



**SISTEM PENGAPIAN
MESIN 1NZ-FE TOYOTA VIOS**

TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Diploma III
Guna Menyandang Gelar Ahli Madya**

PERPUSTAKAAN
UNNES
Oleh:
Wahyu Kurniawan
5211309025

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Kurniawan
NIM : 5211309025
Program Studi : Teknik Mesin Diploma III
Judul : Sistem Pengapian Mesin INZ-FE
Toyota Vios

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

Panitia Ujian

Ketua : Drs. Aris Budiyo, MT
NIP. 19670451994021001 ()

Sekretaris : Widi Widayat, ST, MT
NIP. 197408152000031001 ()

Dewan Penguji

Pembimbing : Drs. Agus Suharmanto, M.Pd
NIP. 195411161984031001 ()

Penguji Utama : Drs. Wirawan Sumbodo, MT
NIP. 196601051990021002 ()

Penguji Pendamping : Drs. Agus Suharmanto, M.Pd
NIP. 195411161984031001 ()

Ditetapkan di Semarang
Tanggal:

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP 196602151991021001

HALAMAN MOTTO

*Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu,
sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar*

(Al-Baqarah: 153)

*Lihatlah mereka yang lebih tidak beruntung dari pada dirimu, sehingga kau tidak
mungkin tidak berpuas diri atas keberuntungan yang diberikan Allah kepadamu.*

(Nabi Muhammad SAW)

Tiga tugas utama kita sebagai kekasih Tuhan adalah :

Meminta kepada Tuhan, Memantaskan diri, dan Menerima dengan kesyukuran.

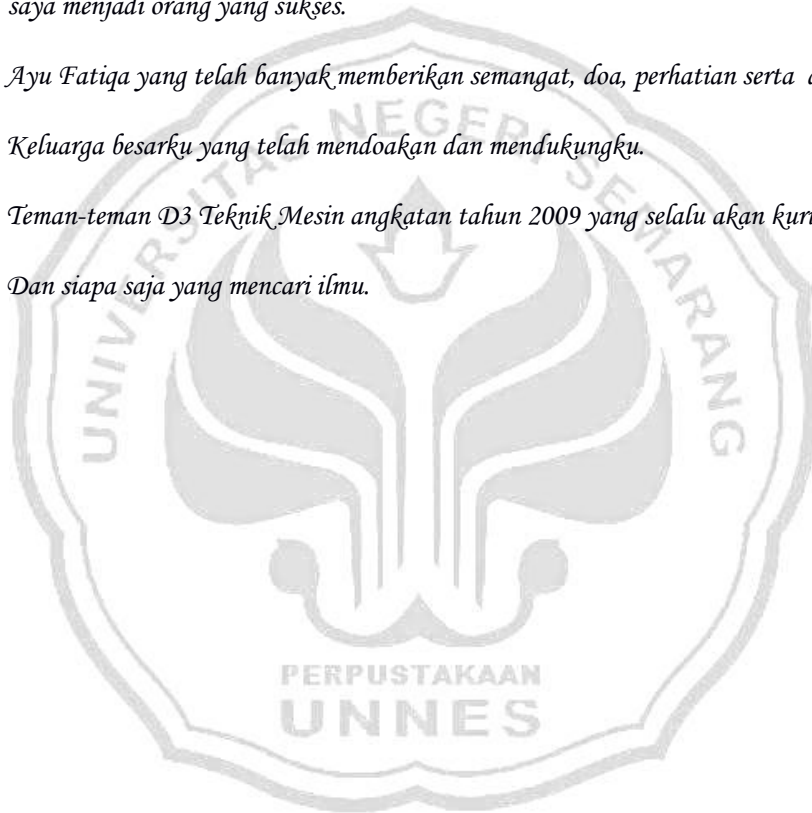
Tiga yang pertama, akan memantaskan kita bagi tiga berikutnya yang lebih besar.

(Mario Teguh)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

- *Bapak dan Ibuku tercinta yang telah mendoakan dan melakukan yang terbaik agar saya menjadi orang yang sukses.*
- *Ayu Fatiqa yang telah banyak memberikan semangat, doa, perhatian serta dukungan.*
- *Keluarga besarku yang telah mendoakan dan mendukungku.*
- *Teman-teman D3 Teknik Mesin angkatan tahun 2009 yang selalu akan kurindukan.*
- *Dan siapa saja yang mencari ilmu.*



ABSTRAK

Wahyu Kurniawan, 2012, ”**Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios**”. Program Studi Teknik Mesin Diploma III Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Agus Suharmanto, M.Pd.

Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) mesin tipe 1NZ-FE Toyota Vios secara garis besar terbagi dalam tiga sistem yaitu; sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem induksi udara (*air induction system*) dan sistem kontrol elektronik (*electronic control system*). Sistem Pengapian pada EFI (*Electronic Fuel Injection*) sangat berperan penting dalam mendeteksi kondisi kerja mesin yang diatur dalam rangkaian elektronik. Bagian-bagian yang mempengaruhi sistem pengapian EFI 1NZ-FE adalah Switch Pengapian, Baterai, Busi, *Ignition Coil dengan Igniter, Engine Control Unit*, serta sensor-sensor yang ada pada sistem pengapian mesin 1NZ-FE Toyota Vios antara lain; *Camshaft Position Sensor, Crankshaft Position Sensor, Mass Air Flow Meter dan Intake Air Temperature Sensor, Engine Coolant Temperature Sensor, Knocking Sensor, dan Throttle Position Sensor.*

Kata kunci: Pengapian, *EFI, Injector, Control, Electronic.*

PERPUSTAKAAN
UNNES

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE TOYOTA VIOS”** dengan baik.

Dalam membuat Tugas Akhir ini tidak lepas dari dorongan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

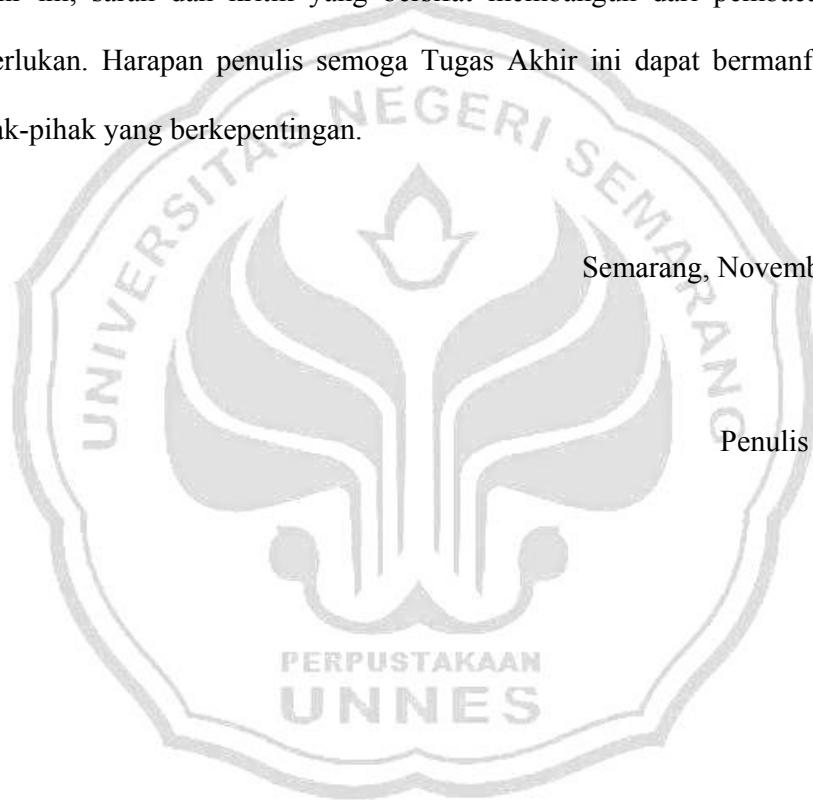
1. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd. sebagai Dekan Fakultas Teknik.
2. Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd. sebagai Kepala Jurusan Teknik Mesin.
3. Widi Widayat, ST, MT sebagai Kepala Program Studi Diploma III Teknik Mesin.
4. Drs. Agus Suharmanto, M.Pd sebagai Dosen Pembimbing.
5. Angga Septiyanto, S.Pd. sebagai Pembimbing Lapangan.
6. Seluruh Bapak dosen Teknik Mesin Diploma III yang selama ini telah membimbing dan membekali ilmu.
7. Bapak, Ibu dan adik tersayang yang selama ini telah mencurahkan cinta, perhatian, kasih sayang, dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan kasih dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis sadar bahwa laporan ini masih kurang sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan pikiran. Untuk lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini, saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca sangat diperlukan. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Semarang, November 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	5
C. Tujuan	5
D. Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. EFI (<i>Electronic Fuel Injection</i>)	7
1. Pengertian EFI	7
2. Sejarah Perkembangan EFI	9
3. Tujuan Pengaplikasian Sistem EFI.....	10
4. Prinsip Kerja Sistem EFI	10

5. Macam-macam Sistem EFI	12
6. Sistem-sistem Dalam EFI	12
a. Sistem Bahan Bakar	12
b. Sistem Aliran Udara	13
c. Sistem Kontrol Unit	14
B. Sistem Pengapian	15
C. Sistem Pengapian EFI-VIOS 1NZ-FE	16
1. <i>Switch Pengapian</i>	17
2. Baterai	17
3. <i>Ignition Coil</i> dengan <i>Igniter</i>	18
4. Busi	19
5. <i>Engine Elektronik Control Unit</i>	21
6. <i>Camshaft Position Sensor</i>	21
7. <i>Crankshaft Position Sensor</i>	22

BAB III BAGIAN ISI

A. Alat dan Bahan	23
1. Alat	23
2. Bahan	23
B. Proses Pelaksanaan (Pekerjaan Lapangan)	24
1. Proses Pembongkaran	24
2. Pemeriksaan	25
3. Cara Kerja Sistem Pengapian	55
4. Kelebihan dan Kelemahan Dari Jenis-jenis Sistem Pengapian	62

5. Troubel Shotting Dalam Sistem Pengapian dan Cara Mengatasinya	63
6. Dampak dan Gejala Kerusakan Sistem Pengapian.....	67

BAB IV PENUTUP

A. Kesimpulan.....	71
B. Saran	73

DAFTAR PUSTAKA	74
-----------------------------	----

LAMPIRAN	75
-----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Sistem Bahan Bakar	13
Gambar 2.2. Sistem Aliran Udara	14
Gambar 2.3. Sistem Kontrol Unit	15
Gambar 2.4. Sistem Pengapian	16
Gambar 2.5. <i>Switch</i> Pengapian.....	17
Gambar 2.6. Baterai	18
Gambar 2.7. <i>Ignition Coil</i>	19
Gambar 2.8. Busi	20
Gambar 2.9. <i>Engine ECU</i>	21
Gambar 2.10. <i>Camshaft Position Sensor</i>	21
Gambar 2.11. <i>Crankshaft Position Sensor</i>	22
Gambar 3.1. Pemeriksaan Sekering	25
Gambar 3.2. Pemeriksaan Kondisi Baterai	26
Gambar 3.3. Pemeriksaan Ketinggian Air Baterai.....	27
Gambar 3.4. Pemeriksaan Busi	28
Gambar 3.5. Pemeriksaan Kerenggangan Celah Busi	28
Gambar 3.6. Pemeriksaan Loncatan Bunga Api	29
Gambar 3.7. <i>Ignition Coil</i> dengan <i>Igniter</i>	30
Gambar 3.8. Konektor <i>Ignition Coil</i> dengan <i>Igniter</i>	30
Gambar 3.9. Letak <i>Ignition Coil</i> dengan <i>Igniter</i>	31
Gambar 3.10. Pemeriksaan <i>Ignition Coil</i> dengan <i>Igniter</i>	32

Gambar 3.11. Memeriksa Kunci Kontak	32
Gambar 3.12. CMP Sensor.....	33
Gambar 3.13. CMP Sensor Socket.....	34
Gambar 3.14. Letak CMP Sensor	34
Gambar 3.15. Pemeriksaan CMP Sensor	35
Gambar 3.16. CKP Sensor	36
Gambar 3.17. CKP Sensor Socket	36
Gambar 3.18. Letak CKP Sensor	37
Gambar 3.19. Pemeriksaan CKP Sensor.....	38
Gambar 3.20. MAF meter dan IAT meter.....	39
Gambar 3.21. MAF meter dan IAT sensor socket	39
Gambar 3.22. Letak MAF meter dan IAT meter	40
Gambar 3.23. Scanner dan DLC3	40
Gambar 3.24. Pemeriksaan MAF meter dan IAT Sensor	42
Gambar 3.25. ECT Sensor	42
Gambar 3.26. ECT Sensor Socket	43
Gambar 3.27. Letak ECT Sensor	43
Gambar 3.28. Pemeriksaan ECT Sensor	44
Gambar 3.29. <i>Knock Sensor</i>	45
Gambar 3.30. <i>Knock Sensor Socket</i>	45
Gambar 3.31. Letak <i>Knock Sensor</i>	46
Gambar 3.32. Pemeriksaan <i>Knock Sensor</i>	47
Gambar 3.33. TP Sensor	48

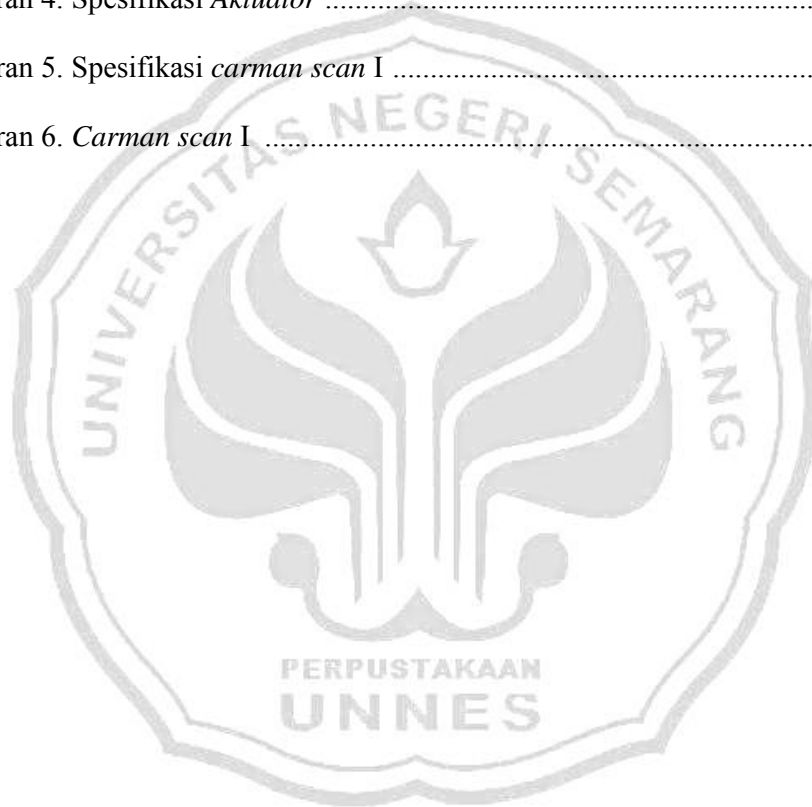
Gambar 3.34. TP <i>Sensor Socket</i>	48
Gambar 3.35. Letak TP Sensor	48
Gambar 3.36. Pemeriksaan TP Sensor	50
Gambar 3.37. ECM	51
Gambar 3.38. <i>Terminal Drawing</i> ECM	51
Gambar 3.39. Letak ECM	52
Gambar 3.40. Pemeriksaan <i>Voltage</i> ECM	53
Gambar 3.41. Pemeriksaan <i>Ground</i> ECM	54
Gambar 3.42. Cara Kerja Sistem Pengapian	55
Gambar 3.43. Saat Pengapian Awal.....	56
Gambar 3.44. Sudut Advance Pengapian.....	57
Gambar 3.45. Koreksi Pada Saat <i>Warm-Up</i>	58
Gambar 3.46. Koreksi <i>Over Temperature</i>	59
Gambar 3.47. Koreksi <i>Idle Stabil</i>	60
Gambar 3.48. <i>Engine Knock Kontrol</i>	61
Gambar 3.49. Pemeriksaan Hubungan Socket No.2 dengan Massa	64
Gambar 3.50. Pemeriksaan Hambatan Socket ECM	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Hasil Pemeriksaan Tegangan <i>Ignition Coil</i> dengan <i>Igniter</i>	31
Tabel 3.2. Hasil Pemeriksaan Tahanan CMP sensor	35
Tabel 3.3. Hasil Pemeriksaan Tahanan CKP sensor	37
Tabel 3.4. Hasil Pemeriksaan Aliran Udara MAF meter	41
Tabel 3.5. Hasil Pemeriksaan Suhu Udara IAT sensor	41
Tabel 3.6. Hasil Pemeriksaan Tahanan ECT	46
Tabel 3.7. Hasil Pemeriksaan Tahanan <i>Knock Sensor</i>	46
Tabel 3.8. Hasil Pemeriksaan Tahanan TP sensor 1	49
Tabel 3.9. Hasil Pemeriksaan Tahanan TP sensor 2	49
Tabel 3.10. Keterangan <i>terminal drawing</i> ECM	52
Tabel 3.11. Hasil Memeriksa tegangan ECM	53
Tabel 3.12. Hasil Memeriksa tahanan (<i>ground</i>) ECM	54
Tabel 3.13. Kelebihan dan Kekurangan Jenis-jenis Sistem pengapian	62
Tabel 3.14. Pemeriksaan Hubungan Soket Dengan Massa	65
Tabel 3.15. Pemeriksaan Hambatan Soket ECM A	66
Tabel 3.16. Hubungan <i>Ignition Coil 3P Connector</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Spesifikasi mesin 1NZ-FE Toyota Vios	74
Lampiran 2. Spesifikasi sensor	74
Lampiran 3. Spesifikasi ECM	74
Lampiran 4. Spesifikasi <i>Aktuator</i>	74
Lampiran 5. Spesifikasi <i>carman scan I</i>	75
Lampiran 6. <i>Carman scan I</i>	75



