

MODUL
DASAR ELEKTRONIKA & KELISTRIKAN OTOMOTIF



Disusun Oleh :

MUHAMAD AMIRUDDIN, M.Pd.

PROGRAM STUDI

PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNOLOGI OTOMOTIF

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Bahan Ajar : Dasar Elektronika & Kelistrikan Otomotif
2. Pelaksana/Penulis
 - a. Nama Lengkap : Muhamad Amiruddin, M.Pd.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk I/IIIb
 - d. NIS : 19920601 201907 1 015
 - e. Program Studi/Fakultas : Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif
 - f. E-mail/HP : amiruddin@upy.ac.id
3. Pembiayaan
 - a. Sumber Dana : Mandiri

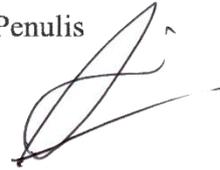
Yogyakarta, 1 Agustus 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Bayu Gilang Purnomo, M.Pd.
NIS. 19910923 201907 1 012

Penulis



Muhamad Amiruddin, M.Pd.
NIS. 19920601 201907 1 015

Mengetahui,
Kepala Lembaga Pengembangan Pendidikan



Selly Rahmawati, M.Pd.
NIS. 19870723 201302 2002

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. yang telah memberikan rahmat-Nya, sehingga Modul atau Bahan Ajar Dasar Elektronika & Kelistrikan Otomotif untuk mahasiswa Program Studi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif Universitas PGRI Yogyakarta ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tanpa suatu halangan. Atas berkat rahmat dan hidayah-Nya pula yang telah memberikan kemampuan kepada penulis untuk menuangkan ide dan pengetahuannya agar tercipta buku ini.

Tujuan yang melatarbelakangi penyusunan bahan ajar ini ialah agar mahasiswa dapat dengan mudah memahami materi ajar teori dan instruksi praktikum dalam topik kelistrikan otomotif. Mahasiswa akan lebih terarah dan tersruktur dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran dikelas teori dan praktikum setelah membaca buku ini. Bahan ajar ini berisi materi ajar, instruksi kerja praktikum, dan kolom hasil data praktikum.

Kekurangan mungkin saja ditemukan dalam buku ini, maka dari itu *continous improvement* atau perbaikan secara berkelanjutan selalu dilakukan agar buku ini semakin baik. Penyusun sangat membutuhkan kritik dan saran yang mampu membangun kearah perbaikan dari berbagai pihak. Seiring dengan perkembang jaman buku ini akan selalu terus direvisi agar konten dan materinya selalu *up to date* dengan materi yang dituntutkan oleh industri terkait. Perlu diketahui bahwa pendidikan untuk menciptakan calon tenaga kerja itu harus diajarkan dengan materi-materi yang mendukung perkembangan karir di tempat kerja. Jika materi yang ada di dunia pendidikan tidak mampu memenuhi standar industri maka yang terjadi adalah *gap* antara lulusan yang tersedia tidak masuk kriteria yang dipersyaratkan oleh industri dimana nanti timbul masalah baru.

Dalam pembuatan buku ini penyusun dibantu oleh berbagai pihak terkait, oleh karena itu penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Yogyakarta, 1 Agustus 2019

Penyusun

TINJAUAN MATA KULIAH

Mata kuliah dasar elektronika & kelistrikan otomotif ini merupakan mata kuliah wajib lulus yang harus dilalui para mahasiswa di program studi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif. Dalam buku bahan ajar ini menyediakan materi teori, latihan soal, dan petunjuk praktikum dalam mata kuliah dasar elektronika & kelistrikan otomotif. Materi ajar ini mencakup topik elektronika yang mencakup tentang sistem-sistem kelistrikan yang umum ada pada kendaraan ringan.

Beberapa sistem kelistrikan ada yang berkaitan erat dengan kinerja motor secara langsung dan ada juga yang hanya berperan sebagai kelengkapan dalam unit kendaraan ringan. Motor segera mengalami gejala gangguan jika sebuah sistem kelistrikan didalamnya tidak bekerja dengan normal. Beberapa sistem kelistrikan yang berkaitan dengan kinerja motor ialah; sistem pengapian, sistem starter, sistem kelistrikan bahan bakar EFI, dan sistem panel dashboard.

Meskipun beberapa sistem kelistrikan adalah pelengkap dalam suatu kendaraan, akan tetapi memiliki fungsi yang penting dalam mendukung keselamatan dan keamanan dalam berkendara. Sistem kelistrikan lampu tanda belok misalnya memiliki peran yang penting sewaktu kendaraan berjalan pada jalan umum, bahkan syarat adanya lampu tanda belok pada suatu kendaraan sudah disyaratkan oleh Undang-undang lalu lintas.

Materi kelistrikan begitu penting untuk dipelajari mengingat fungsinya yang vital pada kinerja motor kendaraan, oleh sebab itu mahasiswa diharapkan dapat sungguh-sungguh dalam mempelajari mata kuliah ini agar kedepan memiliki kompetensi yang unggul. Pemutakhiran materi ajar pada mata kuliah ini akan terus dilakukan seiring dengan perkembangan teknologi yang terus menerus berkembang khususnya di bidang otomotif, hal ini dimaksudkan agar calon lulusan memenuhi kompetensi yang sesuai dengan permintaan pasar atau industri yang terkait.

DAFTAR ISI

Cover	i
Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Tinjauan Mata Kuliah	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vi
Bab 1	1
Sistem Pengapian	1
Bab 2	6
Sistem Penerangan	6
Bab 3	12
Sistem Pengisian	12
Bab 4	18
Sistem Starter.....	18
Bab 5	23
Sistem Panel Dashboard	23
Bab 6	27
Sistem Bahan Bakar EFI	27
Bab 7	34
Penggunaan Alat Scanner	34

Bab 8	40
Pembacaan Current Data	40
Bab 9	46
Lembar Praktikum	46

BAB I SISTEM PENGAPIAN

A. PENDAHULUAN

Pernahkah Anda melihat sebuah motor mogok di jalan? Lalu, apakah yang dilakukan oleh pengemudi? Ketika pengemudi tersebut sedang memegang budi yang telah dilepas dari mesin kendaraan, apakah yang sebenarnya terjadi? Sebenarnya, yang sedang dilakukan oleh pengemudi adalah memeriksa kondisi busi. Mengapa busi diperiksa? Hal ini untuk mengetahui kondisi sebenarnya pada busi tersebut, yakni warna elektroda busi dan nyala warna api pada busi.

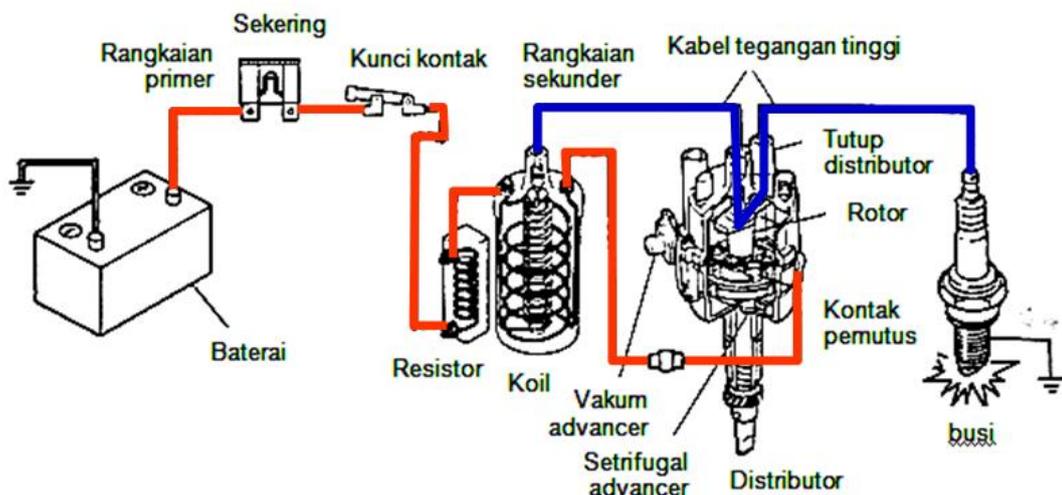
Busi adalah hasil akhir pada sebuah sistem pengapian. Sistem pengapian itu sendiri adalah serangkaian sistem kelistrikan yang berfungsi untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam ruang bakar. Semua motor bensin memakai busi atau sparkplug untuk menyalakan pembakaran dalam ruang bakar. Berbeda dengan diesel yang tidak membutuhkan busi untuk penyalaan, motor bensin memerlukan penyalaan dikarenakan rasio kompresi yang rendah, yaitu di bawah 1:12. Campuran udara dan bahan bakar selama langkah kompresi tidak mampu terbakar dengan hanya bantuan tekanan udara yang dimampatkan. Akan tetapi, campuran bahan bakar hanya menguap menjadi gas.

Kembali lagi pada pemeriksaan busi saat motor bensin bermasalah mungkin saja terjadi masalah di sistem pengapian kendaraan tersebut. Untuk itu, di sini kita akan mempelajari bagaimana cara kerja, komponen yang terlibat, cara pemeriksaan, dan diagnosis kerusakan sistem pengapian. Diharapkan setelah menguasai sistem pengapian ini, mahasiswa akan mampu menguasai hal-hal yang telah disebutkan.

