

**ANALISIS ELEKTRONIK *FUEL INJECTION* ( EFI )  
PADA TOYOTA GREAT COROLLA  
TIPE 4A-FE**

**TUGAS AKHIR**



Oleh:

**RAHMA AFIYANTO**

**(20133020010)**

**PROGRAM STUDI D3  
TEKNIK MESIN OTOMOTIF DAN MANUFAKTUR  
POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2016**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS ELEKTRONIK *FUEL INJECTION* ( EFI )**  
**PADA TOYOTA GREAT COROLLA**  
**TIPE 4A-FE**

Diajukan kepada Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta untuk Memenuhi  
Sebagian Persyaratan guna Memperoleh Gelar Ahli Madya D3 Program Studi  
Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur



Oleh:

**RAHMA AFIYANTO**

**(20133020010)**

**PROGRAM STUDI D3**  
**TEKNIK MESIN OTOMOTIF DAN MANUFAKTUR**  
**POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS ELEKTRONIK FUEL INJECTION (EFI)**  
**PADA TOYOTA GREAT COROLLA**  
**TIPE 4A-FE**

**Dipersiapkan dan disusun oleh :**

**Rahma Afianto**

**20133020010**

Telah disetujui pada tanggal 21 April 2016  
Untuk di pertahankan di Depan Dewan Penguji Tugas Akhir  
Program Studi D3 Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur  
Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Yogyakarta, 21 April 2016

Disetujui oleh,

Ketua Program Studi

Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur



Andika Wisnujati, S.T., M.Eng

NIK. 19830812201210 183 001

Dosen Pembimbing Utama



Mirza Yusuf, S.Pd.T., M.T.

NIK. 19861014201604 183 013

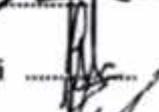
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS ELEKTRONIK FUEL INJECTION (EFI)**  
**PADA TOYOTA GREAT COROLLA**  
**TIPE 4A-FE**

Disusun Oleh :

**Rahma Afianto**  
**20133020010**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi  
Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta  
Pada Tanggal 03 Mei 2016 dan Dinyatakan Memenuhi Syarat guna Memperoleh  
Gelar Ahli Madya D3

**DEWAN PENGUJI**

<b>Nama Lengkap dan Gelar</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Tanda Tangan</b>
1. Mirza Yusuf, S.Pd.T., M.T.	Ketua Dewan Penguji	
2. Andika Wisnujati, S.T., M.Eng	Anggota Dewan Penguji	
3. Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T	Penguji Utama	

Yogyakarta, 03 Mei 2016

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN OTOMOTIF DAN MANUFAKTUR**  
**POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**



**DIREKTUR**  
  
**Adji Sukanta, S.T., M.T**  
NIK. 19830812201210 183 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rahma Afianto

NIM : 20133020010

Jurusan : Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur

Judul : Analisis Elektronik *Fuel Injection* (EFI) Pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Yogyakarta, 21 April 2016

Yang menyatakan



Rahma Afianto

20133020010

## **MOTTO**

*“Dengan semangat, kamu pasti bisa. Bersemangatlah dengan hati. Supaya semangat—mu tetap dijalan kebenaran.” (Rahma Afiyanto)*

*“Jangan hilang keyakinan, tetap berdoa dan mencoba”*

*“Ilmu yang bermanfaat adalah ilmu yang dibagikan untuk kemaslahatan orang banyak.”*

*“Hidup adalah pelajaran tentang kerendahan hati.”*

*“Kegagalan dan kesalahan mengajari kita untuk mengambil pelajaran dan menjadi lebih baik.”*

*“Lakukan yang terbaik karna Allah, Sehingga kamu akan menjadi yang terbaik.”*

*“Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya, dan usaha yang disertai dengan doa, karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa berusaha.”*

*“Semua yang tidak mungkin, akan menjadi mungkin bagi orang yang percaya.”*

*“Jawaban sebuah kesuksesan adalah terus belajar dan tak kenal putus asa.”*

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

### **Yang Utama Dari Segalanya...**

*Sembah sujud serta puji syukur kepada Allah SWT.  
Taburan cinta dan kasih sayang—Mu telah memberikanku  
kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta  
memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta  
kemudahan yang Engkau berikan akhirnya karya berupa  
tugas akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan.  
Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan  
Rasullah Muhammad SAW.*

*Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang  
sangat kukasihi dan kusayangi.*

### **My Father and My Mother**

*Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang  
tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada  
Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala  
dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang  
tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar  
kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan.  
Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan  
Ayah bahagia karna kusadar, selama ini belum bisa  
berbuat yang lebih. Untuk Ibu dan Ayah yang selalu  
membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih  
sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi  
lebih baik,*

*Terima Kasih Ibu... Terima Kasih Ayah...*

### ***My Brother***

*Untuk adikku tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama, walaupun sering bertengkar tapi hal itu selalu menjadi warna yang tak akan bisa tergantikan, terima kasih atas doa dan bantuan selama ini, hanya karya kecil ini yang dapat aku persembahkan. Maaf belum bisa menjadi panutan seutuhnya, tapi aku akan selalu menjadi yang terbaik untuk semua...*

### ***Dosen Pembimbing Tugas Akhirku..***

*Bapak Mirza Yusuf, S.Pd.T., M.T. dan Bapak Budi Santoso Wibowo, S.Pd.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terima kasih banyak pak..., saya sudah dibantu selama ini, sudah dinasehati, sudah diajari, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari bapak...*

### ***Dosen Fovoritku***

*Terima kasih banyak Bapak Joni Kasmara, S.T atas suport motivasi & Wibawa Bpk.., bapak adalah dosen favorit saya..*

### ***Seluruh Dosen Pengajar di Fakultas Program Vokasi Teknik Mesin Otomotif & Manufaktur UMY:***

*Terima kasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yg sangat berarti yang telah kalian berikan kepada kami...*

*Rahma Afiyanto*

**Analisis Elektronik *Fuel Injection* (EFI)  
Pada Toyota Great Corolla  
Tipe 4A-FE**

Abstrak

Rahma Afianto  
20133020010

Tujuan dari analisis tugas akhir ini adalah 1) Dapat mempelajari prinsip kerja pada sistem kontrol D-EFI. 2) Dapat mengetahui cara mendeteksi jika terdapat kerusakan atau masalah pada sistem EFI. 3) Dapat menganalisa kinerja mesin EFI sebelum dan setelah dilakukan pemeriksaan. Metode perakitan *engine stand* ini meliputi: konsep, mempersiapkan alat dan bahan, memotong material, menyambung material rangka, memasang dudukan roda, merapikan rangka, proses pendempulan dan pengecatan, pemasangan *engine stand*, perakitan kelistrikan mesin dan kelistrikan EFI, kemudian pengujian dan pengambilan data serta mengolah data dari proses pengujian.

Hasil pembahasan meliputi: 1) Menganalisa proses kerja sistem EFI (Elektronik *Fuel Injection*) berdasarkan perubahan kondisi kerja mesin. 2) Melakukan pengujian lama konsumsi bahan bakar bensin sebanyak 1000cc sebelum di *overhaul* dan di *tune-up* dengan beban maupun tanpa beban AC (*Air Conditioner*). 3) Melakukan pemeriksaan lampu *check engine*. 4) Melakukan proses servis ringan atau *tune-up* pada sistem EFI. 5) Melakukan kembali pengujian lama konsumsi bahan bakar bensin sebanyak 1000cc sesudah di *overhaul* dan di *tune-up* dengan beban maupun tanpa beban AC (*Air Conditioner*). 6) Perhitungan efisiensi konsumsi bahan bakar bensin sebelum maupun sesudah di *overhaul* dan di *tune-up*, pertama untuk konsumsi bahan bakar bensin tanpa beban AC (*Air Conditioner*) hidup ada perubahan menjadi hemat 19,8 %, kedua konsumsi bahan bakar bensin dengan beban AC (*Air Conditioner*) hidup ada perubahan menjadi hemat 19,2 %

Selama dari pengujian dan pemeriksaan *tune-up* sistem EFI didapatkan kerusakan pada sensor WTS(*Water temperature Sensor*) dan sensor TPS(*Throttle Position Sensor*), sehingga menimbulkan putaran mesin yang tidak stabil, tetapi setelah dilakukan pengantian kedua sensor tersebut putaran menjadi normal dan stabil dengan putaran bisa di setel pada putaran idle yaitu pada putaran 800 rpm.

Kata Kunci : Sistem kontrol D-EFI, *Check Engine*, *Tune-Up*, Efisiensi.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan hasil Tugas Akhir Analisis Elektronik *Fuel Injection* ( EFI ) Pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat utama bagi kami untuk dapat melanjutkan study menuju jenjang yang berikutnya ataupun sebagai syarat Kelulusan bidang Studi Diploma 3 (DII). Laporan ini adalah hasil akhir dari Tugas Akhir kami selama beberapa bulan mengerjakan Tugas Akhir di Lab Program Vokasi Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Isi yang tercantum dalam laporan ini mencakup semua kegiatan pengerjaan Tugas Akhir baik perakitan, pengambilan data dan Pengolahan Data. Uraian lebih jelas ada pada bagian pembahasan laporan Tugas Akhir ini. Intisari dari laporan ini adalah tentang Pengerjaan Tugas Akhir dari proses perakitan sampai proses pengolahan data.

Selama kami melaksanakan Tugas Akhir sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir ini, kami banyak mendapat bantuan, bimbingan dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karenanya kami ingin mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Bambang Cipto, M.A selaku Rektor di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Sukamta., S.T, M.T selaku Direktur di Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Andika Wisnujati, S.T., M.Eng. selaku Ketua di Jurusan Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Mirza Yusuf, S.Pd.T., M.T. selaku pembimbing Pengerjaan Tugas Akhir.

5. Bapak Budi Santoso Wibowo, S.Pd.T. dan Bapak Teguh Hariyadi S.Pd.T. selaku dosen dan korlap lab Teknik Mesin Otomotif.
6. Keluarga tercinta yang selalu sabar dalam mendidik dan menyemangati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan seperjuanganku, tetap semangat dalam menggapai masa depan yang lebih baik.
8. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu semoga Allah membalas kebaikan kalian semua.

Kami berharap buku laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi Mahasiswa Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta khususnya dan para pembaca dalam meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan di bidang otomotif, serta sebagai referensi dalam penyusunan laporan tugas akhir selanjutnya.

Kami menyadari bahwa buku laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangannya, oleh karenanya kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Sehubungan dengan hal tersebut kami mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 21 April 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
<i>MOTTO</i> .....	v
<i>LEMBAR PERSEMBAHAN</i> .....	vii
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Dasar Sistem EFI (Elektronik <i>Fuel Injection</i> ) .....	7
2.1.1 Pengertian EFI .....	7
2.1.2 Susunan Dasar EFI .....	8

2.2 Bagian Sistem EFI (Elektronik <i>Fuel Injection</i> ) .....	8
2.2.1 Penggolongan EFI Berdasarkan Pengukuran Udara Masuk .....	10
2.2.2 Penggolongan EFI Menurut Penyemprotan Bahan Bakar .....	11
2.2.3 Penggolongan EFI Menurut Jumlah Injektor .....	12
2.3 Komponen Utama Sistem EFI (Elektronik <i>Fuel Injection</i> ) .....	22
2.3.1 Komponen Sistem Kontrol Elektronik Great Corolla .....	22
2.3.2 Komponen Sistem Bahan Bakar Great Corolla .....	28
2.3.3 Komponen Sistem Induksi Udara Great Corolla .....	31
2.4 <i>Trouble Shooting</i> .....	32
2.4.1 Prosedur Melakukan <i>Troubleshooting</i> .....	34
2.4.2 Sistem Diagnosis <i>Troubleshooting</i> .....	35
2.4.3 Pemeriksaan lampu Peringatan .....	36
2.4.3.1 <i>Diagnosis Code Output (Normal Mode)</i> .....	38
2.4.3.2 <i>Diagnosis Code Output (Test Mode)</i> .....	41
2.4.4 Penghapusan <i>Diagnostic Code</i> .....	42

### BAB III Metode Perancangan

3.1 Alat dan Bahan .....	43
3.1.1 Alat .....	43
3.1.2 Bahan .....	45
3.2 Konsep Perancangan	
3.2.1 Tempat .....	46
3.2.2 Skema Alur Proses Perakitan.....	47
3.3 Konsep EFI .....	48
3.4 Dasar EFI .....	48
3.4.1 Sejarah Singkat Sistem Bahan Bakar .....	49
3.4.2 Perbandingan Campuran Bahan Bakar Dan Udara.....	51
3.5 Kerja Sensor Utama Untuk Mendapatkan Lama Injeksi.....	53

### BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Cara Kerja Sistem EFI Berdasarkan Kondisi Kerja Mesin .....	55
4.2 Data Awal Sebelum Di Overhoul Mesin Dan Di Tune-Up .....	55

4.2.1 Memeriksa Lama Konsumsi Bahan Bakar .....	58
4.3 Melakukan Servis Ringan Atau Tune-Up Sistem EFI .....	87
4.4 Data Setelah Di Overhoul Mesin Dan Di Tune-Up .....	89
4.5 Perhitungan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar.....	90

## BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan .....	92
5.2 Saran.....	93

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Dasar Sistem EFI ( <i>New Step 1</i> , 1997, 3-71) .....	8
Gambar 2.2 Tipe Sistem D-EFI ( <i>New Step 1</i> , 1997, 3-69) .....	9
Gambar 2.3 Tipe Sistem L-EFI ( <i>New Step 1</i> , 1997, 3-70) .....	10
Gambar 2.4 Penyemprotan Simultan Injection (Modul EFI, Ruswid, 2008, 18)..	10
Gambar 2.5 Penyemprotan Grouping (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 19).....	11
Gambar 2.6 <i>Single Point Injection</i> (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 20) .....	11
Gambar 2.7 <i>Multy Point Injection</i> (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 21) .....	12
Gambar 2.8 Sistem Kontrol Elektronik ( <i>Manual Service Great Corolla</i> , 146) ....	13
Gambar 2.9 Skema kerja ECU (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 9) .....	14
Gambar 2.10 DLC (Modul 4 <i>Electronic Fuel Injection</i> EFI, Ruswid, 2008, 10) .	15
Gambar 2.11 <i>Pressure</i> sensor (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 11).....	16
Gambar 2.12 Kerja MAP sensor (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 338).....	17
Gambar 2.13 HubMAP sensor dengan ECU (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 338)	17
Gambar 2.14 <i>Throttle Position Sensor</i> ( <i>Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 55) .....	18
Gambar 2.15 Tegangan TPS (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 12).....	18
Gambar 2.16 ISC dengan katup selenoid (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 13) .....	19
Gambar 2.17 WTS ( <i>Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 56).....	20
Gambar 2.18 Pengukuran IATS ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 57) .....	21
Gambar 2.19 Hub. IATS dengan ECU ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 57)....	21
Gambar 2.20 Sensor Gas Buang ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 60).....	22
Gambar 2.21 Komponen Sistem Bahan Bakar ( <i>New Step 1</i> , 1997, 3-72) .....	23
Gambar 2.22 Tangki & Pompa <i>In Tank</i> (Modul 4 EFI, Ruswid, 2008, 348) .....	24
Gambar 2.23 Kerja Pompa Pada EFI ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 26) .....	25
Gambar 2.24 Pompa Bensin <i>In Tank</i> ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 24).....	25
Gambar 2.25 Saringan Bahan Bakar ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 28) .....	26
Gambar 2.26 Regulator Tekanan ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 29).....	27
Gambar 2.27 Bagian Injektor ( <i>Manual Step 2 Vol. 5 EFI</i> , 1992, 29) .....	27
Gambar 2.28 Sistem Induksi Udara ( <i>Manual Service G Corolla 4A-FE</i> , 144)....	28
Gambar 2.29 <i>Air Cleaner</i> ( <i>Manual Service G Corolla Mesin 4A-FE</i> , 144) .....	29
Gambar 2.30 <i>Throttle Body</i> ( <i>Manual Service G Corolla Mesin 4A-FE</i> , 251) .....	30

Gambar 2.31 Katup Udara ( <i>Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 52</i> ).....	30
Gambar 2.32 <i>Air Chamber</i> dan <i>Intake Manifold</i> (Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 54)...	31
Gambar 2.33 Prosedur <i>Troubleshooting</i> . (Pedoman Mesin 5A-FE, 2000, N-13).	34
Gambar 2.34 Lampu <i>Check Engine</i> . (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 155).....	36
Gambar 2.35 Kunci posisi ON (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 156) .....	36
Gambar 2.35 <i>Check Connector</i> (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 156) .....	36
Gambar 2.36 Kedipan <i>Check Engine</i> (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 156) ....	37
Gambar 2.37 Kedipan Lampu Normal (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 157) ..	37
Gambar 2.38 Penunjukan Kode (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 157).....	38
Gambar 2.39 Melepas SST (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 157).....	38
Gambar 2.40 Memasang SST (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 158).....	39
Gambar 2.41 Kunci Kontak ON (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 158).....	40
Gambar 2.42 Kedipan Lampu Normal (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 158) ..	40
Gambar 2.43 Melepas SST (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 159).....	42
Gambar 2.44 Melepas sekering EFI (Manual G Corolla Mesin 4A-FE, 160).....	42
Gambar 3.1 Skema Proses Perakitan .....	47
Gambar 3.2 Perbandingan Udara Dan Bahan Bakar (New Step 1, 1997, 3-70)...	50
Gambar 3.3 Kerja sensor untuk lama injeksi (Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 285-19) .	51
Gambar 4.1 Mentakar Bensin Per 500 Cc.....	56
Gambar 4.2 Mentakar Bensin Sampai 3000 cc .....	56
Gambar 4.3 Konsumsi bensin tanpa beban sebelum di overhoul & di tune-up....	57
Gambar 4.4 Pemberian beban mesin drngan menghidupkan AC .....	58
Gambar 4.5 Konsumsi bensin dengan beban sebelum di overhoul & di tune-up .	58
Gambar 4.6 Memeriksa tegangan antar terminal pada konektor ECU .....	59
Gambar 4.7 Memutar kunci kontak ke posisi ON .....	61
Gambar 4.8 Menghubungkan terminal TE1 dan E1 Check Connector .....	61
Gambar 4.9 Kedipan Lampu Check Engine .....	61
Gambar 4.10 Rangkaian pompa bensin .....	62
Gambar 4.11 Menghubungkan SST pada check connector .....	62
Gambar 4.12 Memposisikan kunci kontak ON.....	62
Gambar 4.13 Memeriksa tekanan didalam slang dengan suara aliran bensin.....	63
Gambar 4.14 Menghubungkan SST pada check connector .....	63

Gambar 4.15 Memutar kunci kontak ke posisi ON .....	64
Gambar 4.16 Mengukur tekanan bensin dengan alat pressure gauge .....	64
Gambar 4.17 Melepas SST pada check connector .....	64
Gambar 4.18 Melepas selang vacuum dari intake chamber .....	65
Gambar 4.19 Memasang kembali selang <i>vacum</i> .....	65
Gambar 4.20 Memeriksa tahanan antar terminal .....	66
Gambar 4.21 Rangkaian injektor .....	66
Gambar 4.22 Memeriksa tahanan injektor .....	67
Gambar 4.23 Memeriksa kerja injektor .....	68
Gambar 4.24 Memeriksa volume penginjeksian .....	69
Gambar 4.25 Memeriksa kebocoran injektor .....	69
Gambar 4.26 Membersihkan throttle <i>body</i> .....	70
Gambar 4.27 Memeriksa throttle <i>body</i> .....	70
Gambar 4.28 Rangkaian throttle position sensor .....	71
Gambar 4.29 Memeriksa tahanan setiap terminal Throttle position sensor .....	71
Gambar 4.30 Menyetel throttle <i>position</i> sensor .....	72
Gambar 4.31 Memutar sensor searah jarum jam .....	73
Gambar 4.32 Rangkaian ISC Valve .....	73
Gambar 4.33 Memeriksa tahanan ISC Valve .....	74
Gambar 4.34 Memeriksa kerja ISC <i>valve</i> antara terminal +B dan RSC .....	74
Gambar 4.35 Memeriksa kerja ISC <i>valve</i> antara terminal +B dan RSO .....	75
Gambar 4.36 Rangkaian WTS sensor .....	75
Gambar 4.37 Memeriksa tahanan WTS sensor .....	76
Gambar 4.38 Rangkaian IATS sensor .....	77
Gambar 4.39 Memeriksa tahanan IATS sensor .....	77
Gambar 4.40 Rangkaian MAP Sensor .....	78
Gambar 4.41 Melepas konektor MAP sensor .....	78
Gambar 4.42 Mengukur tegangan pada konektor MAP sensor .....	79
Gambar 4.43 Rangkaian A/C Idle – Up valve .....	79
Gambar 4.44 Memeriksa hubungan terbuka <i>idle – up</i> .....	80
Gambar 4.45 Memeriksa hubungan masa <i>idle – up</i> .....	80
Gambar 4.46 Memeriksa kerja idle – up valve .....	81

Gambar 4.47 Rangkaian VSV (Air Control Valve).....	81
Gambar 4.48 Memeriksa VSV hubungan terbuka antar terminal.....	82
Gambar 4.49 Memeriksa VSV terhadap hubungan masa .....	82
Gambar 4.50 Memeriksa kerja VSV tanpa baterai .....	83
Gambar 4.51 Memeriksa kerja VSV dengan baterai .....	83
Gambar 4.52 Rangkaian Oxygen sensor.....	84
Gambar 4.53 Memeriksa tegangan feedback oxygen sensor.....	84
Gambar 4.54 Memutar kunci kontak ke posisi ON .....	85
Gambar 5.55 Check Connector .....	86
Gambar 4.56 Kedipan Lampu Check Engine .....	86
Gambar 4.57 Menyetel Putaran Idle .....	86
Gambar 4.58 Konsumsi Bensin tanpa beban setelah di overhaul & di tune-up ...	88
Gambar 4.59 Konsumsi Bensin dengan beban setelah di overhaul & di tune-up.	89

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.1 Alat.....	43
Tabel 3.1.2 Bahan .....	45
Tabel 3.4.2 Perbandingan Bahan Bakar dan Udara Sesuai Kondisi Kerja .....	51
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan tegangan konektor ECU .....	60
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan tahanan TPS sensor .....	72
Tabel 4.3 Hasil perhitungan hemat konsumsi bahan bakar bensin .....	89

## DAFTAR LAMPIRAN

A1. Rencana Jadwal Rangkaian Tugas Akhir.....	A
A2. Foto Saat Proses Pengambilan Data Servis Tune-Up .....	C
A3. Rangkaian Electrical Wiring Diagram Sistem EFI Corolla Tipe 4A-FE .....	G
A4. Spesifikasi Service Data Sistem EFI Corolla Tipe 4A-FE.....	I

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dengan semakin pesatnya kemajuan teknologi di bidang otomotif mendorong manusia untuk gigit mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi serta harus mampu dalam melakukan perawatan. Dalam dunia otomotif khususnya pada mobil saja berbagai macam produk otomotif dihasilkan dengan beraneka jenis dan variasi baik dari segi mesin, desain, warna dan sebagainya. Dari segi mesin saja dibedakan menjadi dua kategori yaitu mesin bensin dan mesin diesel. Dari segi mesin saja masih dibagi lagi menjadi dua yaitu mesin 4 langkah dan 2 langkah. Pada kategori mesin 4 langkah pun masih terbagi menjadi mesin dengan sistem injeksi dan non injeksi.

Kemudian peranan dari bahan bakar memang sangat pokok sebagai campuran bahan bakar, selain udara untuk proses pembakaran awal untuk menggerakkan kendaraan bermotor baik itu mesin 4 langkah atau 2 langkah. Sistem EFI adalah sebuah sistem penyemprotan bahan bakar yang dalam kerjanya dikontrol secara elektronik agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan motor bakar, maka proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar akan terjadi secara sempurna sehingga didapatkan daya motor yang optimal serta didapatkan gas buang yang ramah lingkungan.

Teknologi mesin EFI terdapat berbagai macam sistem kerja yang menjadi kesatuan fungsinya mendukung kinerja dari mesin EFI. Untuk mempelajari sistem kerja yang terdapat pada mesin EFI diperlukan juga buku pedoman manual

*service* guna menunjang proses pembelajaran peserta didik, sehingga nantinya peserta didik dapat lebih memahami dengan melakukan pengamatan secara langsung, perbaikan, serta *overhaul*.