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Era globalisasi saat ini perkembangan teknologi maju pesat. Teknologi yang diciptakan semuanya hampir otomatis, tidak ada yang manual. Teknologi yang semula prinsip kerjanya mekanik menjadi elektronik. Oleh sebab itu konsumen cenderung memilih teknologi yang secara otomatis dioperasikan dengan bantuan elektronik.

Mobil merupakan perkembangan teknologi dibidang otomotif yang banyak dikembangkan. Para produsen pun semakin berlomba-lomba bahkan berkompetisi untuk menampilkan produk mobil yang berteknologi tinggi. Salah satu teknologi tersebut adalah sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) yang dikembangkan oleh produsen Toyota.

Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) mengatur jumlah bahan bakar diatur lebih akurat oleh komputer dengan mengirimkan bahan bakar ke silinder melalui *injector*. Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) menentukan jumlah bahan bakar yang optimal disesuaikan dengan jumlah dan temperatur udara yang masuk, kecepatan mesin, temperatur air pendingin, posisi katup *throttle*, pengembunan *oxygen* di dalam *exhaust pipe* dan kondisi penting lainnya. Komputer EFI (*Electronic Fuel Injection*) mengatur jumlah bahan bakar untuk dikirim ke mesin saat penginjeksian dengan perbandingan udara dan bahan bakar yang optimal berdasarkan karakteristik kerja mesin. Sistem

EFI (*Electronic Fuel Injection*) menjamin perbandingan udara dan bahan bakar yang ideal dan efisiensi bahan bakar yang tinggi pada setiap saat. (*New Step 1*, 2003:3-68).

Menurut Saraswo (2010), evolusi sistem pengapian dapat dijelaskan sebagai berikut :

A. Sistem Pengapian Konvensional (1934 sampai 1986)

Mekanikal (platina atau kontak point) menghubungkan dan memutus titik kontrol aliran arus melalui kumparan pengapian (penyimpangan energi dan memicu pengapian), unit mekanik sentrifugal digunakan untuk menyesuaikan waktu pengapian dalam merespon variasi dalam kecepatan mesin dan faktor lain.

Distribusi tegangan-tegangan tinggi ke masing-masing busi dikendalikan oleh suatu rotor dalam distributor pengapian (tegangan tinggi distribusikan).

B. Sistem Pengapian *Transistorized* (1965 sampai 1993)

Pada tahap ini kontak pemutus mekanis (platina atau kontak point) digantikan oleh *transistorized*, pada awalnya percikan dipicu oleh kontak mekanik (platina) beralih menggunakan sensor induktif atau unit Hall-Efek sebagai pemacu, konsep ini menghindari dampak negatif dari putus dan sambung tipe kontak (platina) yang sering bermasalah (mudah rusak).

C. Sistem Pengapian *Elektronik* (1982 sampai 1998)

Pada sistem pengapian ini, distribusi energi tegangan tinggi masih didasarkan pada mekanisme yang berputar, kontrol mekanik pengapian telah dihilangkan. Sebaliknya, komponen elektronik memonitor kecepatan mesin dan beban mesin, yang kemudian digunakan sebagai parameter untuk memilih sudut pengapian dan disimpan dalam komponen semikonduktor berbasis program. Jenis pengapian ini bisa kita sebut sebagai pengapian yang di kontrol ECU.

D. Sistem Pengapian *Distributorless* (1983 sampai 1998)

Distributor mekanis telah digantikan oleh sebuah unit kontrol 100% pengapian elektronik (distribusi tegangan stasioner). Sistem pengapian elektronik sekarang ini sepenuhnya beroperasi tanpa bagian yang bergerak.

E. Sistem Pengapian *Direct* (1999)

Sistem *distributorless* yang telah dikembangkan, kontrol pengapian tetap dipegang oleh *engine control module* (ECU), sistem ini *igniter* atau *driver* telah ditanamkan kedalam casing yang menjadi satu dengann *ignition coil*, banyak yang menyebut sistem ini COP (*Coil On Plug*).

Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) mesin tipe 1NZ-FE Toyota Vios secara garis besar terbagi dalam tiga sistem yaitu; sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem induksi udara (*air induction system*) dan sistem kontrol elektronik (*electronic control system*).

Sistem Pengapian pada EFI (*Electronic Fuel Injection*) sangat berperan penting dalam mendeteksi kondisi kerja mesin yang diatur dalam rangkaian elektronik. Tujuan pengontrolan mesin pada sistem pengapian adalah untuk dapat memberikan sistem pengapian yang maksimal hingga dapat tercapai torsi yang optimal, emisi gas yang rendah, bahan bakar yang irit, dan meminimalkan *engine knock*. Komponen utama sistem pengapian adalah :

1. Switch Pengapian
2. Baterai
3. Busi
4. *Ignition Coil dengan Igniter*
5. *Engine Control Unit*
6. *Camshaft Position Sensor*
7. *Crankshaft Position Sensor*

Sensor-sensor yang ada pada sistem pengapian mesin 1NZ-FE Toyota Vios antara lain ; *Camshaft Position Sensor, Crankshaft Position Sensor, Mass Air Flow Meter dan Intake Air Temperature Sensor, Engine Coolant Temperature Sensor, Knocking Sensor, dan Throttle Position Sensor*. Sedangkan actuator yang ada pada sistem pengapian mesin 1NZ-FE Toyota Vios antara lain ; *injector, fuel pump relay, check engine lamp, oxygen sensor monitor, ignition timing, idling rpm, idle up VSV* (BP DIKJUR 2012).

Toyota Vios memiliki karakteristik yang hampir mirip dengan Toyota Limo, pada prinsipnya mesin Toyota Vios sama dengan mesin Toyota Limo, hanya saja terdapat beberapa perbedaan pada bagian aksesoris/feature dan

kelengkapan mobil. Misalnya pada Toyota Vios terdapat instrument digital, power window, central door lock, ABS, sedangkan pada Toyota Limo tidak, dan material kabin pada Vios kualitasnya lebih baik dibandingkan dengan Limo, serta Toyota Vios menggunakan velg aluminium, bukan velg kaleng seperti pada Toyota Limo. Dan yang perlu diketahui, Toyota Limo tidak dijual bebas karena langsung diberikan pada perusahaan taxi.

B. Permasalahan

Adapun masalah yang diangkat diangkat oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan pemeriksaan dan mengidentifikasi sensor-sensor pada Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios yang baik dan benar?
2. Apakah kelebihan dan kelemahan dari jenis-jenis sistem pengapian?
3. Bagaimana menganalisis gangguan atau *trouble shooting* yang terjadi pada Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios?

C. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis dalam Laporan Praktik Tugas Akhir sebagai berikut:

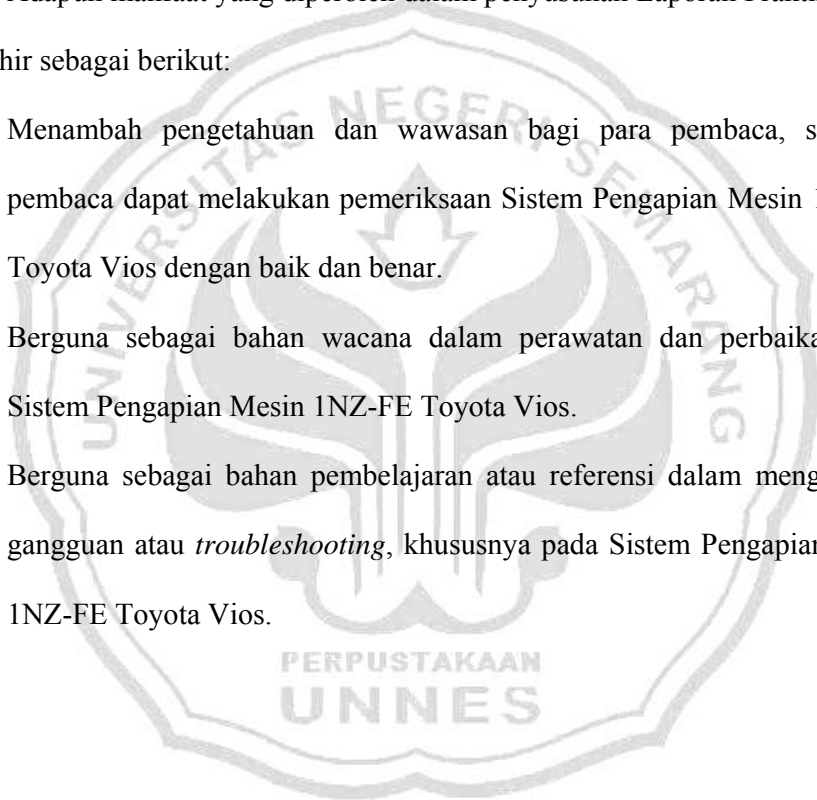
1. Melakukan pemeriksaan dan pengidentifikasian sensor-sensor pada Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios dengan baik dan benar.

2. Dapat mengerti perbedaan dari masing-masing jenis sistem pengapian.
3. Menganalisis gangguan atau *troubel shooting* yang terjadi pada Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios.

D. Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dalam penyusunan Laporan Praktik Tugas Akhir sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan wawasan bagi para pembaca, sehingga pembaca dapat melakukan pemeriksaan Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios dengan baik dan benar.
2. Berguna sebagai bahan wacana dalam perawatan dan perbaikan pada Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios.
3. Berguna sebagai bahan pembelajaran atau referensi dalam menganalisis gangguan atau *troubleshooting*, khususnya pada Sistem Pengapian Mesin 1NZ-FE Toyota Vios.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. EFI (*Elektronic Fuel Injection*)

1. Pengertian EFI

Mesin EFI adalah mesin yang dilengkapi piranti EFI atau *Electronic Fuel Injection*, menggantikan sistem karburator. Pada karburator, bensin dari tangki disalurkan ke ruang pelampung dalam karburator melalui pompa bensin (mekanis/elektrik) dan saringan bensin. Selanjutnya bensin masuk ke mesin melalui lubang jet dalam ruang venturi (ruang untuk menambah kecepatan aliran udara masuk ke mesin). Sehingga jumlah bensin yang masuk tergantung pada kecepatan aliran udara yang masuk dan besar lubang jet.

Pada EFI, bensin diinjeksikan ke dalam mesin menggunakan injektor dengan waktu penginjeksian (*injection duration and frequency*) yang dikontrol secara elektronik. Injeksi bensin disesuaikan dengan jumlah udara yang masuk, sehingga campuran ideal antara bensin dan udara akan terpenuhi sesuai dengan kondisi beban dan putaran mesin. Generasi terbaru EFI dikenal dengan sebutan *Engine Management System* (EMS), yang mengontrol sistem bahan bakar sekaligus juga mengatur sistem pengapian (*duration, timing, and frequency of ignition*).

EFI dipakai oleh merk Toyota, sedangkan merk lain mempunyai nama yang berbeda, yakni : PGMFI/ Honda (*Programed Fuel Injection*), EPI/ Suzuki (*Electronic Petrol Injection*), EGI/ Mazda (*Electronic Gasoline Injection*),

Jetronik (*Bosch*), Multec/ General Motor (*Multi Technology*) dan lain-lain akan tetapi prinsip dari semua sistem tersebut adalah sama.

Keuntungan dalam pemakaian dan kerugian sistem EFI. Adapun yang termasuk keuntungan mesin yang menggunakan *Electronic Fuel Injection*, antara lain :

- a. Menyempurnakan atomisasi (bahan bakar memaksa masuk ke *intake manifold* yang membantu mencegah bahan bakar saat disemprotkan sehingga bisa menyempurnakan campuran).
- b. Distribusi bahan bakar yang lebih baik (campuran bahan bakar dan udara disuplai dalam jumlah yang sama ke masing-masing silinder).
- c. Putaran stasioner lebih lembut karena ketika campuran bahan bakar dan udara kurus tidak menjadikan putaran mesin kasar oleh karena distribusi bahan bakar lebih baik dan kecepatan atomisasi yang rendah.
- d. Konsumsi bahan bakar irit. Efisiensi yang didapatkan lebih tinggi oleh karena takaran campuran udara dan bahan bakar yang lebih tepat, atomisasi, distribusi dan adanya pemutus bahan bakar.
- e. Emisi gas buang rendah. Kecepatan takaran campuran udara dan bahan bakar menjadikan sempurnanya pembakaran sehingga dapat mengurangi emisi gas buang.
- f. Lebih baik saat dioperasikan pada semua kondisi temperatur. Adanya sensor yang mendeteksi temperatur menjadikan pengontrolan penginjeksian lebih baik.

- g. Meningkatkan tenaga mesin. Ketepatan takaran campuran pada masing-masing silinder dan aliran udara yang ditingkatkan dapat menghasilkan tenaga yang lebih besar.

