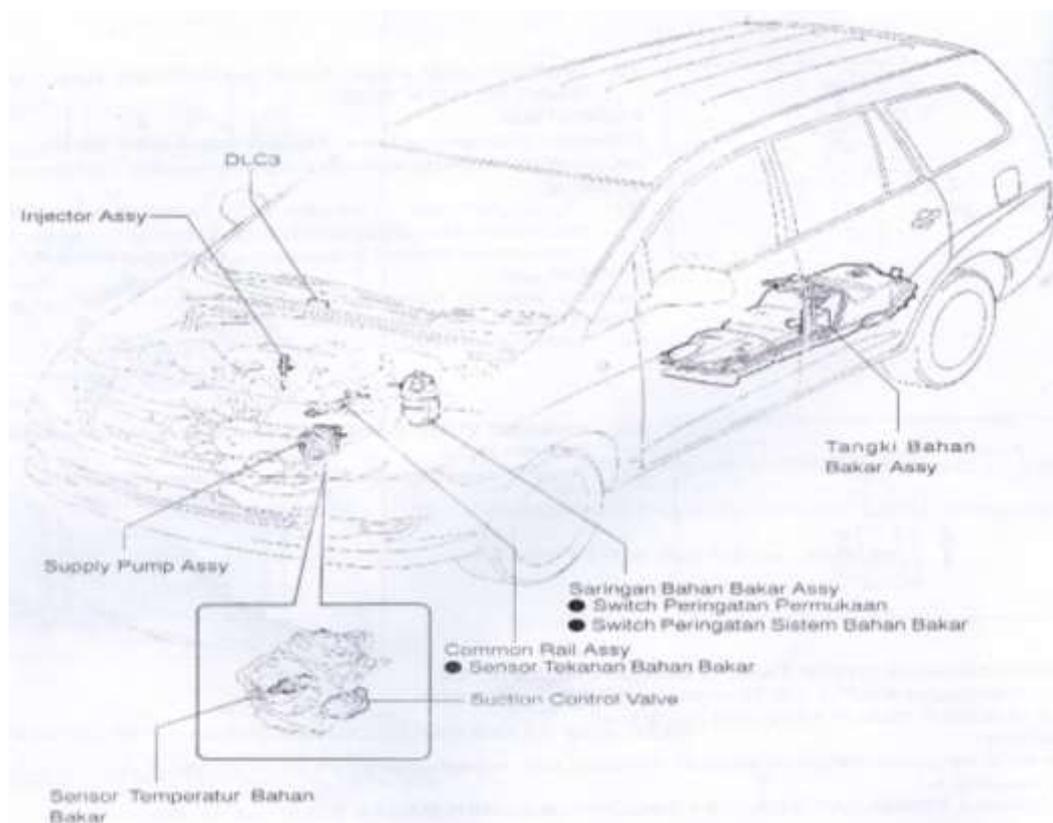
2) Kerugian:

Sistem injeksi *Engine Management* rawan sekali terjadi kerusakan terutama apabila terkena air pada ECU, apabila ECU bermasalah maka seluruh kerja mesin akan terganggu dan sulit untuk diperbaiki, dan apabila akan melakukan perbaikan tidak bisa dilakukan di sembarang bengkel.

Berdasarkan ke-4 jenis penggolongan sistem EFI yang telah dijelaskan di atas, maka dapat ditarik simpulan bahwa mesin menggunakan:

- a). Menurut tempat penyemprotan bahan bakar, mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE menggunakan sistem injeksi langsung.
- b). Menurut ritme penyemprotan bahan bakar, mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE menggunakan penyemprotan secara *sequential*
- c). Menurut pelayanan penyemprotan bahan bakar, mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE menggunakan model *multi point injection* (MPI).
- d). Menurut konstruksi bahan bakar, mesin Toyota Kijang Innova 1TR-FE menggunakan *sistem injeksi elektronis* tipe L-JETRONIC.