Adapun hal-hal yang melatar belakangi penulis dalam memilih judul Analisis Elektronik *Fuel Injection* (EFI) Pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE adalah:

1. Kurangnya pengetahuan pengemudi kendaraan dalam merawat mesin EFI, sehingga jika terjadi kerusakan kecil tidak segera diatasi, maka kerusakan akan menjadi lebih besar dan akan menambah biaya perawatan serta perbaikan.
2. Belum pahamnya pemilik kendaraan dalam mendeteksi apabila terdapat kerusakan atau gangguan pada sistem EFI.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan apa yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana mempelajari prinsip kerja pada sistem kontrol D-EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE?
2. Bagaimana cara mendeteksi jika terjadi indikasi kerusakan atau masalah pada sistem EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE?
3. Bagaimana peningkatan kinerja mesin EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE setelah dilakukan perbaikan *tune-up*?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah, maka permasalahan yang dibahas dibatasi hanya meliputi:

1. Mesin yang digunakan untuk analisa penelitian penulis ini menggunakan *engine stand* Toyota Great Corolla tipe 4A-FE tahun 1993 kapasitas 1600cc.
2. Pada proyek akhir ini penulis hanya membahas mengenai analisa lama konsumsi bahan bakar bensin, *tune-up* sistem EFI, sensor utama (MAP sensor, TPS sensor, WTS sensor, IATS sensor, *Oxygen* sensor) dan ISC *valve* serta pengecekan lampu *check engine* secara manual dengan kedipan lampu.
3. Penulis tidak menggunakan alat *scannertool* untuk memeriksa kerusakan sistem dan alat gas *analyzer* untuk menguji emisi gas buang.
4. Penulis tidak membahas mengenai proses pembuatan *stand* dari mesin Toyota Great Corolla.
5. Penulis tidak membahas mengenai *Overhaul Engine*.
6. Penulis tidak membahas mengenai kelistrikan (starter, pengisian dan pengapian).
7. Penulis tidak membahas mengenai sistem AC.

### 1.4 Tujuan

Tujuan yang dapat diambil dalam penulisan tugas akhir dalam sistem EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE adalah:

1. Dapat mempelajari prinsip kerja pada sistem kontrol D-EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE dengan cara: memahami nama komponen,

beserta fungsinya dan alur kerjanya yang berada pada buku pedoman manual servis atau pada buku *training manual new step* 1 dan 2.

2. Dapat mengetahui cara mendeteksi jika terdapat kerusakan atau masalah pada sistem EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE dengan 2 cara pendeteksian yang pertama dengan alat *scanner tool*, menghubungkan DLC pada kendaraan dengan alat scan (*scannertool*). dan yang kedua dengan kode kerusakan (kedipan lampu) dengan cara membaca *code* kerusakan pada kedipan lampu kesalahan (MIL). menghubungkan (dengan kabel jumper) terminal pada DLC (*Data link Connector*).
3. Dapat menganalisa kinerja mesin EFI sebelum dan setelah dilakukan pemeriksaan yaitu dengan membandingkan performa dan jumlah konsumsi bahan bakar sebelum dan sesudah di perbaiki.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diambil dari tugas akhir pembahasan sistem EFI pada Toyota Great Corolla ini antara lain.

#### **A. Manfaat untuk peserta didik**

1. Dapat memahami komponen-komponen dan mengetahui prinsip kerja dari dalam sistem EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE.
2. Dapat melakukan perawatan dalam sistem EFI pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE.
3. Dapat mengidentifikasi gangguan yang terjadi dan dapat memahami bagaimana cara mengatasinya sesuai prosedur yang baik dan benar.

## B. Manfaat untuk penulis

1. Menambah pengetahuan tentang sistem Elektronik *Fuel Injection* yang diterapkan pada mobil buatan Japan.
2. Menambah ketrampilan dalam menganalisa serta memperbaiki pada komponen sistem Elektronik *Fuel Injection*.
3. Menambah pengalaman dalam pemmbuatan karya tulis ilmiah berupa laporan tugas akhir ini.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang di gunakan penulis dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini adalah dengan urutan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN terdiri dari : Latar belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat dan Sistematika Penulisan.

BAB II DASAR TEORI terdiri dari : Dasar Sistem EFI, Bagian Sistem EFI, Komponen Utama Sistem EFI dan *Trouble Shooting*.

BAB III KONSEP DAN DASAR EFI terdiri dari : Sejarah Singkat Sistem EFI, Campuran Bahan Bakar Dan Udara dan Kerja Sensor Utama Untuk Mendapatkan Lama Penginjeksian Injektor.

BAB IV PEMBAHASAN terdiri dari : Cara Kerja Sistem EFI, Analisa Konsumsi Bensin Sebelum Servis, Servis Ringan *Tune-Up*, Analisa Konsumsi Bensin Setelah Servis, Perhitungan Efisiensi Bensin.

BAB V PENUTUP terdiri dari : Kesimpulan dan Saran.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Dasar Sistem EFI (Elektronik *Fuel Injection*)**

##### **2.1.1 Pengertian EFI**

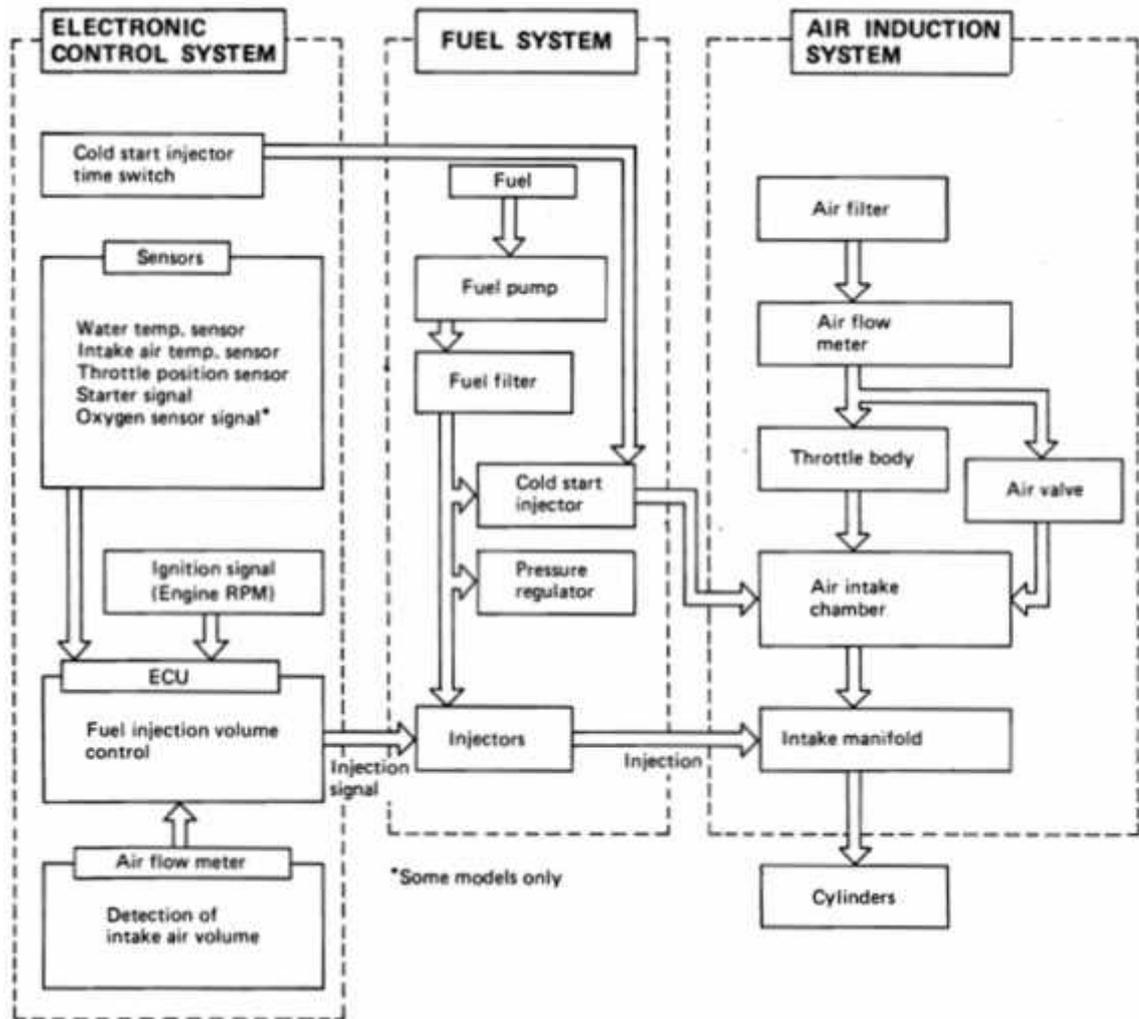
Mesin dengan karburator konvensional, jumlah bahan bakar yang diperlukan oleh mesin diatur oleh karburator. Pada mesin modern dengan menggunakan sistem EFI maka jumlah bahan bakar diatur (dikontrol) lebih akurat oleh komputer dengan mengirimkan bahan bakarnya ke silinder melalui injektor. Sistem EFI menentukan jumlah bahan bakar yang optimal (tepat) disesuaikan dengan jumlah dan temperatur udara yang masuk kecepatan mesin, temperatur air pendingin, posisi katup throttle, dan kondisi penting lainnya.

Komputer EFI mengatur jumlah bahan bakar untuk dikirim ke mesin pada 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 kondisi setiap saat. (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-68)

##### **2.1.2 Susunan Dasar Sistem EFI**

Sistem EFI dapat dibagi menjadi 3 sistem fungsional yaitu: sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem induksi udara (*air induction system*) dan sistem pengontrol elektronik (*electronic control system*). Sistem EFI terdiri dari sistem injeksi bahan bakar (*fuel injection system*) dan sistem koreksi injeksi (*injection*

*corrective system*). Di bawah ini diperlihatkan susunan dasar *fuel injection* dan *injection corrective unit*. (*New Step 1 Training Manual, 1997, 3-71*)



Gambar 2.1 Susunan Dasar Sistem EFI (*New Step 1 Training Manual, 1997, 3-71*)

## 2.3 Bagian Sistem EFI (Elektronik *Fuel Injection*)

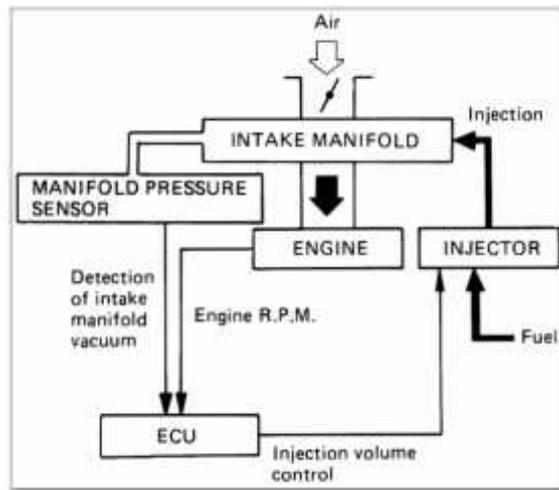
### 2.3.1 Penggolongan EFI Berdasarkan Pengukuran Udara Masuk

Sistem EFI dirancang untuk mengukur jumlah udara yang dihisap dan untuk mengontrol penginjeksian bahan bakar yang sesuai. Besarnya udara yang dihisap diukur langsung dengan tekanan udara didalam *intake manifold* (D-EFI) sistem) atau dengan *air flow meter* pada sistem (L-EFI).

1. Sistem D-EFI (*Manifold Pressure Control Type*).

Sistem D-EFI mengukur tekanan udara dalam *intake manifold* dan kemudian melakukan perhitungan jumlah udara yang masuk. Karena tekanan udara dalam *intake manifold* tidak dalam konvensi yang tepat, sistem D-EFI tidak begitu akurat dibandingkan dengan sistem L-EFI. (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-69)

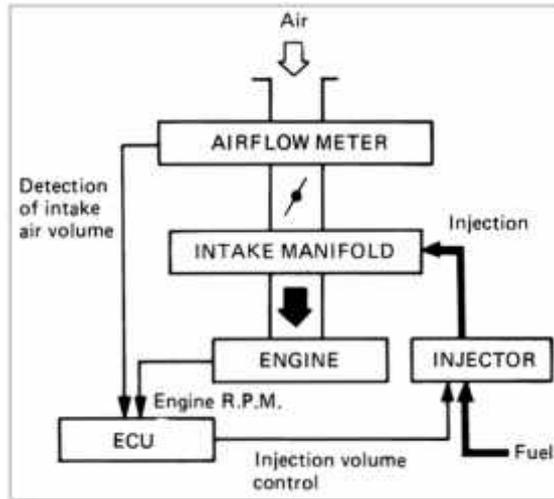
Dan tipe ini yang digunakan pada Mesin Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE.



Gambar 2.2 Tipe Sistem D- EFI (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-69)

2. Sistem L-EFI (*Airflow Control Type*)

Dalam sistem L-EFI, airflow meter langsung mengukur jumlah udara yang mengalir melalui *intake manifold*. Airflow meter mengukur jumlah udara sangat akurat, sistem L-EFI dapat mengontrol jpeninjeksian bahan bakar lebih tepat dibandingkan dengan sistem D-EFI. (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-70)

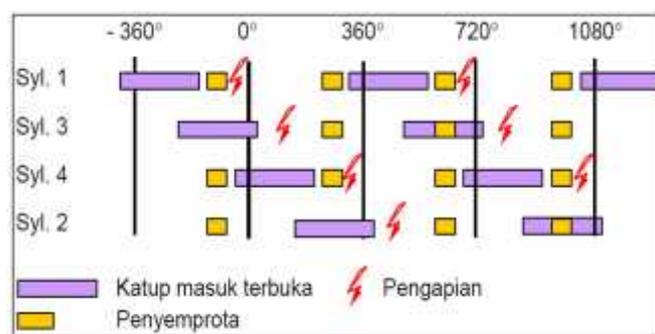


Gambar 2.3 Tipe Sistem L-EFI (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-70)

## 2.2.2 Penggolongan EFI Menurut Ritme Penyemprotan Bahan Bakar

### 1. Penyemprotan Secara *Simultan*

Penyemprotan model *simultan* adalah bahwa bahan bakar diinjeksikan kedalam ruang bakar secara terus menerus atau dengan kata lain penyemprotan bahan bakar tidak memperhitungkan kondisi kerja mesin dan penyemprotan itu terjadi serentak pada semua silinder tiap 1 putaran poros engkol ( $360^0$ ).



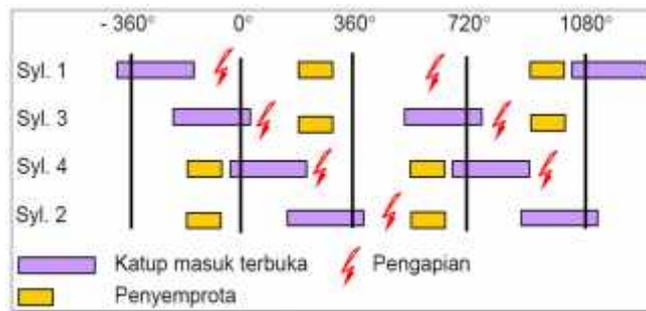
Gambar 2.4 Skema Penyemprotan *Simultan Injection* (Modul 4 *Electronic Fuel*

*Injection* EFI, Ruswid, 2008, 18)

## 2. Penyemprotan Secara *Grouping*

Penyemprotan model *grouping* adalah bahwa bahan bakar diinjeksikan kedalam ruang bakar secara terus menerus sesuai dengan group silinder atau dengan kata lain penyemprotan bahan bakar dengan memperhitungkan kondisi langkah kerja mesin dan penyemprotan itu terjadi serentak pada semua silinder tiap 2 putaran Poros engkol ( $720^\circ$ ).

Dan tipe ini yang digunakan pada Mesin Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE.

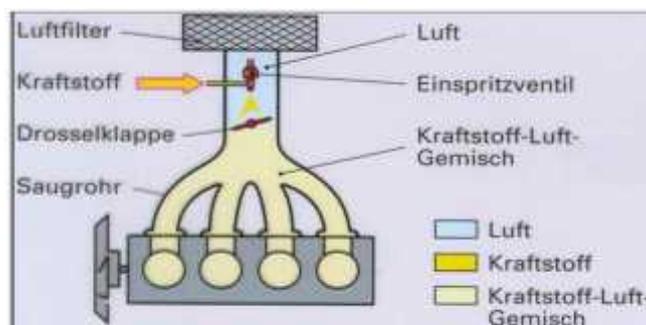


Gambar 2.5 Skema Penyemprotan *Grouping* (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 19)

### 2.2.3 Penggolongan EFI Menurut Jumlah Injektor

#### 1. Model *Single Point Injection*

Pengertian *Single Point Injection* adalah Penyemprotan dilakukan oleh satu Injektor untuk melayani semua silinder

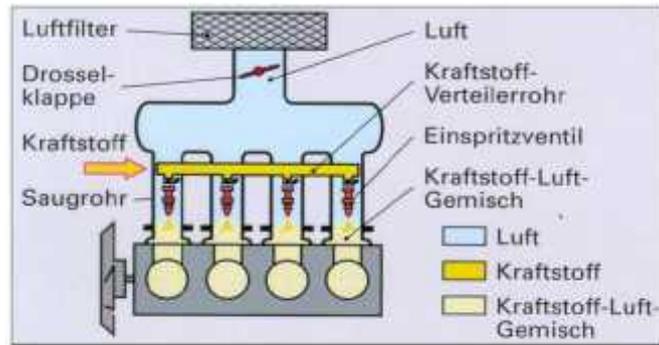


Gambar 2.6 Skema Penyemprotan *Single Point Injection* (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 20)

## 2. Model *Multy Point Injection*

Pengertian Model *Multy Point Injection* adalah Penyemprotan dilakukan oleh satu Injektor untuk setiap satu Silinder.

Dan tipe ini yang digunakan pada Mesin Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE.



Gambar 2.7 Skema Penyemprotan *Multy Point Injection* (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 21)

## 2.3 Komponen Utama Sistem EFI (*Elektronik Fuel Injection*)

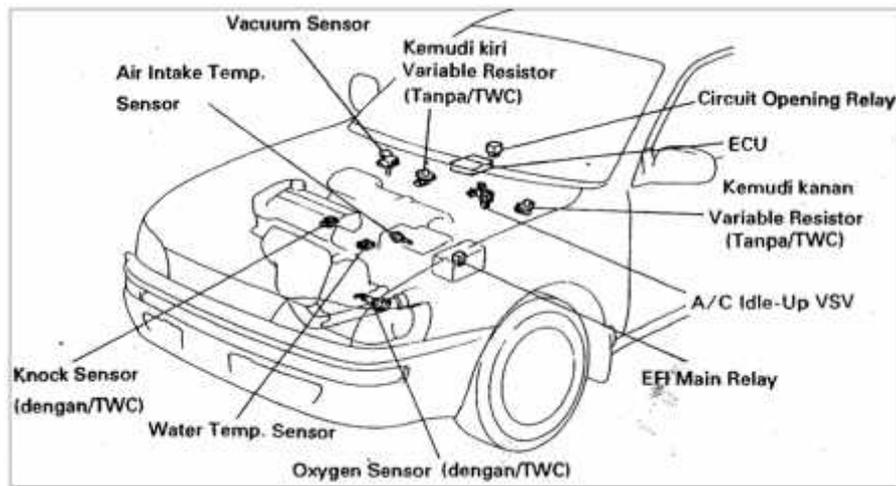
### 2.3.1 Komponen Sistem Kontrol Elektronik Great Corolla

Sistem pengontrol elektronik (*Electronic Control System*) termasuk sensor-sensor (untuk mendeteksi kondisi kerja mesin) dan komputer yang menentukan ketepatan jumlah penginjeksian bahan bakar sesuai dengan signal yang diterima dari sensor-sensor. Sensor-sensor ini mengukur jumlah udara yang dihisap, beban mesin, t'emperatur air pendingin, temperatur udara, saat akselerasi atau deselerasi, kemudian mengirim signal ke komputer. Komputer menghitung dengan tepat jumlah penginjeksian bahan bakar atas dasar signal tadi dan mengirimkan signal penginjeksicm yang diperlukan ke injektor.

*Electronic Injection System* pada beberapa mesin dilengkapi sebuah tahanan (resistor) dalam *injection* circuitnya untuk mencegah terjadinya panas dan

menstabilkan kerjanya injector. *Cold start injector* bekerja ketika mesin di *start* pada saat dingin dan lamanya dikontrol oleh timer switch. Pada sirkuit komputer pada sistem EFI dilengkapi dengan main relay untuk mencegah turunnya tegangan. Sirkuit pompa bahan bakar pada sistem EFI juga dilengkapi dengan relay. Relay ini akan bekerja ketika mesin berputar dan mematikan pompa pada saat mesin mati. (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-74)

### Cara Kerja Sistem Kontrol Elektronik

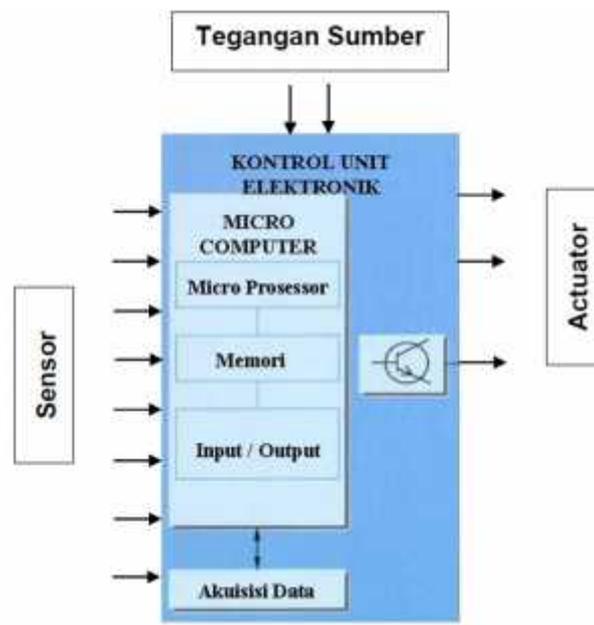


Gambar 2.8 Sistem Kontrol Elektronik (Manual *Service* Great Corolla, 146)

Sistem kontrol terdiri dari sensor-sensor yang mendeteksi berbagai kondisi mesin, dan sebuah ECU yang menentukan volume injeksi berdasarkan *signal* dari sensor-sensor. Berbagai sensor mendeteksi tekanan udara masuk, putaran mesin, kepadatan oksigen di dalam gas buang, temperatur air pendingin, temperatur udara masuk, dan tekanan atmosfer dll dan selanjutnya mengubahnya menjadi informasi didalam *signal* elektrik yang dikirimkan ke ECU Berdasarkan *signal-signal* tersebut, ECU menghitung waktu injeksi *optimum*.

ECU bukan hanya mengontrol *injection timing* bensin, tetapi juga melakukan fungsi mendiagnosis sendiri yaitu mencatat kejadian-kejadian mala fungsi dari kerusakan setiap sensor. (Manual *Service* Toyota Corolla, 146)

1. ECU (*Electronic Control Unit*) merupakan komponen system bahan bakar yang akan menerima sinyal listrik dari sensor kemudian diolah untuk kemudian dijadikan perintah kepada actuator. ECU mendapat suplay tegangan listrik dari baterai, selanjutnya tegangan listrik tersebut akan dialirkan ke sensor dan actuator besar kecilnya tegannngan disesuaikan dengan kapasitas sensor ataupun actuator.



Gambar 2.9 Skema kerja ECU (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 9)

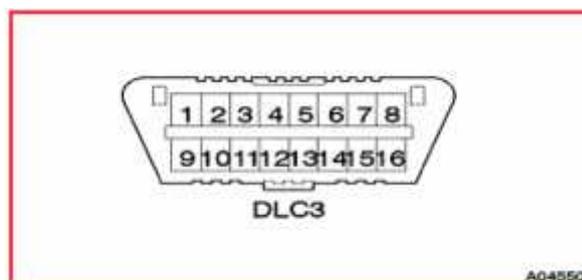
Bagian-bagian ECU ::

1. *Micro Processor* – mengatur jalannya perintah dan mengambil keputusan data yang telah diolah berdasarkan informasi dari data yang tersimpan pada memory.

2. *Memory* – Menyimpan data-data *input* yang siap diinformasikan ke micro processor
3. *Input/* – memberikan informasi berupa sinyal listrik ke memory untuk diproses oleh micro *processor*.
4. Akuisi Data – data data yang telah diproses oleh micro processor dibedakan kemudian diinformasikan ke *output*
5. *Output* – Sinyal listrik yang dihasilkan oleh akuisi data kemudian diberikan ke aktuator-aktuator.