Selain beberapa keuntungan yang diperoleh dari penggunaan Sistem EFI, juga terdapat kerugian yang ada dalam Sistem EFI. Adapun Kerugiannya adalah :

- a. Sistem EFI merupakan sistem elektronik yang bekerjanya tergabung dalam unit sistem jika ada satu sensor saja yang tidak berfungsi maka akan mempengaruhi sistem secara keseluruhan
- b. Rawan terhadap konsleting apalagi jika terkena air maka biasanya kendaraan mesin EFI yang terkena air cukup banyak, mesin tidak dapat dihidupkan.
- c. Hanya bengkel-bengkel dan mekanik tertentu saja yang memiliki kemampuan dalam perawatan kendaraan yang bermesin EFI ini terutama alat Tech-2 yang digunakan untuk mendiagnosa sistem secara elektronik.
- d. Penggunaan bahan bakar yang harus berkualitas baik terutama terhindar dari kotoran karena *injector* dalam *delivery pipe* harus terhindar dari kotoran yang bisa menghambat aliran bahan bakar.

2. Sejarah Perkembangan EFI

Sampai tahun 1960, karburator telah digunakan sebagai standar sistem penyaluran bahan bakar, akan tetapi dalam tahun 1971 TOYOTA mulai mengembangkan sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) yang menyalurkan bahan bakarnya ke mesin dengan pengaturan injeksi elektronik ke dalam saluran masuk

(*intake port*) sama halnya karburator. Pada tahun 1922-1927 Robert Bosch menemukan pompa injeksi diesel, tahun 1960 prinsip injeksi bensin mulai diterapkan pada kendaraan, kemudian pada tahun 1967 pabrik mobil VW sudah menerapkan sistem D-Jetronik, dan selanjutnya pada tahun 1973 sistem injeksi bensin mulai dipakai secara luas pada kendaraan.

3. Tujuan Pengaplikasian Sistem EFI

Tujuan pengaplikasian sistem EFI adalah meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar (*fuel efficiency*), kinerja mesin lebih maksimal (*optimal engine performance*), pengendalian/pengoperasian mesin lebih mudah (*easy handling*), memperpanjang umur/*lifetime* dan daya tahan mesin (*durability*), serta emisi gas buang lebih rendah (*low emissions*).

4. Prinsip Kerja Sistem EFI

Sistem yang digunakan pada *electronic fuel injection* terbagi atas sensor-sensor dan aktuator. Sensor-sensor merupakan informan atau pemberi informasi tentang kondisi-kondisi yang berkaitan dengan penentuan jumlah bahan bakar yang harus diinjeksikan. Pemberian informasi dapat berupa sinyal analog ataupun digital. Sensor-sensor yang mengirim informasi dalam bentuk analog seperti misalnya TPS (*Throttle Position Sensor dan mass air flow*). Sedangkan actuator merupakan bagian/komponen yang akan diperintah oleh ECU dan perintah dapat berupa analog ataupun digital. Pemberian perintah berupa analog diberikan pada pompa bensin elektrik dan lampu engine kontrol. Sedangkan pemberian perintah

berupa sinyal digital diberikan pada *injector*, coil pengapian, katup pernapasan tangki, pengatur idle, pemanas sensor lamda dan steeker diagnosa.(RUSWID, S. Pd, 2008: 2)

Prinsip kerja sistem EFI adalah jumlah aliran/massa udara yang masuk ke dalam silinder melalui *intake manifold* diukur oleh sensor aliran udara (*air flow sensor*), kemudian informasikan ke ECU (*Electronic Control Unit*). Selanjutnya ECU menentukan jumlah bahan bakar yang harus masuk ke dalam silinder mesin. Idealnya untuk setiap 14,7 gram udara masuk diinjeksikan 1 gram bensin dan disesuaikan dengan kondisi panas mesin dan udara sekitar serta beban kendaraan. Bensin dengan tekanan tertentu (2-4 kali tekanan dalam sistem karburator) telah dibangun oleh pompa bensin elektrik dalam sistem dan siap diinjeksikan melalui injektor elektronik.

ECU akan mengatur lama pembukaan injektor, sehingga bensin yang masuk ke dalam pipa saluran masuk (*intake manifold*) melalui injektor telah terukur jumlahnya. Bensin dan udara akan bercampur di dalam intake manifold dan masuk ke dalam silinder pada saat langkah pemasukan. Campuran ideal siap dibakar. Kemudian, mengapa campuran bensin dan udara harus dikendalikan? Kalau tidak dikendalikan, akan menimbulkan kerugian. Jika perbandingan udara dan bahan bakar tidak ideal (tidak dikendalikan) menjadikan bensin boros pada campuran yang terlalu banyak bensin. Selain itu, pembakaran tidak sempurna, akibatnya emisi gas buang berlebihan dan tenaga tidak optimal karena energi kinetis yang dihasilkan pun tidak maksimal. Kerusakan mesin pada jangka pendek

maupun jangka panjang lebih cepat terjadi. Kemudian, beban kerja mesin dan kondisi lingkungan (suhu dan tekanan) yang variatif akan memerlukan pengaturan relatif kompleks. Sistem EFI lebih mampu mengatasi kondisi variatif ini secara optimal dibandingkan sistem karburator.

5. Macam-macam Sistem EFI

a. D-EFI (*Tipe Manifold Pressure Control*)

Sistem D-EFI mengukur tekanan udara dalam *intake manifold* dan kemudian melakukan perhitungan jumlah udara yang masuk, tetapi karena tekanan dan jumlah udara dalam *intake manifold* tidak dalam konversi yang tepat, sistem D-EFI tidak begitu akurat dibandingkan dengan sistem L-EFI.

b. L-EFI (*Tipe Air Flow Meter*)

Dalam sistem L-EFI, *air flow meter* langsung mampu mengukur jumlah udara yang mengalir melalui *intake manifold*. *Air flow meter* mengukur jumlah udara dengan sangat akurat, sistem L-EFI dapat mengontrol penginjeksian bahan bakar lebih tepat dibandingkan dengan sistem D-EFI.

6. Sistem-sistem Dalam EFI

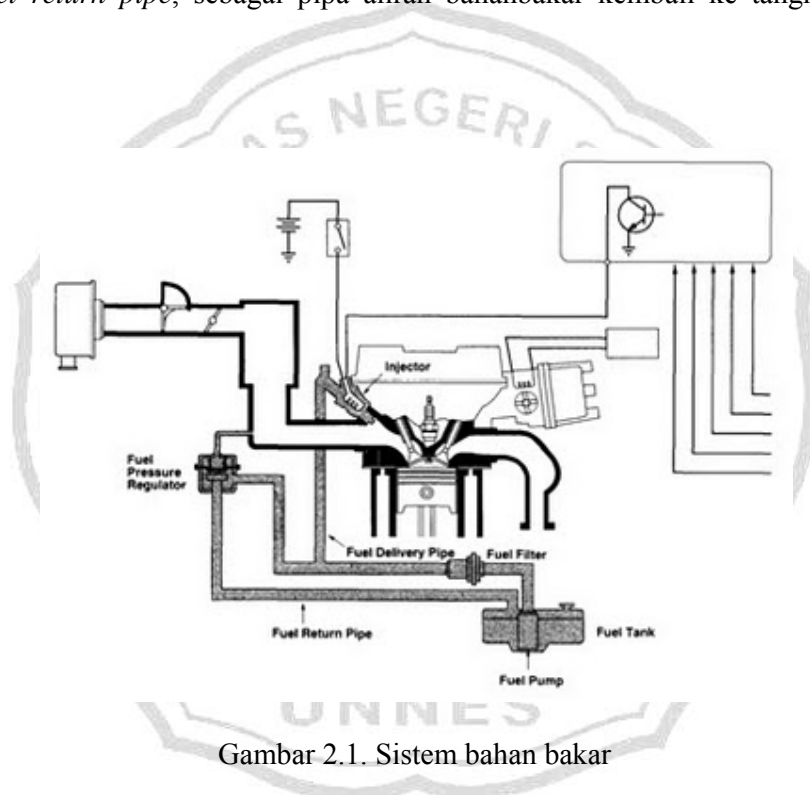
Sistem EFI terdiri dari beberapa sistem, yaitu : Sistem Bahan Bakar, Sistem Induksi Udara, dan Sistem Kontrol Unit.

a. Sistem Bahan Bakar

Sistem aliran bahan bakar ini terdiri dari:

- *Fuel tank*, berfungsi sebagai penampung bahan bakar

- *Fuel pump*, berfungsi memompa bahan bakar dari tangki ke sistem selanjutnya
- *Fuel filter*, berfungsi filter bahan bakar sebelum masuk ke fuel rail
- *Fuel delivery pipe (fuel rail)*, sebagai pipa aliran bahan bakar
- *Fuel injector*, sebagai penyemprot ke masing-masing ruang bakar (*manifold*)
- *Fuel pressure regulator*, sebagai pengatur tekanan
- *Fuel return pipe*, sebagai pipa aliran bahan bakar kembali ke tangki bahan bakar



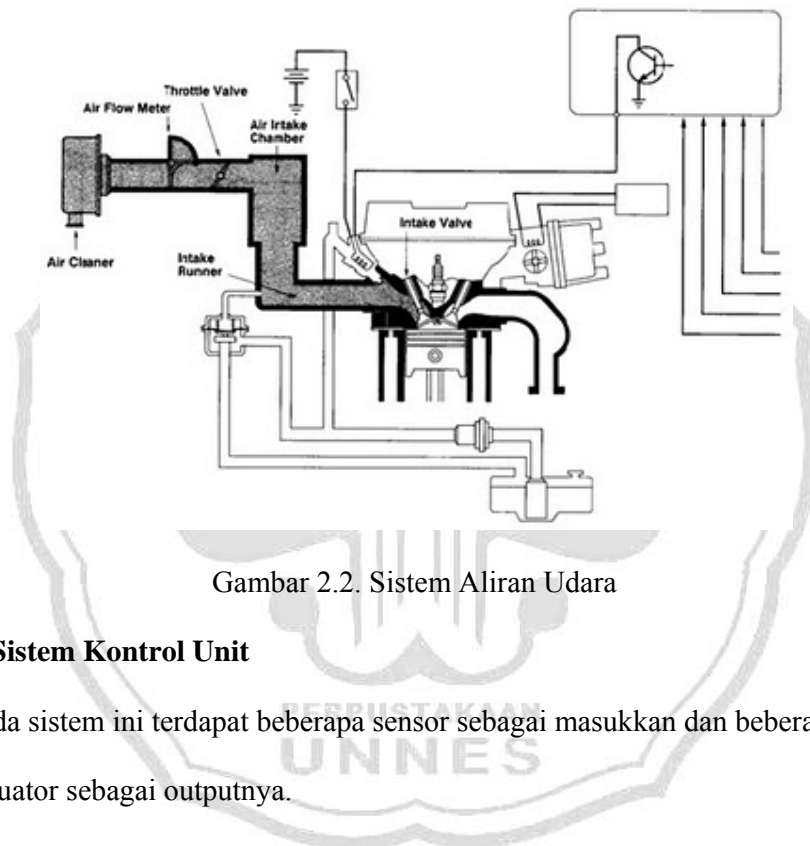
Gambar 2.1. Sistem bahan bakar

b. Sistem Aliran Udara

Sistem aliran udara ini terdiri dari:

- *Air cleaner/filter*, berfungsi sebagai penyaring udara dari partikel-partikel sebelum diteruskan ke bagian selanjutnya
- *Air flow meter*, berfungsi untuk mengukur jumlah massa udara yang masuk

- *Throttle valve*, berfungsi mengatur jumlah udara yang masuk
- *Air intake chamber*
- *Intake manifold runner*
- *Intake valve*



Gambar 2.2. Sistem Aliran Udara

c. Sistem Kontrol Unit

Pada sistem ini terdapat beberapa sensor sebagai masukan dan beberapa actuator sebagai outputnya.

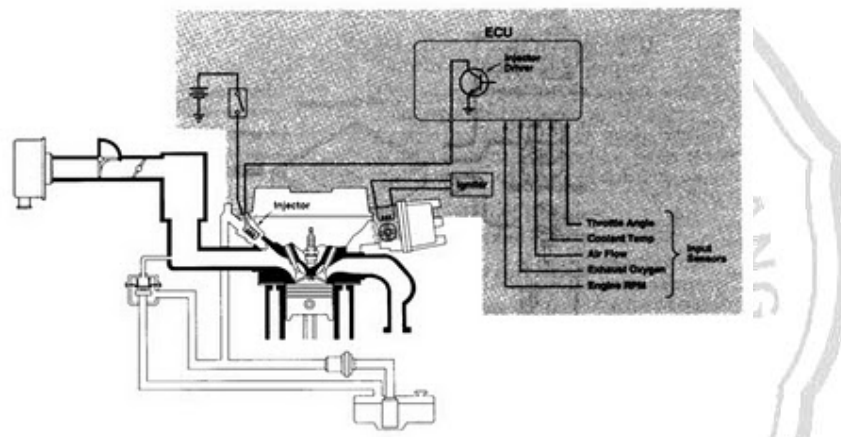
Sensor-sensor:

- *Mass Airflow sensor*, untuk mengetahui jumlah massa udara yang masuk.
- *Coolant temperature*, mengetahui temperature mesin.
- *Oxygen sensor*, mengukur kadar kandungan oksigen di *exhaust*.
- *Throttle position sensor*, untuk mengetahui posisi bukaan dari *throttle valve*.

- *Manifold absolute pressure sensor*, untuk mengetahui tekanan di *intake manifold* (saluran hisap).
- *Engine speed sensor*, mengetahui kecepatan putaran mesin (rpm).

Untuk actuator, pada prinsipnya terdiri dari:

- *Injector*, untuk menyalurkan/menyemprotkan bahan bakar.
- *Igniter*, untuk pengapian.



Gambar 2.3. Sistem Kontrol Unit

B. Sistem Pengapian

Sistem Pengapian merupakan salah satu sistem dimana pembakaran campuran bahan bakar-udara yang dikompresikan, terjadi didalam silinder. Daya diperoleh dari pemuaiian gas pembakaran tersebut. Sistem pengapian merupakan sumber bunga api yang menyebabkan ledakan campuran bahan bakar-udara tersebut. Tutup distributor dibuat dari *injection-molded epoxy resin* yang memiliki daya tahan panas yang tinggi dengan kemampuan isolasi yang kuat. Pada tutup distributor, terdapat *carbon center contact piece* yang berhubungan dengan

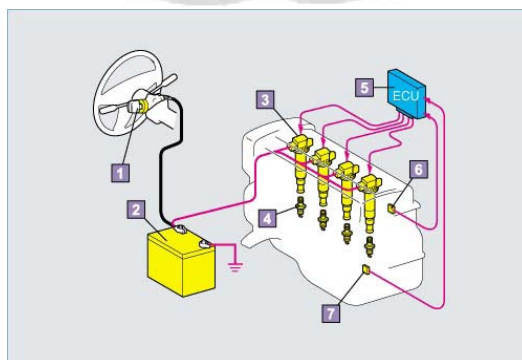
elektroda pusat yang terbuat dari aluminium ditempatkan pada sisi sekeliling tutup distributor dan menerima arus tegangan tinggi dari elektroda pusat melalui rotor. Adapun jenis-jenis dari sistem pengapian antara lain :

1. Konvensional,
2. Semi Transistor,
3. Full Transistor,
4. Pengapian IIA,
5. DLI (*Distributor Less Ignition*),
6. DIS (*Direct Ignition System*).

Pada mesin INZ-FE Toyota Vios menggunakan jenis pengapian DIS (*Direct Ignition System*).

C. Sistem Pengapian EFI-VIOS 1NZ-FE

Sistem pengapian membangkitkan loncatan bunga api pada tegangan tinggi, dan menyalakan percampuran udara-bahan bakar yang dimampatkan di dalam silinder, pada waktu yang optimal. Berdasarkan pada sinyal-sinyal yang diterima dari sensor-sensor ECU (*Electronic Control Unit*) mempengaruhi kontrol untuk mendapatkan waktu pengapian yang optimal.