B. MATERI

Sistem Pengapian Konvensional

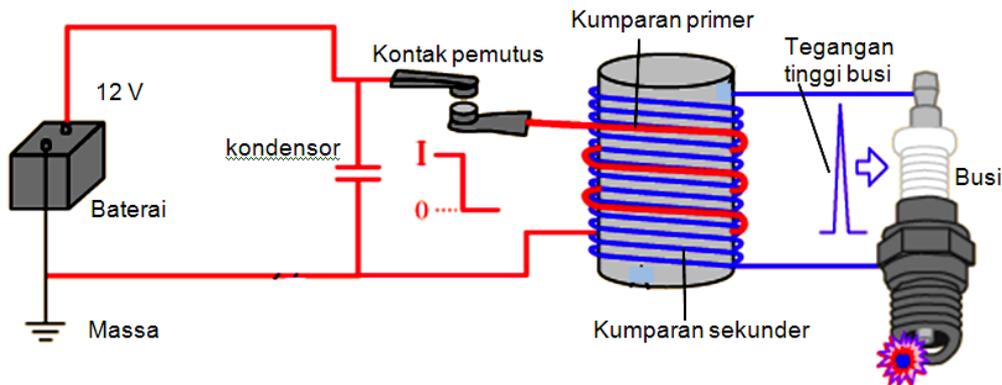
Sistem pengapian konvensional adalah sistem pengapian yang menggunakan kontak pemutus atau platina sebagai komponen pemutus dan penghubung arus pada kumparan primer koil. Bagian-bagian dari sistem pengapian konvensional (lihat gambar di bawah) terdiri dari baterai, sekering, kunci kontak, koil, distributor, kabel tegangan tinggi, dan busi. Ciri khusus sistem pengapian konvensional ini adalah proses pemutusan arus primer dilakukan secara mekanik, yaitu dengan proses membuka dan menutupnya kontak pemutus. Kontak pemutus bekerja seperti saklar dimana pada saat tertutup arus dapat mengalir dan saat kontak pemutus terbuka arus akan terhenti.



Gambar 1.

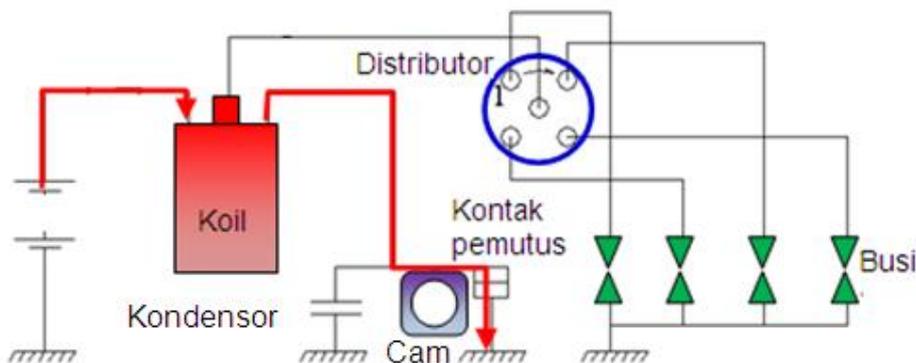
Prinsip Kerja Sistem Pengapian

Secara sederhana sistem pengapian konvensional dapat digambarkan dengan skema di bawah ini. Baterai memberikan arus yang besar (sekitar 4 A) pada kumparan primer yang mempunyai tahanan kecil. Kontak pemutus yang dibuka oleh cam dengan cepat memutus aliran arus primer (I) sehingga arusnya menjadi nol. Perubahan medan magnet yang sangat cepat pada kumparan primer saat kontak pemutus terbuka menghasilkan tegangan induksi. Jumlah kumparan sekunder yang jauh lebih banyak dibandingkan kumparan primer bekerja seperti transformator penaik tegangan yang dapat meningkatkan tegangan menjadi sangat tinggi pada kumparan sekunder. Kondensator dapat meredam percikan api di antara kontak pemutus saat kontak pemutus terbuka.

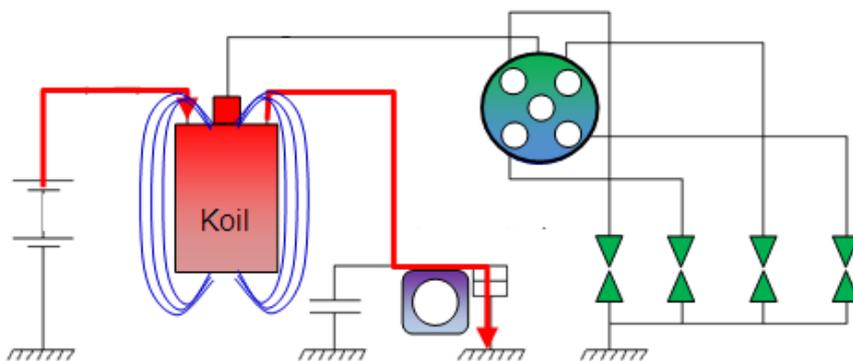


Gambar 2.

Berikut ini digambarkan rangkaian sistem pengapian konvensional untuk mesin empat silinder. Gambar di bawah mengilustrasikan cara kerja dan aliran arus pada rangkaian sistem pengisian. Cara kerja sistem pengapian dijelaskan dalam tiga tahap, yaitu saat kontak pemutus tertutup, saat kontak pemutus membuka, dan saat kontak pemutus tertutup kembali. Secara rinci cara kerja sistem ini adalah sebagai berikut.

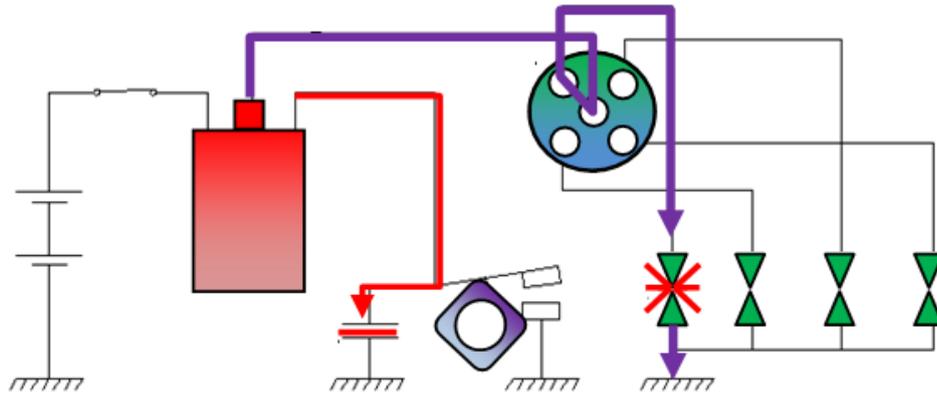


Gambar 3.



Gambar 4.

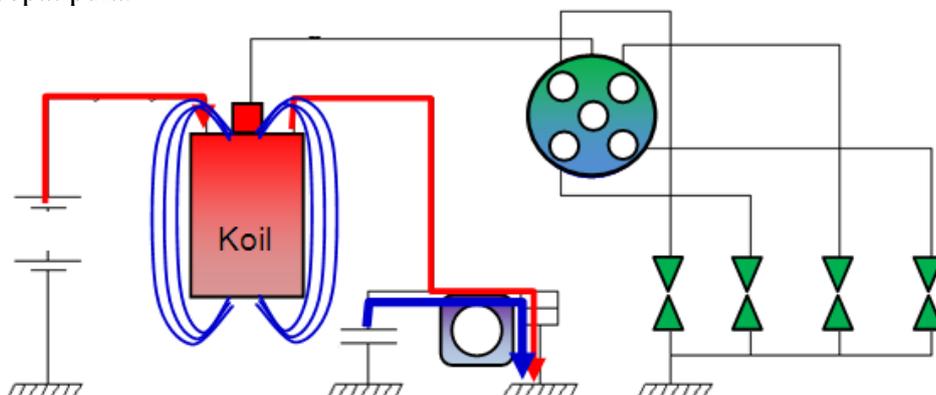
Saat kunci kontak on, kontak pemutus tertutup, arus dari terminal positif baterai mengalir ke kunci kontak (lihat gambar (a) di atas), ke terminal positif (+) koil, ke terminal negatif (-) koil, ke kontak pemutus, kemudian ke massa. Aliran arus ke kumparan primer koil menyebabkan terjadinya kemagnetan pada coil (gambar (b)). Cam selalu berputar karena selama mesin hidup poros engkol memutar poros nok (*cam shaft*) dan poros nok memutar distributor di mana terdapat cam di dalamnya. Karena cam berputar, maka ada saatnya ujung cam mendorong kontak pemutus sehingga terbuka.



Gambar 5.

Jika kontak pemutus terbuka, arus yang mengalir ke kumparan primer seperti dijelaskan di atas terputus dengan tiba-tiba. Akibatnya kemagnetan di sekitar koil hilang / *drop* dengan cepat. Dalam teori kemagnetan, jika terjadi perubahan medan magnet di sekitar suatu kumparan, maka pada kumparan tersebut akan terjadi tegangan induksi. Karena saat kontak pemutus terbuka arus listrik terputus, maka medan magnet pada koil hilang dengan cepat atau terjadi perubahan garis-garis gaya magnet dengan cepat sehingga pada kumparan sekunder terjadi induksi tegangan. Pada kumparan primer juga terjadi tegangan induksi. Tegangan induksi pada kumparan sekunder disebut dengan tegangan induksi mutual sedangkan pada kumparan primer disebut tegangan induksi diri.

Tegangan tinggi pada kumparan sekunder (10000 V atau lebih) disalurkan ke distributor melalui kabel tegangan tinggi dan dari distributor diteruskan ke tiap-tiap busi sesuai dengan urutan penyalanya sehingga pada busi terjadi loncatan api pada busi. Tegangan pada kumparan primer sekitar 300 sampai 500 V disalurkan ke kondensator. Penyerapan tegangan induksi diri oleh kondensator ini akan mengurangi loncatan bunga api pada kontak pemutus. Efek tidak terjadinya loncatan pada kontak pemutus adalah pemutusan arus primer yang cepat sehingga menghasilkan perubahan garis-garis gaya magnet pada koil dengan cepat pula.