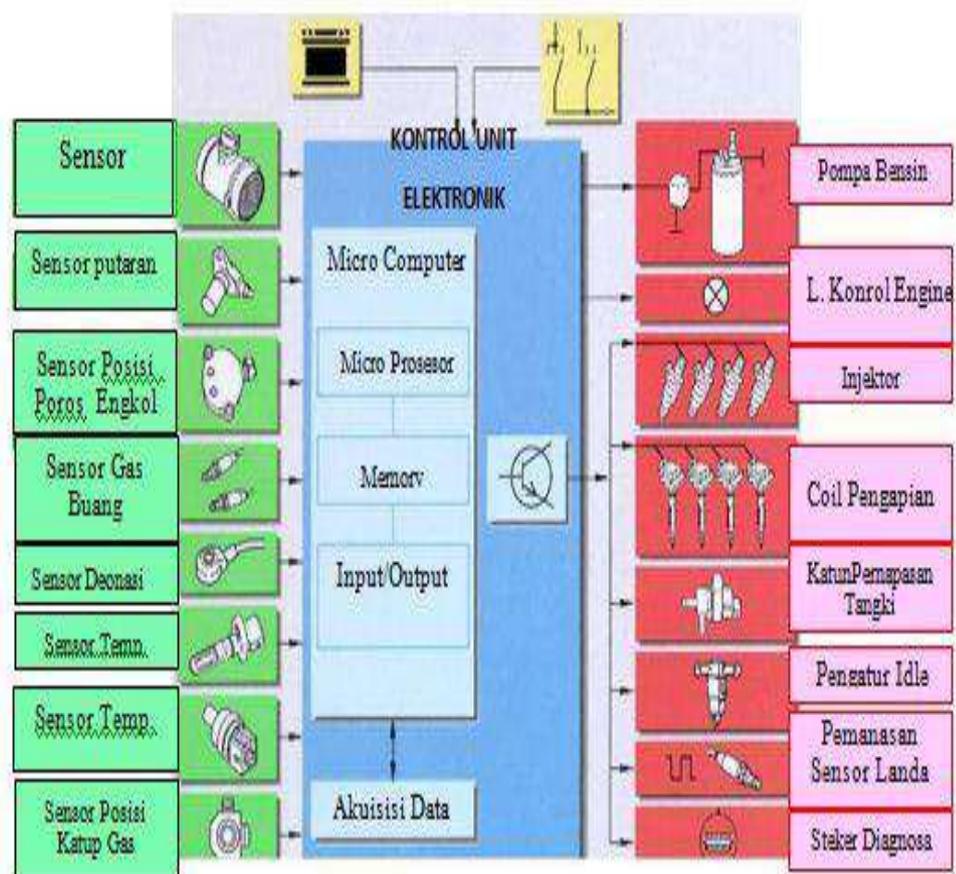
E. Komponen dan Fungsi Komponen Sistem Bahan Bakar



Gambar 2.10 Komponen sistem bahan bakar

E.1. Aliran Bahan Bakar *Elektronik Micro-computer System (EMS)*

Sistem bahan bakar adalah sebuah sistem untuk menyediakan bahan bakar sesuai dengan kebutuhan mesin untuk pembakaran. Bahan bakar mengalir dari tangki dihisap oleh pompa bahan bakar lalu dikirim melalui saringan bahan bakar. Bahan bakar yang dikirim dari *delivery pipe* akan diinjeksikan kedalam *intake manifold* oleh injektor disetiap silinder sesuai dengan sinyal yang diterima oleh ECU. Sinyal yang diterima ECU diperoleh dari sensor-sensor pada setiap kondisi mesin. Komponen sistem bahan bakar EFI diatur oleh *Elektronik Micro computer System (EMS)* sehingga suplai bahan bakar sesuai dengan kebutuhan mesin.

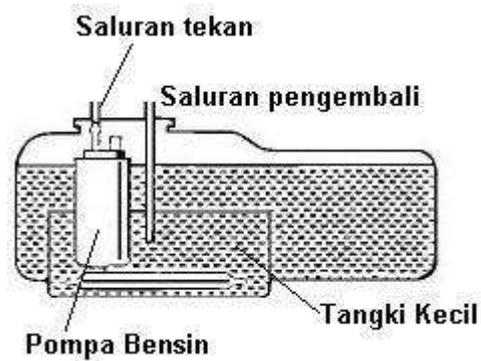


Gambar 2.11. Skema blok EMS

E.2. Sistem pengaliran bahan bakar

a. Tangki bahan bakar (*Fuel Tank*)

Berfungsi untuk menampung bahan bakar.