Gambar 2.4. Sistem Pengapian

Bagian-bagian yang mempengaruhi sistem pengapian EFI 1NZFE adalah sebagai berikut :

1. *Switch Pengapian*

Yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus dari baterai yang mengalir pada kumparan primer.



Gambar 2.5. Switch Pengapian

2. Baterai

Baterai adalah alat yang dapat diisi kembali yang berperan menyuplai tenaga bagi part-part kelistrikan saat mesin mati. Saat mesin hidup, ia menyimpan listrik yang digunakan. Bagian-bagian dari baterai adalah :

a. Terminal negatif

Bagian baterai dimana kabel negatif dihubungkan.

b. Sumbat ventilasi

Mengeluarkan uap gas selama pengisian. Isi untuk menyuplai elektrolit.

c. Indikator

Digunakan untuk memeriksa kondisi pengisian atau permukaan elektrolit.

d. Terminal positif

Bagian baterai tempat dimana kabel positif dihubungkan.

e. Elektrolit

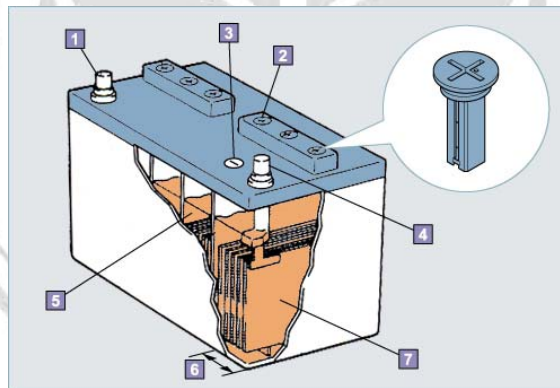
Bereaksi secara kimia dengan plat-plat kutub untuk mengisi dan mengosongkan listrik.

f. Sel

Setiap sel membangkitkan listrik sebesar kira-kira 2.1V.

g. Plat kutub

Terdiri dari plat negatif dan positif.

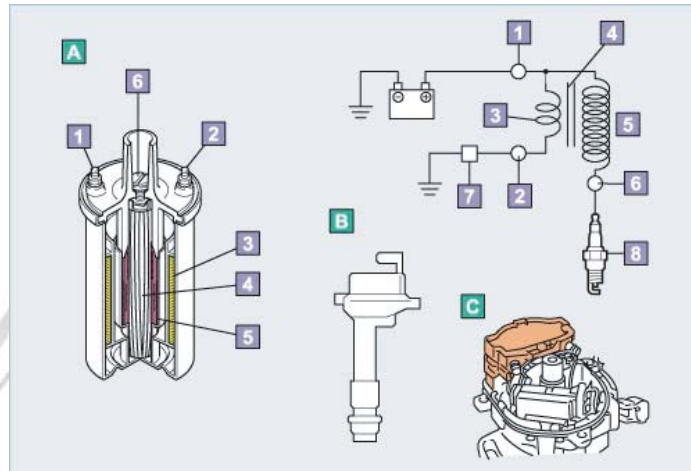


Gambar 2.6. Baterai

3. *Ignition coil dengan igniter*

Komponen ini menambahkan tegangan baterai (12V) untuk membangkitkan tegangan tinggi lebih dari 10kV, yang diperlukan untuk pengapian. *Primary* dan *secondary coil* diletakkan saling berdekatan satu sama lain. Saat arus diberikan secara *intermittent* ke *primary coil*, induktansi yang menguntungkan tercipta.

Mekanisme ini digunakan untuk membangkitkan tegangan tinggi pada *secondary coil*. *Ignition coil* dapat membangkitkan tegangan tinggi, yang berbeda-beda sesuai dengan jumlah dan ukuran gulungan oil.



Gambar 2.7. Ignition Coil

Keterangan :

A. Tipe konvensional

B. Tipe DIS (*Direct Ignition System*)

C. Tipe IIA (*Integrated Ignition Assembly*)

1. Primary terminal (+)

2. *Primary coil*

3. *Secondary coil*

4. *Igniter*

5. *Primary terminal (-)*

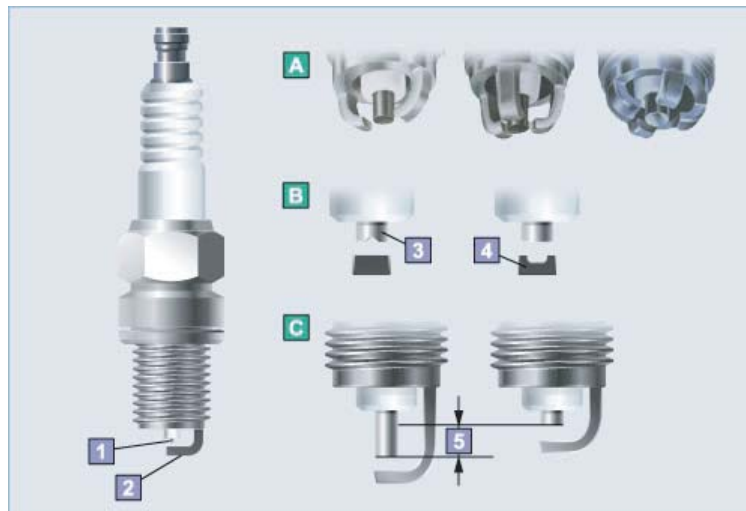
6. *Iron core*

7. Secondary terminal

8. Busi

4. Busi

Komponen ini menerima tegangan tinggi yang dihasilkan di *ignition coil*, dan membangkitkan loncatan bunga api untuk menyalakan percampuran udara-bahan bakar di silinder. Tegangan tinggi membangkitkan loncatan bunga api listrik di celah antara elektroda tengah dan elektroda massa.



Gambar 2.8. Busi

Keterangan:

1. Elektroda tengah
2. Elektroda massa
3. Alur V
4. Alur U
5. Perbedaan pada volume tonjolan

A. Busi dengan banyak elektroda

Busi tipe ini mengandung banyak elektroda massa dan menawarkan keandalan yang sempurna. Tersedia tipe-tipe berikut: 2-elektroda, 3-elektroda, dan 4-elektroda

B. Busi Beralur

Busi tipe ini mengandung elektroda massa dan elektroda tengah yang berbentuk alur U atau alur V. Alur-alur ini memungkinkan loncatan bunga api untuk dibangkitkan di luar elektroda, sehingga memudahkan penyebaran inti api. Akibatnya, performa pengapian meningkat saat kondisi idle, kecepatan rendah, dan beban rendah.

C. Busi berelektroda menonjol

Busi tipe ini mengandung elektroda yang menonjol ke dalam ruang pembakaran untuk meningkatkan pembakaran. Busi ini harus digunakan hanya pada mesin yang khusus untuk busi tipe ini.

5. Engine ECU (Electronic Control Unit)

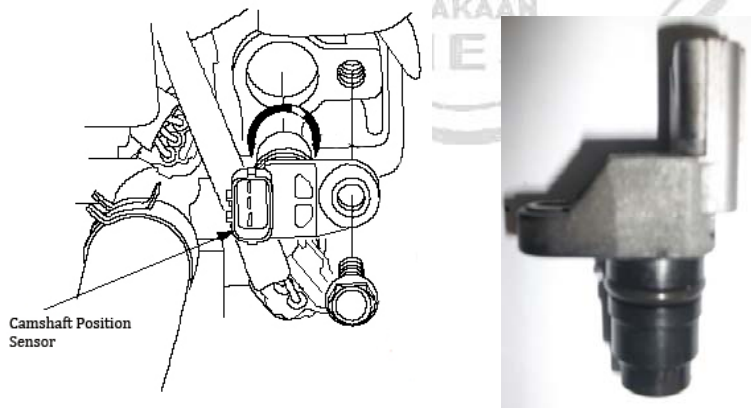
Pusat pengolah data kondisi penggunaan mesin, dan mendapat masukan/input dari sensor-sensor mengolahnya kemudian memberi keluaran/output untuk saat dan jumlah injeksi, saat pengapian.



Gambar 2.9. Engine ECU

6. Camshaft Position Sensor

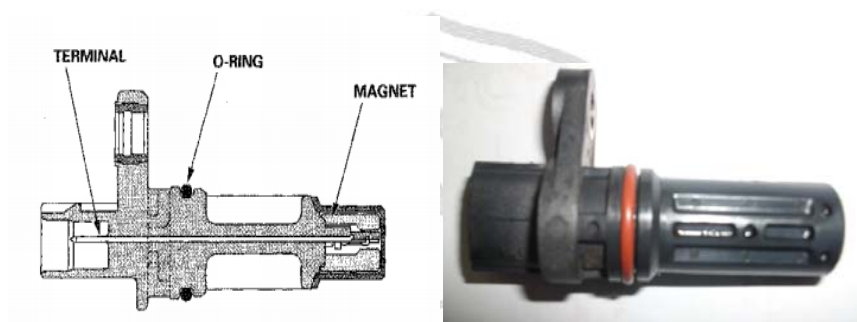
Camshaft Position sensor berfungsi untuk mendeteksi posisi camshaft untuk menentukan timing penginjeksian bahan bakar. Terdiri dari sebuah element magnet



Gambar 2.10. Camshaft position sensor

7. Crankshaft Position Sensor

Sinyal *Crankshaft Position* dan sinyal *Campshaft position* di gunakan untuk mengukur posisi piston pada kompresi titik mati atas yang mana sinyal tersebut dipakai untuk menentukan putaran mesin, waktu injeksi bahan bakar, dan waktu pengapian.



Gambar 2.11. *Crankshaft Position Sensor*



BAB III
BAGIAN ISI

A. Alat dan Bahan

1. Alat :

- a. Kunci Shock
- b. Kunci Ring
- c. Kunci T10-T12
- d. Kunci Pas 1 set
- e. Kunci momen
- f. Jangka Sorong
- g. *Micrometer*
- h. *Valve spring tester*
- i. *Multitester*
- j. Palu karet
- k. Alat scanner
- l. Aki
- m. *Feller Gauge*

2. Bahan :

- a. Mesin Vios 1NZ-FE
- b. Baterai
- c. Bensin



B. Proses Pelaksanaan (Pekerjaan Lapangan)

Untuk mengetahui sistem pengapian dan sebelum melaksanakan pengujian kita harus mengetahui komponen apa saja yang ada pada sistem pengapian *Direct Ignition System (DIS)*. Agar kita dapat mengetahui secara detail komponen-komponen apa saja yang ada pada sistem pengapian DIS, maka perlu dilakukan pembongkaran.

1. Proses Pembongkaran

Sebelum dilakukannya pembongkaran, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan bahannya.

Ketika pembongkaran, tandai dan simpan bagian-bagian yang dibongkar untuk memastikan bahwa pemasangan dilakukan pada posisi yang sebenarnya dan setelah siap lakukan pembongkaran dengan tahap-tahap sebagai berikut :

- a. Melepas kabel negatif baterai,
- b. Melepas baut 10 yang mengikatkan *coil*,
- c. Melepas *socket* pada *coil*,
- d. Melepas sensor-sensor, yang terdiri dari :
 1. *Camshaft position sensor*,
 2. *Crankshaft position sensor*,
 3. *Mass Air Flow (MAF) Meter dan Intake Air Temperature (IAT) Sensor*
 4. *Engine Coolant Temperature Sensor*
 5. *Knocking sensor*, dan
 6. *Throttle position sensor*.

2. Pemeriksaan

Pada suatu sistem pengapian terdapat beberapa komponen penyusun. Penggunaan kendaraan secara terus menerus mengakibatkan komponen-komponen pengapian mengalami aus, perubahan struktur komponen dan bahkan akan mengakibatkan kerusakan pada komponen. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan. Berikut dipaparkan beberapa hal yang harus diperiksa pada sistem pengapian adalah sebagai berikut :

a. Pemeriksaan sekering (Spesifikasi: 10-15 Ampere)

Dilihat apakah sekeringnya putus atau tidak (bisa juga menggunakan alat multimeter), apabila sekeringnya putus sebaiknya diganti.

Hasil : masih baik



Gambar 3.1. Pemeriksaan Sekering

Akibatnya yang akan terjadi apabila sekeringnya putus ialah aliran arus listrik dari baterai akan terputus.

b. Pemeriksaan kondisi baterai (Spesifikasi: Voltase baterai 12,8V)

Pemeriksaan pada baterai dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Periksa semua bodi dan terminal-terminal baterai, apakah ada yang retak ataukah masih bagus (gambar 3.2)

Hasil : masih baik



Gambar 3.2. Pemeriksaan Kondisi Baterai

2. Pemeriksaan pada ketinggian air baterai (harus berada diantara garis batas maksimum dan batas minimum) (Gambar 3.3)

Hasil : air baterai masih berada diantara garis maksimum dan minimum.



Gambar 3.3. Pemeriksaan Ketinggian Air Baterai

3. Pemeriksaan berat jenis air baterai (standart berat jenis 1.280 pada 20⁰C).
4. Pemeriksaan voltase baterai dengan multitester (standart voltase minimum 12.8V).

c. Pemeriksaan kondisi busi

Pemeriksaan kondisi busi dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Pemeriksaan tipe busi (standart busi NGK: BKRGE-11, DENSO:K20PR-U11)

(Gambar 3.4)

Hasil : tipe busi (DENSO:K20PR-U11)

2. Pemeriksaan elektroda pada ujung busi, apakah rusak atau aus.
3. Pemeriksaan isolator (standart warna normal putih ke abu-abuan).



Gambar 3.4. Pemeriksaan Busi

3. Bersihkan busi dengan menggunakan gerinda kawat atau amplas.
4. Ukur kerenggangan celah busi (standart 1,0-1,1mm) dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Pemeriksaan Kerenggangan Celah Busi

d. Pemeriksaan Jarak Loncatan Bunga Api

Pemeriksaan jarak loncatan bunga api dilakukan dengan cara melepaskan busi dan pasang ke *cup coil*, kemudian ditempelkan ke bodi atau massa, lalu stater mesin apakah terdapat percikan atau tidak. (Gambar 3.6)

Hasil : loncatan bunga api masih bagus



Gambar 3.6. Pemeriksaan Loncatan Bunga Api

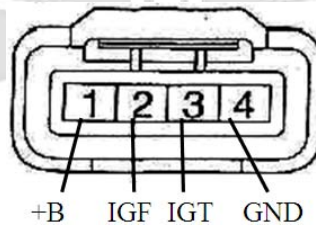
e. Pemeriksaan tahanan *Ignition Coil* (***Ignition Coil dengan Igniter***)

Ignition coil dengan *igniter* merupakan komponen utama pada *direct ignition system* (DIS). *Ignition coil* dengan *igniter* terdiri *primary coil*, *secondary coil*, dan *transistor*. Komponen ini akan memberikan tegangan tinggi ke busi atas perintah dari ECM. ECM memerintahkan komponen ini atas dasar *output* sensor. *Coil* akan memberikan tegangan tinggi ke busi lebih awal (*timing* pengapian maju) ketika CKP sensor mendeteksi putaran mesin dalam keadaan tinggi. *Coil* akan memberikan tegangan tinggi ke busi lebih lambat (*timing* pengapian mundur) ketika *knock sensor* mendeteksi terjadi *knocking* di dalam mesin.