## 2. Data Link Conector (DLC)

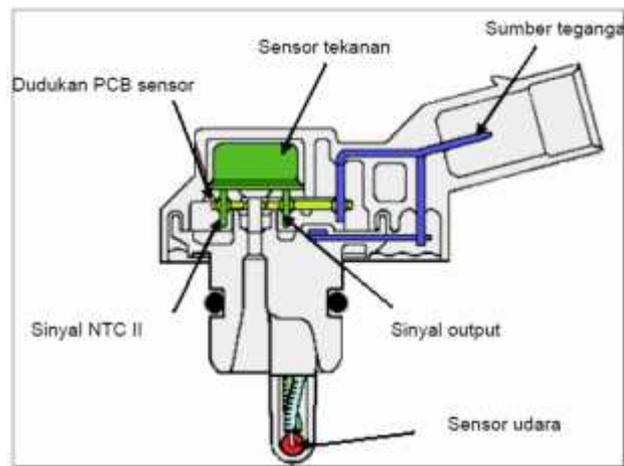
Data *Link Conector* merupakan kumpulan kode-kode untuk mempermudah mendeteksi kerja dari sensor ataupun *actuator*. DLC diterapkan pada semua kendaraan dengan sistem EFI dan untuk mendeteksi secara manual dilakukan dengan cara menjamper kode satu dengan kode yang lainnya sesuai dengan manual book pada masing-masing kendaraan atau merk kendaraan tersebut. Sebagai contoh jika ingin mengetahui kerja pompa bahan bakar maka tinggal menghubungkan kode nomor 2 dengan nomor 9 dan untuk mengetahui terjadinya malfungsi pada *check engine* lamp dengan menghubungkan nomor 4 dengan nomor 13



Gambar 2.10 Data *Link Conector* (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 10)

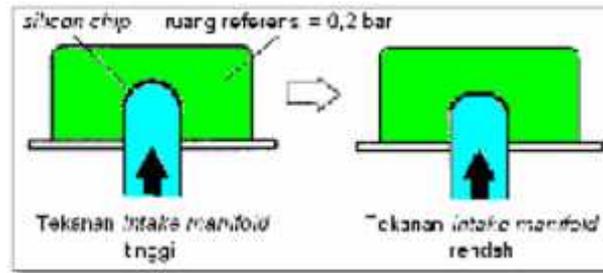
### 3. *Manifold Absolute Pressure Sensor*

*Pressure* sensor difungsikan untuk mendeteksi kondisi tekanan udara pada intake manifold. Besar kecilnya tekanan pada intake akan diinformasikan ke ECU sebagai *input* analog. *Pressure* sensor dipasang pada *intake chamber*.



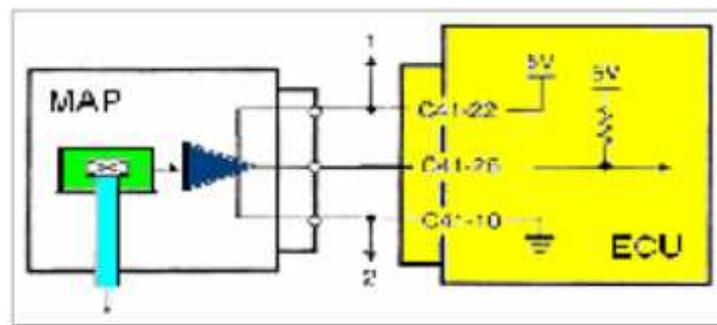
Gambar 2.11 *Pressure* sensor (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 11)

Perbedaan tekanan antara ruang referensi dengan *intake manifold* berakibat perubahan lengkungan pada membran *silicon chip*. Pengolah sinyal merubah menjadi tegangan sinyal. Tegangan paling tinggi MAP sensor terjadi ketika tekanan *intake manifold* paling tinggi yaitu saat kunci kontak "ON" mesin "MATI", atau saat katup gas diinjak tiba-tiba/akselerasi. Sebaliknya tegangan paling rendah terjadi saat deselerasi/perlambatan yaitu ketika katup gas menutup tetapi putaran *engine* tinggi.



Gambar 2.12 Kerja MAP sensor (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 338)

MAP sensor memiliki 3 buah konektor. Sumber tegangan 5 volt memerlukan dua konektor dan satu terminal sebagai tegangan sinyal menuju inputan ECU. Data tegangan kerja MAP sensor berkisar antara 0,2 volt sampai dengan 4,5 volt. (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 338)

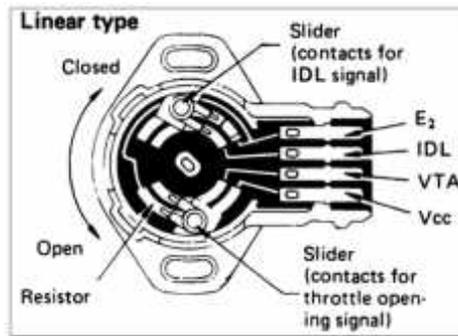


Gambar 2.13 Hubungan MAP sensor dengan ECU (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 338)

#### 4. *Throttle Position Sensor*

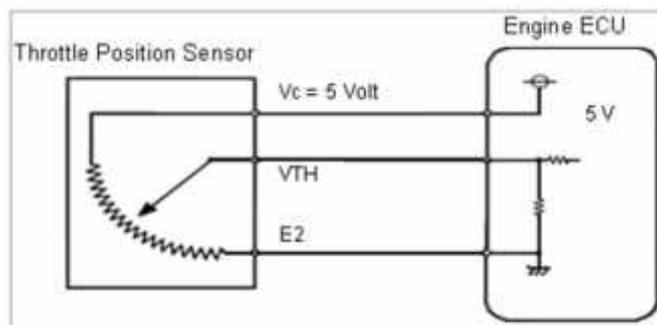
*Throttle position* sensor difungsikan untuk mendeteksi besarnya pembukaan katup gas. Gerakan katup gas akan menggerakkan slider atau lengan gesek yang akan mempengaruhi besar kecilnya nilai tahanan yang dibentuk sebagai informasi

ke ECU untuk menentukan banyak sedikitnya bahan bakar yang akan diinjeksikan.



Gambar 2.14 *Throttle Position Sensor* (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 321-55*)

*Throttle Position Sensor* dipasangkan pada *throttle body* yang akan mendeteksi sudut pembukaan katup *throttle*. Saat katup *throttle* tertutup penuh maka tegangan  $0,3 + 0,8$  V akan diberikan ECU melalui terminal VTH/VTA. Saat katup *throttle* dibuka maka tegangan yang diberikan ECU ke VTH/VTA akan bertambah sesuai dengan sudut pembukaan katup *throttle* dan tegangan menjadi  $3,2 - 4,9$  V pada saat katup *throttle* terbuka penuh. ECU mempertimbangkan kondisi pengendalian dari *input signal* tersebut dan menggunakannya untuk menentukan *air fuel ratio* yang benar, penambahan tenaga yang besar dan fuel cut control.

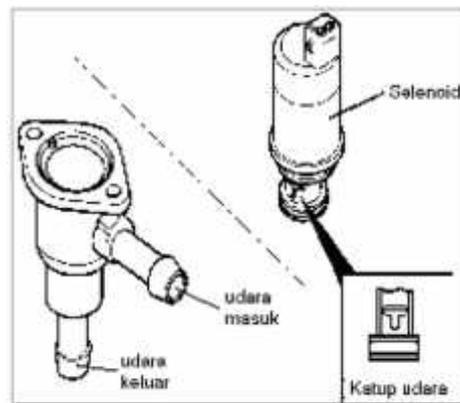


Gambar 2.15 Tegangan *Throttle Position Sensor* (*Modul 4 Electronic Fuel Injection EFI, Ruswid, 2008, 12*)

## 5. *Idle Speed Control*

*Idle speed control* difungsikan untuk mengatur besarnya udara yang diberikan pada saat putaran idle. *Idle speed control* dipasangkan pada sisi bagian bawah *throttle chamber*. ECU hanya mengoperasikan katup ISC untuk membuat *idle-up* dan memberikan umpan balik untuk mencapai target putaran *idling*.

Ketika temperatur mesin masih dingin dan putaran mesin *idle*, ECU akan mengeluarkan sinyal untuk mengoperasikan *solenoid* menarik katupnya melawan pegas yang ada dibelakangnya, sehingga saluran *by pass* terbuka dan udara yang masuk kemesin bertambah, akibatnya putaran idel jadi tinggi. Setelah temperatur mesin panas ECU akan menghentikan sinyal yang menuju *solenoid* sehingga pegas yang ada dibelakang katup *solenoid* akan mendorong katup *solenoid* menutup saluran dan putaran idel jadi turun karena tambahan udara dihentikan.

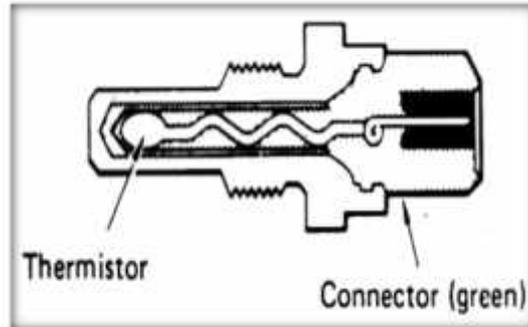


Gambar 2.16 ISC dengan katup *solenoid* (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 13)

## 6. *Water Temperature Sensor*

WTS (*water temperature sensor*) difungsikan untuk mendeteksi kondisi suhu air pendingin. Sensor ini dipasang pada blok mesin atau rumah termostat bagian

bawah. Sensor akan bekerja dengan besar kecilnya resistansi yang dibentuk dimana semakin tinggi suhu air pendingin maka akan semakin kecil resistansinya.

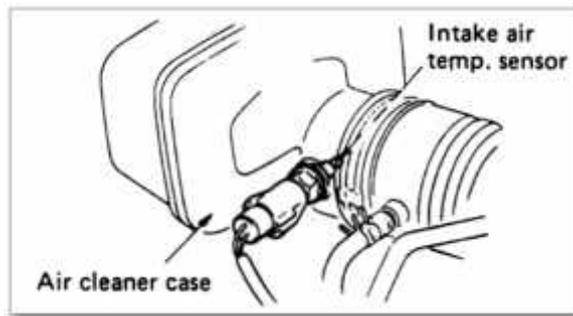


Gambar 2.17 *Water Temperature Sensor (Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 322-56)*

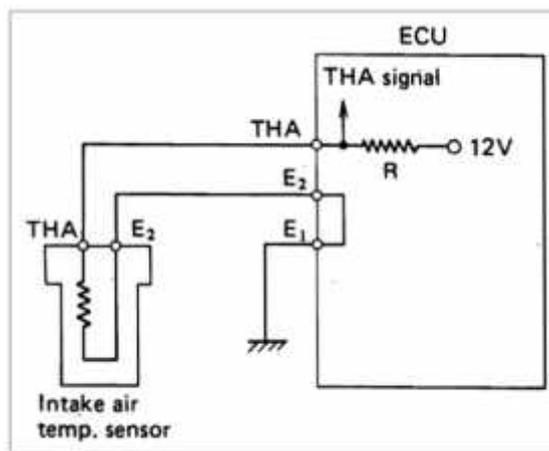
Sensor air pendingin dihubungkan ke engine ECU yang akan memberikan tegangan sumber daya 5 Volt ke sensor melalui resistor dari terminal THA/THW. Saat nilai tahanan berubah dari sensor sesuai dengan perubahan *temperature* dalam air pendingin maka potensial pada terminal THA/THW juga akan berubah. Berdasarkan *signal* ini, ECU merubah volume injeksi bahan bakar untuk memperbaiki kemampuan mesin selama pengoperasian mesin dingin. (Modul 4 *Electronic Fuel Injection* EFI, Ruswid, 2008, 15)

#### 7. Intake Air Temperature Sensor

IATS (*intake air temperature sensor*) terletak pada saluran udara masuk (*intake manifold*) berfungsi untuk mendeteksi suhu udara masuk. Kisar temperatur yang dapat terdeteksi  $-40^{\circ}\text{C}$  s/d  $+120^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 2.18 Pengukuran IATS (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 323-57*)

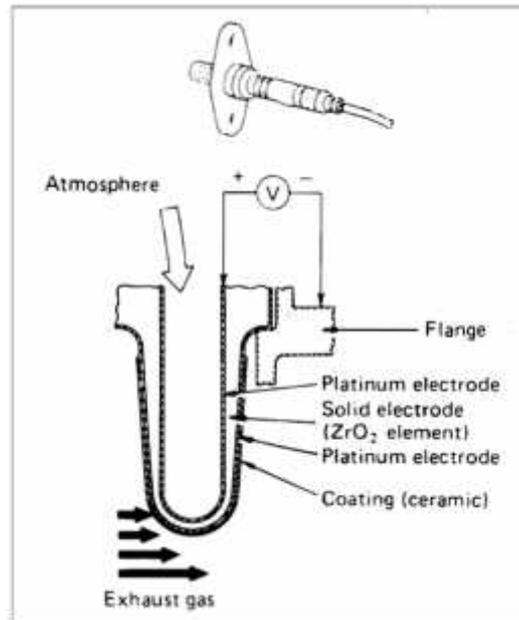


Gambar 2.19 Hubungan IATS dengan ECU (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 323-57*)

#### 8. Sensor Gas Buang.

Sensor gas buang sering juga disebut Lambda sensor atau O<sub>2</sub> sensor. Lambda sensor terbuat dari *Zirconium Dioxide* (ZrO<sub>2</sub>) dan Platina (sebagai elektroda). Tidak semua sistem injeksi elektronik dilengkapi dengan sensor oksigen ini. Dengan semakin ketatnya aturan emisi gas buang maka sebagian besar kendaraan baru sekarang dilengkapi dengan sensor ini. Fungsi sensor gas buang untuk membaca kualitas gas buang yang selanjutnya digunakan untuk mengoreksi penginjeksian bensin. Sistem yang menggunakan logika ini disebut dengan Sistem

*Closed-loop A/F Rasio.* Sensor oksigen terletak pada saluran gas buang (*exhausmanifold*)



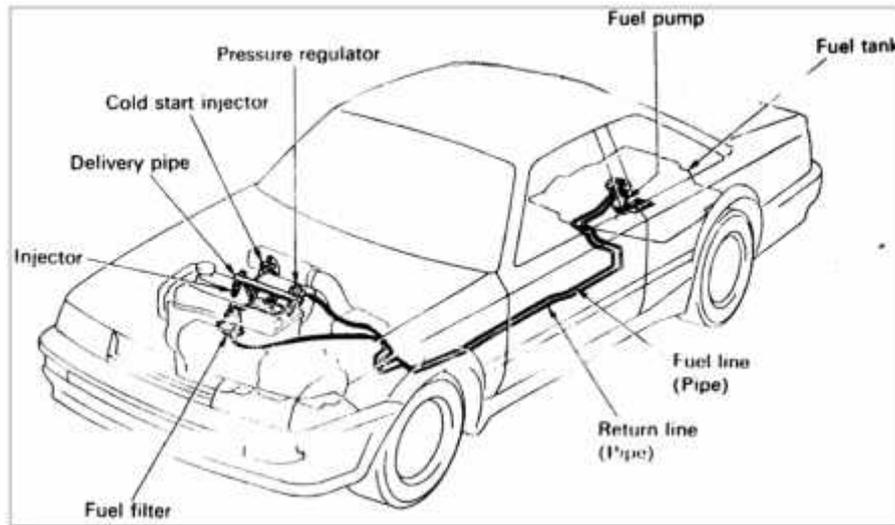
Gambar 2.20 Sensor Gas Buang (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 326-60*)

### 2.3.2 Komponen Sistem Bahan Bakar Great Corolla

#### SISTEM BAHAN BAKAR

Bahan bakar dihisap dari tangki oleh pompa bahan bakar yang dikirim dengan tekanan ke saringan. Bahan bakar yang telah disaring dikirim ke *injector* dan *cold start injector*. Tekanan dalam saluran bahan bakar (*fuel line*) dikontrol oleh *pressure regulator*. Kelebihan bahan bakar dialirkan kembali ke tangki melalui *return line*. Bahan bakar diinjeksikan oleh Injektor kedalam *intake manifold* sesuai dengan *Injection signal* dari ECU. (*New Step 1 Training Manual, 1997, 3-72*)

## Cara kerja Sistem Bahan Bakar



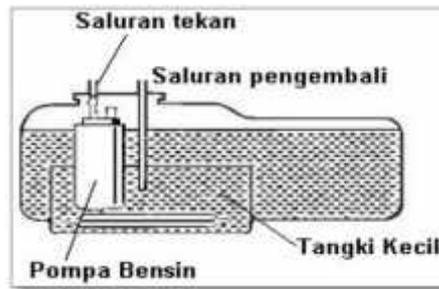
Gambar 2.21 Komponen Sistem Bahan Bakar (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-72)

Bensin dipompa oleh pompa bensin, mengalir melalui saringan bensin dan di distribusikan ke setiap *injector* dengan tekanan tertentu, yang diatur oleh *pressure regulator*. *Fuel Pressure Regulator* mengatur tekanan bensin di dalam saluran bensin (sisi tekanan tinggi) pada tekanan 284 kPa (2,9 kgf-cm<sup>2</sup>, 41 psi), lebih tinggi dari tekanan di dalam *intake manifold*, dan kelebihan bensin dialirkan kembali ke tangki bensin melalui slang dan pipa balik. Injektor bekerja atas dasar *signal* injeksi dari ECU, dan menginjeksikan bensin ke dalam *intake manifold* (*Manual Service Toyota Corolla*)

### 1. Tangki Bahan Bakar

Konstruksi tangki sedikit agak berbeda dengan mesin karburator, karena pompa bensin listrik sistem injeksi tidak mempunyai daya isap, maka konstruksi tangki harus sesuai. Tangki yang digunakan oleh Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE menggunakan type tangki pompa bensin berada dalam tangki. Disana juga

terdapat tangki kecil (tangki pengaman) yang berfungsi menghindari terjadinya kehilangan bahan bakar saat belok (bahan bakar mengalami gaya kemiringan)



Gambar 2.22 Tipe Tangki Bahan Bakar Dengan Pompa *In Tank* (Modul 4  
*Electronic Fuel Injection EFI*, Ruswid, 2008, 348)

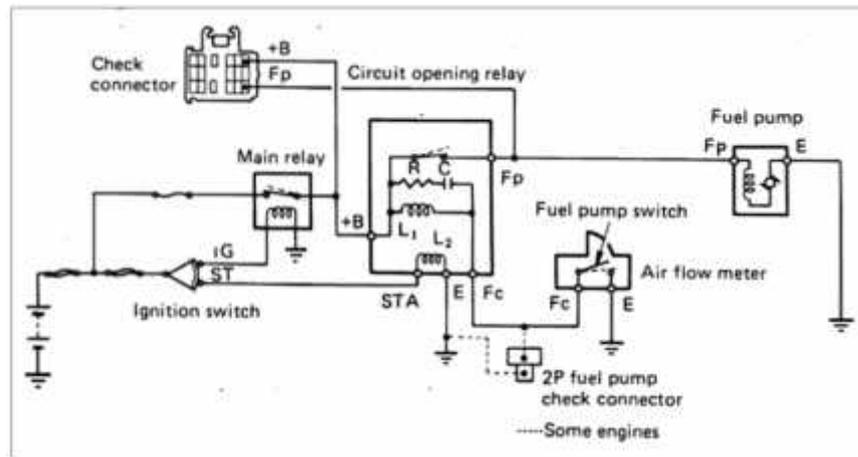
## 2. Pompa Bensin

Pompa bensin Pompa bensin pada sistem injeksi elektronik berfungsi untuk menghasilkan tekanan dan aliran bahan bakar menuju injektor. Pompa bahan bakar pada kendaraan yang dilengkapi dengan EFI, pompa hanya bekerja bila mesin hidup. Jika kunci kontak posisi ON dan mesin tidak hidup pompa bahan bakar tidak akan bekerja. Ini bertujuan sebagai pengaman (*safety*)

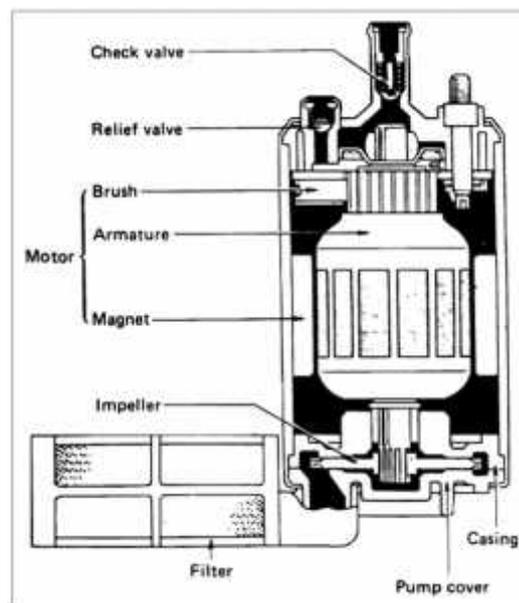
### Cara Kerja Pompa Pada Sistem EFI

Seperti pada gambar di bawah, bila mesin distart (posisi IG s/w pada ST), arus listrik akan mengalir dari terminal ST kunci kontak ke kumparan (coil) pada circuit opening relay, selanjutnya mengalir ke masa. Sebagai akibatnya kontak point pada circuit opening relay akan tertutup (ON), dan selanjutnya arus akan mengalir ke pompa bahan bakar. Pada saat yang sama, measuring plate pada air flow meter akan terbuka karena tekanan udara yang masuk, dan fuel pump switch yang ada di dalam air flow meter akan tertutup (ON), sebagai akibatnya arus mengalir ke kumparan (coil) L<sub>1</sub> Circuit opening relay ini akan tetap ON selama

masih hidup. Resistor R dan kapasitor C pada circuit opening relay bertujuan untuk mencegah kontak point terbuka, jika arus yang mengalir ke  $L_1$  berhenti dikarenakan tiba-tiba volume udara masuk menjadi turun dan juga mencegah tidak terjadi loncatan api pada kontak point. (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 292-26*)



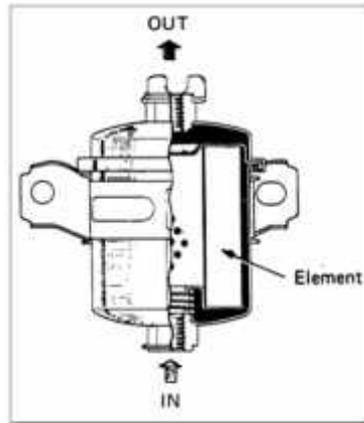
Gambar 2.23 Cara Kerja Pompa Pada EFI (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 292-26*)



Gambar 2.24 Pompa Bensin *Type In Tank* (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 290-24*)

### 3. Saringan Bahan Bakar

Saringan bensin berfungsi menyaring kotoran yang terbawa oleh aliran bahan bakar dari tanki, sehingga bensin yang menuju injektor diharapkan benar-benar bersih. Ada bermacam-macam bentuk saringan bensin.



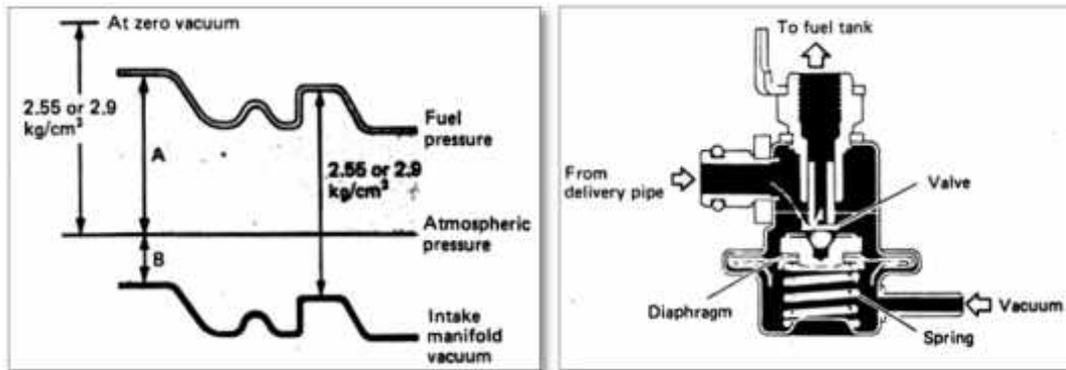
Gambar 2.25 Saringan Bahan Bakar (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 294-28*)

Bahan saringan bensin adalah campuran antara kertas super halus dan *polyester fiber* dengan pori-pori yang sangat halus sehingga dapat menyaring partikel sampai 3  $\mu\text{m}$ . Aliran bensin dirancang dari bagian luar saringan menuju bagian dalam saringan sehingga kotoran yang dapat tersaring lebih banyak dan umur saringan lebih panjang. Saringan bahan bakar dipasang pada bagian saluran tekanan tinggi dari pompa bahan bakar. (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 294-28*)

### 4. *Pressure* Regulator Bensin

Pressure regulator mengatur tekanan bahan bakar ke injektor. Jumlah injeksi bahan bakar dikontrol sesuai lamanya signal yang diberikan ke injektor, karena itu tekanan konstan pada injektor harus dipertahankan. Karena adanya perubahan tekanan pada bahan bakar dan variasi perubahan vacuum manifold,

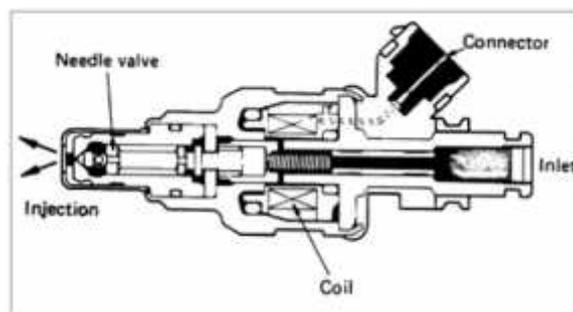
jumlah bahan bakar yang diinjeksikan sedikit berubah sekalipun signal injeksi dan tekanan bahan bakar tetap. Oleh karena itu agar jumlah injeksinya tepat, tekanan bahan bakar A dan vacuum intake manifold B harus dipertahankan pada 2,55 atau 2,90 kg/cm<sup>2</sup> (36,3 atau 41,2 psi, 250,1 atau 284,4 kPa) (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 295-29*)



Gambar 2.26 Regulator Tekanan (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 295-29*)

## 5. Injektor

Injektor berfungsi menyemburkan bensin menuju *engin* untuk dicampur dengan udara. Agar bensin mudah bercampur dengan udara maka bensin dikabutkan dengan halus sehingga mudah berubah menjadi uap.