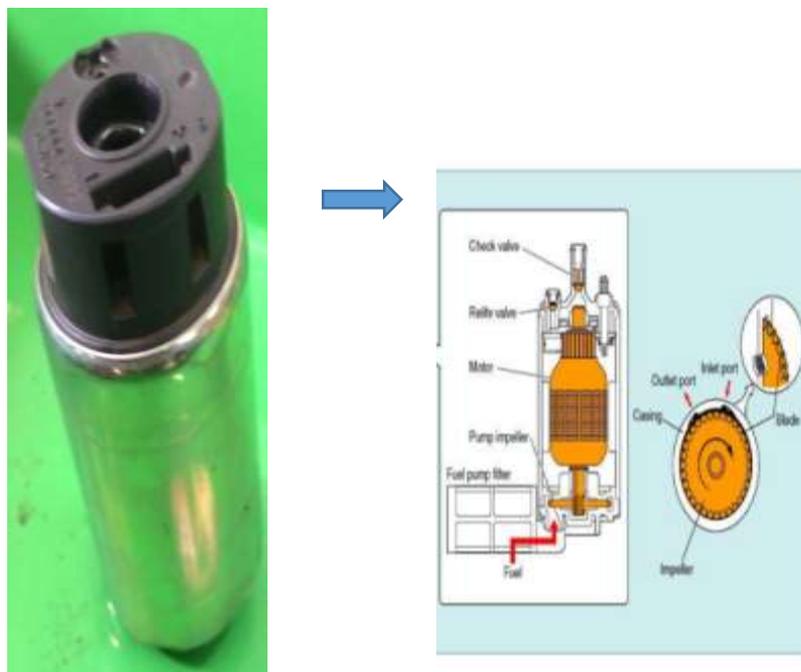


Gambar 2.12 Model tangki dengan pompa bensin berada dalam tangki

b. Pompa bahan bakar *assembly*

1) Pompa bahan bakar (*Fuel Pump*)

Berfungsi Untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan menekannya ke *delivery line* untuk siap diinjeksikan.



Gambar 2.13 Pompa Bahan Bakar

2) Saringan pompa bahan bakar

Berfungsi menyingkirkan debu dan kotoran lain dari bahan bakar sebelum memasuki pompa bahan bakar.

3) Saringan bahan bakar

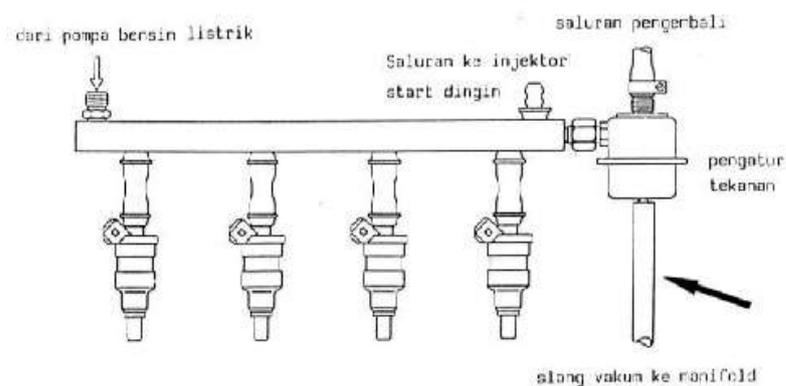
Berfungsi Untuk menyaring kotoran, Jika filter mulai tersumbat, tekanan yang dihasilkan turun dan mesin menjadi susah hidup.



Gambar 2.14 Saringan Pompa Bahan Bakar dan Saringan Bahan Bakar

c. Pipa penyalur bahan bakar (*Delivery Pipe*)

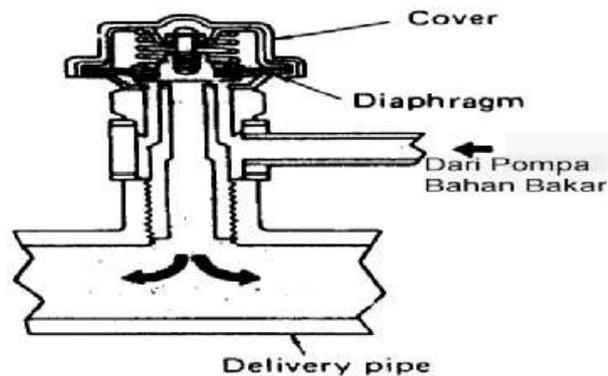
Berfungsi menyalurkan bahan bakar dari saringan bahan bakar menuju ke injektor yang selanjutnya akan disemprotkan ke masing-masing silinder.