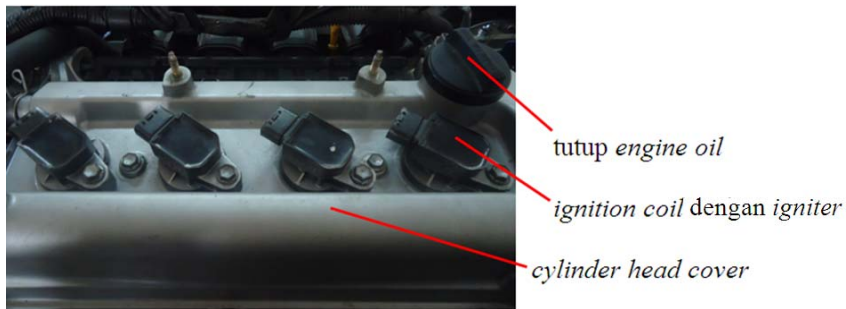
Gambar 3.7. *Ignition coil* dengan *igniter*

Ignition coil dengan *igniter* memiliki empat terminal yaitu: +B, IGT, IGF, dan GND. Terminal +B sebagai sumber tegangan dari ECM. Terminal IGT digunakan untuk mengaktifkan *transistor*. Terminal IGF sebagai *firing order* (1-3-4-2). Terminal GND sebagai massa.



Gambar 3.8. Konektor *ignition coil* dengan *igniter*

Komponen ini terletak di *cylinder head cover* dan dekat dengan tutup *engine oil* pada mesin 1NZ-FE Toyota Vios



Gambar 3.9. Letak *ignition coil* dengan *igniter*

Memeriksa *ignition coil* dengan *igniter*:

1. Melepaskan konektor *ignition coil* dengan *igniter*.
2. Memutar *switch* kunci kontak ke posisi ON.
3. Terminal +B dan GND konektor *ignition coil* dengan *igniter* dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda V.

Tabel 3.1. Hasil memeriksa tegangan *ignition coil* dengan *igniter*

Tahanan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
9 – 14 V	Coil 1) 11,5 V	Baik
	Coil 2) 11,5 V	
	Coil 3) 11,5 V	
	Coil 4) 11,5 V	



Gambar 3.10. Pemeriksaan *ignition coil* dengan *igniter*

f. Pemeriksaan pada kunci kontak

Fungsi dari kunci kontak ini adalah menghubungkan dan memutuskan arus dari baterai yang mengalir pada kumparan primer.

Hasil : Kunci kontak masih baik



Gambar 3.11. Memeriksa Kunci kontak

g. Pemeriksaan Socket dan Kabel pada rangkaian sistem pengapian

Hasil : Masih baik

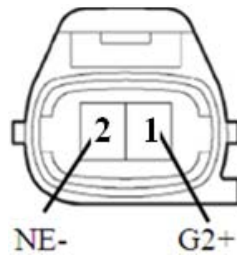
- h. Pemeriksaan sensor-sensor yang berhubungan dengan sistem pengapian.
1. Pemeriksaan *Camshaft Position Sensor* (spesifikasi: 950 sampai 1250 Ω pada 20⁰C (68⁰F).

CMP *sensor* terdiri dari *magnet*, *pickup coil*, dan inti besi. CMP *sensor* berfungsi untuk memberikan informasi posisi *top dead center* dari silinder 1 dan 4. Selain itu CMP *sensor* juga berfungsi untuk menentukan waktu injeksi bahan bakar secara berurutan ke tiap-tiap silinder. CMP *sensor* tidak mendapatkan tegangan dari ECM sehingga tegangan umpan balik yang diberikan ke ECM dihasilkan dari CMP *sensor* sendiri.



Gambar 3.12. CMP *sensor*

CMP *sensor* mempunyai 2 terminal yaitu: G2 dan NE. Terminal G2 merupakan *signal* dari tegangan yang dihasilkan sensor ini. Terminal NE merupakan massa CMP *sensor*.



Gambar 3.13. CMP *sensor socket*

Sensor ini terletak di atas sensor ECT pada mesin 1NZ-FE Toyota Vios.



CMP *sensor*

Engine coolant temperature
sensor

Gambar 3.14. Letak CMP *sensor*

Memeriksa CMP *sensor*:

- a. Melepaskan konektor CMP *sensor*.
- b. Terminal G2 dan NE CMP *sensor socket* dihubungkan *multitester* dengan memilih *selector* yang bertanda Ω .

Tabel 3.2. Hasil memeriksa tahanan CMP *sensor*

Tahanan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
1630 – 3225 Ω (-10 ⁰ C - 100 ⁰ C)	2000 Ω pada 32,4 ⁰ C	Baik



Gambar 3.15. Pemeriksaan CMP *sensor*

2. Pemeriksaan *Crankshaft Position Sensor* (spesifikasi: 950 sampai 1250 Ω pada 20⁰C (68⁰F).

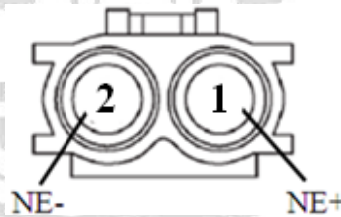
CKP *sensor* sama seperti CMP *sensor* terdiri dari *magnet*, inti besi, dan *pickup coil*. Sensor ini menghasilkan tegangan sendiri tidak mendapatkan tegangan dari ECM. CKP *sensor* berfungsi untuk mendeteksi putaran mesin. Tegangan *output* dari CKP *sensor* akan dikirim ke ECM untuk dikalkulasi dengan dua *actuator* yaitu: *injector* dan *ignition coil* dengan *igniter*.

Injector akan menyemprotkan bahan bakar dengan durasi yang lama saat CKP *sensor* mendeteksi putaran *crankshaft* tinggi. *Ignition coil* dengan *igniter* akan memberikan tegangan tinggi ke *spark plug* lebih awal ketika CKP *sensor* mendeteksi putaran *crankshaft* tinggi.



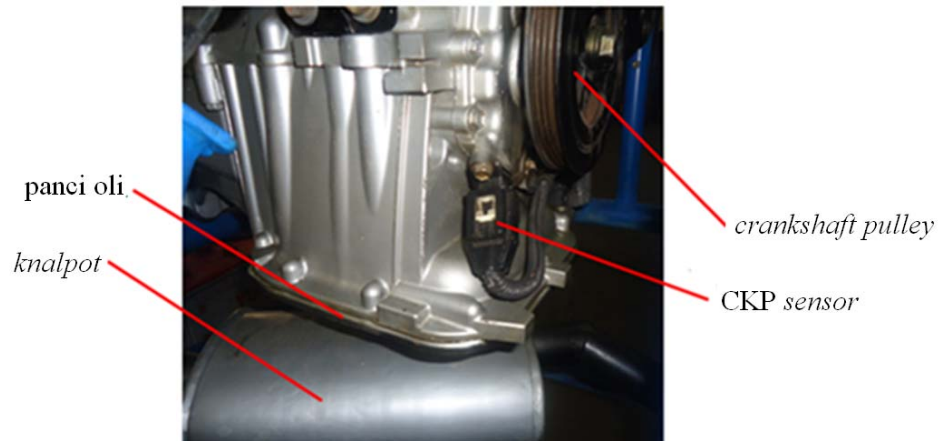
Gambar 3.16. CKP *sensor*

CKP *sensor* memiliki dua terminal yaitu: NE+ dan NE-. Terminal NE+ sebagai *signal* dari sensor ini yang menghasilkan tegangan. Terminal NE- merupakan massa CKP *sensor* dan juga massa CMP *sensor*.



Gambar 3.17. CKP *sensor* socket

Sensor ini terletak di bawah *crankshaft pulley* pada mesin 1NZ-FE Toyota Vios.



Gambar 3.18. Letak CKP *sensor*

Memeriksa CKP *sensor*:

- a. Melepaskan konektor CKP *sensor*
- b. Terminal NE+ dan NE- CKP *sensor socket* dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda Ω .

Tabel 3.3. Hasil memeriksa tahanan CKP *sensor*

Tahanan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
985 – 1890 Ω (-10 ⁰ C - 100 ⁰ C)	1400 Ω pada 32,4 ⁰ C	Baik



Gambar 3.19. Pemeriksaan CKP *sensor*

c. *Pemeriksaan Mass Air Flow (MAF) Meter dan Intake Air Temperature (IAT) Sensor*

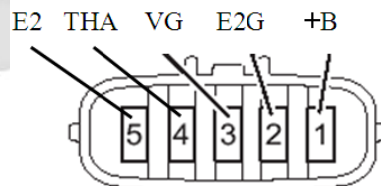
Sistem EFI pada *engine trainer* Toyota Vios dengan tipe mesin 1NZ-FE menggunakan tipe L. Sensor yang digunakan adalah MAF *meter*, bukan MAP karena MAP untuk sensor sistem EFI tipe D. MAF *meter* pada mesin 1NZ-FE Toyota Vios menjadi satu dengan IAT *sensor*.

MAF *meter* berfungsi mengukur massa aliran udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Komponen ini terbuat dari *hot wire platinum*. *Hot wire platinum* dialiri arus oleh ECM, udara yang mengalir melewati *hot wire platinum* merupakan masukan dari sensor ini. *Output* sensor ini kemudian dikirim ke ECM untuk dikalkulasi dengan sensor-sensor lain guna memerintahkan *actuator*.



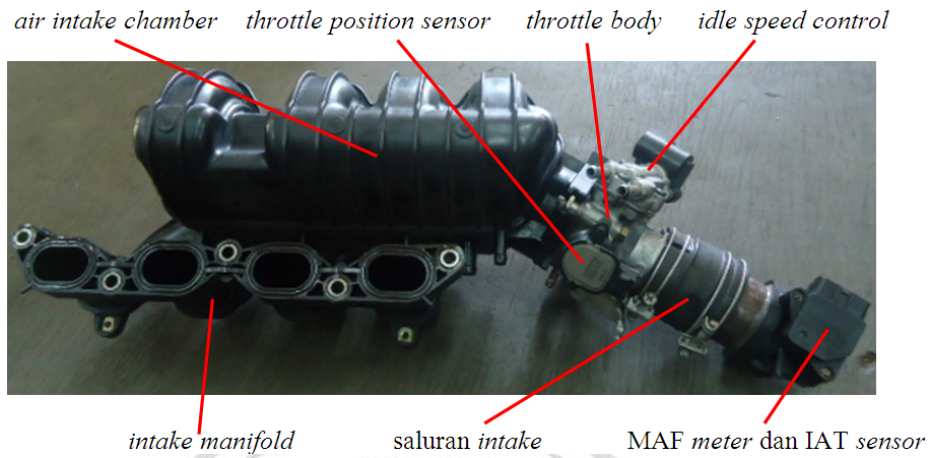
Gambar 3.20. MAF meter dan IAT sensor

MAF meter memiliki 5 terminal yaitu; +B, E2G, VG, THA, E2. MAF meter menggunakan 3 terminal yaitu; +B, E2G, VG, sedangkan terminal THA dan E2 digunakan oleh IAT sensor. Terminal +B sebagai sumber tegangan. Terminal E2G sebagai massa MAF meter. Terminal VG sebagai tegangan MAF meter. Terminal THA merupakan tegangan IAT sensor. Terminal E2 merupakan massa IAT sensor.



Gambar 3.21. MAF meter dan IAT sensor socket

IAT sensor berfungsi untuk mendeteksi suhu udara yang masuk ke dalam intake manifold. IAT sensor terbuat dari resistor jenis negative thermal coefficient (NTC). IAT sensor diberi tegangan 5V dari ECM kemudian IAT sensor akan mengumpan balik ke ECM lagi. Umpan balik ini yang akan dikalkulasi ECM sebagai output dari sensor. MAF meter dan IAT sensor terletak di saluran intake sebelum throttle body.



Gambar 3.22. Letak MAF meter dan IAT sensor

Memeriksa MAF meter:

- a. Menghubungkan *hand held tester (scanner)* ke *data link connector* (DLC) 3.



Gambar 3.23. Scanner dan DLC3

- b. Memutar *switch* kunci kontak ke posisi ON.
- c. Menghidupkan *scanner*.
- d. Memilih *item* menu berikut ini: *Diagnosis/OBD/MOBD/Current Data/Full/MAF*
- e. Menunggu selama 30 detik dan baca nilai pada *scanner*.

Tabel 3.4. Hasil memeriksa aliran udara MAF *meter*

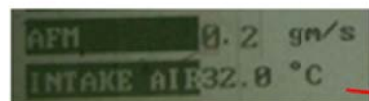
Kondisi <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
< 0.28 gm/s	0.2 gm/s	Baik

Memeriksa IAT *sensor*:

- a. Menghubungkan *scanner* ke DLC3
- b. Memutar *switch* kunci kontak ke posisi ON.
- c. Menghidupkan *scanner*.
- d. Memilih *item* menu berikut ini: *Diagnosis/OBD/MOBD/Current Data/Full/MAF*

Tabel 3.5. Hasil memeriksa suhu udara IAT *sensor*

Temperatur <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
25 ⁰ – 35 ⁰ C	32 ⁰ C	Baik



AFM 0.2 gm/s
INTAKE AIR 32.0 °C

Hasil MAF meter dan IAT sensor yang tertera pada scanner



Gambar 3.24. Pemeriksaan MAF meter dan IAT sensor

4. Pemeriksaan Engine Coolant Temperature (ECT) Sensor

ECT sensor sama seperti IAT sensor terbuat dari resistor jenis NTC. ECT sensor berfungsi untuk mendeteksi suhu air yang berada di blok mesin, sehingga memberikan informasi kepada ECM untuk membuat keputusan apakah mesin perlu kondisi pemanasan atau tidak. Jika dalam kondisi pemanasan (mesin dingin) maka injeksi bahan bakar akan diperkaya. (Suhendi 2003:62)



Gambar 3.25. ECT sensor

Sensor ini memiliki dua terminal yaitu: THW dan ETHW. Terminal THW merupakan output signal ECT sensor. ETHW sebagai massa signal THW.



Gambar 3.26. ECT *sensor socket*

ECT *sensor* pada mesin 1NZ-FE Toyota Vios terletak di bawah CMP *sensor*.



Gambar 3.27. Letak ECT *sensor*

Memeriksa ECT *sensor*:

- a. Melepaskan konektor ECT *sensor*.
- b. Terminal THW dan ETHW ECT *sensor socket* dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda Ω .

Tabel 3.6. Hasil memeriksa tahanan ECT *sensor*

Tahanan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
2.32 – 0.326 k Ω (20 ⁰ C - 80 ⁰ C)	2 k Ω 37,9 ⁰ C	Baik



Gambar 3.28. Pemeriksaan ECT *sensor*

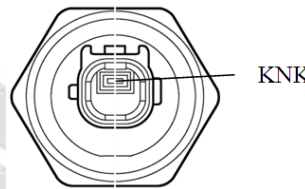
e. Pemeriksaan *Knock Sensor*

Knock sensor terbuat dari komponen *piezoelectric* yang berpengaruh terhadap getaran. *Knocking* timbul akibat terjadinya detonasi. Saat timbul *knocking*, sensor akan menghasilkan *signal* listrik yang dikirim ke ECM. *Signal* sensor ini kemudian digunakan ECM untuk merubah *timing* pengapian menjadi mundur sampai *knocking* tidak terdeteksi lagi. *Timing* pengapian akan dimajukan kembali oleh ECM secara bertahap sampai pada batas *knocking* terdeteksi kembali. Pengontrolan pengapian yang demikian dapat menaikkan daya mesin dan menghemat bahan bakar.