Gambar 2.27 Bagian Injektor (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 295-29*)

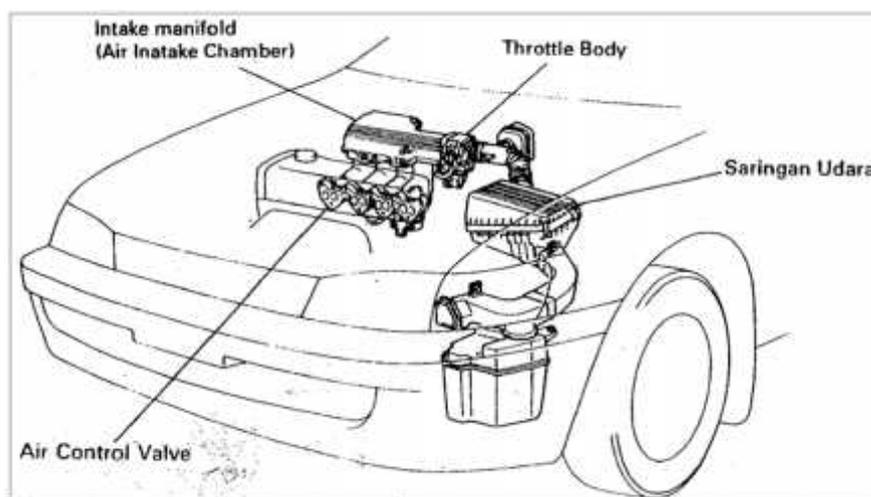
Injektor pada sistem injeksi bekerja secara elektromagnetik. Kerja injektor dikontrol oleh ECU dengan sinyal negatif. Lebar pulsa sinyal dari ECU akan menentukan jumlah bahan bakar yang terkabutkan, semakin panjang pulsa semakin banyak bensin terkabutkan.

### 2.3.3 Komponen Sistem Induksi Udara Toyota Great Corolla

#### SISTEM INDUKSI UDARA (*AIR INDUCTION SYSTEM*)

Udara bersih dari saringan udara (*air cleaner*) masuk ke *airflow meter* dengan membuka *measuring plate*, besarnya pembukaan ini tergantung pada kcepatan aliran udara yang masuk ke intake chamber. Besarnya udara yang masuk ke *intake chamber* di- tentukan oleh lebarnya katup *throttle* terbuka. Aliran udara masuk ke *intake manifold* kemudian ke ruang bakar (*combustion chamber*). Jumlah udara yang dideteksi oleh *airflow meter* (L-EFI) atau dengan *manifold pressure* sensor (D-EFI). (*New Step 1 Training Manual, 1997, 3-73*)

Cara kerja Sistem Induksi Udara



Gambar 2.28 Sistem Induksi Udara (Manual *Service* Great Corolla 4A-FE, 144)

Udara disaring oleh saringan udara dan jumlah udara yang mengalir ke dalam *air intake Chamber* diteruskan sesuai dengan peinbukan *throttle valve* di dalam *throttle body* dan putaran mesin. Udara masuk yang dikontrol oleh pembukaan *throttle valve* tersebut, didistribusikan dari *air intake body* ke dalam *air intake chamber*. Selama pemanasaan mesin, sekalipun *trottle valve* tertutup sepenuhnya, tetapi udara ada yang mengalir ke dalam *air intake chamber*. Oleh sebab itu menaikkan putaran *idle* mesin (bekerjanya *fast idle*). *Air intake chamber* mencegah terjadinya getaran (pulsa) pada udara masuk. Juga berfungsi untuk mencegah tercampurnya udara dari setiap silinder. (Manual Service Great Corolla 4A-FE, 144)

#### 1. *Air Cleaner* (Saringan Udara)

*Air cleaner* atau biasa disebut dengan *filter* udara, saringan udara ini berguna untuk menyaring udara yang akan masuk ke *throttle body* agar udara bersih.

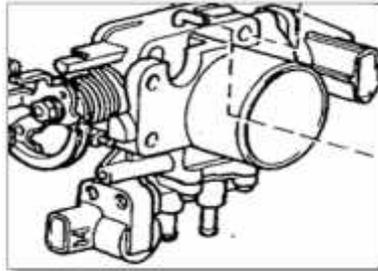


Gambar 2.29 *Air Cleaner* (Manual Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 144)

#### 2. *Throttle body*

*Throttle body* terdiri atas: *throttle valve*, yang mengatur volume udara masuk selama mesin bekerja normal dan saluran *bypass* yang mengalirkan udara selama mesin berputar idel. *Throttle position* sensor juga dipasang pada poros *throttle valve* untuk mendeteksi sudut pembukaan katup *throttle*. Beberapa *throttle* dilengkapi dengan *air valve* tipe wax atau *dash pot* yang memungkinkan *throttle*

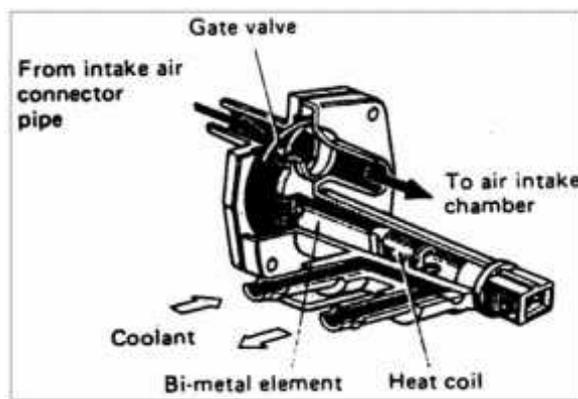
*valve* kembali secara bertahap bila *throttle valve* tertutup. Air pendingin mengalir melalui *throttle body* untuk mencegah lapisan es pada musim dingin.



Gambar 2.30 *Throttle Body* (Manual Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 251)

### 3. Katup udara

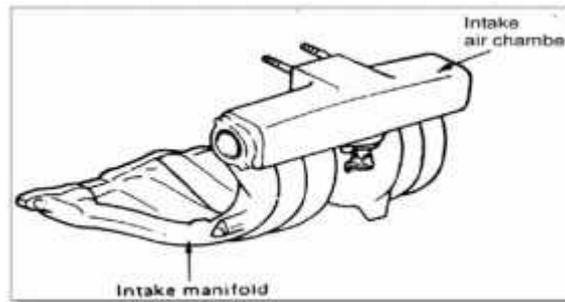
Katup udara berfungsi untuk mengatur putaran idel pada saat mesin masih dingin. Pada umumnya katup udara yang digunakan pada sistem EFI yaitu : tipe bi-metal. Katup udara yang digunakan untuk putaran *fast* idel berfungsi untuk menambah putaran mesin sewaktu mesin masih dingin. Apabila mesin dihidupkan dalam keadaan dingin, *gate valve* terbuka, akibatnya udara dari *intake air connector pipe* mengalir ke saluran *bypass throttle valve*, kemudian mengalir ke *intake air chamber*.



Gambar 2.31 Katup Udara (*Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 52* )

#### 4. *Air intake chamber* dan *intake manifold*

Udara yang mengalir ke dalam *intake manifold* terputus-putus sehingga terjadi getaran pada udara yang masuk. Getaran tersebut akan mengakibatkan *measuring plate* yang ada di dalam *air flowmeter* menjadi *vibrasi*, memungkinkan pengukuran volume udara kurang akurat. Oleh karena itu diperlukan *air intake chamber* yang mempunyai kapasitas yang besar untuk meredam getaran udara.



Gambar 2.32 *Air Intake Chamber* dan *Intake Manifold* (*Training Manual Step 2*  
Vol. 5 EFI, 1992, 54)

## 2.4 *Trouble Shooting*

*Trouble Shooting* merupakan upaya penyelesaian permasalahan pada kendaraan. Banyak langkah dapat dilakukan, biasanya buku manual telah menunjukkan rambu-rambu untuk *Trouble shooting*. *Trouble shooting* dimulai dari gejala/kondisi yang dialami kendaraan, selanjutnya dianalisa kemungkinan-kemungkinan penyebabnya.

Bila terjadi gangguan (masalah) pada sistem elektronik seperti kerusakan sensor dan aktuator (kabel putus atau hubung singkat). Kendaraan akan tetap berfungsi dengan menggunakan program darurat. Dengan program darurat kendaraan dapat berjalan dengan kondisi bahan-bakar cenderung boros, karena kondisi sensor sesungguhnya tidak diketahui. Lampu indikator kerusakan akan

nyala jika kerusakan terjadi pada sensor dengan sinyal yang masuk menuju ECU diluar data kerja.

Gangguan kesalahan dapat diketahui dengan 2 cara :

1. Alat Scan Kendaraan (*Scanner tool*).

Menghubungkan DLC (*Data Link Connector*) pada kendaraan dengan alat *scan (scannertool)*. Kesalahan dan data kendaraan dapat diketahui dengan mudah dengan *scannertool*.

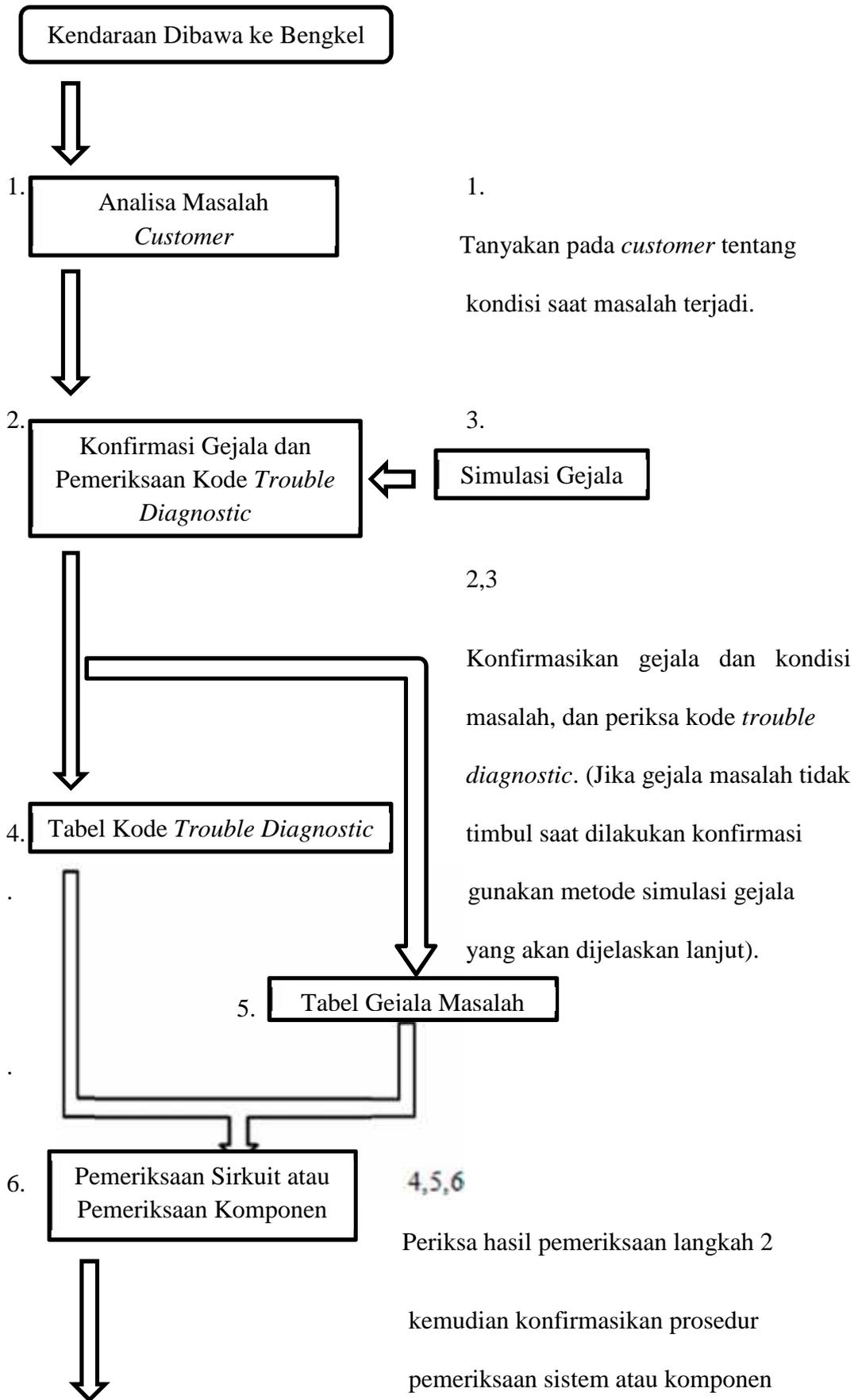
2. Kode Kerusakan (Kedipan Lampu)

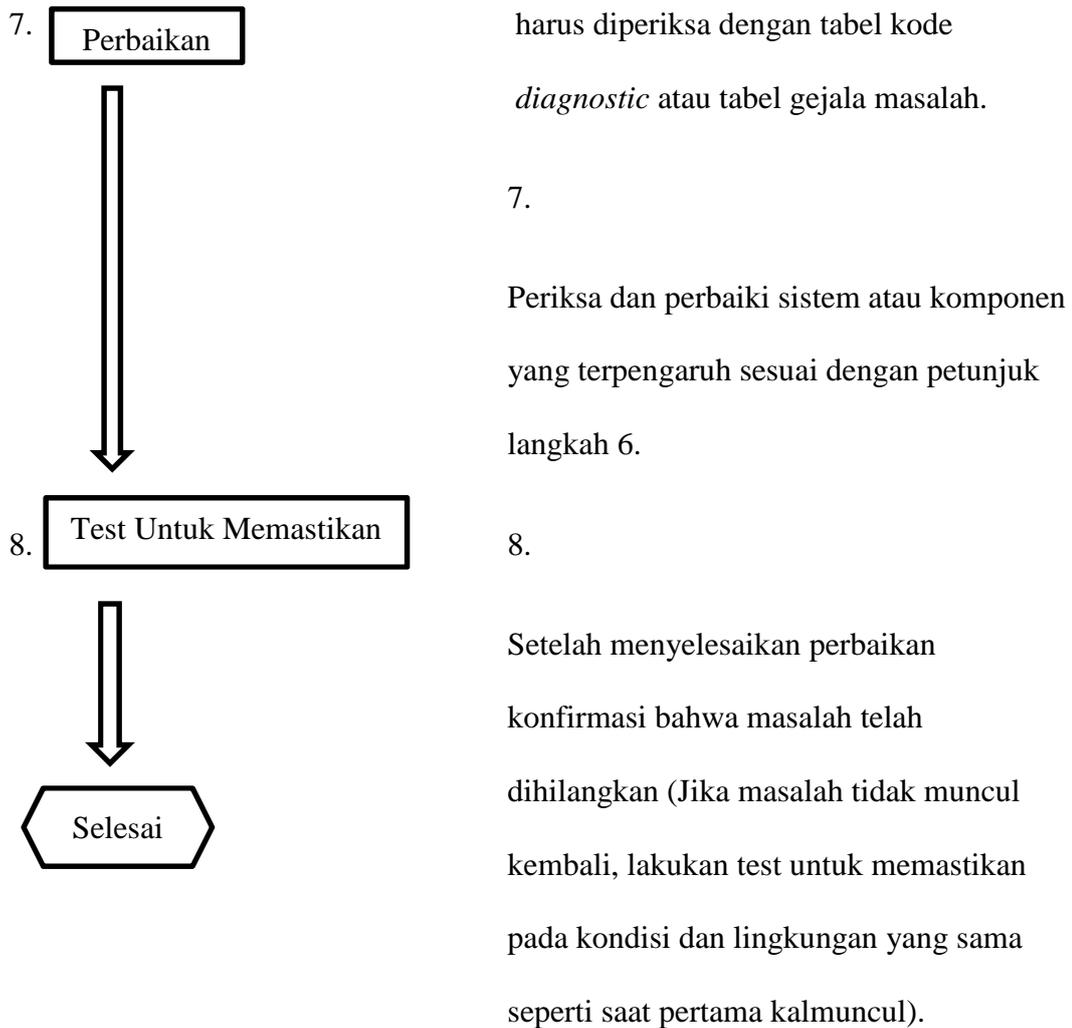
Dengan cara membaca code kerusakan pada kedipan lampu *check engine* menghubungkan (dengan kabel jumper) terminal pada DLC (*Data link Conector*). Toyota dengan DLC berbentuk *rectangular* 17 pin dapat diakses kode kerusakannya dengan menghubungkan terminal TE1 dan E1.

Ketika terminal TE1 dan E1 dihubungkan dengan kabel maka lampu *check engine* akan berkedip. Kedipan yang ada memiliki arti khusus. Jika lampu berkedip dengan irama tetap seperti gambar 2.38 menunjukkan tidak ada kerusakan pada sensor sistem.

#### **2.4.1 Prosedur Melakukan *Troubleshooting***

Lakukan langkah-langkah *troubleshooting* sesuai dengan prosedur dibawah ini. Di sini hanya ditunjukkan prosedur dasarnya. Lengkapnya ada pada pembahasan diagnostik pada setiap buku manual mobil, dibawah ini ditunjukkan metode yang paling efektif untuk setiap sirkuit. Pertama, ikuti prosedur *troubleshooting* untuk sirkuit yang terkait sebelum memulai *troubleshooting* pada sirkuit tersebut. (Pedoman Reparasi Toyota Mesin 5A-FE, 2000, N-13)





Gambar 2.33 Skema Prosedur *Troubleshooting*. (Pedoman Reparasi Toyota Mesin 5A-FE, 2000, N-13)

#### 2.4.2 Sistem Diagnosis *Troubleshooting*

ECU memiliki sebuah sistem *Self-diagnosis* terpadu, dimana *trouble* yang terjadi di deteksi melalui jaringan *engine Signal*, dan menjalankan lampu peringatan "*CHECK*" *engine* yang terdapat di *Combination* meter. Dengan menganalisa berbagai *signal-signal* ECU mendeteksi sistem yang mengalami malafungsi yang berhubungan dengan sensor atau aktuator. Sistem *Self diagnosis* memiliki dua mode, yaitu *normal mode* dan *test mode*. Bila ada mala fungsi yang

terdeteksi dalam normal *mode*, maka ECU akan menyalakan lampu peringatan "*CHECK*" *Engine* untuk memberitahukan pengemudi tentang telah terjadinya suatu malafungsi (ada beberapa kode dimana. lampu tidak menyala).

Lampu peringatan akan padam secara otomatis, bila malafungsi yang terjadi telah diperbaiki, akan tetapi *diagnostic code* akan tetap tersimpan di dalam memori ECU. ECU akan menyimpan *code* sampai dilakukan penghapusan, yaitu dengan melepas *fuse* (sekring) EFI, dengan *ignition switch* OFF. ECU akan menyimpan *code* sampai *diagnostic code* dapat dibaca yaitu dengan jumlah kedipan lampu peringatan "*Check*" *engine* bila terminal TE1, dan E1 pada *check connector* dihubungkan. Bila ada 2 atau lebih *code* yang ditunjukkan, maka jumlah kedipan (*code*) yang paling kecil akan terjadi lebih dulu. (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 155)

### **2.4.3 Pemeriksaan lampu Peringatan**

#### **"Check" Engine**

1. Lampu peringatan "*Check*" *engine* akan menyala, bila *ignition switch* berada pada posisi ON dan mesin tidak akan dihidupkan.
2. Bila mesin telah di start, maka lampu peringatan "*Check*" *engine* harus padam.

Bila lampu peringatan tetap menyala, menandakan bahwa sistem diagnosis telah mendeteksi mala fungsi, atau ada kelainan didalam sistem. (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 155)

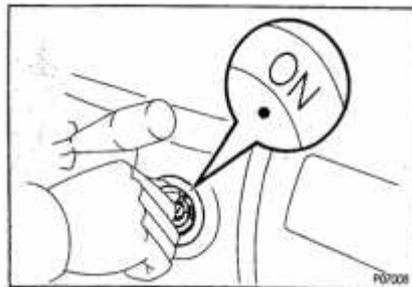


Gambar 2.34 Lampu *Check Engine*. (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 155)

#### 2.4.3.1 *Diagnostic Code Output (Normal Mode)*

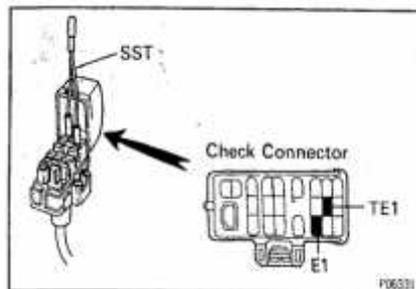
Untuk mendapatkan *output* dari *diagnostic code*, ikutilah proses berikut:

1. Memutar *ignition switch* ke posisi ON.



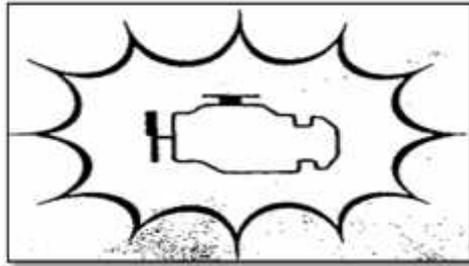
Gambar 2.35 Putar kunci kontak ke posisi ON (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 156)

2. Menggunakan SST, hubungkan terminal TE1 dan E1 pada *check connector*. SST 09843 – 18020



Gambar 2.36 Check Connector (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 156)

3. Bacalah *diagnostic code*, sebagaimana yang ditunjukkan oleh jumlah kedipan dari lampu peringatan “*Check*” engine.

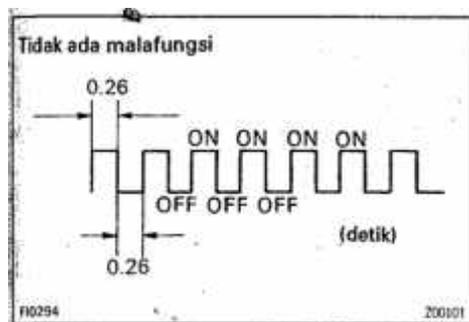


Gambar 2.37 Kedipan Lampu *Check Engine* (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 156)

*Diagnostic code* dapat dilihat pada tabel di buku pedoman reparasi.

- a). Operasi sistem normal (tidak ada mala fungsi).

> Lampu akan berkedip secara bergantian ON dan OFF dengan *interval* waktu 0,26 detik.