Gambar 2.15 *Delivery Pipe*

d. Pulsation damper

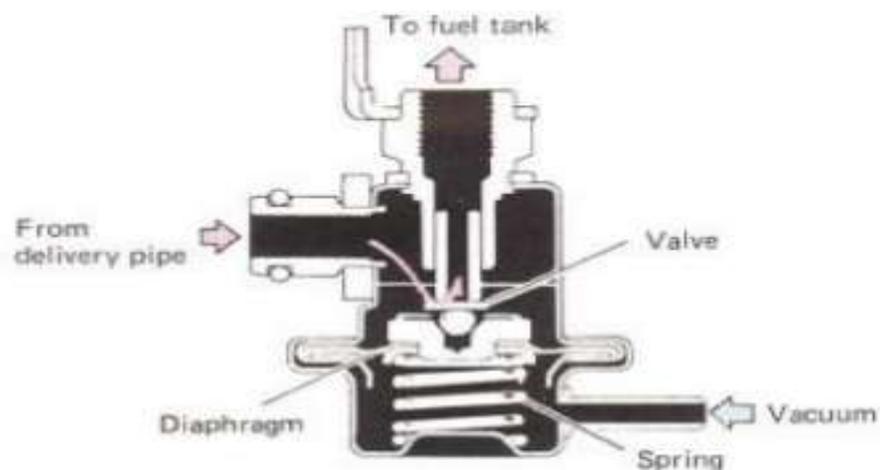
Pulsation damper menggunakan diafragma yang berfungsi untuk menyerap sedikit denyut tekanan bahan bakar yang dihasilkan oleh injeksi bahan bakar dan kompresi pompa bahan bakar.



Gambar 2.16 *Pulsation damper*

e. *Pressure regulator*

Berfungsi untuk mengatur tekanan bahan bakar agar tetap konstan sehingga jumlah bahan bakar yang diinjeksikan selalu tetap walaupun tekanan pada *intake manifold* berubah-ubah.

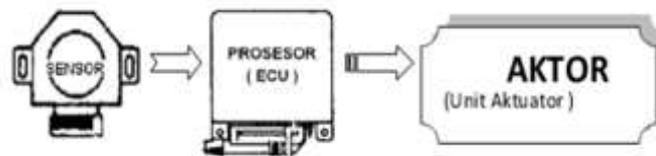


Gambar 2.17 *Konstruksi Pressure Regulator*

E.3. Aktuator

Aktuator merupakan keluaran atau output sistem kontrol elektrolik yaitu yang fungsinya melaksanakan apa yang diperintahkan oleh ECU sebagai komputer yang ada di kendaraan.

(Unit Aktuator)



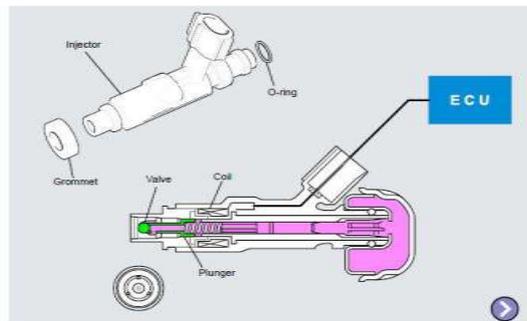
Gambar 2.18 Posisi Dari Sistem Kontrol

Injektor

Berfungsi menerima perintah untuk menginjeksikan banyak sedikitnya bahan bakar, antara lain:

- 1) Jumlah bahan bakar yang di injeksikan tergantung dari lamanya katup jarum dibuka.
- 2) Lamanya katup jarum dibuka berdasarkan lamanya signal yang diberikan oleh ECU.
- 3) Pembukaan katup jarum dilakukan secara *elektromagnetis* (bukan berdasarkan tekanan seperti pada mesin diesel).