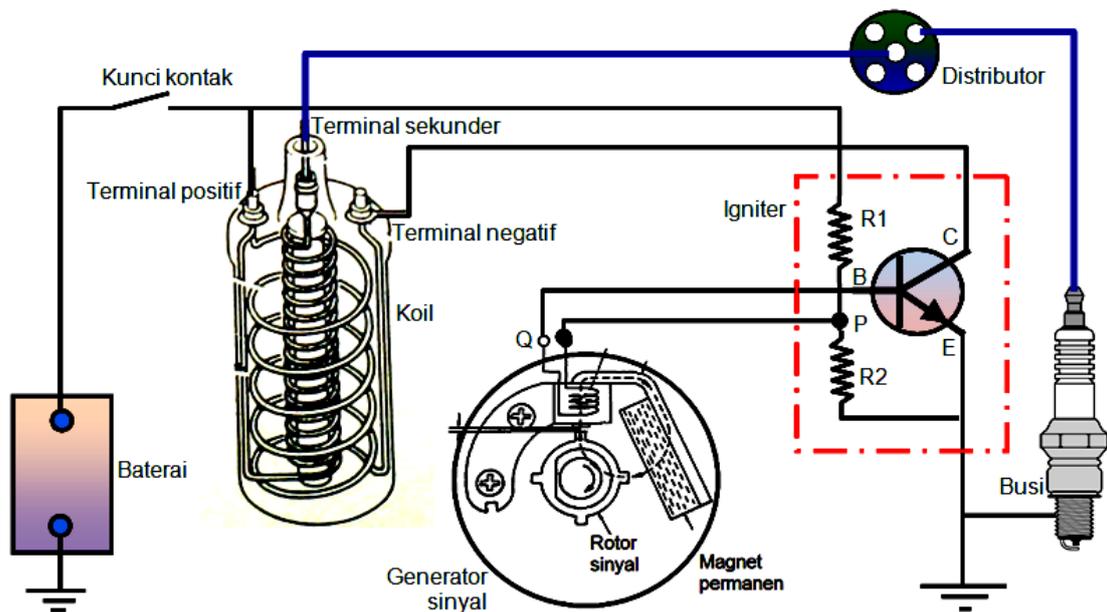


Gambar 6.

Cam yang selalu berputar menyebabkan cam kembali ke posisi bawah atau tidak mendorong kontak pemutus sehingga pegas kontak pemutus akan bekerja mendorong kontak pemutus sehingga kontak pemutus menutup kembali (perhatikan gambar di atas). Pada saat ini arus dari baterai akan kembali mengalir ke kumparan primer koil sehingga prosesnya berulang lagi (timbul medan magnet pada koil). Pada saat kontak pemutus menutup terjadi rangkaian tertutup pada kondensor sehingga muatan kondensor yang tadi tersimpan akan dibuang (*discharge*) ke massa melalui kontak pemutus.

Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian dengan pembangkit pulsa model induktif terdiri dari penghasil pulsa, igniter, koil, distributor dan komponen pelengkap lainnya. Sistem pembangkit pulsa induktif terdiri dari kumparan pembangkit pulsa (*pick up coil*), magnet permanen, dan rotor pengarah medan magnet. Secara sederhana rangkaian sistem pengapian ini digambarkan seperti skema berikut.



Gambar 7.

Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut.

1. Pada saat mesin mati

Pada saat kunci kontak ON arus mengalir menuju titik P. Besarnya tegangan pada titik ini (yang diatur oleh pembagi tegangan R1 dan R2) berada di bawah tegangan basis yang diperlukan untuk mengaktifkan transistor (melalui *pick up coil*). Hal ini menyebabkan transistor tidak aktif (*OFF*) selama *engine* mati sehingga tidak terjadi aliran arus pada kumparan primer koil.

2. Pada saat mesin hidup

Saat mesin sudah hidup, rotor sinyal berputar (mendekati *pick up coil*) dan menyebabkan terjadinya pulsa tegangan AC pada *pick up coil*. Bila tegangan yang dihasilkan adalah positif, maka tegangan ini ditambahkan dengan tegangan yang terdapat pada titik P sehingga tegangan di titik Q naik dan besarnya melebihi tegangan basis transistor. Adanya arus basis ini menyebabkan transistor menjadi aktif (*ON*) sehingga kaki kolektor dan emitornya terhubung yang menyebabkan arus dari baterai mengalir ke kunci kontak, ke kumparan primer koil, ke kaki kolektor, ke emitor, kemudian ke massa. Aliran arus ke kumparan primer koil ini menyebabkan terjadinya medan magnet pada koil.

Rotor selalu berputar, sehingga pada saat gigi rotor meninggalkan *pick up coil* terjadi tegangan AC dengan polaritas berbeda (negatif). Tegangan ini jika ditambahkan dengan tegangan yang terdapat dalam titik P menjadi tegangan yang besarnya di bawah tegangan kerja transistor. Akibatnya adalah transistor menjadi tidak aktif (*OFF*) dan antara kaki kolektor dan emitor transistor menjadi tidak terhubung. Hal ini menyebabkan aliran arus primer dengan cepat berhenti dan medan magnet pada koil dengan cepat berubah (*collapse*). Perubahan garis gaya magnet dengan cepat ini menyebabkan terjadinya tegangan induksi pada kumparan sekunder. Tegangan tinggi ini diteruskan ke distributor dan dibagikan ke tiap tiap busi sesuai dengan urutan penyalaan (*firing order*).

C. RANGKUMAN

Sistem pengapian pada motor bensin memerlukan serangkaian sistem elektronik untuk menghasilkan loncatan api pada busi yang berguna untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di ruang bakar. Hal ini dikarenakan motor bensin tidak mampu menciptakan *self ignition* seperti pada motor diesel sebab rasio kompresi pada motor bensin tidak cukup untuk membakar campuran udara dan bahan bakar. Timing pengapian pada motor bensin adalah beberapa derajat sebelum TMA. Hal ini bertujuan untuk menanggulangi kemungkinan tekanan puncak pada diagram hubungan P (*pressure*) dan T (*time*) bisa terlambat. Semakin tinggi putaran mesin maka semakin besar pula sudut pemajuan awal pengapian.

Sudut dwell adalah lamanya platina menutup dengan kata lain sudut dwell bisa diartikan sebagai lamanya waktu pengisian arus pada kumparan primer, saat platina menutup maka kumparan primer pada koil pengapian menjadi medan magnet. Fungsi dari kumparan sekunder pada koil adalah memperbesar arus yang dihasilkan oleh kumparan primer yang hanya sebesar ratusan volt, oleh kumparan primer tegangan tersebut dilipatgandakan menjadi puluhan ribu volt. Tegangan demikian mampu membakar campuran udara dan bahan bakar dimana terdapat hambatan berupa tekanan udara yang sangat tinggi. Induksi yang terjadi di kumparan primer disebut *self induction* sedangkan tegangan induksi yang terjadi di kumparan sekunder disebut dengan *mutual induction*.

D. LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut.

1. Mengapa motor bensin membutuhkan sistem pengapian elektronik padahal motor diesel tidak membutuhkan busi untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara?
2. Jelaskan mengapa busi memercikkan api beberapa derajat sebelum TMA? Apakah hal ini tidak membuat piston terhambat naik karena tertekan gas pembakaran yang terjadi karena percikan api pada busi tersebut?
3. Apa yang terjadi jika sebuah kendaraan yang memiliki sistem pengapian konvensional dimana sudut dwell pengapian terlalu kecil dan bagaimana jika terlalu besar?

BAB II SISTEM PENERANGAN

A. PENDAHULUAN

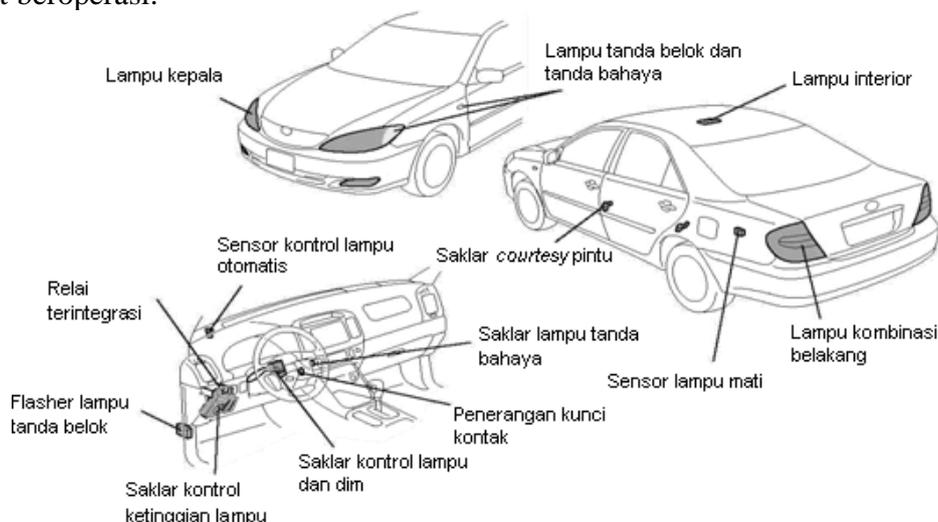
Saat ini peraturan pemerintah yang mengatur undang-undang lalu lintas mewajibkan sepeda motor menyalakan lampu utama saat siang hari maupun malam hari. Saat pelatihan belajar mengemudi, kita diwajibkan menyalakan lampu tanda belok sebelum kita membelokkan kendaraan ke kanan maupun ke kiri. Sering kali kita menemui kendaraan roda empat yang menyalakan lampu utama tidak lebih dari lima detik saat siang hari. Biasanya hal ini terjadi saat kendaraan itu bersiap-siap untuk menyalip kendaraan di depannya.

Fenomena-fenomena yang terjadi pada paragraf sebelumnya berkaitan erat dengan fungsi sistem penerangan. Sistem penerangan yang biasanya kita ketahui secara umum adalah menerangi atau menyinari jalan yang kita lewati saat malam hari. Agar jalan tersebut mudah dilihat pengemudi. Fungsi lain untuk memberi tahu posisi kendaraan saat malam hari oleh sesama pengemudi. Ternyata, tidak hanya sampai di situ fungsi penerangan, fungsi lainnya sebagai tanda isyarat kepada pengendara lain bahwa kita akan melakukan manuver berupa gerakan belok kiri maupun belok kanan. Fungsi isyarat yang lain adalah saat kita menyalakan fungsi lampu kepala sebagai dimer atau isyarat meminta jalan atau kesempatan untuk menyalip kendaraan di depannya.

Pada bab ini akan dibahas tuntas mengenai rangkaian kelistrikan pada sistem penerangan kendaraan. Diharapkan mahasiswa mengetahui cara kerja komponen yang terlibat dan mampu mendiagnosis kerusakan pada rangkaian kelistrikan sistem penerangan. Ada berbagai macam jenis dan tipe pada rangkaian lampu kepala, lampu sein, maupun dimer. Setiap pabrikan kendaraan memiliki rangkaian kelistrikan pada sistem tersebut yang berbeda-beda.