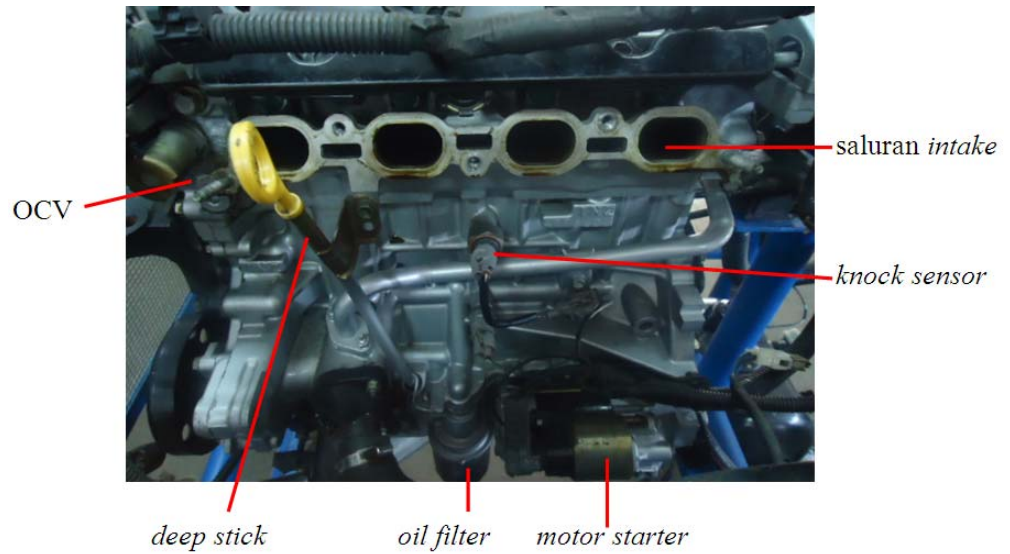
Gambar 3.29. *Knock sensor*

Sensor ini memiliki satu terminal yaitu: terminal KNK. Terminal KNK menghasilkan tegangan untuk *output* sensor dan sebagai *signal* KNK yang di kirim ke ECM.



Gambar 3.30. *Knock sensor socket*

Toyota Vios mesin 1NZ-FE memiliki satu sensor *knock*. Sensor ini terletak pada *block* silinder di tengah-tengah posisi silinder dua dan tiga. Jika mesin sudah terangkai letak *knock sensor* tertutup *intake manifold*.



Gambar 3.31. Letak *knock sensor*

Memeriksa *knock sensor*:

- a. Melepaskan konektor *knock sensor*.
- b. Terminal *KNK knock sensor socket* dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda Ω .

Tabel 3.7. Hasil memeriksa tahanan *knock sensor*

Tahanan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
10 k Ω atau lebih tinggi	∞	Baik



Gambar 3.32. Pemeriksaan *knock sensor*

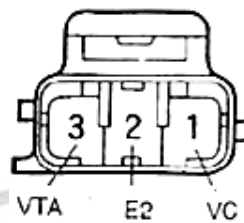
f. *Throttle Position (TP) Sensor*

TP sensor berfungsi untuk mendeteksi perubahan pembukaan *throttle valve*. ECM memberikan tegangan *TP sensor* sebesar 5V. Sensor ini terbuat dari *variable resistor (potentiometer)*. Nilai hambatan *potentiometer* dipengaruhi perubahan sudut buka-tutup *throttle valve*. Saat *throttle valve* tertutup penuh nilai hambatan *potentiometer* besar maka tegangan umpan balik ke ECM sekitar 0.3-0.8V dan ECM memerintahkan ISC untuk mem-*bypass* udara melalui katup ISC. Saat *throttle valve* terbuka penuh nilai hambatan *potentiometer* kecil maka tegangan umpan balik ke ECM sekitar 3.2-4.9V dan ECM memerintahkan ISC untuk menutup saluran *bypass* udara melalui katup ISC.



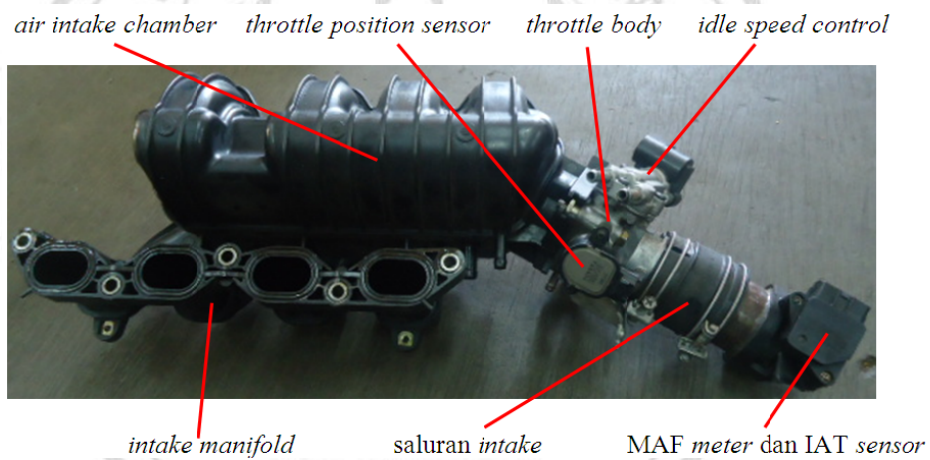
Gambar 3.33. *TP sensor*

Sensor ini memiliki tiga terminal yaitu: VC, E2, dan VTA. Terminal VC sebagai tegangan dari ECM. Terminal E2 sebagai massa. VTA sebagai tegangan *output*.



Gambar 3.34. TP sensor socket

TP sensor pada mesin 1NZ-FE Toyota Vios terletak di *throttle body*.



Gambar 3.35. Letak TP sensor

Memeriksa TP sensor:

- a. Melepaskan konektor TP sensor.
- b. Terminal VC dan E2 TP sensor socket dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda Ω .

Tabel 3.8. Hasil memeriksa tahanan TP *sensor* (1)

Tahanan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
2.5 – 5.9 k Ω	4 k Ω	Baik

c. Terminal VTA dan E2 TP *sensor socket* dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda Ω .

Tabel 3.9. Hasil memeriksa tahanan TP *sensor* (2)

Tahanan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
1) 0.2 – 5.7 k Ω (<i>throttle valve</i> tertutup penuh)	0.8 k Ω	Baik
2) 2.0 – 10.2 k Ω (<i>throttle valve</i> terbuka penuh)	3.0 k Ω	Baik



Gambar 3.36. Pemeriksaan TP *sensor*

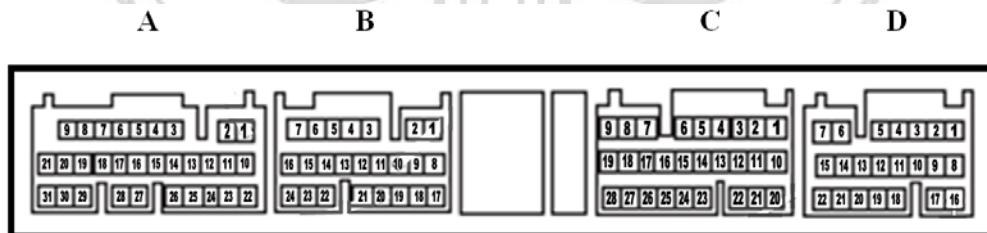
i. Pemeriksaan *Electronic Control Module* (ECM)

ECM yang digunakan pada *engine stand* mesin 1NZ-FE Toyota Vios dari Toyota Funcargo. Spesifikasi ECM ini diketahui berdasarkan dari *air flow converter* (AFC) Neo *wiring diagram*. ECM ini ditinjau AFC NEO dari *engine model*, *sensor type*, *terminal drawing*, dan *remarks*. *Engine model* yang digunakan adalah 1NZ-FE. *Sensor type* yang dipakai HW 24, artinya HW singkatan dari *hot wire* dan terletak di *socket* yang memiliki jumlah 24 *pin*. *Terminal drawing* ECM ini jenis T9-c, artinya T singkatan dari Toyota, 9 urutan bentuk *socket*, dan c adalah jenis T9 yang ketiga (T9-a, T9-b, T9-c). *Remarks* ECM ini adalah A/T, artinya singkatan *automatic transmission*.



Gambar 3.37. ECM

ECM dengan *terminal drawing* T9-c mesin yang digunakan pada mesin 1NZ-FE memiliki 4 *socket*: *socket* A (31 *pin*), *socket* B (24 *pin*), *socket* C (28 *pin*), dan *socket* D (22 *pin*). *Socket* A dan B digunakan untuk *signal-signal* sensor dan *actuator* pada mesin. *Socket* C digunakan untuk *signal-signal* sensor dan *actuator* tetapi non mesin, contoh: *automatic transmission*. *Socket* D digunakan untuk perangkat lain, contoh: *main relay*, *starter relay*, sumber tegangan, *meter combination*, dan *relay-relay* yang lain.

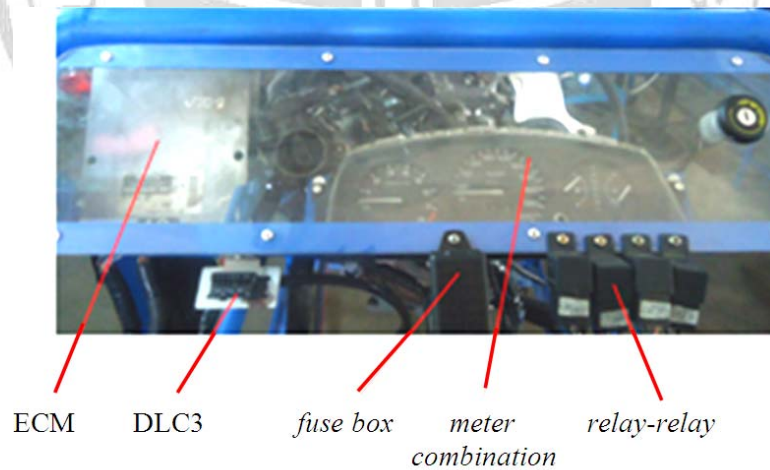


Gambar 3.38. *Terminal drawing* ECM

Tabel 3.10. Keterangan *terminal drawing* ECM

No.	Terminal	No.	Terminal	No.	Terminal	No.	Terminal
A1	E1	A20	OCV +	A28	IGT 2	B12	THW
A4	RSD (DUTY)	A21	E01	A29	IGT 1	B15	OX 1
A6	# 40	A23	NE -	A30	OCV -	B18	E2/EC
A7	# 30	A24	NE +	B6	HT	B19	EVG/E2G
A8	# 20	A25	G2+	B9	VC	B20	VTA
A9	# 10	A26	IGT 4	B10	VG	B22	KNK
A11	IGF	A27	IGT 3	B11	THA	D8	+ B

ECM pada *engine stand* mesin 1NZ-FE Toyota vios terletak di sebelah meter kombinasi berdekatan dengan DLC3.



Gambar 3.39. Letak ECM

Memeriksa ECM:

A. *Voltage*

1. Memutar *switch* kunci kontak ke posisi ON.
2. Melepaskan konektor ECM yang terdapat terminal +B dan E1.
3. Terminal +B dan E1 pada konektor ECM dihubungkan *multi tester* dengan memilih *selector* yang bertanda V.

Tabel 3.11. Hasil memeriksa tegangan ECM

Tegangan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
9 – 14 V	11.5 V	Baik



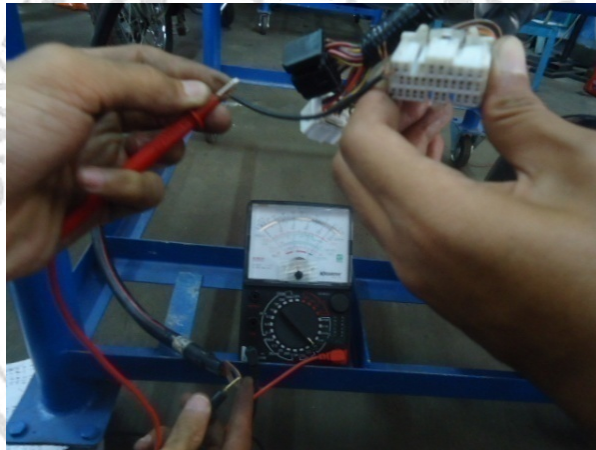
Gambar 3.40. Pemeriksaan *voltage* ECM

B. *Ground*

1. Melepaskan terminal *negative battery*.
2. Melepaskan konektor ECM yang terdapat terminal E1.
3. Terminal E1 konektor ECM dan *ground* dihubungkan *multi tester*.

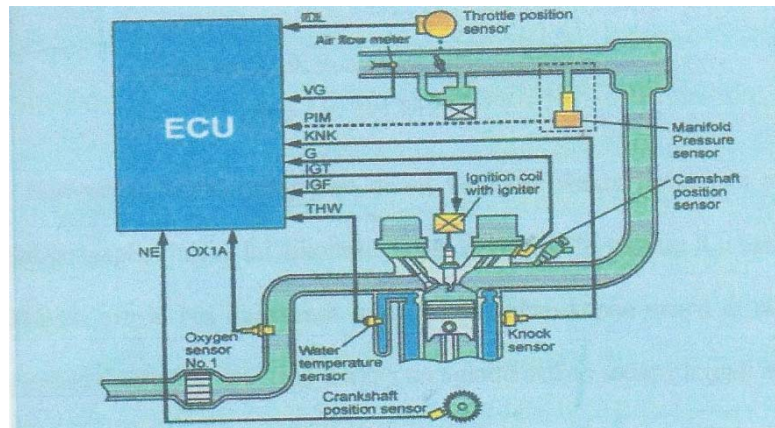
Tabel 3.12. Hasil memeriksa tahanan (*ground*) ECM

Tegangan <i>Standart</i>	Hasil Memeriksa	Analisa
1 Ω atau kurang	0.8 Ω	Baik



Gambar 3.41. Pemeriksaan *ground* ECM

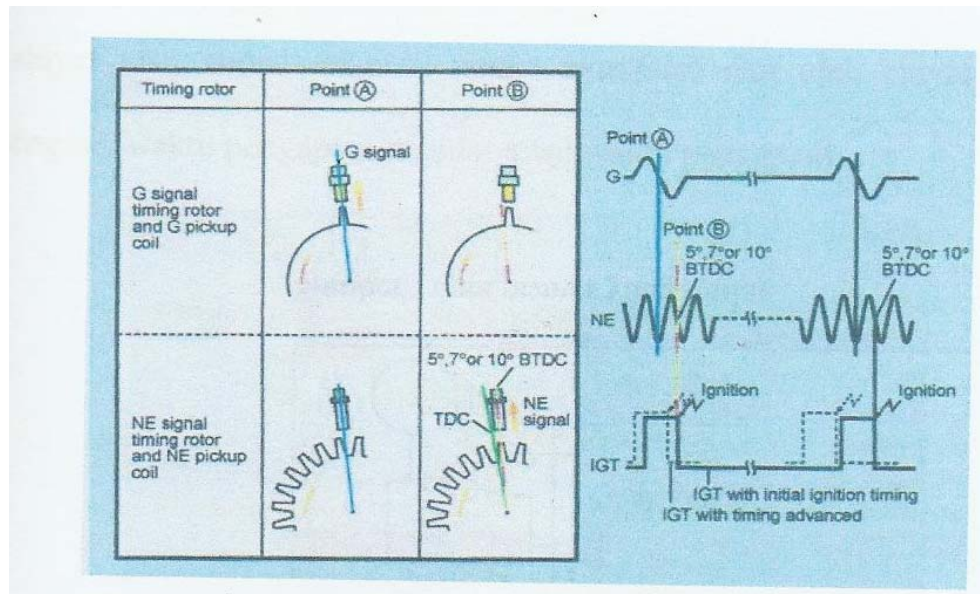
3. Cara Kerja Sistem Pengapian



Gambar 3.42. Cara Kerja Sistem Pengapian
(Aris J S;2012:60)

a. Kontrol Pengapian Selama di Start

Pengapian kontrol selama di start didefinisikan sebagai periode ketika mesin berputar (*cranking*) dan segera setelahnya. Gambar 3.43 Menggambarkan pengapian terjadi pada sudut poros engkol tetap, kira-kira 5° - 10° BTDC (*Before Top Dead Center*), terlepas dari kondisi itu kecepatan mesin berkurang dan massa intake udara tidak stabil, jadi sinyal VG atau PIM tak dapat digunakan sebagai sinyal control.