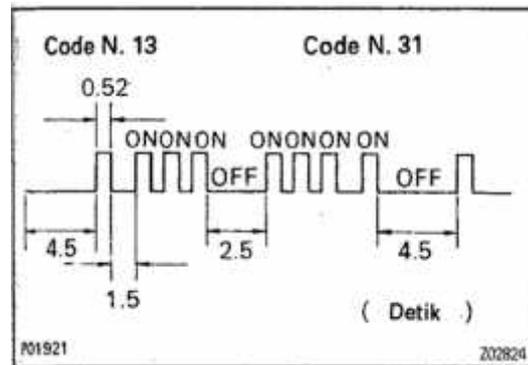


Gambar 2.38 Kedipan Lampu Normal (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 157)

- b). Penunjukan kode mala fungsi

> Dalam hal telah terjadi mala fungsi, maka lampu akan berkedip setiap 0,52 detik. Jumlah kedipan yang pertama adalah sama dengan angka pertama dari 2 angka *diagnostic code* dan setelah jeda selama 1,5 detik, jumlah kedipan yang

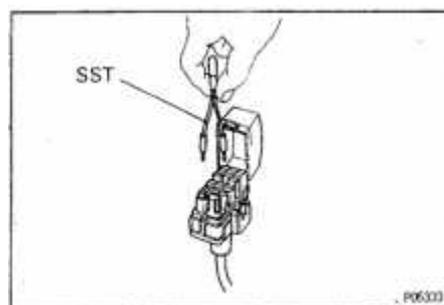
berikutnya adalah merupakan angka kedua. Bila ada dua atau lebih *diagnostic code*, maka diantara setiap *diagnostic code* akan terdapat jeda selama 2,5 detik. (Manual *Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE*, 157)



Gambar 2.39 Penunjukan Kode Mala fungsi (Manual *Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE*, 157)

> Setelah semua *diagnostic code* ditampilkan akan terjadi jeda selama 4,5 detik, dan selanjutnya berulang kembali selama terminal TE1 dan E1 pada *check conector* dihubungkan. Dalam hal terdapat sejumlah *diagnostic code* maka penunjukan akan dimulai dari nilainya terkecil dan dilanjutkan ke nilainya lebih besar. (Manual *Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE*, 157)

5. Setelah melakukan cek *diagnostic*, lepas SST



Gambar 2.40 Melepas SST (Manual *Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE*, 157)

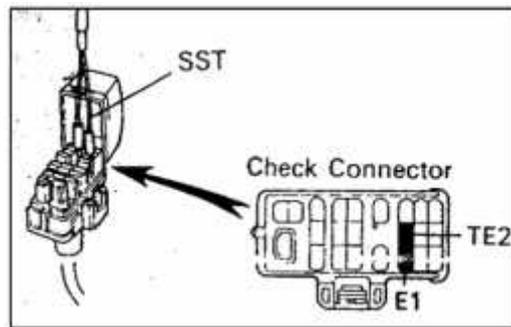
### 2.4.3.2 Diagnosis Code Output (Test Mode)

#### Petunjuk:

- > Dibandingkan dengan normal mode, maka test mode memiliki kemampuan (*sensing ability*) yang lebih besar dan lebih akurat untuk mendeteksi malafungsi.
- > Test mode dapat pula mendeteksi malafungsi didalam sirkuit starter signal, A/C signal dan neutral switch signal.
- > Lebih lanjut, diagnostic item yang dapat terdeteksi didalam normal mode, dapat pula dideteksi dalam test mode.

Untuk mendapatkan output dari diagnostic code, ikutilah proses berikut ini:

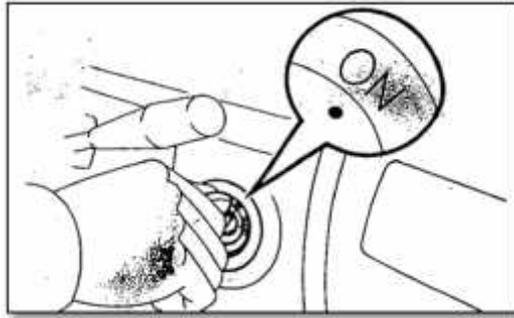
1. Pertama, menggunakan SST, hubungkan terminal TE2 dan E1 pada check connector. SST 09843 – 18020



Gambar 2.41 Memasang SST (Manual Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE,

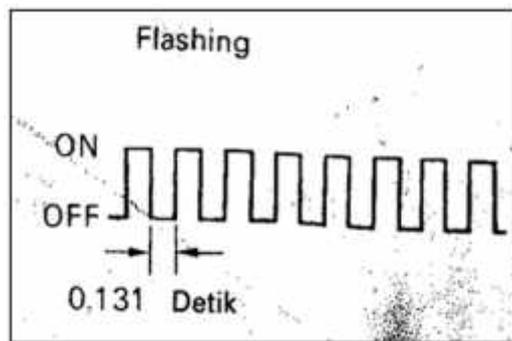
158)

2. Putar ignition switch ke posisi ON untuk memulai diagnosis didalam test mode.



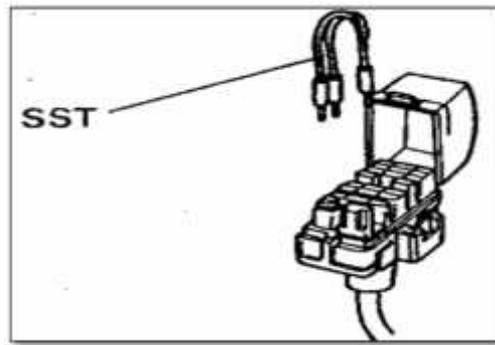
Gambar 2.42 Memposisikan Kunci Kontak ON (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 158)

**Petunjuk:** Untuk memastikan *test mode* telah bekerja, cek bahwa lampu peringatan “*Check*” engine berkedip bila *ignition switch* diputar diposisi ON.



Gambar 2.43 Kedipan Lampu *Check Engine* Normal (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 158)

3. Bacalah *diagnostic code* sebagaimana yang ditunjukkan oleh kedipan lampu peringatan “*Check*” engine.
4. Setelah melakukan cek *diagnostic*, lepas SST. SST 09843 – 18020



Gambar 2.44 Melepas SST (Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 159)

#### 2.4.4 Penghapusan *Diagnostic Code*

1. Selesai perbaikan dari gangguan yang timbul, diagnostic code yang tersimpan didalam memori ECU harus dihilangkan yaitu dengan melepas EFI *fuse* atau sekering (15A) atau kabel negatif baterai selama 10 detik atau lebih, tergantung dari temperatur udara disekitar mesin (semakin rendah temperatur, semakin lama waktu yang diperlukan), dengan ignition switch pada posisi OFF.

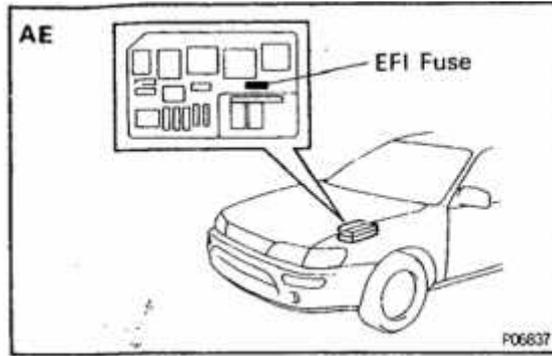
#### **Petunjuk:**

> Penghapusan dapat pula dilakukan dengan melepas terminal negatif (=) baterai. Tetapi dalam hal ini sistem memori lainnya (jam, dll) juga akan terhapus.

> Bila *diagnostic code* tidak dihapus, maka *code* tersebut akan tetap tersimpan oleh ECU dan akan muncul bersamaan dengan *diagnostic code* yang baru, dalam hal ini terjadi gangguan dimasa yang akan datang.

> Bila diperlukan untuk mengerjakan komponen mesin dengan harus melepas terminal baterai pertama-tama periksalah apakah *diagnostic code* yang tercatat.

(Manual *Service* Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 160)



Gambar 2.45 Melepas sekering EFI 15A (Manual Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 160)

2. Selesai penghapusan *diagnostic code*, lakukan *test* jalan kendaraan untuk mengetahui apakah lampu peringatan "*Check*" *engine* masih menyala. Bila sudah tidak menyala lampu *check engine* nya, hal ini menandakan bahwa gangguan sudah teratasi. (Manual Service Toyota Corolla Mesin 4A-FE, 160)

## BAB III

### METODE PERANCANGAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam perakitan kelistrikan mesin EFI sampai mesin dapat *running* dan pada saat proses pengambilan data pada *engine stand* mesin EFI Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE, meliputi beberapa alat dan bahan yang penting untuk dapat mendukung proses perakitan kelistrikan mesin EFI sampai mesin dapat *running*, alat dan bahan tersebut antara lain:

##### 3.1.1 Alat

Pada perakitan kelistrikan mesin EFI sampai mesin dapat *running* dan pada saat pengambilan data pada *engine stand* mesin Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE peralatan yang dibutuhkan adalah peralatan yang umum kita jumpai pada bengkel-bengkel mobil resmi, adapun peralatan tersebut ada pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.1.1 Alat

No	Nama Alat	Jenis	Fungsi
1	Tools Box	Kunci	Untuk mengendorkan dan mengencangkan baut maupun mur
2	Tang pengelupas kabel	Tang	Untuk mengelupas kabel
3	Multimeter	Tester	Untuk mengetes kapasitas nilai tegangan, tahanan, kuat arus
4	Pressure gauge	Tester	Untuk mengetes besar Tekanan
5	Feller gauge	Tester	Untuk memeriksa celah antara 2 komponen
6	Vacuum gauge	Tester	Untuk mengetes besar kevakuman
7	Sound scope	Tester	Untuk memeriksa kerja suatu komponen dengan suara
8	Timing light	Tester	Untuk memeriksa sudut waktu pengapian
9	Tacho tester	Tester	Untuk mengetes kecepatan atau putaran rpm mesin

### 3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam perakitan kelistrikan mesin EFI sampai mesin dapat *running* maupun pada saat pengambilan data pada *engine stand* mesin EFI Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE ini tertera di tabel dibawah ini :

Tabel 3.1.2 Bahan

No.	Nama Barang	Spesifikasi	Satuan	Jumlah
1	Engine EFI Corolla	Toyota Corolla	Buah	1
2	Solasi kertas	General	Buah	1
3	Multi tester wipro	Wipro	Buah	1
4	Ring plat, mur, baut	8 mm	Buah	16
5	Mounting mesin	General	Buah	3
6	Mur, baut, ring plat	12 mm	Buah	12
7	Plastik steel	General	Buah	1
8	Swith starter elew era	Xlew era	Meter	3
9	Great f/bensin	Toyota	Buah	1
10	Selang bensin abu-abu	General	Buah	2
11	Kunci kontak	Toyota	Buah	1
12	Lampu indikator	General	Buah	1
13	Kabel 1x0,75	1X0,75	Meter	25
14	Evaporator AC	General	Buah	1
15	Pompa bensin	Toyota	Buah	1
16	Dryer	General	Buah	1
17	Relly	Bosch	Buah	4
18	Kabel jemper banana	Red & Black	Meter	14
19	Lubang jemper B bes	General	Buah	14
20	Kabel 1x0.75	1x0,75	Meter	12
21	Soket male & female	General	Buah	6
22	Mur	10 mm	Buah	4
23	Ring, sekrup, mur	14 mm	Buah	10
24	Isolasi	General	Buah	1
25	V.belt 3 pk	3 pk 760	Buah	1
26	V.belt 5 pk	5 pk 1020	Buah	1
27	Soket k 4	General	Buah	4
28	Selang vacum	General	Buah	2
29	Kabel 1x0,75	1x0,75	Meter	10

Lanjutan Tabel 3.1.2 Bahan

30	Indikator volt 50v	50 Volt	Buah	1
31	Selang f/a great	Toyota	Buah	2
32	Relay bosch 5k	Bosch	Buah	2
33	Rumah sekring	General	Buah	1
34	Soket relay keramik	Bosch	Buah	2
35	Klem selang	General	Buah	3
36	Sekring 20 A	General	Buah	2
37	Terminal CNE	General	Buah	1
38	Terminal kabel nyaf	General	Buah	4
39	Bensin	Premeium	Liter	6
40	Kabel aki	General	Buah	2
41	Selang Bensin	General	Buah	2
42	Klem selang	General	Buah	4
43	Sekring 30 A	General	Buah	2
44	Fuel filter	Toyota	Buah	1
45	Soked keramik 5K	Bosch	Buah	2
46	Selang buntu	General	Buah	3
47	Perpak knalpot	General	Buah	2
48	Radiator Ori Toyota	Toyota	Buah	1
49	Relay 5K	Bosch	Buah	2
50	Manifold Copel	General	Buah	1
51	Selang radiator soluna	Soluna	Buah	2
52	Klem selang	General	Buah	4
53	Baut	12 mm	Buah	6
54	Baut solar	17 mm	Buah	1
55	Mur tembaga	14 mm	Buah	6
56	baut, ring plat	15 mm	Buah	8
57	Extra fan, Swit starter	Daihatsu	Buah	1
58	TBA	General	Buah	1
59	Isolasi	General	Buah	1
60	Packing knalpot	General	Buah	1
61	Baut	19 mm	Buah	2

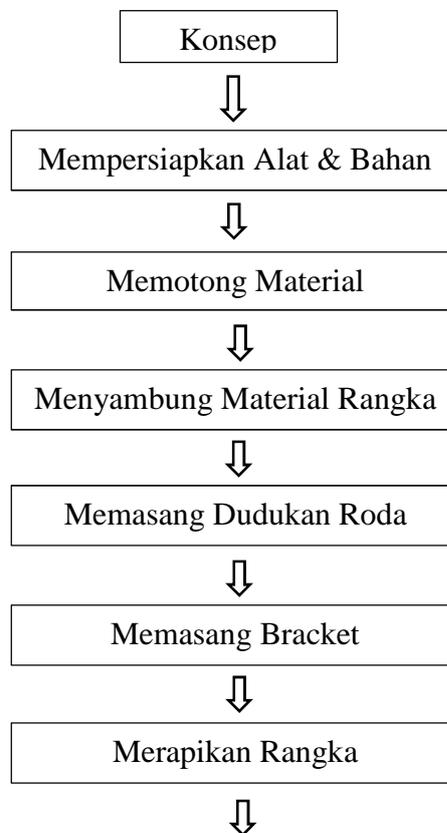
### 3.2 Konsep Perancangan

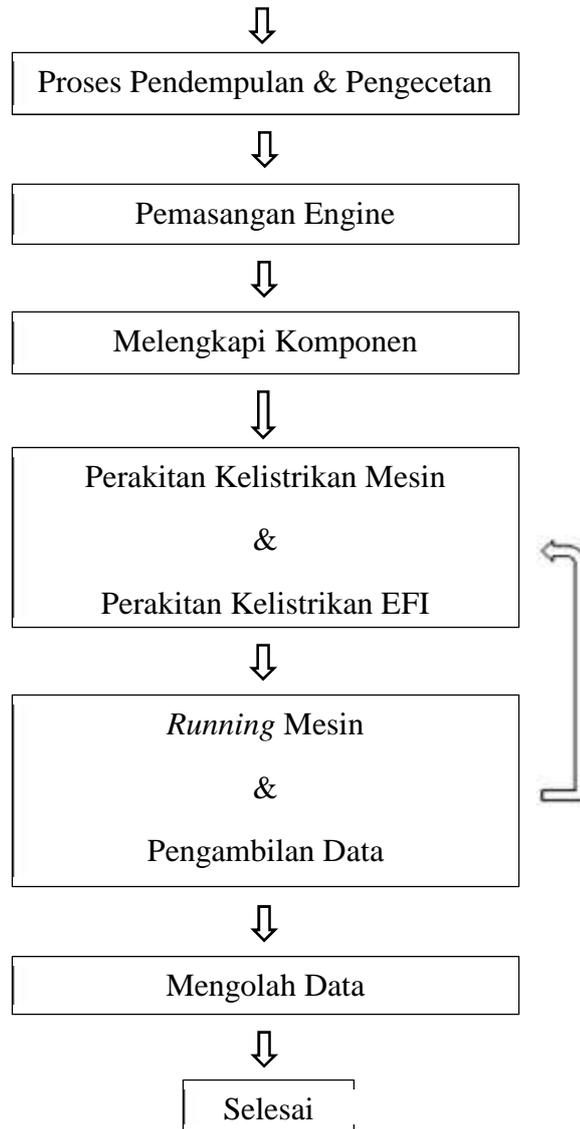
Konsep perakitan kelistrikan mesin EFI sampai mesin dapat *running* maupun pada saat pengambilan data pada *engine stand* mesin EFI Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE di antara lain :

#### 3.2.1 Tempat

Tempat yang digunakan dalam proses pembuatan *Engine Stand* Mesin EFI Toyota Corolla Tipe 4A-FE sampai proses perakitan dan finishing serta pengambilan data dilakukan di Laboraturium Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang terletak di Kampus Wirobrajan..

#### 3.2.2 Skema Alur Proses Perakitan





Gambar 3.1 Skema Proses Perakitan

### 3.3 Konsep EFI

Sistem injeksi bahan bakar berupa sistem EFI ini adalah sebagai pengganti karburator dengan pertimbangan antara lain, pada karburator tidak mampu mengalirkan campuran udara dan bahan bakar dengan campuran perbandingan yang sama untuk setiap silinder, uap bahan bakar yang lebih berat daripada udara

maka akan mengalami kesulitan ketika mengalir melalui belokan dan sudut-sudut tajam dari saluran hisap pada *intake manifold*.

Tujuan lain dari sistem injeksi EFI bahan bakar dapat dikabutkan langsung oleh injektor kedalam saluran hisap pada *intake manifold* didekat katup hisap. Pada sistem EFI dalam mensuplai campuran perbandingan bahan bakar dan udara lebih tepat sesuai dengan kondisi putaran dan beban mesin serta suhu kerja mesin. Sistem EFI lebih mampu dalam mengatur jumlah campuran bahan bakar yang bervariasi, sehingga dengan adanya perubahan kondisi operasi kerja mesin, tenaga atau performa yang dihasilkan dari mesin tetap optimal.

### **3.4 Dasar EFI**

#### **3.4.1 Sejarah Singkat Sistem Bahan Bakar**

Secara umum sistem bahan bakar berfungsi untuk menyediakan bahan bakar, melakukan proses pencampuran bahan bakar dan udara dengan perbandingan yang tepat, kemudian menyalurkan campuran tersebut ke dalam silinder dalam jumlah volume yang tepat sesuai kebutuhan putaran mesin.

Karburator adalah salah satu alat yang digunakan untuk mencampur udara dan bahan bakar untuk sebuah mesin pembakaran dalam. Karburator pertama kali ditemukan oleh Karl Benz pada tahun 1885 dan dipatenkan pada tahun 1886. Kemudian lahir sistem bahan bakar injeksi EFI (*Electronic Fuel Injection*) adalah sistem injeksi bahan bakar yang dikontrol secara elektronik. Karena sistem injeksi lebih mudah terintegrasi dengan sistem yang lain untuk mencapai efisiensi bahan bakar.

Lahirnya sistem injeksi bensin diawali sejak Robert Bosch berhasil merancang pompa injeksi untuk mesin diesel putaran tinggi (1922-1927). Pada

saat itu pompa injeksi untuk solar sekaligus diujicobakan buat mesin bensin. Pada mulanya bensin langsung disemprotkan ke ruang bakar mirip seperti mesin diesel. Namun berbagai kesulitan ditemukan. Dan akhirnya sekitar 1960, sistem injeksi bensin seperti yang dipakai pada mobil-mobil saat ini sudah ditemukan. Bahkan 1967 mobil VW sudah mengaplikasi sistem injeksi dengan unit pengontrol elektronika.

Berlanjut di industri mobil Jepang, Toyota sejak 1971 mulai mengembangkan sistem EFI (electronic fuel injection). Dan 1979, Toyota sudah mengeksport mobil berteknologi EFI seperti Crown dan Cressida. Sejak saat itulah era mobil karburator secara perlahan mulai ditinggalkan. Sedangkan teknologi injeksi bensin buat motor sebenarnya mulai diujicobakan hampir bersamaan dengan mobil. Awalnya diterapkan pada motor berkapasitas besar alias moge. Ambil contoh Honda Jepang, pertama kali memperkenalkan moge injeksi pada 1982 yaitu Honda CX500TURBO

### **3.4.2 Perbandingan Campuran Bahan Bakar Dan Udara**

#### **A. Campuran Bahan Bakar Dan Udara**

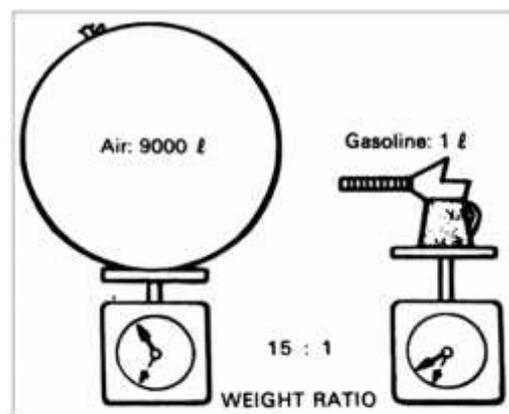
Sistem injeksi bahan bakar berupa sistem EFI ini adalah sebagai pengganti karburator dengan pertimbangan Bahan bakar yang dikirim ke dalam silinder untuk mesin harus ada dalam kondisi mudah terbakar agar dapat menghasilkan efisiensi tenaga yang maksimum. Bensin sedikit sulit terbakar, bila tidak dirubah kedalam bentuk gas. Bensin tidak dapat terbakar dengan sendirinya, harus dicampur dengan udara dalam perbandingan yang tepat. Untuk mendapatkan campuran udara dan bahan bakar yang baik, uap bensin harus bercampur dengan

sejumlah udara yang tepat. Perbandingan campuran udara dan bahan bakar juga mempengaruhi pemakaian bahan bakar. (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-51)

#### B. Perbandingan Bahan Bakar Dan Udara

Perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan dalam volume atau berat dari bagian udara dan bahan bakar. Pada umumnya, perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan berdasarkan perbandingan berat udara dengan berat bahan bakar. Bensin harus dapat terbakar keseluruhannya didalam ruang bakar untuk menghasilkan tenaga yang besar pada mesin. Perbandingan udara dan bahan bakar dalam teorinya adalah 15 : 1 , yaitu 15 untuk udara berbanding 1 untuk bensin. Tetapi pada kenyataannya, mesin menghendaki campuran udara dan bahan bakar dalam perbandingan yang berbeda-beda tergantung pada temperatur, kecepatan mesin, beban dan kondisi lainnya. (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-51)

Pada tabel di bawah ini diperlihatkan perbandingan udara dan bahan bakar yang dibutuhkan sesuai dengan kondisi mesin.



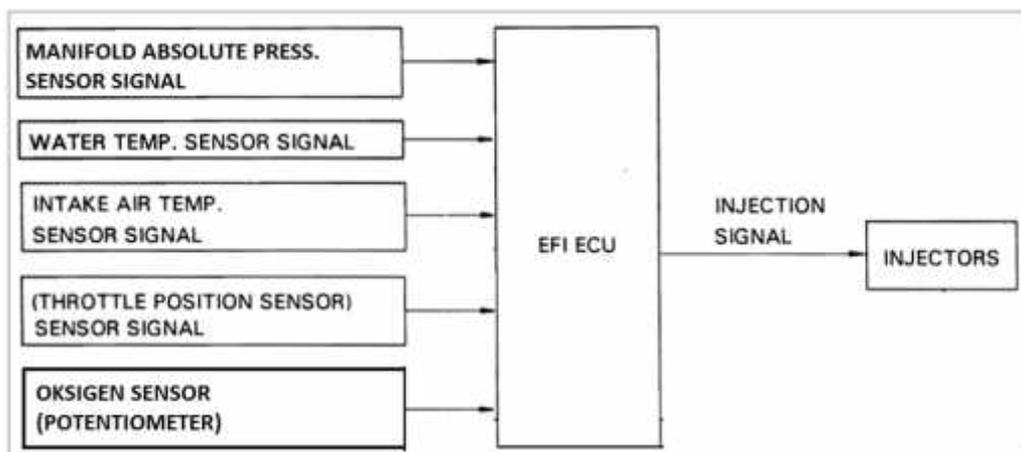
Gambar 3.2 Perbandingan Udara Dan Bahan Bakar (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-70)

Tabel 3.4.2 Perbandingan Bahan Bakar dan Udara Sesuai Kondisi Kerja Mesin (*New Step 1 Training Manual*, 1997, 3-70)

KONDISI KERJA MESIN	Perbandingan Udara dan Bahan bakar
Saat start temperatur 0°C	± 1 : 1
Saat start temperatur 20°C	± 5 : 1
Saat idling	± 11 : 1
Putaran lambat	12-13 : 1
Akselerasi	± 8 : 1
Putaran max (beban penuh)	12-13 : 1
Putaran sedang (ekonomi)	16-18 : 1

### 3.5 Alur Kerja Sensor Utama Untuk Mendapatkan Lamanya Penginjeksian

Sistem kontrol elektronik terdiri dari berbagai sensor-sensor yang mendeteksi berbagai perubahan kondisi kerja mesin, misalnya tekanan intake manifold, temperature udara masuk, temperature air pendingin, sudut pembukaan katup throttle, kandungan oksigen gas buang, putaran dan beban mesin. Kemudian sensor-sensor tersebut mengirimkan sinyal ke ECU untuk menentukan lamanya penginjeksian. Adapun untuk menentukan lamanya penginjeksian, yaitu:



Gambar 3.3 Skema kerja sensor-sensor utama untuk menentukan lamanya penginjeksian (Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 285-19)

- Sensor MAP ( *Manifold Absolute Pressure* )

Bekerja berdasarkan tekanan di dalam *intake manifold*, volume udara masuk dapat diketahui dengan mengukur tekanan *intake manifold*, selanjutnya tekanan *intake manifold* di sensor oleh *silicon chip*, *silicon chip* berfungsi untuk mengubah tekanan kedalam bentuk nilai tahanan, kemudian *output* sinyal berupa tegangan dikirim ke ECU.