B. MATERI

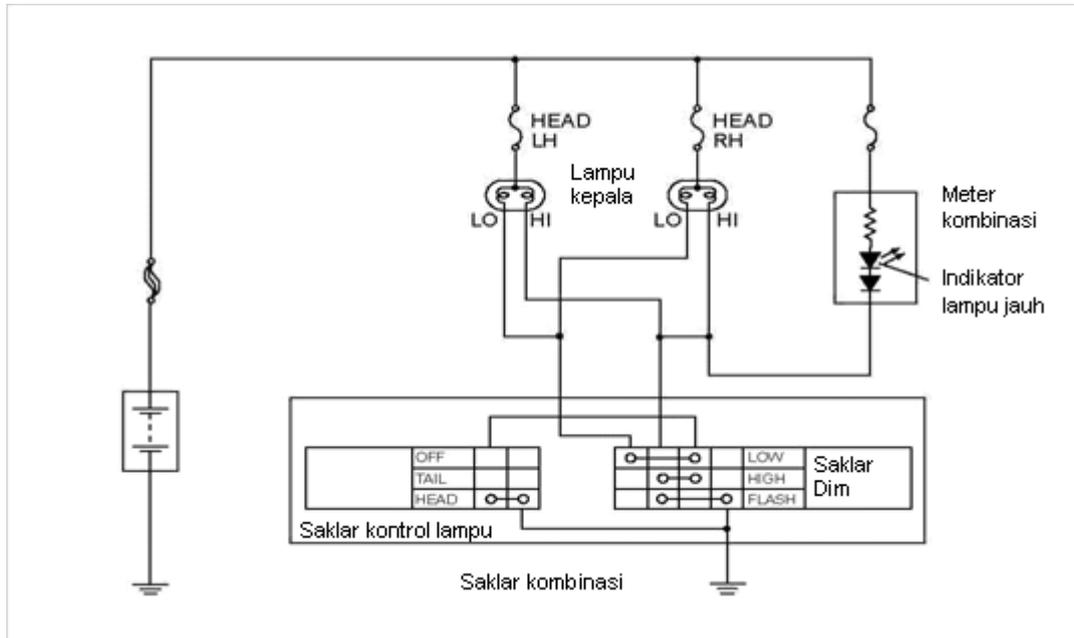
Sistem penerangan yang digunakan di kendaraan diklasifikasikan berdasarkan tujuannya: untuk penerangan, untuk tanda atau informasi. Contoh, lampu depan digunakan untuk penerangan di malam hari, lampu tanda belok untuk memberitahukan kendaraan lain atau pejalan kaki bahwa kendaraan akan membelok dan lampu belakang untuk informasi posisi keberadaan mobil. Selain sistem penerangan secara umum, kendaraan dilengkapi dengan berbagai macam fungsi tergantung kelas kendaraan dan di negara mana kendaraan tersebut beroperasi.



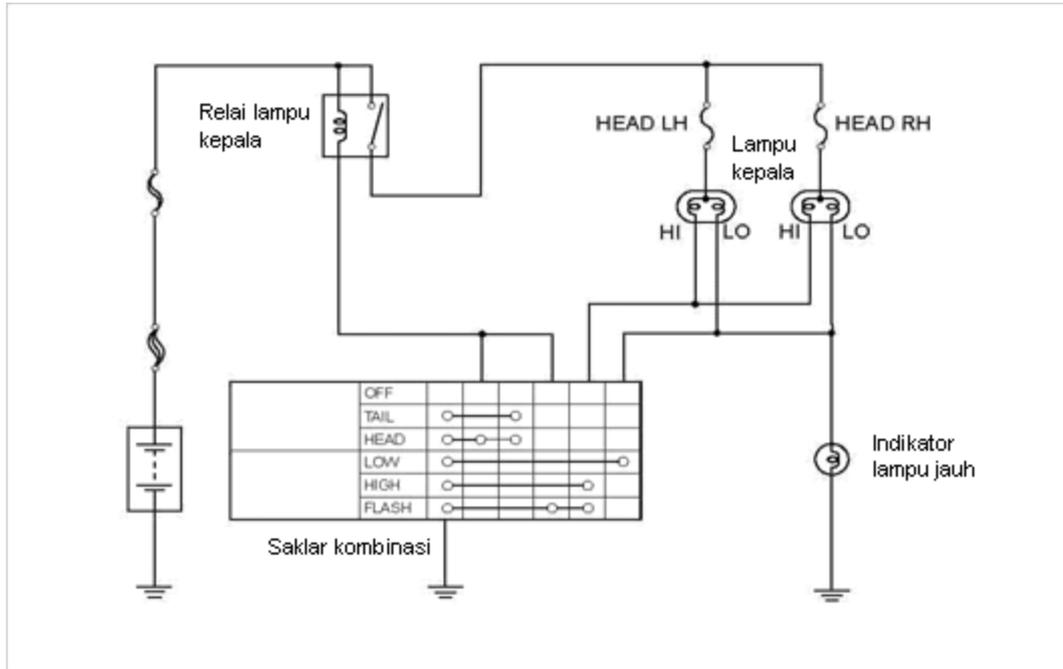
Gambar 8.

Rangkaian lampu depan dibedakan menurut komponennya. Sistem lampu depan terdiri dari tiga macam:

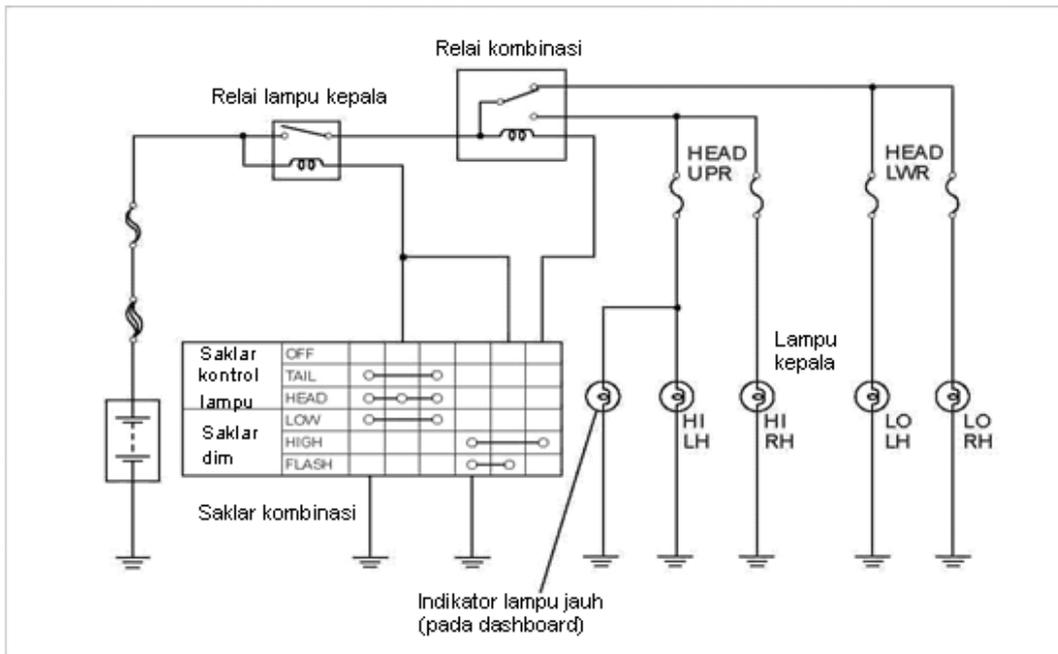
- Tipe tanpa relai lampu depan atau relai kombinasi
- Tipe dengan relai lampu depan dan tidak dengan relai kombinasi
- Tipe relai lampu depan dengan relai kombinasi



Gambar 9. Rangkaian sistem lampu depan tanpa relai



Gambar 10. Rangkaian lampu depan dengan relai



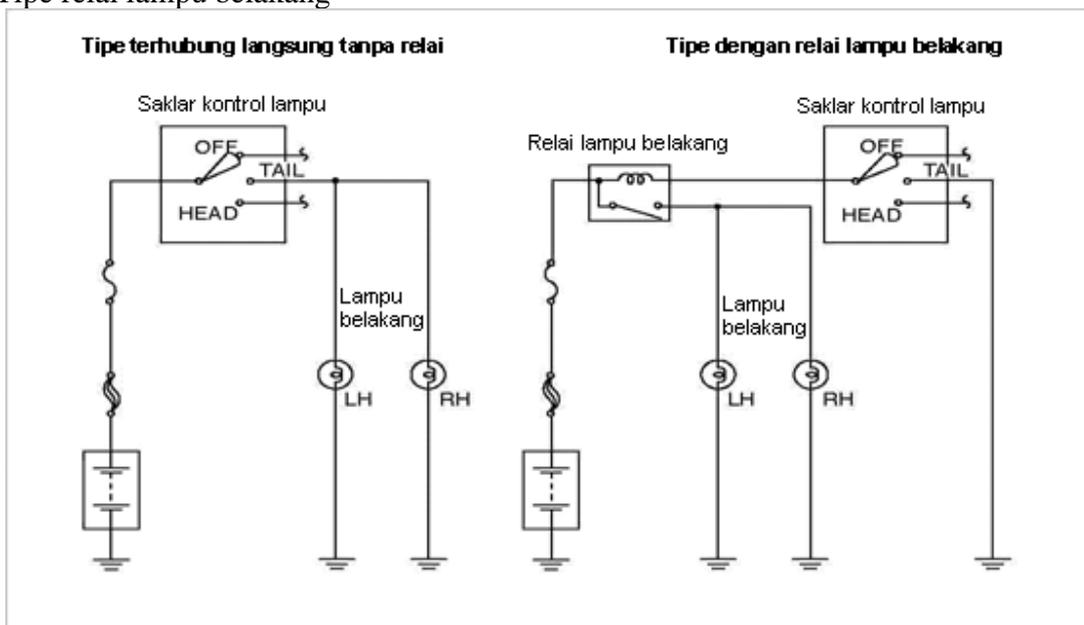
Gambar 11. Rangkaian lampu depan dengan relai kombinasi

Lampu Kota

Lampu kota atau disebut juga lampu posisi depan dan belakang merupakan lampu yang berfungsi untuk penerangan dalam kondisi senja atau fajar dimana kondisi cahaya di sekitar kendaraan tidak begitu gelap. Lampu ini memberi peringatan terhadap lingkungan sekitar akan keberadaan kendaraan. Lampu kota terdiri dari komponen lampu posisi depan dan belakang dan saklar kontrol lampu. Saklar control lampu kota merupakan saklar yang sama untuk lampu kepala. Lampu kota dapat diaktifkan dengan menyalakan saklar kontrol lampu pada posisi TAIL yaitu dengan memutar saklar kontrol lampu satu *step*. Pada *step* kedua baru digunakan untuk menyalakan lampu kepala. Beberapa model memiliki system lampu belakang yang dilengkapi dengan indikator lampu belakang.