Gambar 2.19 Konstruksi Injektor

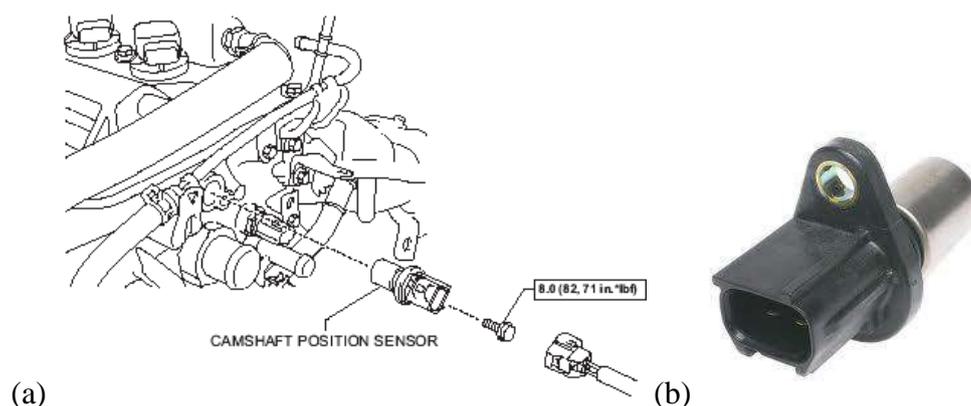
Injektor bekerja berdasarkan *elektromagnetis* yang diatur oleh ECU. Bahan bakar disemprotkan dengan sangat halus. Terkadang tiap injektor dirangkai dengan tahanan luar.

E.4. Sensor-sensor pada Sistem Bahan Bakar

Sensor adalah suatu komponen yang mendeteksi nilai-nilai fisik menjadi nilai listrik, sehingga ECU menerima nilai tersebut sebagai data masukan.

a. *Camshaft Position (CMP) Sensor*

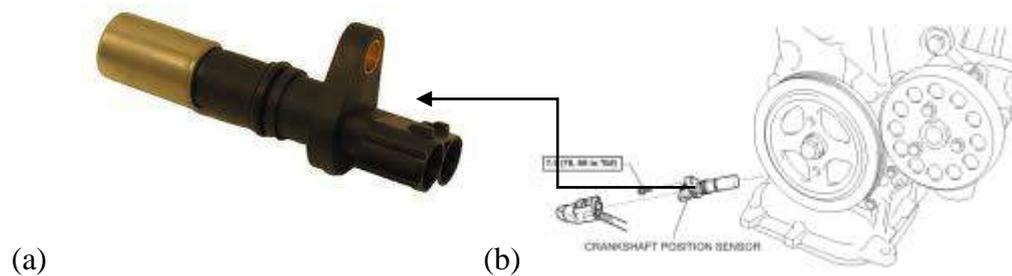
Camshaft Position Sensor Berfungsi mendeteksi posisi piston pada langkah kompresi melalui putaran signal rotor yang diputar langsung camshaft.



Gambar 2.20 Letak *camshaft position sensor* (a) dan *camshaft position sensor* (b)

b. *Crankshaft Position (CKP) Sensor*

Crankshaft Position Sensor Berfungsi mendeteksi putaran mesin *output signal* dari CKP sensor dikirim ke ECM untuk menentukan *basic injection volume*.



Gambar 2.21. *Crankshaft position sensor* (a) dan letak *crankshaft position sensor*(b)

c. *Mass Air Flow* (MAF) Meter

Mass Air Flow Meter berfungsi Menyensor jumlah udara yang masuk.



Gambar 2.22. *Mass air flow meter*

d. *Intake Air Temperature* (IAT) Sensor

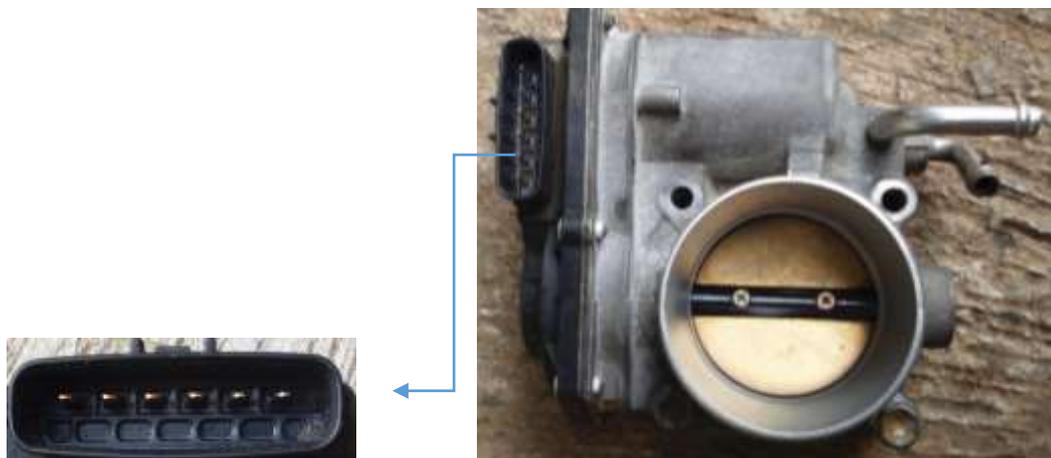
Intake air temperature sensor merubah *engine IAT* ke dalam tegangan dan memasukkan datanya ke ECU, kemudian memperbaiki penyemprotan bahan bakar berdasarkan perintah input signal yang masuk. IAT berfungsi menyensor temperatur udara yang masuk ke air cleaner.