- Sensor WTS ( *Water Temperature Sensor* )

Terdapat *thermistor*, apabila suhu air pendingin masih rendah, tahanan *thermister* besar sehingga output tegangan yang dihasilkan THW akan tinggi selanjutnya sinyal dikirim ke ECU. dan apabila suhu air pendingin tinggi tahanan *thermister* kecil, sehingga *output* tegangan yang dihasilkan THW akan rendah selanjutnya sinyal dikirim ke ECU.

- Sensor IATS ( *Intake Air Temperature Sensor* )

Terdapat *thermistor*, apabila temperature udara semakin panas maka nilai tahanannya semakin kecil, kemudian *output* sinyal berupa tegangan tersebut lalu dikirim ke ECU.

- Sensor TPS ( *Throttle Position Sensor* )

Jika *throttle valve* berubah pembukaannya, maka TPS akan mendeteksi perubahan pembukaan katup *throttle* dengan menggunakan tahanan geser, lalu *output* dari perubahan tahanan ini dirubah ke sinyal tegangan lalu dikirim ke ECU.

- Sensor O2 ( *Oksigen Sensor* )

Terdapat elemen semacam material *ceramic* yang dilapisi tipis platina di bagian dalam dan luar, berguna untuk mendeteksi kadar oksigen pada gas buang.

Jika terdapat perbedaan kandungan oksigen melalui permukaan *ceramic*. maka terdapat beda potensial yang dikeluarkan, kemudian sinyal dikirim ke ECU.

Setelah data pendeteksian yang didapat dari sensor-sensor utama lalu, sensor-sensor utama tersebut mengirimkan sinyal ke unit ECU, dimana fungsi ECU disini untuk menentukan lamanya penginjeksian dengan memerintahkan injektor untuk menginjeksikan bahan bakar. (Training Manual Step 2 Vol. 5 EFI, 1992, 285-19)

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### 4.1 Cara Kerja Sistem EFI Berdasarkan Kondisi Kerja Mesin

##### 1. Selama *starting* awal

Saat mesin masih dalam kondisi dingin, diperlukan campuran bahan bakar & udara yang kaya atau gemuk, perbandingannya sekitar 1 : 5. Pada saat itu putaran poros engkol dideteksi oleh sinyal dari starter dan WTS sensor serta IATS sensor mendeteksi lalu mengirim sinyal ke ECU, lalu ECU memerintahkan injektor untuk memperbesar volume penginjeksian dan campuran kaya akan dialirkan pada saat motor starter memutar poros engkol.

##### 2. Saat putaran idle

Dari kerja saat *starting*, campuran bahan bakar dan udara kaya ini akan menghasilkan kandungan gas buang Oksigen sedikit, kemudian Oksigen sensor akan mendeteksi dan akan mengirimkan sinyal ke ECU dan ECU akan memerintahkan ISC *Valve* untuk bekerja menambah suplai udara, supaya putaran menjadi idle, dengan perbandingan campuran bahan bakar & udara sekitar 1 : 11, dan kandungan gas buang oksigen tidak terlalu sedikit.

##### 3. Saat putaran sedang

Saat putaran sedang atau katup throttle membuka sedikit, campuran bahan bakar yang ekonomis, perbandingan campuran bahan bakar & udara sekitar 1 : 16-18. TPS sensor akan mendeteksi perubahan pembukaan katup

throttle dan mengirim sinyal ke ECU, lalu ECU memerintahkan VSV (*Air Control Valve*) untuk menambah suplai udara di *intake manifold*

#### 4. Saat putaran akselerasi

Saat pedal gas diinjak secara tiba-tiba. MAP sensor akan mendeteksi perubahan volume udara yang masuk di *intake manifold* berdasarkan tekanan di *intake manifold*, lalu MAP sensor akan mengirim sinyal ke ECU, dan ECU akan memerintahkan injektor untuk serentak menginjeksikan bahan bakar ke setiap injektor secara bersamaan, sehingga tidak terjadi keterlambatan pengiriman bahan bakar. Untuk perbandingan campuran bahan bakar dan udara saat akselerasi sekitar 1 : 8.

#### 5. Saat putaran tinggi

Saat pedal gas diinjak penuh ( katup throttle terbuka penuh) TPS sensor akan mendeteksi besar perubahan pembukaan katup throttle, lalu TPS sensor akan mengirimkan sinyal ke ECU dan ECU akan memerintahkan injektor untuk menambah volume penginjeksian untuk mendapatkan power air = fuel ratio. Perbandingan campuran bahan bakar dan udara saat putaran tinggi sekitar 1 : 12-13.

### 4.2 Data Awal Sebelum Di *Overhoul Mesin* Dan Di *Tune Up*

#### 4.2.1 Memeriksa lama konsumsi bahan bakar

##### ❖ Tanpa menggunakan beban AC (*Air Conditioner*)

1. Memeriksa konsumsi bahan bakar mesin dengan bahan bakar bensin sebanyak 1000cc atau 1 Liter tanpa AC (*Air Conditioner*) hidup.

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Menyiapkan wadah bekas oli yang sudah dibersihkan, kemudian di potong atasnya dan dibuat strip ukuran setiap 500 cc dan kelipatannya setelah itu takar bensin per 500 cc.



Gambar 4.1 Mentakar bensin per 500 cc

2. Lalu tuangkan bahan bakar bensin sampai 3000 cc di wadah yang sudah di beri takaran



Gambar 4.2 Mentakar bensin sampai 3000 cc

3. Lalu pindahkan pompa bensin diatas wadah tadi.
4. Kemudian secara bersamaan hidupkan mesin tanpa beban atau AC (*Air Conditioner*) tidak hidup dan di *timer* bahan bakar bensin sebanyak 1000 cc akan habis dalam berapa jam.
5. Setelah habis atau berkurang bahan bakar sebanyak 1000 cc, dari 3000 cc menjadi 2000 cc. maka stop *timer* dan matikan mesin.



Gambar 4.3 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar 1000 cc tanpa beban atau AC (*Air Conditioner*) tidak hidup sebelum di *overhaul* dan di *tune-up*

**Hasil Pengetesan:**

Konsumsi bahan bakar mesin tanpa beban AC (*Air Conditioner*) hidup sebanyak 1000cc atau 1 Liter habis dalam waktu 1 jam, 2 menit, 7 detik.

❖ **Dengan menggunakan beban AC**

2. Memeriksa konsumsi bahan bakar mesin dengan bahan bakar bensin sebanyak 1000 cc atau 1 Liter dengan beban AC (*Air Conditioner*) hidup

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Menggunakan sisa bahan bakar bensin dari hasil pengukuran tanpa beban tadi yang masih sebanyak 2000 cc.
2. Kemudian secara bersamaan hidupkan mesin dengan beban atau AC (*Air Conditioner*) dihidupkan dan di *timer* bahan bakar bensin sebanyak 1000cc akan habis dalam berapa menit.



Gambar 4.4 Pemberian beban mesin drngan menghidupkan AC(*Air Conditioner*)

3. Setelah habis atau berkurang bahan bakar sebanyak 1000 cc, dari 2000 cc menjadi 1000 cc. maka stop *timer* dan matikan mesin.



Gambar 4.5 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar 1000 cc dengan beban atau AC(*Air Conditioner*) hidup sebelum di *overhaul* dan di *tune-up*

#### **Hasil Pengetesan:**

Konsumsi bahan bakar mesin dengan beban AC (*Air Conditioner*) hidup bahan bakar bensin sebanyak 1000cc atau 1 liter habis dalam waktu 53 menit, 30 detik

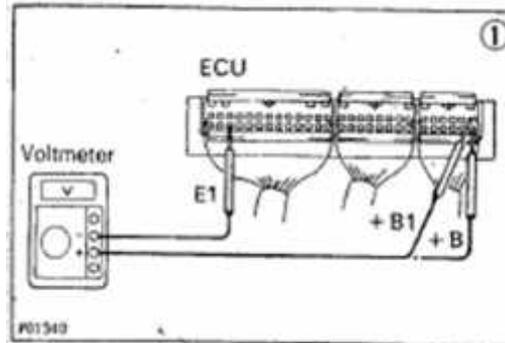
#### 4.3 Melakukan Servis Ringan Atau *Tune-Up* Sistem EFI

1. Memeriksa tegangan konektor kabel rangkaian *Engine* & ECU

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Dengan kondisi terpasang dan terlepas konektor ECU.
- b. Memposisikan kunci kontak ON dan OFF.

- c. Menggunakan *Volt* meter ukur antar terminal yang terdapat pada setiap sensor.



Gambar 4.6 Memeriksa tegangan antar terminal pada konektor ECU

**Spesifikasi:** Tegangan konektor ECU

No.	Terminal	Kondisi		Tegangan STD (V)
1	+B +B1	IG SW ON		9 - 14
2	BATT - E1	-		9 - 14
3	IDL - E2	IG SW ON	Throttle valve terbuka	9 - 14
	VC - E2		-	4.5 - 5.5
	VTA - E2		Throtte valve tertutup penuh	0.3 - 0.8
			Throtte valve terbuka penuh	3.2 - 4.9
4	PIM - E2	IG SW ON		3.3 - 3.9
	VC - E2			4.5 - 5.5
5	#10 - E01 #20 - E02			9 - 14
6	THA - E2	IG SW ON	Temp. udara masuk 20° C (68°F)	0.5 - 3.4
7	THW - E2		Temp. Air pendingin mesin 80°C (176°F)	0.2 - 1.0
8	RSC RSO - E1	IG SW ON	Konektor Engine & ECT ECU dilepas	9 - 14
9	W - E1	Tidak ada gangguan (lampu peringatan "CHECK" engine padam) dan mesin hidup.		9 - 14

**Hasil pemeriksaan:**

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan tegangan konektor ECU

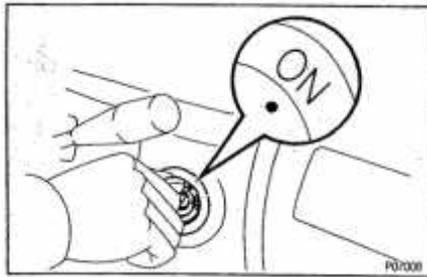
No	Terminal	Kondisi	Tegangan STD (V)
1	+ B - E1 +B1	IG SWITCH ON	12, 5 V
2	BATT - E1	IG SWITCH ON	12, 5 V
3	IDL - E2	Throttle valve terbuka	8 V
	VC - E2	Throttle valve terbuka	4 V
	VTA - E2	Throttle valve tertutup penuh	0, 2 V
		Throttle valve terbuka penuh	2 V
4	PIM - E2	IG SWITCH ON	3, 6 V
	VC - E2		5, 2 V
5	#10 - E01		11 V
	#20 - E02		
6	THA - E2	IG SWITCH ON	2 V
7	THW - E2	IG SWITCH ON	0 V
8	RSC - E1 RSO	IG SWITCH ON	12 V
9	W - E1	IG SWITCH ON	12, 5 V

**Kesimpulan:** Tegangan konektor di ECU di terminal TPS (Throttle Position Sensor) dan WTS (Water Temperature sensor) tidak sesuai spesifikasi, perlu pemeriksaan lebih lanjut.

2. Pemeriksaan lampu Peringatan *Check Engine Normal Mode*

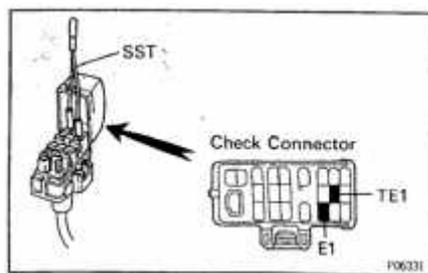
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Memposisikan kunci kontak ke posisi ON



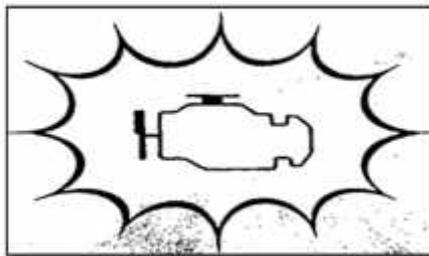
Gambar 4.7 Memutar kunci kontak ke posisi ON

2. Menggunakan SST, hubungkan terminal TE1 dan E1 pada *check connector*.



Gambar 4.8 Menghubungkan terminal TE1 dan E1 Check Connector

3. Bacalah *diagnostic code*, sebagaimana yang ditunjukkan oleh jumlah kedipan dari lampu peringatan "*Check engine*" dan lihat di buku pedoman manual servis.



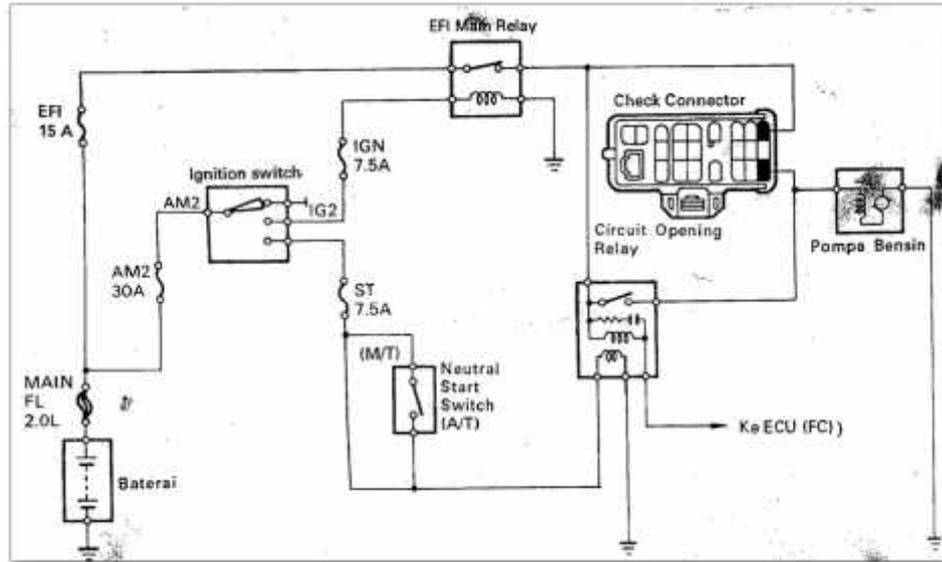
Gambar 4.9 Kedipan Lampu *Check Engine*

**Spesifikasi:** Normal, apabila kedipannya kontinyu dalam jeda yang sama.

**Hasil pemeriksaan:** Ada 2 indikasi nyala kedipan yang berbeda. Terdapat 2 kode yang terdeteksi yaitu kode 22 dan kode 41, yang mengarah pada WTS dan TPS

**Kesimpulan:** Perlu ada pemeriksaan lebih lanjut.

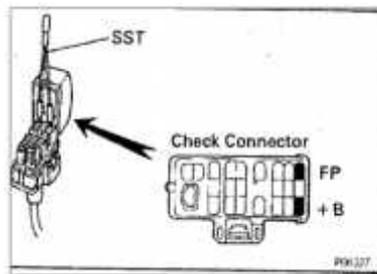
3. Memeriksa kerja dari pompa bensin



Gambar 4.10 Rangkaian pompa bensin

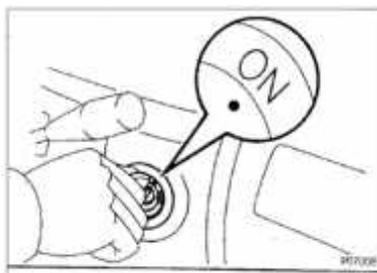
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- d. Menggunakan SST, hubungkan terminal +B dan FP pada *check connector*.



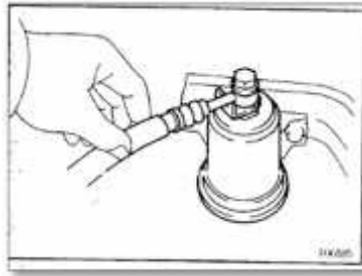
Gambar 4.11 Menghubungkan SST pada *check connector*

- e. Memutar *ignition switch* ke posisi ON.



Gambar 4.12 Memposisikan kunci kontak ON.

- f. Mengecek adanya tekanan didalam slang dari saringan bensin.



Gambar 4.13 Memeriksa tekanan didalam slang dengan suara aliran bensin

**Spesifikasi:** Ada tekanan atau suara aliran bensin

**Hasil Pemeriksaan:** Pompa bahan bakar bekerja dengan baik.

**Kesimpulan:** Masih baik

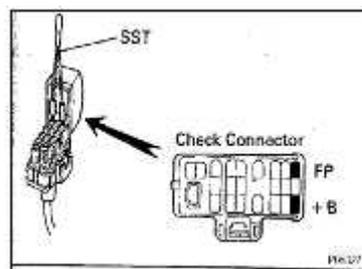
- g. Memutar *ignition switch* ke posisi OFF.

- h. Melepas SST dari *check connector*.

#### 4. Memeriksa tekanan bensin

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

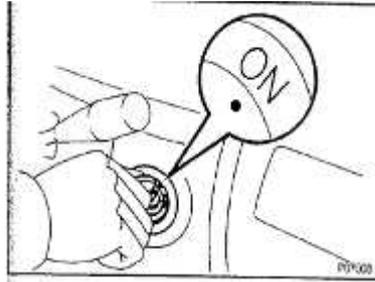
- Mengecek bahwa tegangan baterai 12 volt
- Melepas kabel negatif baterai.
- Memasang pipa sambungan T alat *pressure gauge* pada *output* selang dari *filter* bensin dan *input* selang dari pipa *delivery*.
- Kemudian sambungkan alat *pressure gauge* di sambungan tengahnya.
- Menggunakan SST, pasang terminal +B dan FP pada *check connector*.



Gambar 4.14 Menghubungkan SST pada *check connector*

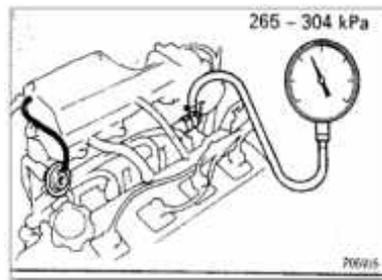
- f. Memasang kembali kabel negatif baterai.

g. Memutar *ignition switch* ke posisi ON.



Gambar 4.15 Memutar kunci kontak ke posisi ON

h. Mengukur tekanan bensin.



Gambar 4.16 Mengukur tekanan bensin dengan alat *pressure gauge*

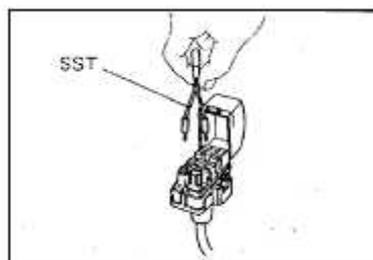
**Spesifikasi:** Tekanan bensin 265 – 304 Kpa

Bila tekanannya terlalu tinggi, gantilah *pressure regulator*.

**Hasil Pemeriksaan:** Tekanan bensin 300 kPa

**Kesimpulan:** Masih baik

i. Melepas SST dari *check connector*

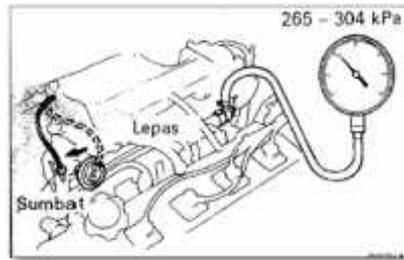


Gambar 4.17 Melepas SST pada *check connector*

j. Membuang tekanan pada alat *pressure gauge*.

k. Lalu *menstart* mesin

- l. Melepas selang *vacum sensing hose* dari *air intake chamber outlet* yang dapat *pressure regulator* dan sumbatlah.



Gambar 4.18 Melepas selang *vacum* dari *intake chamber*

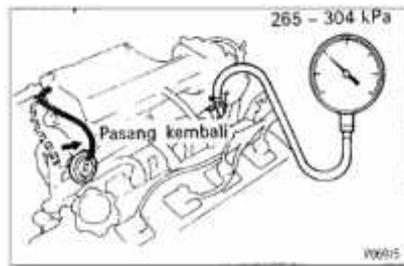
- m. Mengukur tekanan bensin pada putaran *idle*.

**Spesifikasi:** Tekanan bensin 265 – 304 kPa

**Hasil Pemeriksaan:** Tekanan bensin 300 kPa

**Kesimpulan:** Masih baik

- n. Memasang kembali *vacum sensing hose* pada *fuel pressure regulator*.



Gambar 4.19 Memasang kembali selang *vacum*

- o. Mengukur kembali tekanan bensin pada putaran *idle*.

**Spesifikasi:** Tekanan bensin 206 – 265 kPa

Bila tekanannya tidak sesuai spesifikasi, cek selang *vacum sensing hose* dan *pressure regulator*.

**Hasil pemeriksaan:** Tekanan bensin 265 kPa

**Kesimpulan:** Masih baik

- p. Mematikan mesin.

- q. Mengecek lagi bahwa tekanan bensin tetap sesuai spesifikasi selama 5 menit setelah mesin dimatikan.

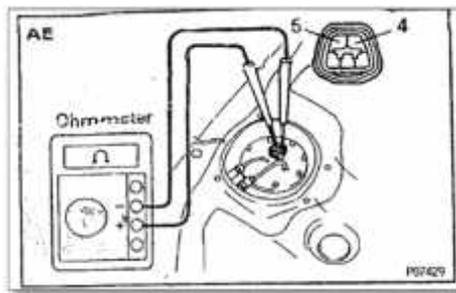
**Hasil pemeriksaan:** Tekanan bensin masih tetap 265 kPa

5. Memeriksa tahanan pompa bensin

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Menggunakan *Ohmmeter*. Ukur tahanan diantara terminal 4 dan 5

Tahanan (dingin) : 0,2 – 3,0 Ohm.



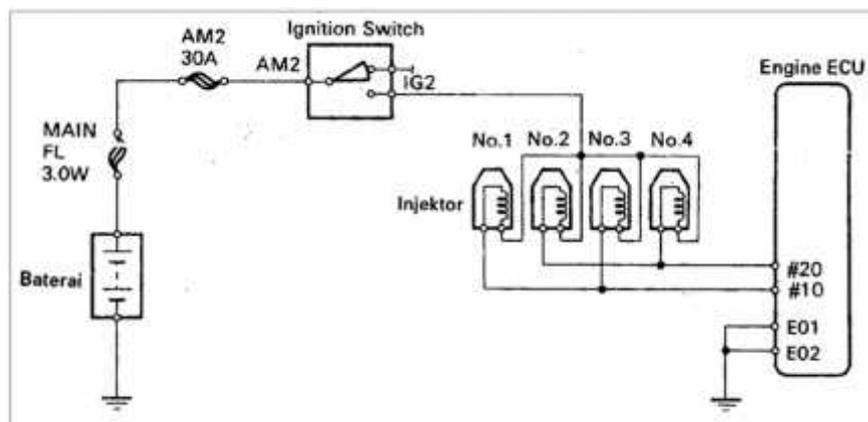
Gambar 4.20 Memeriksa tahanan antar terminal

**Spesifikasi:** Tahanan (dingin) : 0,2 – 3,0 Ohm.

**Hasil pemeriksaan:** tahanan posisi dingin 1 Ohm

**Kesimpulan:** Masih baik

6. Memeriksa Injektor



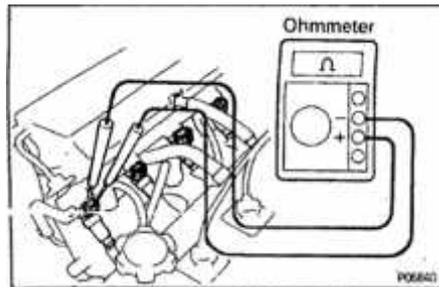
Gambar 4.21 Rangkaian injektor

#### A. Memeriksa Tahanan Injektor

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Melepas konektor injektor
- b. Menggunakan *Ohmmeter*, ukurlah tahanan diantara terminal

Tahanan 20<sup>0</sup>C : 13,4 – 14,2 Ohm



Gambar 4.22 Memeriksa tahanan injektor

**Spesifikasi:** 13,4 – 14,2 Ohm

**Hasil Pemeriksaan :** Tahanan injektor 13,5 Ohm

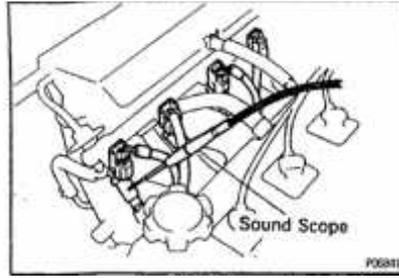
**Kesimpulan:** Masih baik

- c. Memasang kembali konektor injektor

#### B. Memeriksa kerja Injektor

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Menghidopkan mesin, kemudian *sound scope* di tempelkan ke body setiap injektor, periksa adanya suara kerja normal sesuai dengan putaran mesin.
- b. Setelah selesai di cek matikan mesin dan lepaskan *sound scope* dari body injektor.