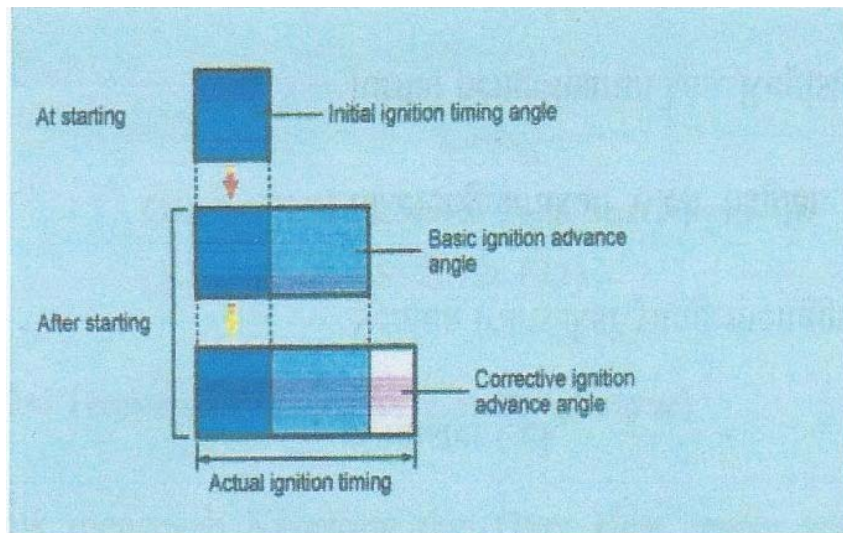
Gambar 3.43. Saat Pengapian Awal
(Aris J S;2012:129)

Karenanya, waktu pengapian di set e sudut waktu pengapian awal. Sudut pengapian inisial ini dikontrol dalam engine ECM backup IC. Sebagai tambahan, sinyal NE digunakan untuk menentukan kapan mesin di stater dan kapan mesin 500 rpm atau kurang mengindikasikan sedang terjadi start.

b. Kontrol Pengapian Setelah Start

Kontrol pengapian setelah start akan dihitung dan disesuaikan berdasarkan kondisi operasi mesin. Pada gambar 3.44 menggambarkan perhitungan dan penyesuaian pengapian dilakukan dalam serangkaian langkah-langkah, dimulai dengan control muka dasar pengapian *advance*. Berbagai koreksi ditambahkan ke sudut pengapian awal dan sudut *advance* pengapian dasar selama operasi normal, kontrol pengapian setelah start dilakukan selama operasi mesin normal. Berbagai korektif (yang didasarkan pada sinyal dari sensor terkait) ditambahkan kesudut

waktu pengapian awal dan sudut pengapian advance dasar (ditentukan oleh volume udara masuk sinyal atau sinyal tekanan *intake manifold*) dan oleh sinyal kecepatan engine, waktu pengapian = sudut awal pengapian.

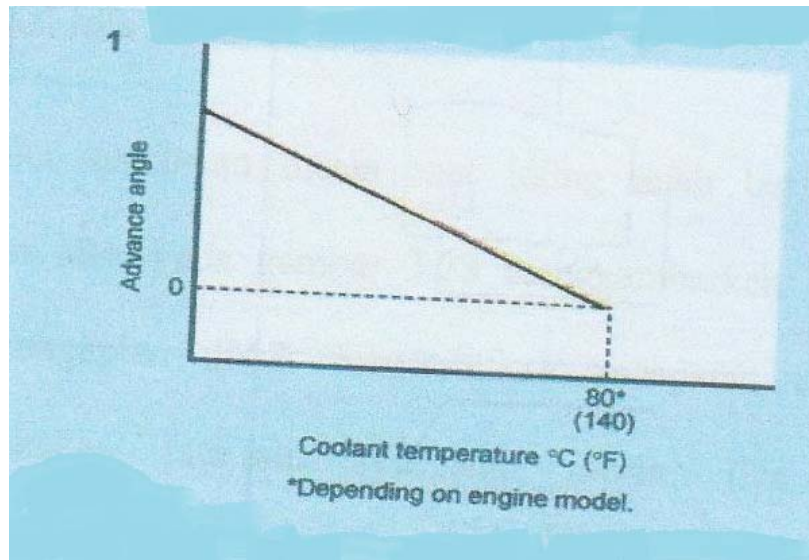


Gambar 3.44. Sudut *Advance* Pengapian
(Aris J S;2012:131)

Selama operasi normal kontrol pengapian setelah mulai start, sinyal ignition timing IGT dihitung oleh microprosesor dalam ECM dan outputnya melalui IC backup. Ketika percikan pengapian terjadi merupakan hasil dari perhitungan berdasarkan waktu awal (*Initial Timing*) ditambah sudut-sudut pokok pengapian koreksi tambahan.

1) Koreksi *Warm-Up*

Waktu pengapian dimajukan untuk meningkatkan kemampuan ketika pendingan rendah, dalam beberapa model mesin, koreksi ini mengubah sudut terlebih dahulu sesuai dengan intake volume udara (Intake Manifold Tekanan) dan bisa maju sekitar 15^0 dengan koreksi ini selama cuaca sangat dingin. Gambar 3.45



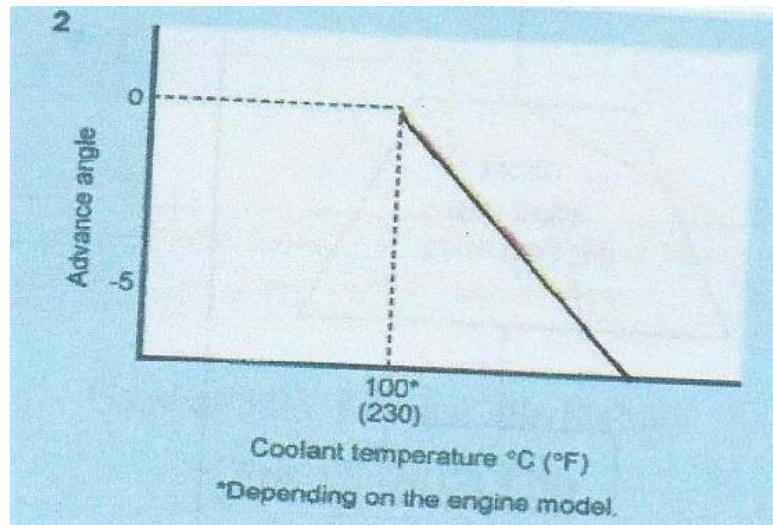
Gambar 3.45. Koreksi Pada Saat *Wrom-Up*
(Aris J S;2012:132)

2) Koreksi Temperatur Berlebih (*Over Temperatur*)

Untuk mencegah *Knocking* dan *Over Heat*, maka waktu pengapian dimundurkan (*Retarded*) ketika suhu pendingin sangat tinggi, oleh karena itu timing mungkin dimundurkan sekitar 5° (Gambar 3.46)

Sinyal relevan:

ECT (sinyal temperatur mesin), MAP, kecepatan mesin-sinyal NE, TP (*Throttle Position*).



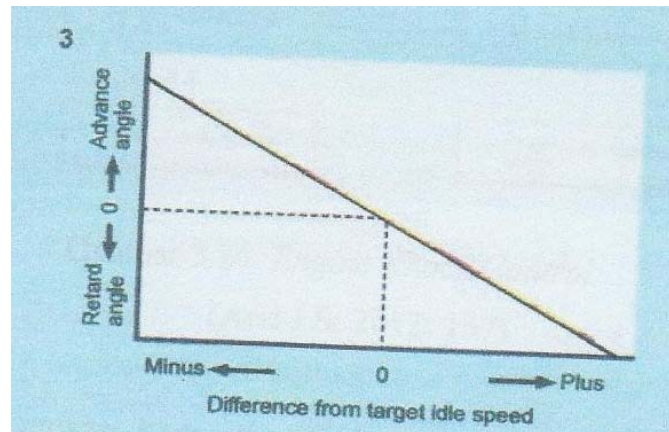
Gambar 3.46. Koreksi *Over Temperature*
(Aris JS;2012:133)

3) Koreksi Idle Stabil

Ketika kecepatan mesin saat idling telah berfluktuasi dari target kecepatan idle. Pada gambar 3.47 menggambarkan ECM menyesuaikan waktu pengapian untuk menstabilkan kecepatan engine, ECM terus menghitung rata-rata kecepatan mesin, jika kecepatan mesin kecepataannya turun di bawah target, ECM memajukan pengapian timing dengan sudut yang telah ditentukan, jika kecepatan naik diatas kecepatan, ECM memperlambat waktu pengapian dengan sudut yang telah ditentukan, koreksi ini tidak dijalankan ketika mesin melebihi kecepatan yang telah ditentukan.

Sinyal relevan:

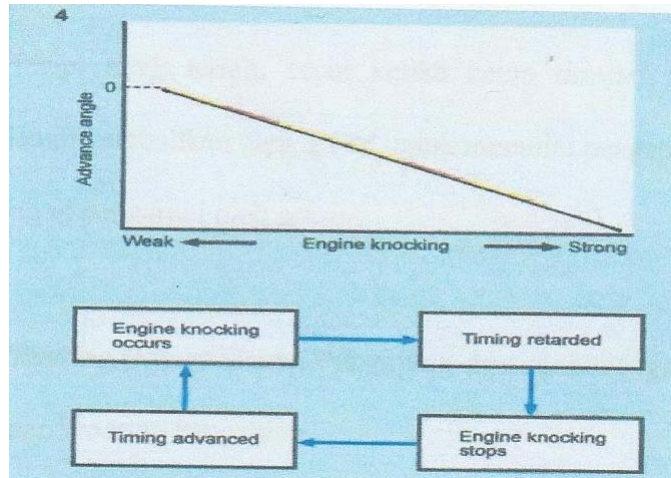
Engine Speed (Sinyal NE), TPS (sinyal VTA atau IDL), Kecepatan Kendaraan (Sinyal SPD).



Gambar 3.47. Koreksi *Idle* Stabil
(Aris J S;2012:134)

4) Koreksi *Knocking*

Apabila terjadi ketika mesin, sensor ketukan menkonversikan getaran yang dihasilkan oleh ketukan menjadi tegangan sinyal tegangan (Sinyal KNK) dan mengirmkannya ke ECM mesin. Pada gambar 3.48 menggambarkan ECM mesin menentukan apakah ketukannya kuat, sedang lemah dari sinyal ketukan KNK, kemudian mengkoreksi waktu pengapian dengan mengundurkannya sesuai dengan ketukan sinyal KNK, dengan kata lain, saat ketukan kuat waktu pengapiannya banyak diundurkan, saat ketukan lemah waktu diundurkan sedikit.



Gambar 3.48. *Engine Knock Kontrol*
(Aris J S;2012:137)

Saat ketukan berhenti, ECM mesin berhenti mengundurkan waktu pengapian, dan melanjutkannya sesuai dengan waktu yang ditentukan. Proses ini dilakukan sampai terjadi ketukan kembali. Dan saat ketukan kembali terjadi, *control* diulang dengan mengundurkan waktu pengapiannya. Sudut waktu pengapian diundurkan hingga maksimal 10^0 dengan koreksi ini.

5) Koreksi *Rasio Feedback* Udara Bahan Bakar

Selama koreksi ini, kecepatan mesin bervariasi sesuai dengan peningkatan atau pengurangan volume injeksi bahan bakar. Untuk menjaga mesin diam yang stabil, waktu pengapian dilanjutkan selama koreksi untuk menyamai jumlah injeksi. Koreksi ini tidak dilakukan selama kendaraan melaju.

6) Saat Kendaraan Berjalan di Turunan

Selama kendaraan berjalan maka pengapian dan penginjeksan masih terjadi tetapi tidak terlalu cepat ketika katup throttle dibuka, karena pengapian

dikembalikan oleh ECM untuk memulai pengapian seperti sudut awal yang dipengaruhi oleh sensor.

4. Kelebihan dan Kelemahan Dari Jenis-jenis Sistem Pengapian

Tabel 3.13. Tabel Kelebihan dan Kelemahan Dari Jenis-jenis Sistem Pengapian

Jenis Pengapian	Kelebihan	Kelemahan
Konvensional	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi tidak rumit dan Mudah dipahami 	<ul style="list-style-type: none"> • Banyak memerlukan perawatan pada platina/<i>breaker point</i>
Semi Transistor	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Breaker point</i> tidak menghubungkan arus yang besar, sehingga relatif tahan terhadap keausan 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan perawatan yang berkala pada platina
<i>Full Transistor</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pemutus arus primer tidak menggunakan platina 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan perawatan berkala pada distributor
<i>Integrated Ignition Assembly</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki daya tahan yang tinggi terhadap air 	<ul style="list-style-type: none"> • Jika igniter atau distributor rusak, semua terganggu
<i>Distributor Less Ignition</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menggunakan distributor 	<ul style="list-style-type: none"> • Percikan koil untuk untuk dua busi, dan terjadinya percikan bunga api bersamaan
<i>Direct Ignition System</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Koil dipasang pada tiap silinder mesin sehingga tidak banyak <i>misfire</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Apabila terjadi trouble, sulit untuk mendeteksinya

5. *Troubel Shotting* Dalam Sistem Pengapian dan Cara Mengatasinya

- *Throubel Shotting* Pengapian

Shop manual Toyota Vios, P1300; gangguan fungsi sirkuit *Ignition Coil* dari silinder No. 1

Shop manual Toyota Vios, P1305; gangguan fungsi sirkuit *Ignition Coil* dari silinder No. 2

Shop manual Toyota Vios, P1310; gangguan fungsi sirkuit *Ignition Coil* dari silinder No. 3

Shop manual Toyota Vios, P1315; gangguan fungsi sirkuit *Ignition Coil* dari silinder No. 4

1. Reset ECM/PCM
2. Ganti *Ignition Coil* dari silinder yang diindikasikan oleh DTC dengan *ignition coil* dari silinder lain, misalnya jika DTC P 1300 ditampilkan, ganti *ignition coil* dari silinder No. 2 dengan *ignition coil* dari silinder No. 4.
3. Nyalakan mesin, dan periksa DTC dengan alat scan.

Ignition coil No. berapakah yang terindikasi?

YA – Lanjut ke langkah d

TIDAK – Gangguan *intermittent*, sistem OK saat ini. Periksa apakah terdapat koneksi yang buruk atau kabel yang kendur di *ignition coil* dan ECM/PCM.

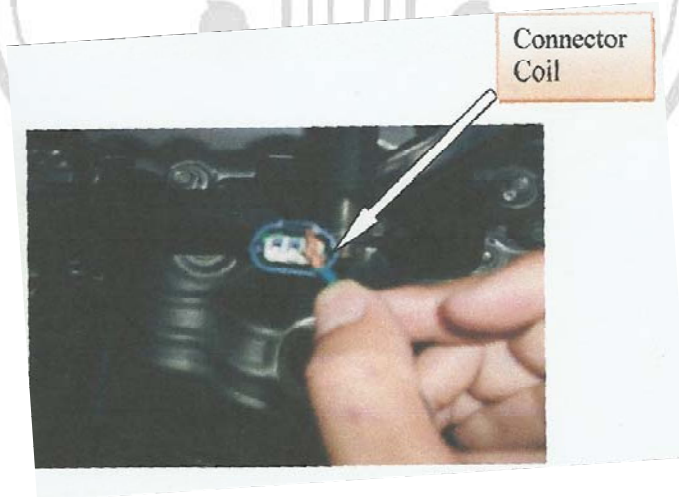
4. Periksa kembali DTC

Periksa apakah DTC lainnya yang ditampilkan mengindikasikan adanya masalah di *ignition primary circuit*, namun berbeda dari DTC yang ditampilkan sebelumnya?