Gambar 2.23. *Intake Air Temperature Sensor*

e. *Throttle Position (TP) Sensor*

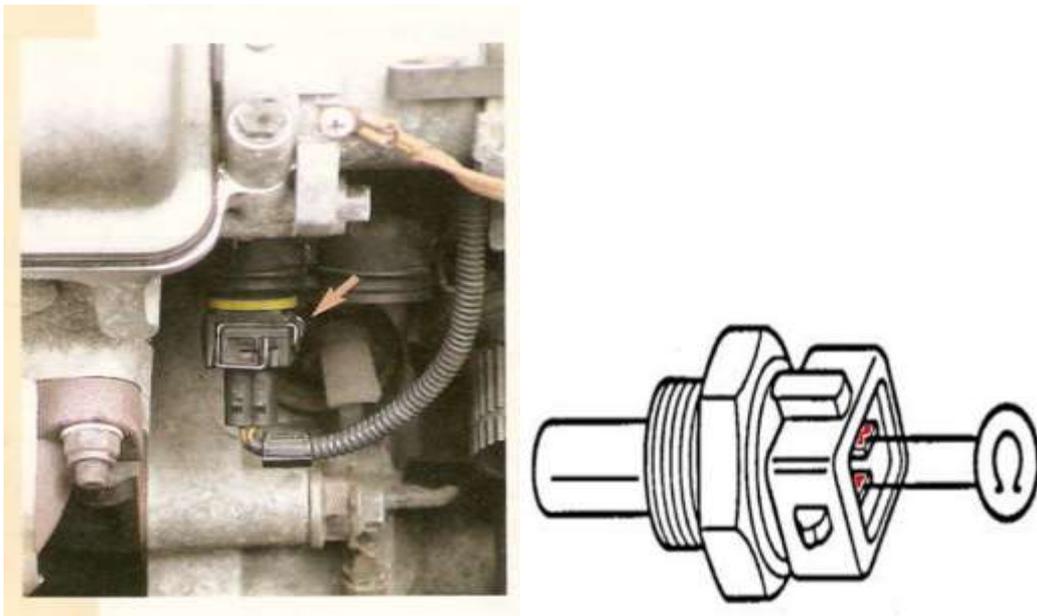
TPS merubah posisi membukanya *throttle* ke dalam tegangan dan memasukkan datanya ke ECU, yang kemudian mengontrol injeksi bahan bakar berdasarkan input signal. TPS berfungsi Menyensor membukanya *throttle valve* dengan menggunakan potensiometer atau dengan elektronik.