Gambar 4.23 Memeriksa kerja injektor

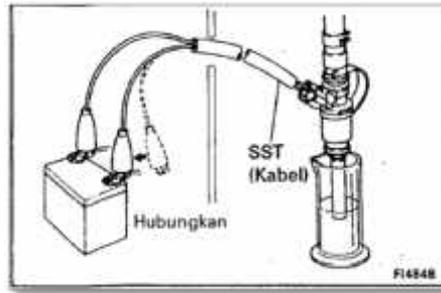
**Hasil Pemeriksaan:** semua injektor dapat bekerja

**Kesimpulan:** Masih baik

C. Memeriksa volume injektor

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Melepas kabel negatif baterai.
- b. Melepas pipa *delivery* dan injektor dari mesin.
- c. Melepas selang output dari *filter* bensin lalu pasang pada pipa *delivery*.
- d. Menghubungkan selang pengembali bensin pada *pressure regulator*.
- e. Mengikat injektor dengan kawat supaya tidak copot injektornya saat penyemprotan.
- f. Menggunakan SST, hubungkan terminal +B dan FP pada *check connector*.
- g. Memasang kembali kabel negatif baterai.
- h. Menhubungkan 2 terminal injektor dengan baterai
- i. Menyiapkan gelas ukur dan ditempatkan dibawah injektor.
- j. Memutar *switch ignition* ke posisi ON secara bersamaan di *timer* selama 15 detik.
- k. Lalu periksa volume penginjeksian setiap injektor selama 15 detik.



Gambar 4.24 Memeriksa volume penginjeksian

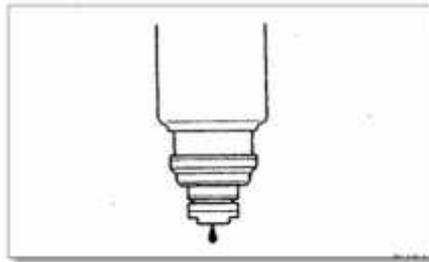
**Spesifikasi:** Volume penginjeksian: 40 – 50 cm<sup>3</sup> per 15 detik

**Hasil pemeriksaan:** 45 cm<sup>3</sup> per 15 detik (pada semua injektor)

**Kesimpulan:** Masih baik

D. Memeriksa kebocoran injektor

- a. Dalam kondisi tersebut diatas, lepas SST kabel jamper injektor dari baterai dan cek kebocoran bensin di injektor.



Gambar 4.25 Memeriksa kebocoran injektor

**Spesifikasi:** Tetesan bensin 1 tetes per menit

**Hasil pemeriksaan:** Tidak ada tetesan bensin per 1 menit (di semua injektor)

**Kesimpulan:** Masih baik

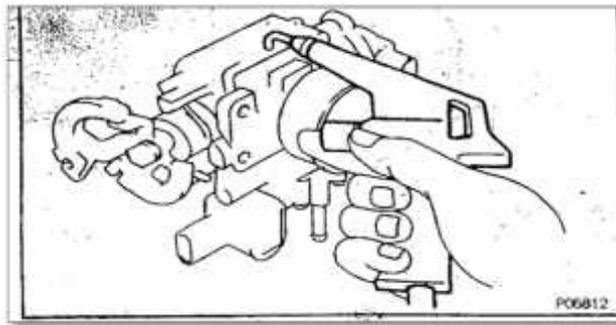
- b. Memutar kunci kontak ke posisi OFF
- c. Melepas kabel SST dn babel negatif baterai.
- d. Lalu pasang injektor kembali ke engine stand.

## 7. Memeriksa Throttle *Body*

### A. Membersihkan Throttle *Body*

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Melepas throttle *body*
- b. Menggunakan sikat halus atau kuas dengan carburator *cleaner* bersihkan ruang throttle.
- c. Menggunakan kompresor, bersihkan semua saluran dan lubang.

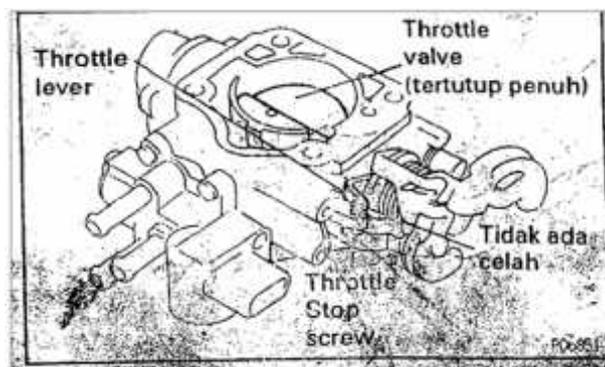


Gambar 4.26 Membersihkan throttle *body*

### B. Memeriksa Throttle *Body*

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Mengecek tidak adanya celah diantara throttle *stop screw* dan throttle *lever* ketika throttle *valve* tertutup penuh.



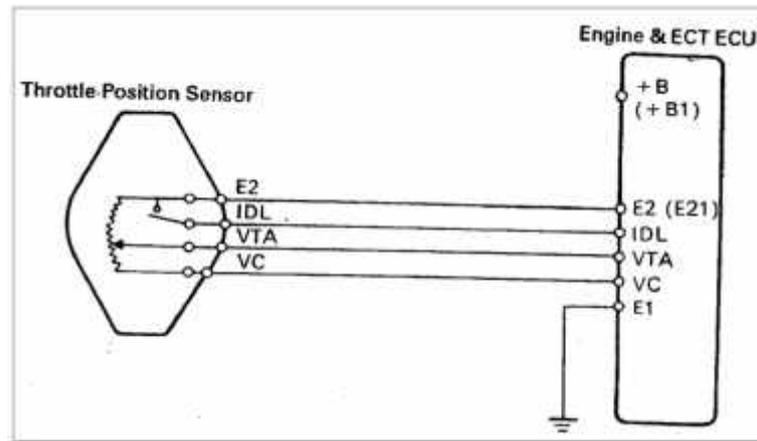
Gambar 4.27 Memeriksa throttle *body*

**Spesifikasi:** Tidak ada celah saat katup throttle terbuka penuh

**Hasil pemeriksaan:** sedikit ada celah

**Kesimpulan:** perlu di kencangkan throttle *stop screw* nya

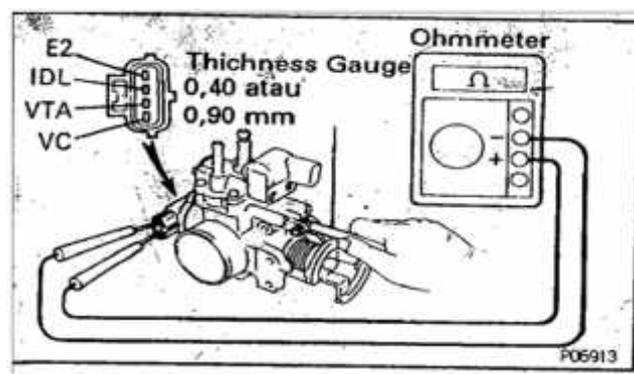
#### 8. Memeriksa Throttle *Position* Sensor (TPS)



Gambar 4.28 Rangkaian throttle *position* sensor

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- Memasukkan *feller gauge* diantara throttle *stop screw* dan *stop lever*.
- Menggunakan ohm meter ukur tahanan di setiap terminal TPS sensor.



Gambar 4.29 Memeriksa tahanan setiap terminal Throttle *position* sensor

### Spesifikasi:

Celah diantara lever dan stop screw	Antara terminal	Tahanan
0 mm (0 in)	VTA - E2	0.2 -6,0 k Ohm
0,40 mm (0,016 in)	IDL - E2	2,3 K ohm atau kurang
0,90 mm (0,035 in)	IDL - E2	Tak terhingga
Throttle Valve terbuka penuh	VTA -E2	3,3 -10.0 k Ohm
—	VC - E2	4,0 - 8,5 k Ohm

### Hasil pemeriksaan:

Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan tahanan TPS sensor

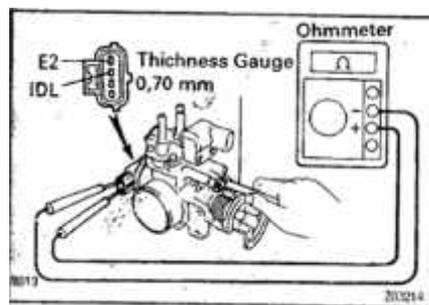
Celah diantara lever dan stop screw	Diantara Terminal	Tahanan
0 mm	VTA - E2	0,1 k Ohm
0,40 mm	IDL - E2	4 k Ohm
0,90 mm	IDL - E2	Tak Terhingga
Throttle Valve Terbuka Penuh	VTA - E2	3 k Ohm
Throttle Valve Terbuka Penuh	VC - E2	3,5 k Ohm

**Kesimpulan:** Tidak sesuai spesifikasi, perlu dilakukan pengantian TPS

### 9. Menyetel Throttle *Position* Sensor

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- Kendorkan dua sekrup pengikat sensor
- Masukan *feller gauge* 0,70 mm diantara throttle *stop screw* dan *stop lever*
- Menghubungkan *test probe Ohm* meter pada terminal IDL dan E2.



Gambar 4.30 Menyetel throttle *position* sensor

- d. Perlahan-lahan putar sensor searah jarum jam hingga jarum *ohm* meter bergerak dan ikatlah dengan dua sekrup pengikat.

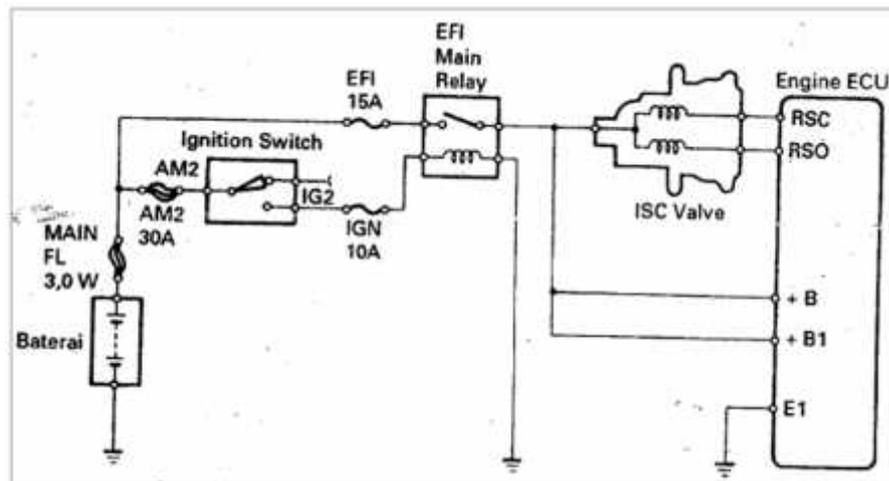


Gambar 4.31 Memutar sensor searah jarum jam

- e. Mengecek kembali kontinuitas diantara terminal IDL dan E2.

Celah diantara lever dan stop screw	Kontinuitas (IDL – E2)
0.40 mm (0.016 in.)	Ada Kontinuitas
0.90 mm (0.035 in.)	Tidak ada Kontinuitas

#### 10. Memeriksa *Idle Speed Control Valve* (ISC Valve)

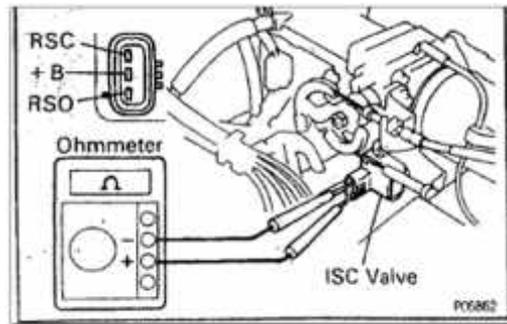


Gambar 4.32 Rangkaian ISC Valve

#### A. Memeriksa Tahanan ISC Valve

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Melepas konektor ISC *valve*
- b. Menggunakan Ohm meter, ukur tahanan diantara terminal +B dengan terminal lain (RSO, RSC)



Gambar 4.33 Memeriksa tahanan ISC Valve

**Spesifikasi:** Tahanan pada temperature  $20^{\circ}\text{C}$  : 13,5 – 16,5 Ohm

**Hasil pemeriksaan:** Tahanan 19, 4 Ohm

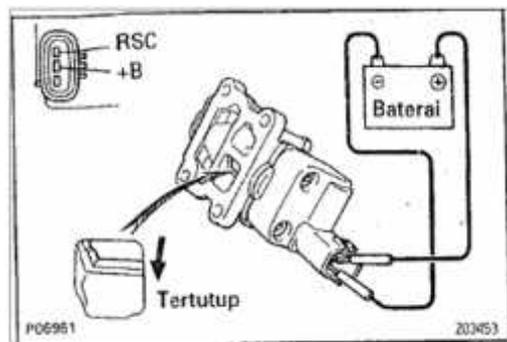
**Kesimpulan:** Masih baik

- c. Memasang kembali konektor ISC *valve*

#### B. Memeriksa Kerja ISC *Valve*

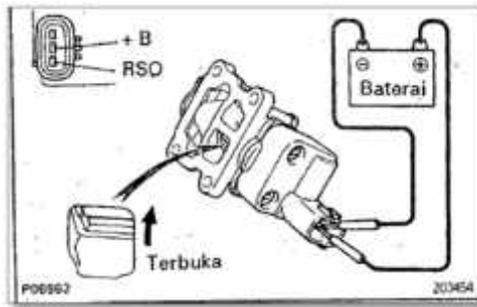
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Menghubungkan kabel positif (+) baterai ke terminal +B dan kabel negatif (-) ke terminal RSC, dan cek bahwa katup tertutup.



Gambar 4.34 Memeriksa kerja ISC *valve* antara terminal +B dan RSC

- b. Menghubungkan kabel positif (+) baterai ke terminal +B dan kabel negatif (-) ke terminal RSO, dan cek bahwa katup terbuka.



Gambar 4.35 Memeriksa kerja ISC *valve* antara terminal +B dan RSO

**Spesifikasi:** Saat dihubungkan antara terminal +B dan RSO katup tertutup

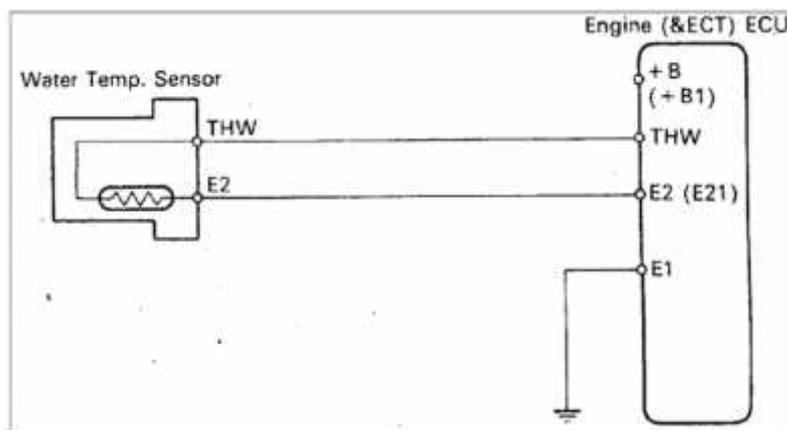
Saat dihubungkan antara terminal +B dan RSO katup terbuka

**Hasil Pemeriksaan:** Katup ISC masih bekerja saat dihubungkan dengan baterai

**Kesimpulan:** Masih baik

- c. Memasang kembali ISC *valve* ke throttle *body*  
 d. Memasang throttle *body* ke engine *stand* kembali.

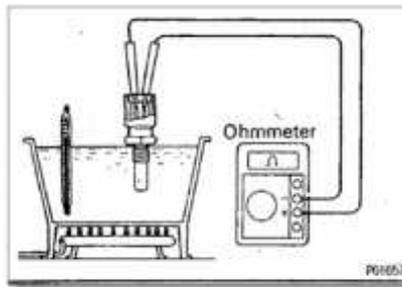
11. Memeriksa *Water Temperature Sensor* (WTS)



Gambar 4.36 Rangkaian WTS sensor

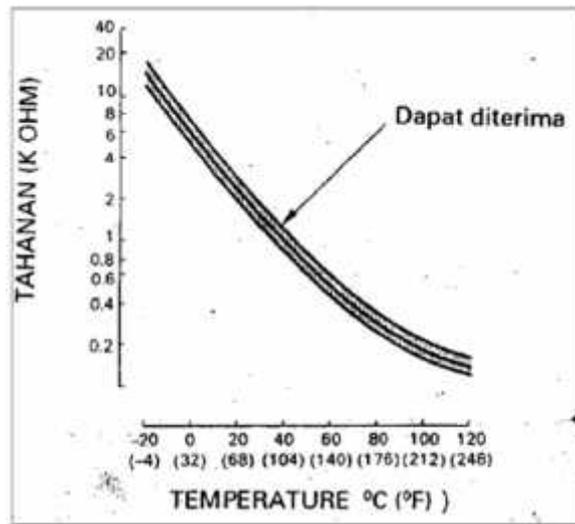
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Melepas *water temperature sensor*
- b. Memasukkan WTS sensor dan thermometer ke dalam *heater* atau pemanas air dan panaskan, lalu ukur tahanan menggunakan *ohmmeter* diantara terminalnya setiap perubahan suhu *temperature*.



Gambar. 4.37 Memeriksa tahanan WTS sensor

**Spesifikasi:**



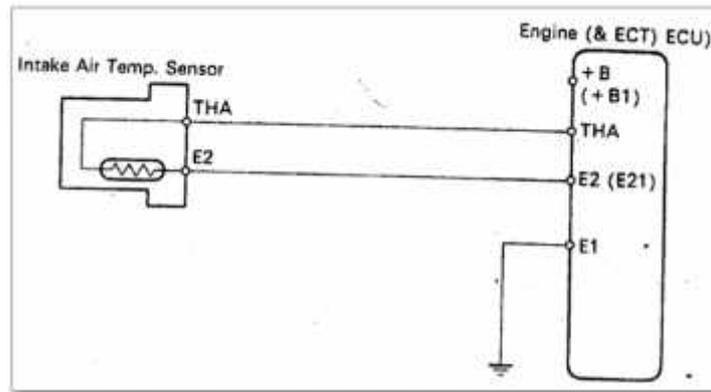
**Hasil pemeriksaan:**

Temperature ( Celcius )	20	30	40	50	60	70	80	90	98
Tahanan ( K Ohm )									

- c. Setelah data didapat pasang kembali WTS sensor ke *engine stand*.

**Kesimpulan:** Tidak sesuai spesifikasi, perlu pengantian WTS.

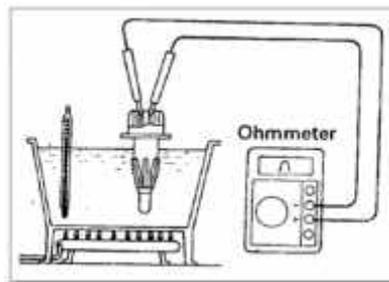
## 12. Memeriksa *Intake Air Temperature* Sensor (IATS)



Gambar 4.38 Rangkaian IATS sensor

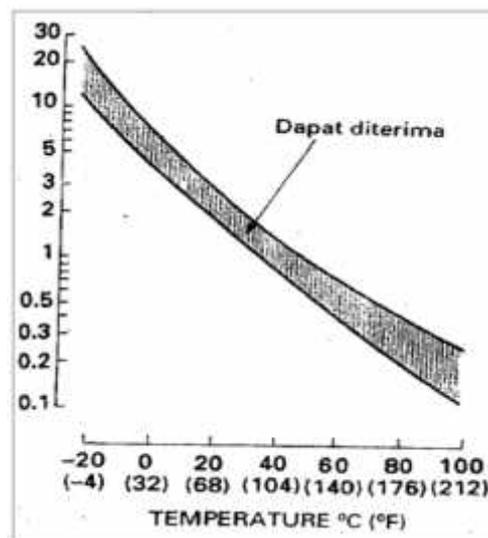
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- Melepas *intake air temperature* sensor
- Memasukan IATS sensor dan thermometer ke dalam *heater* atau pemanas air dan panaskan, lalu ukur tahanan menggunakan *ohmmeter* diantara terminalnya setiap perubahan suhu *temperature*.



Gambar 4.39 Memeriksa tahanan IATS sensor

**Spesifikasi:**



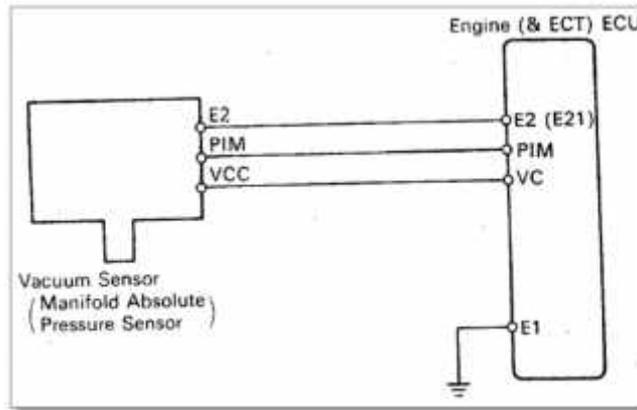
**Hasil pemeriksaan:**

Temperature ( Celcius )	20	30	40	50	60	70	80	90	98
Tahanan ( K Ohm )	2,2	2,8	1,6	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2

**Kesimpulan:** Masih baik

- c. Setelah data didapat pasang kembali IATS sensor ke *engine stand*.

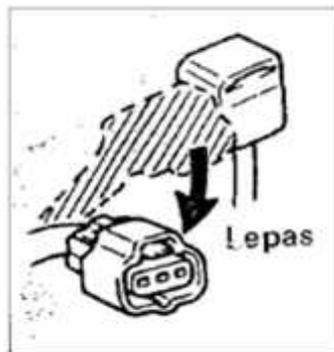
13. Memeiksa *Manifold Absolute Pressure* Sensor (MAP Sensor)



Gambar 4.40 Rangkaian MAP Sensor

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

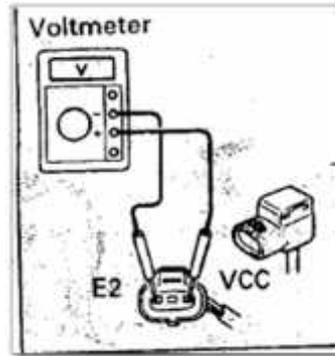
- a. Melepas konektor MAP sensor



Gambar 4.41 Melepas konektor MAP sensor

- b. Memutar *ignition switch* ke posisi ON.

- c. Menggunakan *voltmeter*, ukur tegangan diantara terminal VC dan E2 konektor pada sisi rangkaian kabel.



Gambar 4.42 Mengukur tegangan pada konektor MAP sensor

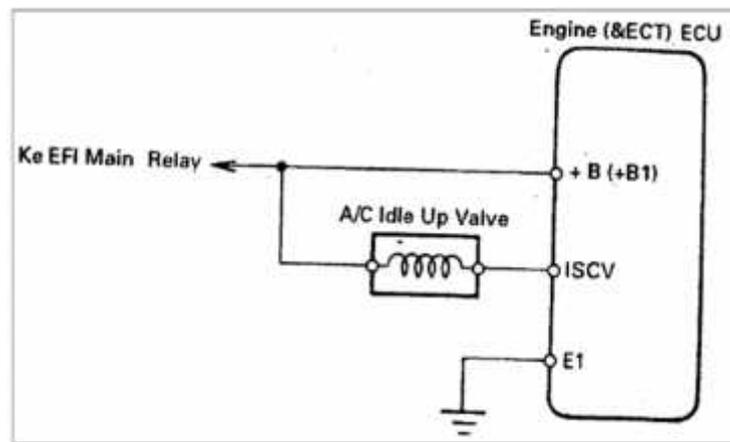
**Spesifikasi:** Tegangan 4,5 – 5,5 Volt

**Hasil pemeriksaan:** Tegangan 4,8 Volt

**Kesimpulan:** Masih baik

- d. Memposisikan kunci kontak OFF  
e. Memasang kembali konektor MAP sensor.