YA – Perbaiki salah satu ignition coil dari 4 silinder yang terindikasi oleh DTC dengan salah satu silinder yang lama. Kemudian, lakukan tes simulasi gejala seperti yang telah diuraikan di atas, ganti *ignition coil* yang terdeteksi bermasalah oleh DTC.

TIDAK – Lanjut ke langkah e

5. Putar *ignition switch* ke off.
6. Putuskan *ignition coil 3P connector* dari silinder yang bermasalah.
7. Periksa kontinuitas antara *ignition coil 3P connector* terminal No. 2 dan *ground*. (Gambar 3.49)



Gambar 3.49. Pemeriksaan Hubungan Soket No. 2 dengan Massa

Keterangan:

Tabel 3.14. Pemeriksaan Hubungan Soket dengan Massa

SILINDER YANG BERMASALAH	DTC
No. 1	P 1300
No. 2	P 1305
No. 3	P 1310
No. 4	P 1315

Apakah ada kontinuitas?

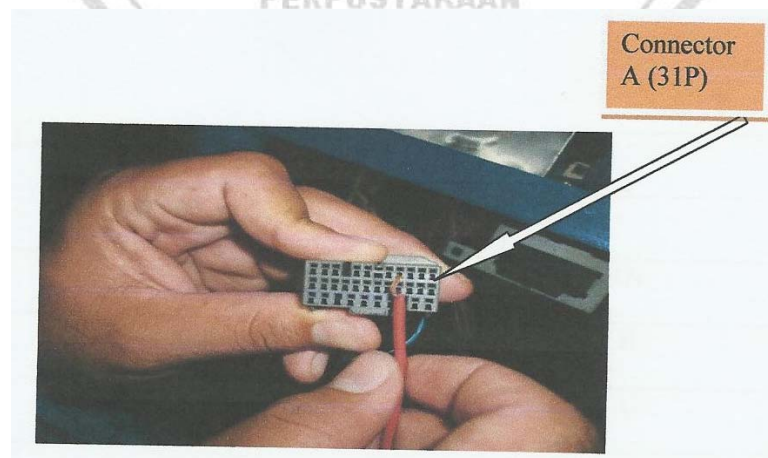
YA – Lanjut ke langkah h

TIDAK – Periksa rangkaian terbuka di kabel antara ignition coil dan G101.

8. Lepaskan kabel negatif dari baterai

9. Cabut ECM/PCM connector A (31P) dan B (24P)

10. Periksa kontinuitas antar body ground dan ECM/PCM connector terminal yang sesuai. (Gambar 3.50)



Gambar 3.50. Pemeriksaan Hambatan Soket ECM

Keterangan:

Tabel 3.15. Pemeriksaan Hambatan Soket ECM A

PROBLEM CYLINDER	DTC	ECM/PCM TERMINAL
No. 1	P 1300	A 29
No. 2	P 1305	A 28
No. 3	P 1310	A 27
No. 4	P 1315	A 26

Apakah ada kontinuitas?

YA – Perbaiki hubungan singkat di kabel antara ECM/PCM dan *ignition coil*

TIDAK – Lanjut ke langkah k

11. Hubungan *ignition coil 3P connector* terminal No. 1 dan *body ground* dengan kabel jumper.

Tabel 3.16. Hubungan *Ignition Coil 3P Connector*

PROBLEM	DTC
No. 1	P 1300
No. 2	P 1305
No. 3	P 1310
No. 4	P 1315

6. Dampak dan Gejala Kerusakan Sistem Pengapian

a. Dampak dan Gejala kerusakan Wiring (Pengkabelan)

Wiring atau pengkabelan adalah komponen yang utama dalam sistem kelistrikan pada kendaraan saat ini, sebuah wiring atau pengkabelan yang rusak dapat menyebabkan masalah dengan beberapa aspek yang berbeda pada sistem kelistrikan mobil, ada beberapa hal yang dapat dicermati jika wiring atau pengkabelan tidak lagi berfungsi dengan baik.

1. Masalah aliran listrik terputus

Kabel listrik yang berkarat atau satu dengan yang lain sambungannya longgar atau buruk dapat menyebabkan masalah listrik yang tersendat-sendat, komponen kelistrikan dapat bekerja beberapa kali dan kemudian tidak bekerja atau dampaknya ada hubungan pendek secara berkala.

2. Sekering yang terbakar

Jika sekering sering terbakar dan menggantinya dengan sekering baru tapi dalam jangka pendek terbakar juga ada kemungkinan bahwa ada hubungan pendek di kabel wiring harness.

3. Masalah sensor

Wiring atau pengkabelan memberikan aliran arus yang mengontrol berbagai sensor, termasuk oksigen dan sensor aliran massa udara, jika mulai gagal atau mengalami kerusakan, bisa karena wiring, mobil mulai berjalan buruk, jumlah konsumsi bahan bakar yang luar biasa tinggi atau bahkan gagal tes emisi, sensor juga tidak bekerja dengan baik.

b. Dampak dan Gejala Ignition Coil

Gejala kondisi koil pengapian yang buruk, sebuah kumparan koil pengapian mati akan lebih memperjelas, karena akan mencegah mesin susah start dari pertama kali dinyalakan, busi mengharuskan listrik tegangan tinggi yang hanya bisa didapatkan dari kumparan pengapian sempurna pada kendaraan, koil pengapian yang buruk mencerminkan bentuk beberapa gejala yang jelas dalam kinerja kendaraan, gejala-gejala ini bisa berkisar dari masalah mesin berjalan lambat pada tahap start, koil pengapian gagal akan terus memberikan hal ini, tapi akan tiba-tiba atau tidak cukup untuk memberikan percikan penuh, percikan ini pada gilirannya akan melemahkan pada proses pembakaran dan akan membuat mobil akan berjalan lambat, mesin akan membuat banyak suara dan kinerja mesin akan terengah-engah, bahkan saat mendaki tanjakan yang tidak terlalu terjal.

Akselerasi juga akan terpengaruh karena mobil tidak akan berjalan melebihi kecepatan rata-rata, terlepas dari seberapa banyak akselerasi yang dilakukan, *misfire* yang berulang juga merupakan salah satu gejala yang jelas koil pengapian rusak, yang menekankan bahwa perlu untuk di tindaklanjuti sebelum hal itu menyebabkan kerusakan komponen pada mesin yang lain dan konsumsi bahan bakar juga akan buruk dapat dicermati dengan mengamati asap hitam dari gas buang disertai dengan bau terbakar berasal dari knalpot, kadang-kadang akan menjumpai keadaan dimana mobil menolak untuk di stater, hal itu kadang-kadang juga terjadi bila terlalu panas, hal ini karena kumparan pengapian cenderung berhenti bekerja saat berada pada suhu tertentu, setelah mesin dingin, koil pengapian bekerja dengan baik.

c. Dampak Penyebab Kerusakan Busi (*Spark Plug*)

Dampak gejala dan kerusakan yang biasanya terjadi pada busi (*spark plug*).

1. Masalah pada saat *Start Up*

Jika mesin gagal atau tidak *start up*, hal ini mungkin disebabkan busi tidak baik. Ketika busi rusak, tidak dapat menciptakan percikan yang menyebabkan pembakaran, yang berarti tidak ada pembakaran yang terjadi ketika waktu pengapian, masalah pada *start up* adalah salah satu gejala yang paling umum bila kinerja busi mulai memburuk.

2. *Low Acceleration*

Gejala lain dari kinerja yang busi buruk adalah pada saat akselerasi. Pada akselerasi mobil, kita akan menekan pedal gas pada saat menekan akan dirasa sedikit kenaikan kecepatan atau jika rasanya mesin tidak mau membawa kendaraan berjalan, mungkin salah satu dari tanda-tanda kinerja busi yang buruk.

3. *Mileage Drop*

Gejala yang umum dari suatu busi buruk adalah penurunan jarak tempuh kendaraan, jika kita belum mengubah bahan bakar yang kita gunakan atau biasanya kita menggunakan beberapa liter untuk menempuh beberapa kilometer, tetapi mengalami konsumsi penggunaan rata-rata lebih banyak, penurunan jarak tempuh juga lebih pendek, hal ini dapat menunjukkan busi rusak atau bisa menjadi salah satu tanda-tanda kondisi busi buruk, gunakan busi yang direkomendasikan untuk mesin agar diperoleh jarak tempuh dan kinerja yang optimal.

4. *Idle* Kasar

Idle Kasar adalah satu dari tanda-tanda busi yang buruk, ketika mobil dalam *stationer* atau *idle*, suara mesin tersendat-sendat atau getaran mesin tersendat atau getaran mesin meningkat dapat menjadi tanda busi yang buruk.

5. *Sudden Surges* (Sentakan tiba-tiba)

Kadang-kadang mungkin mengalami sentakan tiba-tiba tanpa ada alasan yang jelas, ini juga bisa terjadi karena muncul pada saat mesin akselerasi yang tidak semestinya atau merespon pedal gas harus ditekan terus menerus dan berulang-ulang pada saat start, kinerja mesin yang tidak konsisten semacam ini adalah indikasi busi buruk.

6. *Engine Stalling*

Kinerja busi yang buruk dapat menyebabkan mesin sekali mati, hal ini bisa terjadi pada Interval yang sering atau terjadi hanya setelah mesin *idle*.

Untuk menjaga mesin tetap berjalan dengan baik, sebaiknya setiap 30.000 mil dilakukan penggantian busi, *tune-up* secara teratur juga akan meningkatkan efisiensi dan membantu mencegah masalah pengapian.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Laporan Tugas Akhir dari uraian yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) mesin tipe 1NZ-FE Toyota Vios secara garis besar terbagi dalam tiga sistem yaitu; sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem induksi udara (*air induction system*) dan sistem kontrol elektronik (*electronic control system*). Sistem Pengapian pada EFI (*Electronic Fuel Injection*) sangat berperan penting dalam mendeteksi kondisi kerja mesin yang diatur dalam rangkaian elektronik. Tujuan pengontrolan mesin pada sistem pengapiannya adalah untuk dapat memberikan sistem pengapian yang maksimal hingga dapat tercapai torsi yang optimal, emisi gas yang rendah, bahan bakar yang irit, dan meminimalkan *engine knock*.
2. Bagian-bagian yang mempengaruhi sistem pengapian EFI 1NZ-FE adalah Switch Pengapian, Baterai, Busi, *Ignition Coil dengan Igniter*, *Engine Control Unit*, *Camshaft Position Sensor*, *Crankshaft Position Sensor*.
3. Penggunaan kendaraan secara terus menerus mengakibatkan komponen-komponen pengapian mengalami aus, perubahan struktur komponen dan bahkan akan mengakibatkan kerusakan pada komponen. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan, meliputi pemeriksaan sekering, pemeriksaan

kondisi baterai, pemeriksaan kondisi busi, pemeriksaan loncatan bunga api, pemeriksaan tahanan ignition coil, pemeriksaan kunci kontak, pemeriksaan socket dan kabel, pemeriksaan sensor-sensor, pemeriksaan ECM.

B. Saran

Berdasarkan Laporan Tugas Akhir diatas, saran yang dapat diambil dan perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Agar sistem pengapian dapat berjalan secara normal, maka diperlukan pemeriksaan secara berkala. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan.
2. Sebelum melakukan pemeriksaan komponen pastikan alat yang digunakan dalam keadaan baik dan harus disetel atau dikalibrasi dahulu jika perlu.
3. Selama melakukan identifikasi dan pemeriksaan komponen diharapkan tidak merusak komponen.
4. Setelah mengetahui komponen yang menjadi kerusakan sebaiknya periksa dahulu tahanan/tegangan dan kabel yang menyambung komponen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. *Fundamental Of Electricity Step 2*. Jakarta: PT. Toyota- Astra Motor. Hal:34-35.
- Anonim. 2009. *Engine Control*. U.S.A: Toyota Motor Sales.
- Joko Saraswo, Aris. 1996. *Training Manual New Step 1*. Jakarta: Penerbit Toyota Astra Motor.
- Joko Saraswo, Aris. 2012. *Belajar Sensor Pada Mesin EFI*. Solo: Raswo Publiser. Hal: 128-139.
- Ruswid. 2008. *Electronic Fuel Injection*. Modul SMK AL HIKMAH 1 Sirampog.
- Suhendi, Bambang Susanto, Widodo B. Santoso, Achmad Praptijanto. 2003. *Rancang Bangun Engine Control Unit Untuk Sistem Injeksi Motor Bensin*. Bandung: Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekanik-LIPI. Hal: 67-69.
- Team Toyota. 2007. *New Car Features Vios*. PT Toyota Astra Motor: Jakarta.
- <http://id.answers.yahoo.com/question/index?qid=20110308093520AA9kYCl>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi mesin 1NZ-FE Toyota Vios

<i>Engine Specification</i>	<i>Type</i>
<i>Engine</i>	<i>4 Cylinder – in line</i>
<i>Valve Mechanism</i>	<i>Variable Valve Timing Intelligent</i>
<i>Camshaft</i>	<i>Double Over Head Camshaft</i>
<i>Timing Valve</i>	<i>Timing Chain</i>
<i>Fuel System</i>	<i>Electronic Fuel Injection</i>
<i>Injection System</i>	<i>Multi Point Injection</i>
<i>Ignition System</i>	<i>Direct Ignition System</i>

Lampiran 2. Spesifikasi sensor

<i>Sensor</i>	<i>Type</i>
<i>Mass Air Flow Meter</i>	<i>Hot Wire</i>
<i>Intake Air Temperature Sensor</i>	<i>Negative Thermal Coefficient Resistor</i>
<i>Camshaft Position Sensor</i>	<i>Pickup Coil</i>
<i>Engine Coolant Temperature Sensor</i>	<i>Negative Thermal Coefficient Resistor</i>
<i>Crankshaft Position Sensor</i>	<i>Pickup Coil</i>
<i>Heated Oxygen Sensor</i>	<i>Zirconia Platinum</i>
<i>Knock Sensor</i>	<i>Piezoelectric</i>
<i>Throttle Position Sensor</i>	<i>Potentiometer</i>

Lampiran 3. Spesifikasi ECM

<i>ECM Specification</i>	<i>Type</i>
<i>Engine model</i>	<i>1NZ-FE</i>
<i>Sensor</i>	<i>Hot Wire 24</i>
<i>Terminal Drawing</i>	<i>Toyota 9-c</i>
<i>Remark</i>	<i>Automatic Transmission</i>

Lampiran 4. Spesifikasi Aktuator

<i>Actuator</i>	<i>Type</i>
<i>Ignition Coil</i>	<i>Igniter</i>
<i>Oil Control Valve</i>	<i>Spool</i>
<i>Injector</i>	<i>12 Holes</i>
<i>Malfunction Indicator Lamp</i>	<i>Light Emitting Diode</i>
<i>Idle Speed Control</i>	<i>Rotary solenoid</i>

Lampiran 5. Spesifikasi *carman scan I*

<i>Scanner Specification</i>	<i>Type</i>
<i>Dimension</i>	195mm x 225mm x 65mm
<i>Weight</i>	1200gms
<i>Screen</i>	LCD CCFL <i>Backlight</i> 320 x 240 <i>Pixels</i>
<i>Software</i>	16MB <i>Flash</i> PCMCIA
<i>Memory</i>	1MB S-RAM
<i>Power</i>	8-16V DC



Lampiran 6. *Carman scan I*