Gambar 2.24. *Throttle Position Sensor*

f. *Engine Coolant Temperature (ECT) Sensor*

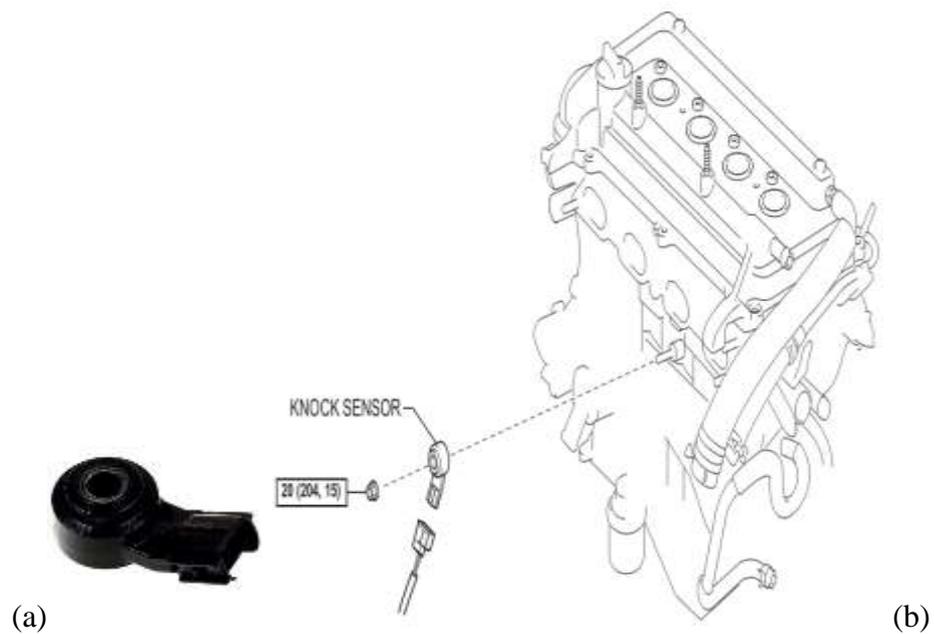
Coolant temperature sensor merubah temperatur pendingin ke dalam suatu tegangan dan memasukkan datanya ke ECU, yang kemudian mengontrol *fuel injection rate* dan *fast idle speed* ketika *engine* dingin, berdasarkan input signal. ECTS berfungsi Menyensor temperatur air pendingin dengan sebuah termistor.



Gambar 2.25. Coolant Temperature Sensor

g. Knock Sensor

Knock sensor terletak di bawah *intake manifold* dan terpasang pada block silinder yang berfungsi untuk mencegah terjadinya *knocking* mesin.



Gambar 2.26. Knock sensor (a) dan letak knock sensor (b)

h. *Heated Oxygen (HO2) Sensor*

Heated Oxygen Sensor berfungsi untuk mendeteksi konsentrasi oksigen pada gas buang kendaraan, menghitung perbandingan udara dan bensin, dan menginformasikannya pada ECM.



Gambar 2.27. *Heated oxygen sensor*

BAB IV

PENUTUP

A. Simpulan

Laporan tugas akhir dari uraian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dapat ditarik simpulan bahwa:

1. Cara kerja sistem bahan bakar mesin Toyota Kijang Innova 1TR.FE yaitu baha/n bakar dari tangki bahan bakar dipompa oleh pompa bahan bakar dengan tekanan tinggi untuk disalurkan ke saringan bahan bakar, kemudian disaring oleh saringan bahan bakar agar kotoran atau partikel-partikel asing yang ada pada bahan bakar tidak ikut terbawa yang nantinya akan masuk ke dalam injektor, kemudian disalurkan oleh pipa penyalur bahan bakar menuju injektor untuk disemprotkan ke masing-masing silinder dengan tekanan yang terlebih dulu akan diatur oleh pressure regulator dan juga pulsation damper, dengan jumlah bahan bakar yang disemprotkan telah diatur sebelumnya oleh Electronic Control Unit (ECU).
2. Gangguan atau kerusakan yang sereing terjadi pada mesin Toyota Kijang Innova 1TR.FE diantaranya mesin mati setelah start, mesin susah start, putaran idle tidak stabil, tersendat waktu akselerasi, tidak ada tenaga, dan putaran naik turun. Gangguan-gangguan tersebut dapat diatasi/ditangani dengan memperbaiki komponen-komponen yang berhubungan dengan gangguan tersebut atau dengan cara menggantinya.

B. Saran

1. Berhati-hati dalam melakukan perbaikan dan pembongkaran, khususnya bagian sensor yang sangat rentan terhadap terjadinya kerusakan.
2. Hendaknya melakukan perawatan sistem bahan bakar secara berkala. Hal ini bertujuan untuk mencegah kerusakan yang terjadi pada sistem bahan bakar sehingga kerusakan dapat diminimalisir, serta nantinya sistem bahan bakar dapat bekerja dengan optimal. Dalam pemasangan ECU harus teliti dan harus dapat mengetahui bagianbagian terminal *port* yang menuju ke masing-masing sensor, agar tidak terjadi kesalahan pembacaan sensor dan kerusakan fatal pada ECU.

DATAR PUSTAKA

Gilles Tim,2012, Automotive Service Inspection Maintenance Repair,cengage
learing Delmar.

HUS.2003.Ototronik.malang.PPPPTK VEDC Malang.