Ada dua tipe sistem lampu belakang:

- a. Tipe terhubung langsung tanpa relai
- b. Tipe relai lampu belakang



Gambar 12. Rangkaian lampu belakang

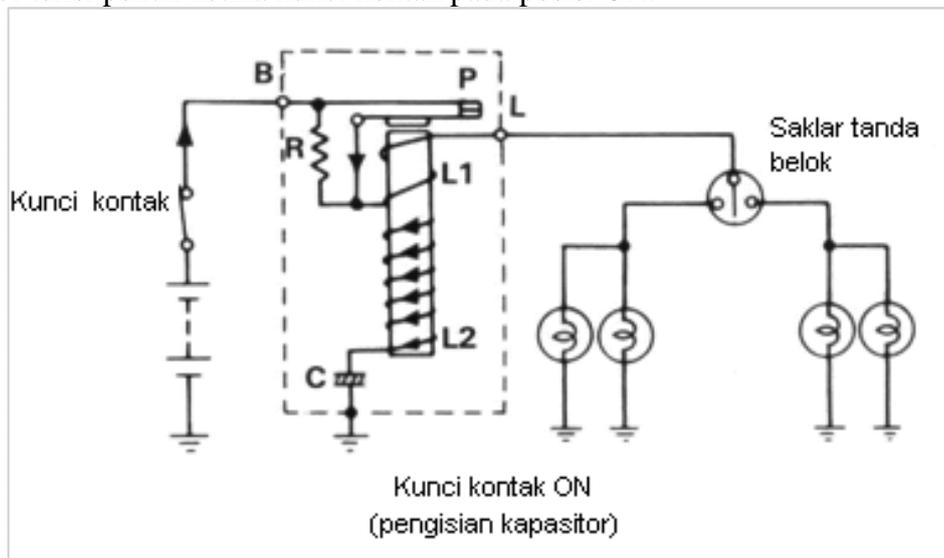
Lampu Tanda Belok dan Tanda Bahaya

Pada saat saklar tanda belok diaktifkan, flasher tanda belok akan menyalakan lampu tanda belok kiri atau kanan. Selama lampu menyala, buzzer juga akan berbunyi sehingga pengemudi akan mengetahui bahwa lampu tanda belok masih menyala.

Cara kerja lampu tanda belok dengan flasher tipe kontak poin;

1. Saat kunci kontak posisi ON

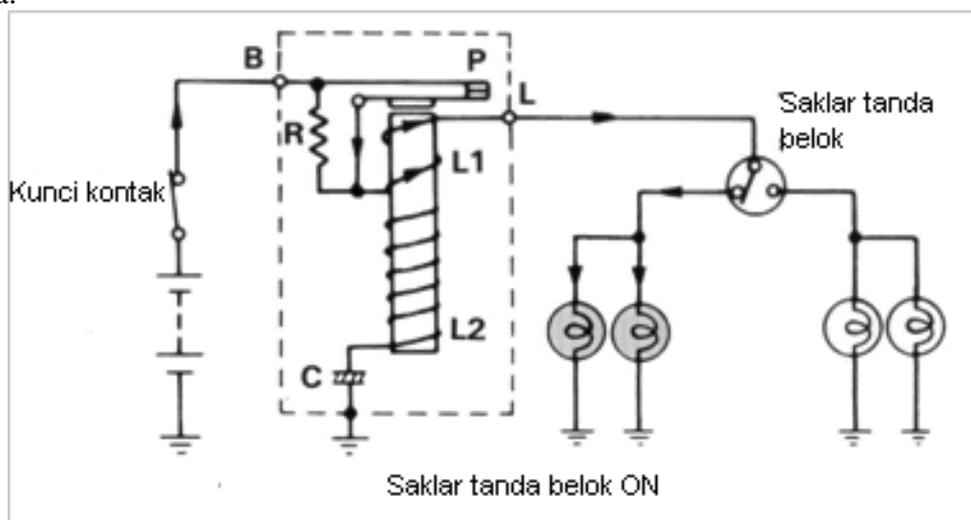
Saat kunci kontak diputar ke ON, arus mengalir dari baterai menuju kunci kontak, terminal B flasher, titik kontak, kumparan L2 dan ke kapasitor untuk mengisi kapasitor. Kapasitor terisi penuh ketika kunci kontak pada posisi ON.



Gambar 13. Kunci kontak ON dan pengisian kapasitor

2. Saklar tanda belok diposisikan ke kanan atau ke kiri

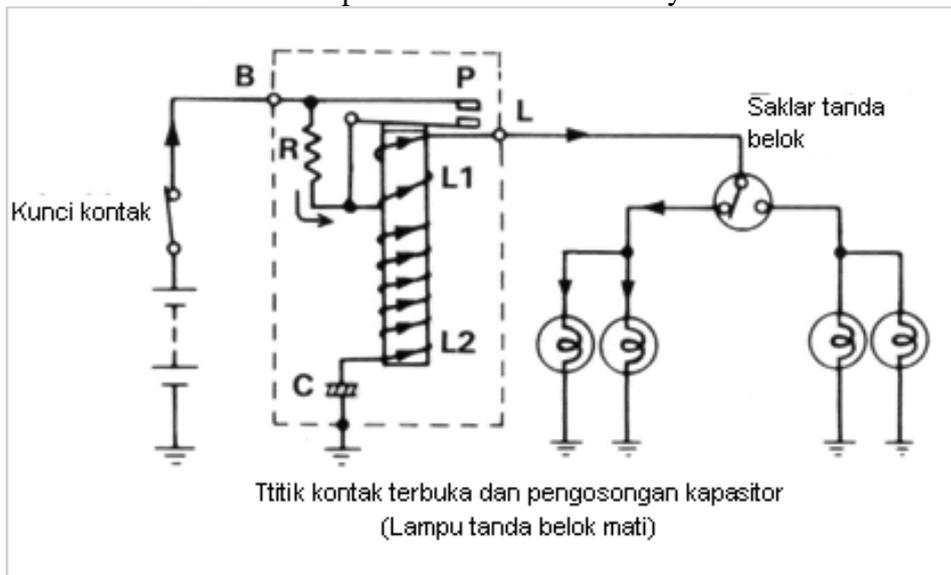
Saat saklar tanda belok diposisikan ke kanan atau ke kiri, arus mengalir dari baterai menuju kunci kontak, terminal B flasher, titik kontak, kumparan L1, terminal L flasher, saklar tanda belok, lampu-lampu tanda belok dan menuju ke massa. Lampu tanda belok akan menyala. Saat yang sama kemagnetan terbentuk pada kumparan L1 dan menarik titik kontak terbuka.



Gambar 14. Saat saklar tanda belok ON dan lampu menyala

Bila titik kontak terbuka, pengeluaran (*discharging*) kapasitor dimulai sehingga arus yang mengalir ke kumparan L1 dan L2 berkurang. Saat ini kemagnetan masih dibangkitkan

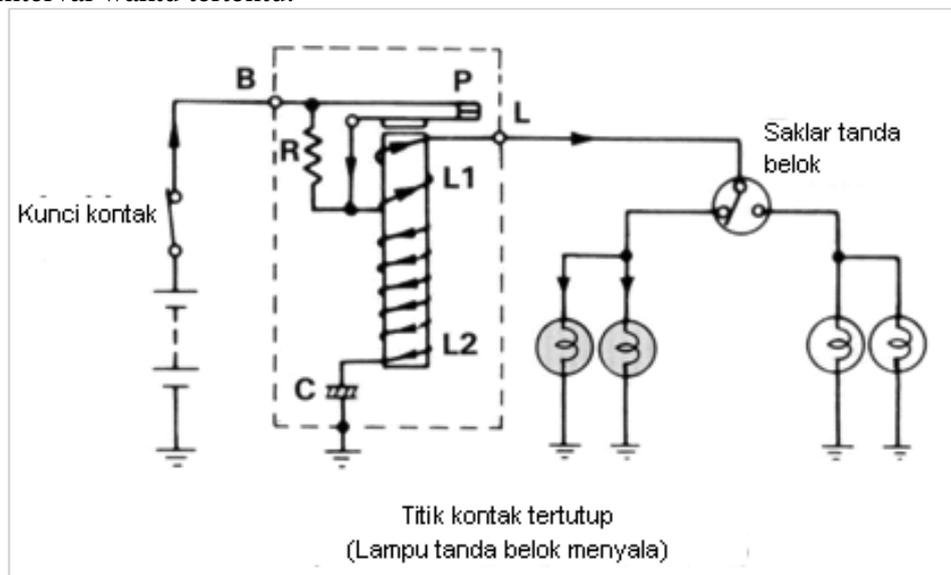
pada kedua kumparan dan tetap mempertahankan titik kontak terbuka. Pada saat yang sama arus dari baterai mengalir ke kunci kontak, terminal B flasher, resistor, kumparan L1, terminal L flasher, saklar tanda belok, ke lampu dan menuju massa. Karena arus yang mengalir rendah maka saat ini lampu tanda belok tidak menyala.



Gambar 15. Pengeluaran kapasitor

Bila pengeluaran kapasitor berakhir, maka kemagnetan pada kumparan L2 menghilang dan tidak mampu mempertahankan posisi titik kontak sehingga titik kontak menutup lagi. Arus selanjutnya dari baterai mengalir ke kunci kontak, terminal B flasher, titik kontak, kumparan L1, terminal L, saklar tanda belok, lampu tanda belok dan menuju massa menyebabkan lampu tanda belok menyala kembali. Pada saat yang sama arus dari baterai melakukan pengisian kapasitor melalui kumparan L2. Karena kemagnetan yang terbentuk pada kedua kumparan arahnya berlawanan maka saling meniadakan dan mempertahankan titik kontak tertutup sampai kapasitor terisi penuh.