#### 14. Memeriksa A/C Idle –Up Valve



Gambar 4.43 Rangkaian A/C Idle – Up valve

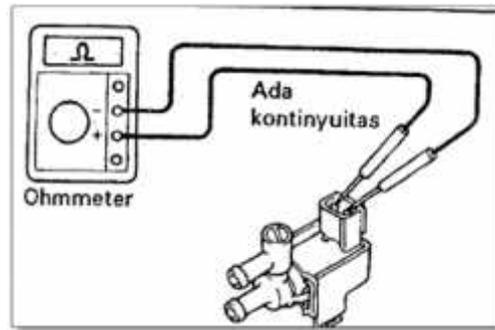
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Melepas Idle – Up valve

2. Memeriksa *Idle –Up valve*

A. Memeriksa *idle – up* terhadap hubungan terbuka

Menggunakan *Ohmmeter*, cek adanya *kontinuitas* diantara terminalnya.



Gambar 4.44 Memeriksa hubungan terbuka *idle - up*

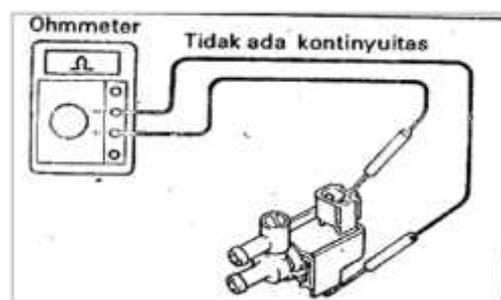
**Spesifikasi:** Adanya *kontinuitas* dan Tahanan (Dingin) 30 – 34 Ohm

**Hasil pemeriksaan:** Terdapat *kontinuitas* dan tahanan 34 Ohm

**Kesimpulan:** Masih baik

B. Memeriksa *idle – up* terhadap hubungan masa

Menggunakan *ohmmeter*, cek tidak adanya *kontinuitas* diantara setiap terminal dan masa *body*.



Gambar 4.45 Memeriksa hubungan masa *idle - up*

**Spesifikasi:** Tidak ada *kontinuitas*

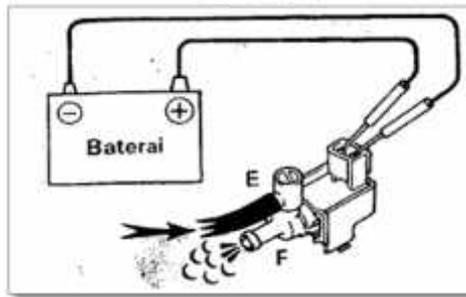
**Hasil pemeriksaan:** Tidak terdapat hubungan dengan masa

**Kesimpulan:** Masih baik

C. Memeriksa kerja *idle – up valve*

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Mengecek bahwa udara tidak mengalir dari lubang E ke lubang F.
- b. Memberikan tegangan baterai diantara terminalnya.
- c. Mengecek bahwa udara dapat mengalir dari lubang E ke lubang F, bila kerjanya tidak sesuai spesifikasi, gantilah *idle- up valve*.



Gambar 4.46 Memeriksa kerja *idle – up valve*

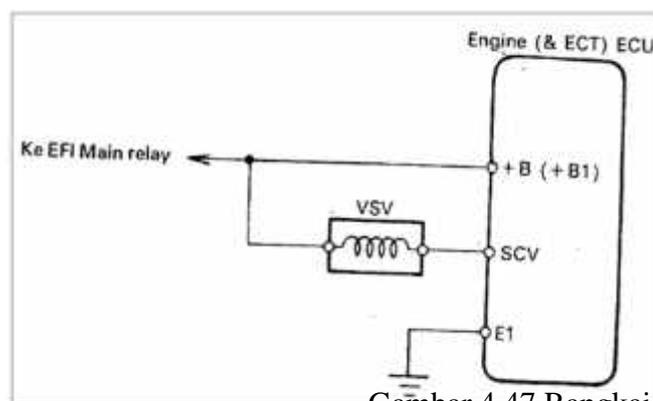
**Spesifikasi:** Saat dialiri tegangan baterai udara dapat mengalir dari lubang E ke F

**Hasil Pemeriksaan:** Udara dapat mengalir dari lubang E ke lubang F

**Kesimpulan:** Masih baik

3. Memasang kembali *Idle – Up valve*

15. Memeriksa VSV (*Vacuum Switching Valve*) Untuk *Air Control Valve*

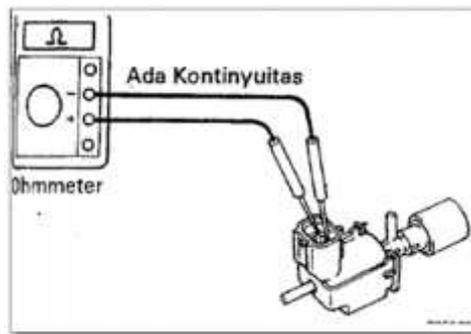


Gambar 4.47 Rangkaian VSV (*Air Control Valve*)

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Melepas VSV (*Vacuum Switching Valve*) untuk *air control valve*
2. Memeriksa VSV
  - A. Memeriksa VSV terhadap hubungan terbuka

Menggunakan *Ohmmeter*, cek adanya *kontinuitas* di antara terminal



Gambar 4.48 Memeriksa VSV (*Vacuum Switching Valve*) hubungan terbuka antar terminal

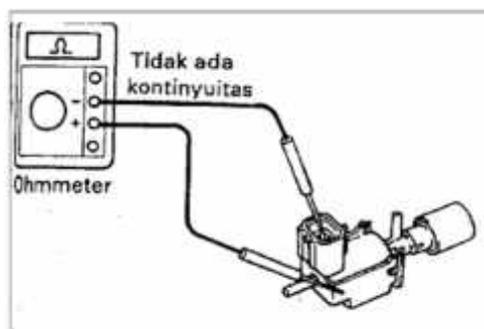
**Spesifikasi:** Ada *kontinuitas* dan Tahanan (Dingin) 33 – 39 Ohm

**Hasil pemeriksaan:** Terdapat *kontinuitas* dan tahanan 34 Ohm

**Kesimpulan:** Masih baik

- B. Memeriksa VSV terhadap hubungan masa atau *body*

Menggunakan *Ohmmeter*, cek tidak adanya *kontinuitas* diantara setiap terminal dan bodi.



Gambar 4.49 Memeriksa VSV terhadap hubungan masa

**Spesifikasi:** Tidak ada kontinuitas

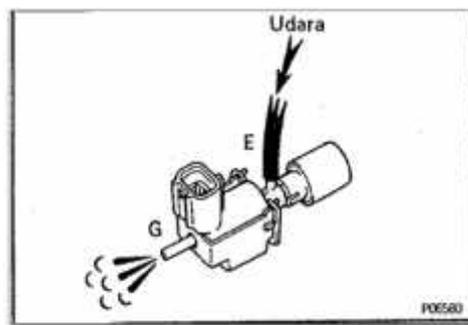
**Hasil pemeriksaan:** Tidak terdapat kontinuitas

**Kesimpulan:** Masih baik

### C. Memeriksa kerja VSV

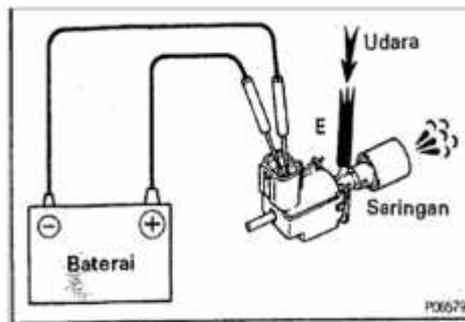
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

- a. Mengecek bahwa udara dapat mengalir dari lubang E ke lubang G



Gambar 4.50 Memeriksa kerja VSV tanpa baterai

- b. Memberikan tegangan baterai diantara terminalnya.
- c. Mengecek adanya udara yang mengalir dari lubang E ke saringan.



Gambar 4.51 Memeriksa kerja VSV dengan baterai

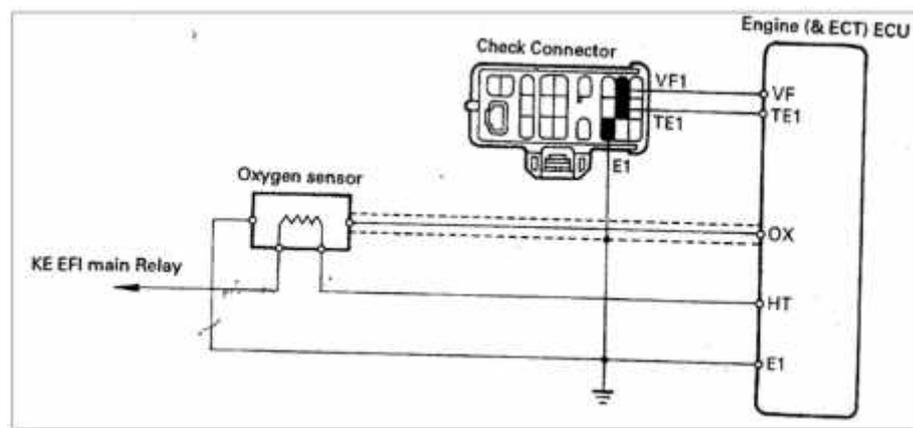
**Spesifikasi:** Saat diberi tegangan baterai adanya udara mengalir dari lubang E ke saringan.

**Hasil pemeriksaan:** Terdapat aliran udara mengalir dari lubang E menuju ke saringan.

**Kesimpulan:** Masih baik

3. Setelah pemeriksaan pasang kembali VSV pada *engine stand*.

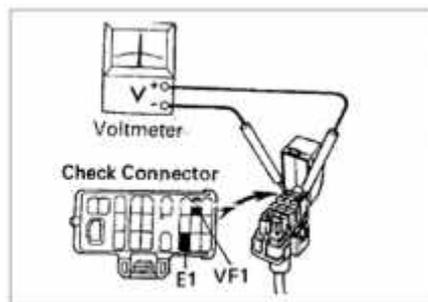
#### 16. Memeriksa *Oxygen sensor*



Gambar 4.52 Rangkaian *Oxygen sensor*

: Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Memanaskan mesin.hingga mencapai temperature kerja normal.
2. Memeriksa tegangan *feedback*, dengan menghubungkan *test probe* positif (+) *Volt* meter ke terminal VF 1 pada *check connector*, dan *test probe* negatif (-) ke terminal E1 pada *check connector*.



Gambar 4.53 Memeriksa tegangan *feedback oxygen sensor*

Adapun langkahnya:

- a. Memanaskan *oxygen* sensor dengan putaran mesin 2500 rpm, selama kira-kira 90 detik.
- b. Menggunakan SST, hubungkan terminal TE 1 dan E1 pada *check connector*. Jaga putaran mesin pada 2500 rpm.
- c. Mengecek jumlah gerakan jarum *volt* meter dalam tempo 10 detik apabila gerakan jarum *volt* selama 10 detik terjadi 8 kali atau lebih, berarti normal.

**Spesifikasi:** Jumlah gerakan jarum *voltmeter* 8 kali atau lebih selama 10 detik

**Hasil pemeriksaan:** gerakan jarum 9 kali selama 10 detik.

**Kesimpulan:** Masih baik

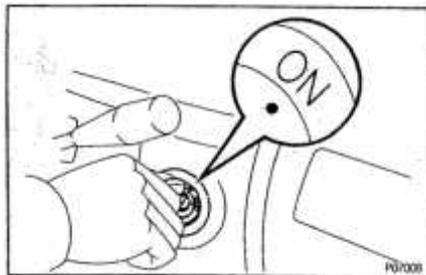
3. Melepas *test probe voltmeter* dan kabel SST di diagnosis.
4. Matikan mesin

❖ Setelah Dilakukan Perbaikan dan Pengantian TPS Dan WTS

#### 17. Pemeriksaan lampu Peringatan *Check Engine* Setelah Proses *Tune-Up*

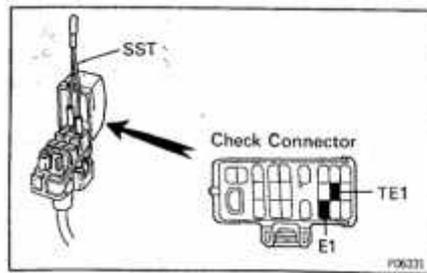
Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

4. Memposisikan kunci kontak ke posisi ON



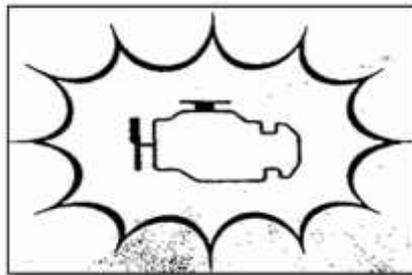
Gambar 4.54 Memutar kunci kontak ke posisi ON

5. Menggunakan SST, hubungkan terminal TE1 dan E1 pada *check connector*.



Gambar 5.55 *Check Connector*

6. Bacalah *diagnostic code*, yang ditunjukkan oleh jumlah kedipan dari lampu peringatan “*Check*” engine dan lihat di buku pedoman manual servis.



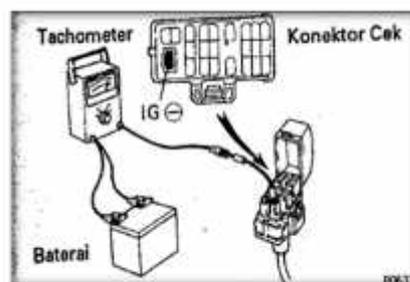
Gambar 4.56 Kedipan Lampu *Check Engine*

**Spesifikasi:** Normal, apabila kedipannya kontinyu dalam jeda yang sama.

**Hasil pemeriksaan:** Kedipannya kontinyu

**Kesimpulan:** Sudah normal tidak ada indikasi *code* kerusakan

18. Melakukan Penyetelan Putaran Idle



Gambar 4.57 Penyetelan Putaran Idle

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Menghidupkan mesin
2. Menghubungkan alat tachometer ke baterai dan ke terminal diagnosis IG-
3. Memposisikan *range tachometer* ke 4 silinder, lalu baca putarannya, sambil menyetel putaran idlenya diantara  $750 \pm 50$  rpm, dengan cara mengeser *throtlle stop screw* yang berada di setelan gas pada *throttle body*.
4. Setelah di setel pada putaran 750 rpm, lepas kabel alat *tachometer* dari baterai dan terminal diagnosis IG-.

**Data Pemeriksaan:** Memposisikan putaran pada 750 rpm

**Spesifikasi:** putaran idle  $750 \pm 50$  rpm

**Kesimpulan:** Baik

#### 4.4 Data Setelah Di *Overhoul* Mesin Dan Di *Tune Up*

##### ❖ Tanpa menggunakan beban AC (*Air Conditioner*)

1. Memeriksa konsumsi bahan bakar mesin dengan bahan bakar bensin sebanyak 1000 cc atau 1 Liter tanpa AC (*Air Conditioner*) hidup.

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Menuangkan bahan bakar bensin sebanyak 3000 cc di wadah yang sama, di wadah bekas pemeriksaan sebelum tune-up.
2. Lalu pindahkan pompa bensin diatas wadah tadi.
3. Kemudian secara bersamaan hidupkan mesin tanpa beban atau AC (*Air Conditioner*) tidak hidup dan di *timer* bahan bakar bensin sebanyak 1000 cc akan habis dalam berapa jam.

4. Setelah habis atau berkurang bahan bakar sebanyak 1000 cc, dari 3000 cc menjadi 2000 cc. maka stop timer dan matikan mesin.



Gambar 4.58 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar 1000 cc tanpa beban atau AC (*Air Conditioner*) tidak hidup setelah di *overhaul* dan di *tune-up*

#### **Hasil Pengetesan:**

Konsumsi bahan bakar mesin tanpa beban AC (*Air Conditioner*) hidup sebanyak 1000cc habis dalam waktu 1 jam, 14 menit, 33 detik.

#### **❖ Dengan menggunakan beban AC**

2. Memeriksa konsumsi bahan bakar mesin dengan bahan bakar bensin sebanyak 1000 cc atau 1 Liter dengan beban AC (*Air Conditioner*) hidup

Adapun proses tahapan atau prosedurnya yaitu:

1. Menggunakan sisa bahan bakar bensin dari hasil pengukuran tanpa beban tadi yang masih sebanyak 2000 cc.
2. Kemudian secara bersamaan hidupkan mesin dengan beban atau AC dihidupkan dan di *timer* bahan bakar bensin sebanyak 1000cc, dari 2000cc sampai 1000cc akan habis dalam berapa jam.

- Setelah habis atau berkurang bahan bakar sebanyak 1000 cc, dari 2000 cc menjadi 1000 cc. maka *stop timer* dan matikan mesin.



Gambar 4.59 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar 1000 cc dengan beban atau AC (*Air Conditioner*) hidup setelah di *overhoul* dan di *tune-up*

#### Hasil Pengujian:

Konsumsi bahan bakar mesin dengan beban AC (*Air Conditioner*) hidup bahan bakar bensin sebanyak 1000cc atau 1 Liter habis dalam waktu 1 jam, 3 menit, 52 detik

#### 4.5 Perhitungan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 4.3 Hasil perhitungan hemat konsumsi bahan bakar bensin

Lama Konsumsi Bahan Bakar Bensin ( 1000 cc )	Tanpa Beban AC		Dengan Beban AC	
	Putaran 700 rpm		Putaran 1200 rpm	
Sebelum Overhoul & Tune -Up	1000 cc	62,07 menit	1000 cc	53,30 menit
Sesudah Overhoul & Tune -Up		74, 33 menit		63,52 menit
Selisih Waktu		12, 26 menit		10,22 menit
Hemat Konsumsi Bahan Bakar Bensin (%)	19, 8 %		19, 2 %	

Adapun perhitungan hemat konsumsi bahan bakar (%) yaitu:

#### Diasumsikan,

- Data awal, waktu habis 1000 cc tanpa beban AC (*Air Conditioner*) sebelum overhoul & *tune-up* 62, 07 menit (100%)

2. Data awal, waktu habis 1000 cc dengan beban AC (*Air Conditioner*)  
sebelum *overhaul & tune-up* 53,30 menit (100%)

**Rumus,**

$$\text{Hemat (\%)} = \frac{\text{Selisih waktu ( waktu data ke-2 – data ke-1)}}{\text{Asumsi data awal (\%)}} \times 100 \%$$

**Perhitungan,**

1. Hemat konsumsi tanpa beban AC

$$\text{Hemat (\%)} = \frac{12,26}{62,07} \times 100 \% = \mathbf{19,8 \%}$$

2. Hemat konsumsi dengan beban AC

$$\text{Hemat (\%)} = \frac{10,22}{53,30} \times 100 \% = \mathbf{19,2 \%}$$

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa konsumsi bahan bakar dan proses *tune-up* sistem EFI, serta pemeriksaan lampu *check engine* di media *engine stand* Toyota Great Corolla tipe 4A-FE, maka dapat kita ambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Jadi prinsip kerja dari sistem kontrol D-EFI bekerjanya dimulai dari sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*) mendeteksi perubahan tekanan udara yang masuk kedalam *intake manifold*, selanjutnya *silicon chip* yang berada pada MAP sensor merubah besar tekanan ke dalam nilai tahanan, kemudian sinyal *output* berupa sinyal tegangan dikirim menuju ke ECU (*Elektronik Control Unit*), kemudian ECU mengakulasi dan mengolah data yang didapat dari sensor-sensor, kemudian ECU menentukan lama penginjeksian dengan memberikan *output* berupa sinyal *injection* ke injektor, untuk injektor bekerja menyembrotkan bahan bakar ke ruang bakar.
2. Apabila ingin mengetahui cara mendeteksi jika terdapat kerusakan pada sistem EFI, dapat dilakukan salah satunya dengan cara manual yaitu dengan membaca kode lampu kedipan. Dengan pertama memastikan pada saat kunci kontak ON lampu *check engine* menyala, dan pada saat starter atau menghidupkan mesin, lampu *check engine* harus padam, jika masih tetap hidup berarti terdapat kerusakan pada sensor maupun *actuator*. Cara mengeceknya yaitu dengan memposisikan kunci kontak ON dan

menghubungkan terminal TE1 dan E1 pada *check connector* dengan kabel jumper. Lalu baca jumlah kedipan dan lihat di tabel kode kerusakan pada buku panduan pedoman servis.

3. Sehingga setelah dilakukan proses pengujian, pemeriksaan *tune-up*, pengantian sensor *Water Temperature Sensor* dan sensor *Throttle Position Sensor* ada perbedaan peningkatan performa mesin yaitu pada putaran mesin bisa lebih stabil dan dari segi konsumsi bahan bakar bensin lebih hemat, pertama konsumsi bahan bakar bensin tanpa beban AC (*Air Conditioner*) hidup hemat **19,8 %** yang semula bensin sebanyak 1000cc habis dalam waktu 1 jam, 2 menit, 7 detik, kemudian di *tune-up* dan di uji kembali bensin sebanyak 1000cc habis dalam waktu 1 jam, 14 menit, 33 detik. Kedua konsumsi bahan bakar bensin dengan beban AC (*Air Conditioner*) hidup hemat **19,2 %** yang semula bensin sebanyak 1000cc habis dalam waktu 53 menit, 30 detik, kemudian di *tune-up* dan di uji kembali bensin sebanyak 1000cc habis dalam waktu 1 jam, 3 menit, 52 detik.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan dalam penyusunan Tugas Akhir “Analisis Sistem Kontrol Elektronik *Fuel Injection* ( EFI ) pada Toyota Great Corolla Tipe 4A-FE ini adalah :

1. Untuk menunjang pembelajaran praktikum sistem EFI, khususnya pada mesin mobil ke peserta didik agar lebih maksimal, perlu adanya anggaran dana untuk pembelian alat Scannertool dan alat uji emisi gas buang atau

alat Gas Analyzer, supaya saat mendeteksi kerusakan sistem EFI dengan indikator lampu peringatan *check engine* lebih detail jika terdapat kerusakan pada sistem EFI, serta apabila setelah dilakukan proses perbaikan atau servis tune-up pada sistem EFI dapat diketahui berhasil atau tidaknya dalam perbaikan pada mesin EFI yaitu dengan cara menguji emisi gas buang atau gas sisa pembakaran yang dihasilkan dari proses pembakaran mesin.

2. Untuk kesehatan dan kenyamanan bagi peserta didik dan instruktur saat praktikum dalam hal ini menghidupkan engine stand didalam ruangan, sebaiknya perlu di anggaran dana juga untuk pembangunan corong tabung asap yang dihubungkan langsung di knalpot mesin, supaya dapat mengatasi gangguan pernafasan dari kandungan gas buang knalpot engine stand yang dihasilkan.
3. Apabila di tahun berikutnya ada penelitian Tugas Akhir tentang sistem EFI lagi, khususnya pada peserta didik Program Vokasi UMY, sebaiknya menggunakan mobil dengan kapasitas cc yang sama dan mobil dari pabrikan yang berbeda, supaya dapat membandingkan kelebihan dan kekurangan teknologi mobil EFI antar pabrikan mobil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriharyanto. (2012). “Sejarah Singkat EFI”. termuat di:  
<http://afriharyanto.blogspot.co.id>, di akses 21 Januari 2015. Jam 20.48.
- Anonim. (1998). Pedoman Reparasi Toyota Corolla Mesin 4A-FE. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2000). Pedoman Reparasi Toyota Mesin 5A-FE. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2014). “Sejarah Perkembangan Otomotif Mesin Bensin”. Termuat di  
<related:mesin.ub.ac.id/sarjana/>. Diakses 20 januari. Jam 07.29.
- Haweyu. (2011). “Sejarah Perkembangan Motor Injeksi”. termuat di  
<http://erulmesin09.blogspot.co.id/> diakses 21 Januari, Jam 20.57
- Ruswid. (2008). Modul 4 *Elektronik Fuel Injection*.
- Team. (1997). *New Step 1 Training Manual*., Jakarta: PT. Toyota Astra-Motor.
- Team. (1992). *Training Manual Step 2 Vol. 5 Electronic Fuel Injection (EFI)*.  
Jakarta: PT. Toyota Astra-Motor..

# LAMPIRAN