HUS.2006.Ototronik.Malan:PPPPTK VEDC Malang.

Manual Book Kijang Innova,2005, Toyota

Robert Bosch GmbH.1985.Electronicall Controlled Gasoline Fuel Injected system
with Lambda closed loop control KE-Jetronik

Ruswid. 2008. Electronic Fuel Injection EFI Sirampog: SMK ALHIKMAH
SERAMPOG.

LAMPIRAN



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 Nomor : 636 /FT - UNNES/2015

Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SEMESTER GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

Menimbang : Bahwa untuk memper lancar mahasiswa Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang membuat Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :

1. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78);
2. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Diploma III UNNES;
3. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
4. SK Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor. 352/P/2011, tanggal 24 Oktober 2011 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Memperhatikan : Usul Ketua Jurusan Teknik Mesin/Prodi Teknik Mesin DIII Tanggal 11 Juni 2015

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada :

1. Nama	: Dr. Karnowo
NIP	: 197705062005011001
Pangkat/Golongan	: Penata, III/c
Jabatan Akademik	: Lektor
Sebagai Pembimbing	

Untuk membimbing mahasiswa penyusun Tugas Akhir :

Nama	: Niko Setiawan
NIM	: 5211312038
Prodi	: D3 Teknik Mesin
Judul	: Identifikasi dan Troubleshooting Sistem Bahan Bakar

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
 PADA TANGGAL : 22 Juni 2015
 DEKAN



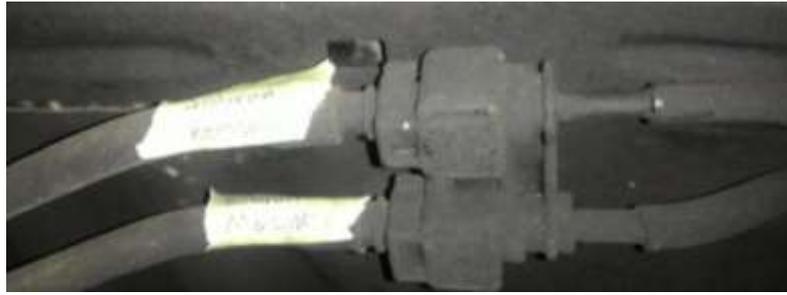
Dr. H. Muhammad Harlanu, M.Pd.
 NIP. 1968021511021001

Tembusan :

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Dosen Pembimbing



Gambar 1. Lampiran surat tugas dosen pembimbing.



GAMBAR 2. Selang bahan bakar



GAMBAR 3. Pengetesan penyemprotan bahan bakar



GAMBAR 4. Alat Scan



GAMBAR 5. Tes tekanan injektor

 FT UNNES	FORMULIR	No. Dokumen	FM-02-AKD-20
	SURAT TUGAS PANITIA UJIAN	No. Revisi	01
		Tanggal Berlaku	01 September 2010
		Halaman	1 dari 1

No. : /UN37.1.5/DT/2015
Lamp. : -
Hal : Surat Tugas Panitia Ujian Tugas Akhir

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Diploma Fakultas Teknik Unnes untuk Jurusan Teknik Mesin adalah sebagai berikut:

I. **Susunan Panitia Ujian:**

a. Ketua	Dr. Samsudin Anis, M.T.
b. Sekretaris	Widi Widayat S.T., M.T.
c. Pembimbing	Dr. Karnowo
d. Penguji	1. Drs. Masugino, M.Pd 2. Dr. Karnowo

II. **Calon yang diuji**

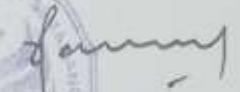
No	Nama	NIM/ Jurusan/ Program Studi	Judul
1.	Niko Setiawan	5211312038/ Teknik Mesin/ Teknik Mesin D3	Identifikasi dan Troubleshooting Sistem Bahan Bakar Kijang innova 1TR-FE

III. **Waktu dan Tempat Ujian**

Hari/Tanggal	Kamis, 27 Agustus 2015
Jam	11:00 WIB
Tempat	Gedung EP 113 (Ruang Ujian)
Pakaian	Hitam putih berjaket almamater

Demikian surat tugas ini kami buat untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya

Semarang, 20 Agustus 2015
Dekan



 Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd
 NIP. 195502151991021001

Tembusan :

1. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
2. Calon yang diuji

Gambar 6 . Lampiran Surat Tugas Dosen Penguji