Bila kapasitor terisi penuh, arus yang mengalir ke kumparan L2 berhenti dan kemagnetan pada kumparan L1 akan menarik titik kontak untuk membuka sehingga lampu mati. Siklus yang berulang-ulang ini akan membuat lampu tanda belok berkedip-kedip selama interval waktu tertentu.



Gambar 16. Lampu tanda belok menyala

C. RANGKUMAN

Sistem kelistrikan pada bodi kendaraan ringan memiliki beberapa sistem rangkaian di dalamnya. Sistem kelistrikan bodi terdiri atas sistem penerangan lampu kepala, lampu tanda belok, klakson, lampu ekor, dan beberapa sistem tambahan lainnya.

Sistem kelistrikan lampu kepala mempunyai beberapa fungsi, yaitu menerangi jalan saat malam hari dan fungsi lainnya untuk peringatan terhadap pengendara lain atau disebut juga fungsi *dimmer*. Menurut bentuk rangkaiannya sistem penerangan lampu kepala dibagi menjadi tiga macam. Pertama, sistem lampu kepala tanpa *relay*. Kedua, sistem lampu kepala dengan *relay* tunggal. Ketiga, sistem lampu kepala dengan *relay* kombinasi.

Sistem tanda lampu belok atau sering disebut *sein* adalah sistem pada bodi kelistrikan kendaraan yang berfungsi memberikan peringatan kepada pengendara lain sebelum belok kanan maupun kiri. Rangkaian kelistrikan ini membutuhkan empat buah lampu sebagai tanda belok dan dua buah lampu sebagai indikator belok yang ada di dashboard mobil, total sebuah kendaraan membutuhkan enam lampu tanda belok, bahkan beberapa tipe membutuhkan tambahan dua lampu lagi yang berada di tengah bodi kendaraan kanan dan kiri. Komponen utama dalam sistem ini adalah *flasher*, yakni sebuah *relay* yang dibuat agar dapat berkedip.

D. LATIHAN

Jawablah soal berikut.

1. Jelaskan peranan *relay* yang ada pada berbagai rangkaian kelistrikan terutama sistem penerangan lampu kepala!
2. Jelaskan yang membedakan antara relay dengan *flasher* berdasarkan komponen yang ada di dalamnya!
3. Gambarkan *wiring* diagram sistem kelistrikan lampu tanda belok saat posisi mode *hazard*!

BAB III SISTEM PENGISIAN

A. PENDAHULUAN

Jika kita memiliki sebuah mobil atau kendaraan pastilah ada beberapa perangkat elektronik di dalamnya. Perangkat elektronik tersebut ada yang berkaitan erat dengan fungsi atau kinerja mesin secara vital maupun untuk sekedar pelengkap untuk kebutuhan pengemudi maupun penumpang yang di dalamnya. perangkat elektronik yang vital sebagai contoh sistem pengapian pada kendaraan bermesin bensin, perangkat elektronik pelengkap lebih difungsikan untuk kenyamanan dan hiburan kepada pengemudi maupun penumpang, semisal radio, televisi, maupun pendingin udara.

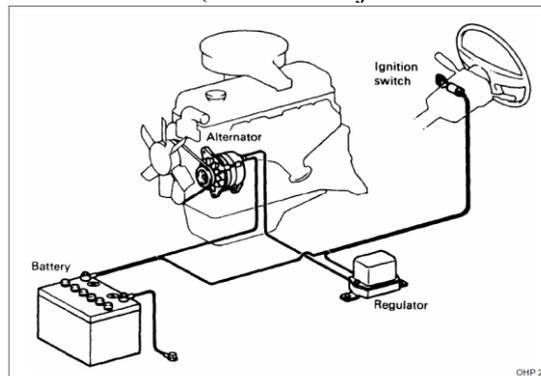
Semua perangkat elektronik di sini membutuhkan sumber daya berupa pasokan arus listrik yang memadai. Kebanyakan perangkat elektronik tersebut mengambil sumber daya dari aki. Akan tetapi, aki tersebut fungsinya hanya sebagai penyimpan arus listrik, bukan penghasil arus listrik. Untuk itu, diperlukan sebuah perangkat untuk menghasilkan suplai arus listrik yang nantinya akan disimpan sementara di dalam aki. Di sinilah fungsi dari sistem pengisian yakni menyediakan arus listrik dengan cara mengambil sebagian energi mekanis yang berasal dari putaran mesin untuk diubah untuk menjadi energi listrik.

Pada sebagian kendaraan yang memiliki sistem pengisian yang bermasalah akan ditemukan gejala-gejala malfungsi pada perangkat elektronik, hal yang paling sering ditemui di lapangan adalah kendaraan sulit distarter menggunakan dinamo stater meskipun kendaraan tersebut sudah dilakukan penggantian pada aki. Pada bab ini kita akan mempelajari tentang sistem pengisian secara keseluruhan diharapkan setelah mempelajari materi ini mahasiswa mampu memiliki kompetensi yang sudah ditetapkan.

B. MATERI

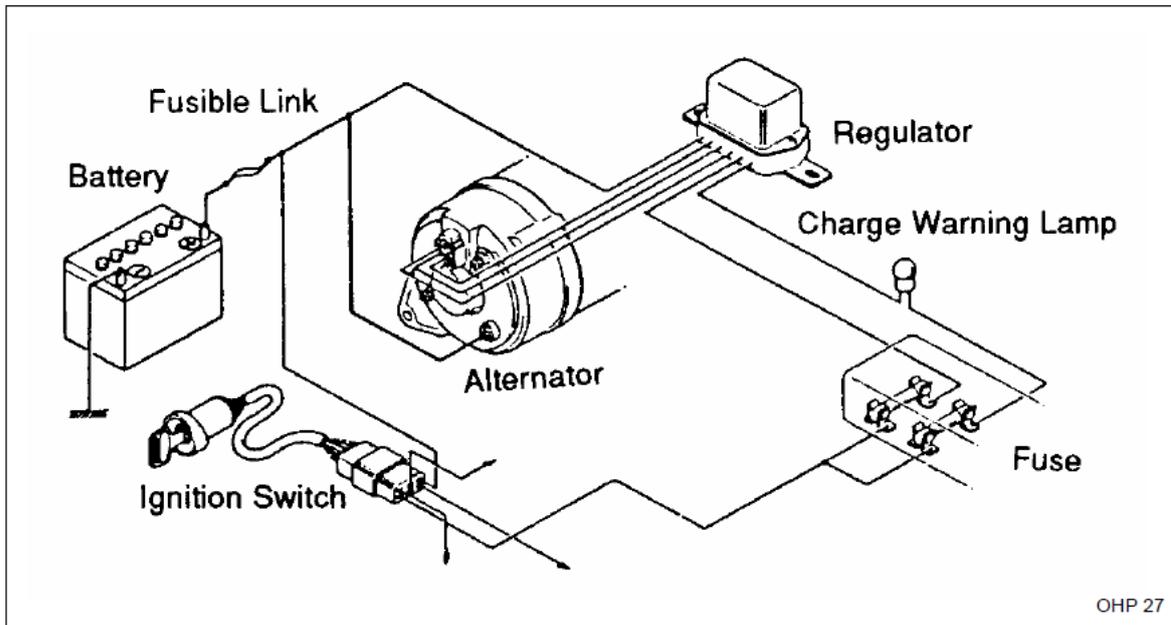
Uraian Sistem Pengisian

Baterai pada mobil berfungsi untuk memberikan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup pada bagian-bagian kelistrikan mobil seperti motor starter, lampu-lampu besar dan wiper. Akan tetapi, kapasitas baterai terbatas dan tidak mampu memberikan semua tenaga yang diperlukan secara terus menerus oleh mobil. Oleh karena itu, baterai harus selalu terisi penuh agar mampu memberikan tenaga listrik yang diperlukan pada saat diperlukan oleh bagian-bagian kelistrikan. Untuk memproduksi tenaga listrik dan mempertahankan baterai tetap terisi. Sistem pengisian memproduksi tenaga listrik untuk mengisi baterai serta untuk memberikan arus yang dibutuhkan oleh bagian-bagian kelistrikan yang cukup selama mesin bekerja. Kebanyakan mobil dilengkapi dengan alternator arus bolak-balik karena ini lebih baik dari dinamo arus searah dalam hal kemampuan membangkitkan tenaga listrik dan ketahanannya. Karena mobil membutuhkan arus searah, maka arus bolak-balik yang diproduksi oleh alternator disearahkan (diubah menjadi arus searah) sebelum dikeluarkan.



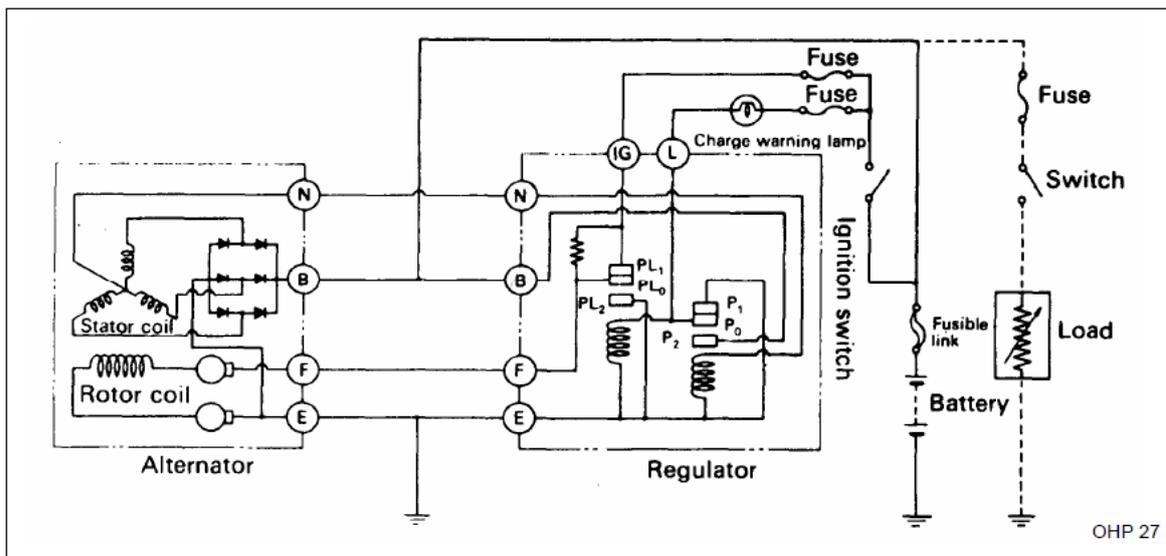
Gambar 17.

Sistem Pengisian Tipe Regulator Kontak Poin



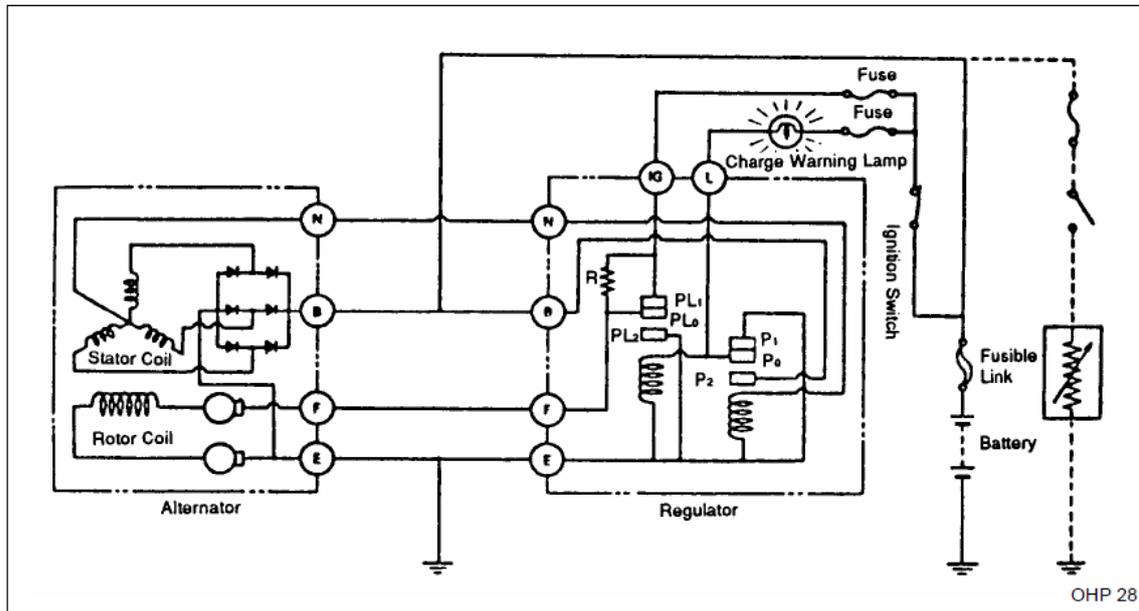
Gambar 18.

Ini adalah circuit diagram dari sistem pengisian yang menggunakan regulator dengan dua titik kontak (dua-point). Tenaga yang diperlukan rotor alternator untuk membentuk garis gaya magnet dialirkan dari terminal F. Tenaga ini (arus) diatur (naik dan turun) oleh regulator sesuai dengan tegangan pada terminal B. Arus yang dibangkitkan pada stator alternator dialirkan dari terminal B, dan dipergunakan untuk memikul beban dari lampu beban, lampu peringatan sistem pengisian menyala, ini terjadi bila tegangan terminal N dari alternator kurang dari ketentuan. Bila sekering terminal IG putus, maka arus tidak akan mengalir ke rotor dan akibatnya alternator tidak dapat membangkitkan arus. Alternator akan tetap berfungsi meskipun lampu indikator pengisian putus.



Gambar 19.

1. Pada Saat Kunci Kontak ON dan Mesin Mati



Gambar 20.

Bila kunci kontak diputar ke posisi ON, arus dari baterai akan mengalir ke rotor dan merangsang rotor coil. Pada waktu yang sama, arus baterai juga mengalir ke lampu pengisian (CHG) dan akibatnya lampu jadi menyala (ON).

Secara keseluruhan mengalirnya arus listrik sebagai berikut;

a. Arus yang ke field coil

Terminal (+) baterai → fusible link → kunci kontak (IG switch) → sekering → terminal IG regulator → point PL1 → point PL0 → Terminal F regulator → terminal F alternator → brush → slip ring → rotor coil → slip ring → brush → terminal E alternator → massa → bodi.

Akibatnya pada rotor timbul kemagnetan yang selanjutnya arus ini disebut arus medan (field current).

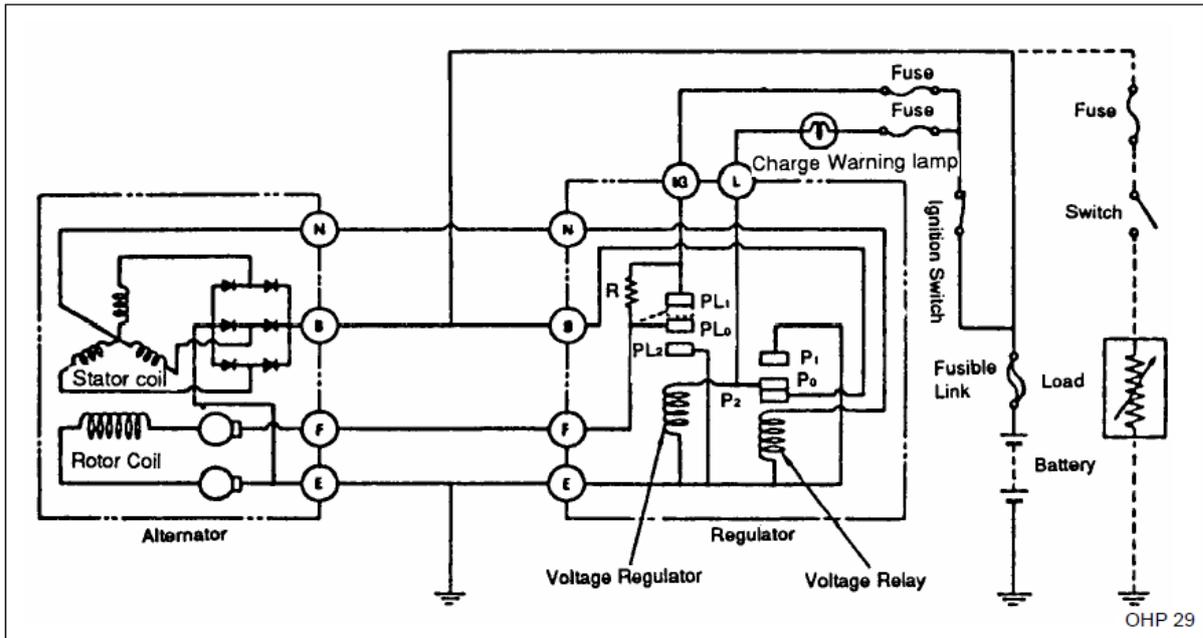
b. Arus ke lampu charge

Terminal (+) baterai → fusible link → sakelar kunci kontak IG (IG switch) sekering → lampu CHG → Terminal L regulator → titik kontak P0 → titik kontak P1 → terminal E regulator → massa bodi.

Akibatnya lampu charge akan nyala.

2. Mesin dari Kecepatan Rendah ke Kecepatan Sedang.

Sesudah mesin hidup dan rotor berputar, tegangan/ voltage dibangkitkan dalam stator coil, dan tegangan neutral dipergunakan untuk voltage relay, karena itu lampu charge jadi mati. Pada waktu yang sama, tegangan yang dikeluarkan beraksi pada voltage regulator. Arus medan (field current) yang ke rotor dikontrol dan disesuaikan dengan tegangan yang dikeluarkan terminal B yang beraksi pada voltage regulator. Demikianlah, salah satu arus medan akan lewat menembus atau tidak menembus resistor R, tergantung pada keadaan titik kontak PL0.



Gambar 21.

Bila gerakan P0 dari voltage relay, membuat hubungan dengan titik kontak P2, maka pada sirkuit sesudah dan sebelum lampu pengisian (charge) tegangannya sama. Sehingga arus tidak akan mengalir ke lampu dan akhirnya lampu mati. Untuk jelasnya aliran arus pada masing-masing peristiwa sebagai berikut:

a. Tegangan Neutral

Terminal N alternator → terminal N regulator → magnet coil dari voltage relay → terminal E regulator → massa bodi.

Akibatnya pada magnet coil dari voltage relay akan terjadi kemagnetan dan dapat menarik titik kontak P0 dari P1 dan selanjutnya P0 akan bersatu dengan P2. Dengan demikian lampu pengisian (charge) jadi mati.

b. Tegangan yang keluar (output Voltage)

Terminal B alternator → terminal B regulator → titik kontak P2 → titik kontak P0 → magnet coil dari voltage regulator → terminal E regulator → massa bodi. Akibatnya pada coil voltage regulator timbul kemagnetan yang dapat mempengaruhi posisi dari titik kontak (Point) PL0.

Dalam hal ini PL0 akan tertarik dari PL1 sehingga pada kecepatan sedang PL0 akan mengambang (seperti terlihat dalam gambar di atas).

c. Arus yang ke Field (Field Current)

Terminal B alternator → IG switch → Fuse → Terminal IG Regulator → Point PL1 → Point PLO → Resistor R → Terminal F Regulator → Terminal F alternator → Rotor coil → Terminal E alternator → massa bodi.

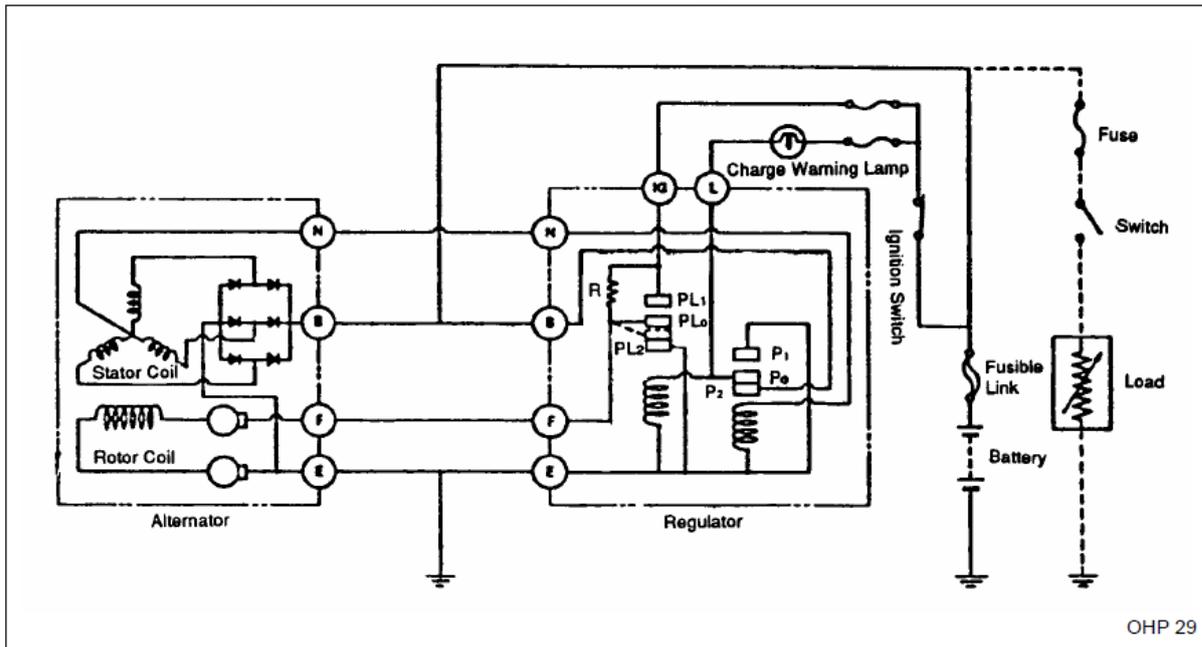
Dalam hal ini jumlah arus/ tegangan yang masuk ke rotor coil bisa melalui dua saluran.

- Bila kemagnetan di voltage regulator besar dan mampu menarik PL0 dari PL1, maka arus yang ke rotor coil akan melalui resistor R. Akibatnya arus akan kecil dan kemagnetan yang ditimbulkan rotor coil pun kecil (berkurang).
- Sedangkan kalau kemagnetan pada voltage regulator lemah dan PL0 tidak tertarik dari PL1 maka arus yang ke rotor coil akan tetap melalui point PL1 → point PL0. Akibatnya arus tidak melalui resistor dan arus yang masuk ke rotor coil akan normal kembali.

d. Out Put Current

Terminal B alternator → baterai dan beban → massa bodi.

3. Mesin dari Kecepatan Sedang ke Kecepatan Tinggi



Gambar 22.

Bila putaran mesin bertambah, voltage yang dihasilkan oleh kumparan stator naik, dan gaya tarik dari kemagnetan kumparan voltage regulator menjadi lebih kuat. Dengan gaya tarik yang lebih kuat, field current yang ke rotor akan mengalir terputus-putus (intermittently). Dengan kata lain, gerakan titik kontak PL0 dari voltage regulator kadang-kadang membuat hubungan dengan titik kontak PL2. Bila gerakan titik kontak PL0 pada regulator berhubungan dengan titik kontak PL2, field current akan dibatasi. Bagaimanapun juga, point P0 dari voltage relay tidak akan terpisah dari point P2, sebab tegangan neutral terpelihara dalam sisa flux dari rotor. Aliran arusnya adalah sebagai berikut:

a. Voltage Neutral (tegangan netral)

Terminal N alternator → terminal N regulator → magnet coil dari voltage relay → terminal E regulator → massa bodi.

Arus ini juga sering disebut neutral voltage.

b. Output Voltage

Terminal B alternator → terminal B regulator → point P2 → Point P0 → magnet coil dari N regulator → terminal E regulator.

Inilah yang disebut dengan Output voltage.

c. Tidak ada arus ke Field Current

Terminal B alternator → IG switch → fuse → terminal IG regulator → resistor R → Terminal F regulator → terminal F alternator → rotor coil → atau → point PL0 → point P2 → ground (No. F.C) → terminal E alternator → massa (F current).

Bila arus resistor R → mengalir terminal F regulator → rotor coil → massa, akibatnya arus yang ke rotor ada, tapi kalau PL0 nempel PL2, maka arus mengalir ke massa sehingga yang ke rotor coil tidak ada.

d. Output Current

Terminal B alternator → baterai/load → massa.

C. RANGKUMAN

Sistem pengisian adalah sebuah sistem kelistrikan yang mempunyai fungsi utama melakukan recharge terhadap aki. Hal ini dikarenakan aki adalah sumber daya listrik untuk menyuplai seluruh perangkat elektronik yang ada pada kendaraan tersebut, baik perangkat elektronik untuk menghidupkan mesin maupun perangkat elektronik tambahan.

Cara kerja sistem pengisian pada dasarnya adalah mengambil sebagian energi mekanis yang dihasilkan oleh putaran mesin yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik untuk mengisi ulang arus pada aki. Energi mekanis dari putaran mesin diubah oleh alternator menjadi arus listrik berjenis AC selanjutnya arus AC diubah oleh dioda menjadi arus DC. Arus DC inilah yang dibutuhkan oleh aki untuk mengisi dayanya.

Arus listrik DC dipertahankan tegangannya paling rendah 13,2 volt dan paling tinggi 14,8 volt. Untuk menjaga arus yang stabil ini, sebuah sistem pengisian memiliki fungsi sebagai regulator. Jika putaran mesin rendah maka regulator akan membuat daya kemagnetan pada *temporary* magnet menguat. Sebaliknya, jika putaran mesin meninggi maka menghasilkan tegangan yang tinggi pula sehingga regulator membatasi tegangan tinggi yang masuk dengan cara mengurangi daya kemagnetan pada *temporary* magnet.

D. LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut.

1. Di manakah letak dioda sebagai penyearah arus pada sistem pengisian?
2. Mengapa tegangan pengisian dibuat di atas 12 volt dan mengapa arus pengisian harus di bawah 15 volt?
3. Sebutkan dan gambarkan soket pada regulator sistem pengisian dengan identifikasi huruf!

BAB IV SISTEM STARTER

A. PENDAHULUAN

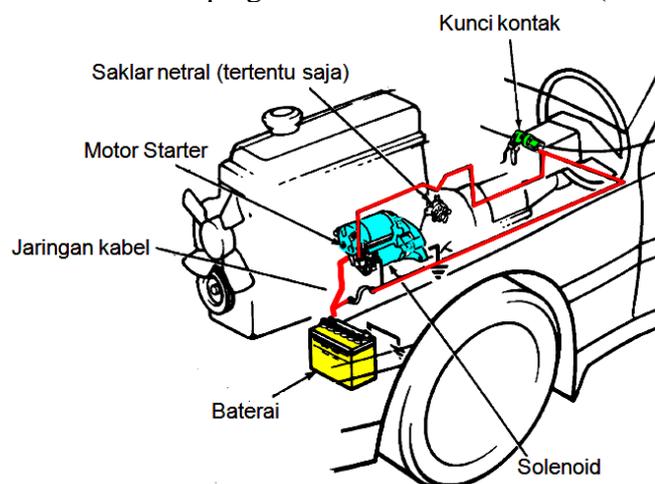
Pernahkah Anda melihat kompetisi balap sepeda motor MotoGP di televisi? Siapakah jagoan pembalap Anda? Jika Anda melihat pembalap yang baru keluar dari pit, Anda akan mengamati bahwa pembalap dan motor yang ditumpanginya didorong oleh satu atau dua orang oleh teknisi sebelum kendaraan tersebut menyala dan berjalan untuk pertama kalinya. Kasus lain yang bisa kita amati adalah sebuah kendaraan mobil tua yang harus dibantu didorong oleh beberapa orang sebelum mesin kendaraan tersebut bisa kembali menyala. Dua fenomena tersebut menunjukkan bahwa 1. Kendaraan sepeda motor pada kejuaraan MotoGP tidak dilengkapi dengan dinamo motor starter, 2. Kendaraan mobil tua yang harus didorong untuk bisa kembali menyala mesinnya menunjukkan bahwa kendaraan tersebut sebenarnya memiliki dinamo starter akan tetapi tidak bisa berfungsi atau bekerja dengan baik. Oleh karena itu harus didorong agar mesin bisa kembali menyala.

Sebuah motor bakar baik itu motor bensin maupun motor diesel memerlukan putaran awal pada poros engkol dengan RPM minimal yang diperlukan agar bisa menyala. Perangkat untuk menyalakan motor pertama kali disebut dengan sistem starter. Pada zaman dahulu sebelum kendaraan dilengkapi sistem starter orang harus memutar poros engkol dengan sebuah tuas, hal tersebut cukup menguras energi pengemudi dan juga dianggap kurang praktis. Sebagai solusinya muncullah teknologi sistem starter elektrik. Orang tidak perlu susah payah memutar poros engkol mesin, tetapi cukup menekan sebuah tombol agar mesin kendaraan bisa menyala.

Sebaliknya, bisa kita bayangkan betapa repot dan susah jika fungsi sistem starter yang ada pada kendaraan tidak dapat bekerja dengan baik. Pada bab ini kita akan mempelajari tentang segala hal yang berkaitan erat dengan fungsi sistem starter elektrik diharapkan mahasiswa mampu menjelaskan cara kerja, fungsi komponen-komponen, dan mendiagnosis kerusakan pada sistem starter elektrik.

B. MATERI

Karena mesin tidak dapat berputar dengan sendirinya, dibutuhkan tenaga dari luar untuk mengengkol dan membantunya untuk hidup. Diantara berbagai peralatan yang ada, sekarang automobil menggunakan motor listrik untuk memutar flywheel mesin. Motor starter harus dapat membangkitkan momen puntir yang besar dari sumber tenaga baterai yang terbatas. Oleh karena itu maka dipergunakanlah motor seri DC (direct current).



Gambar 23.

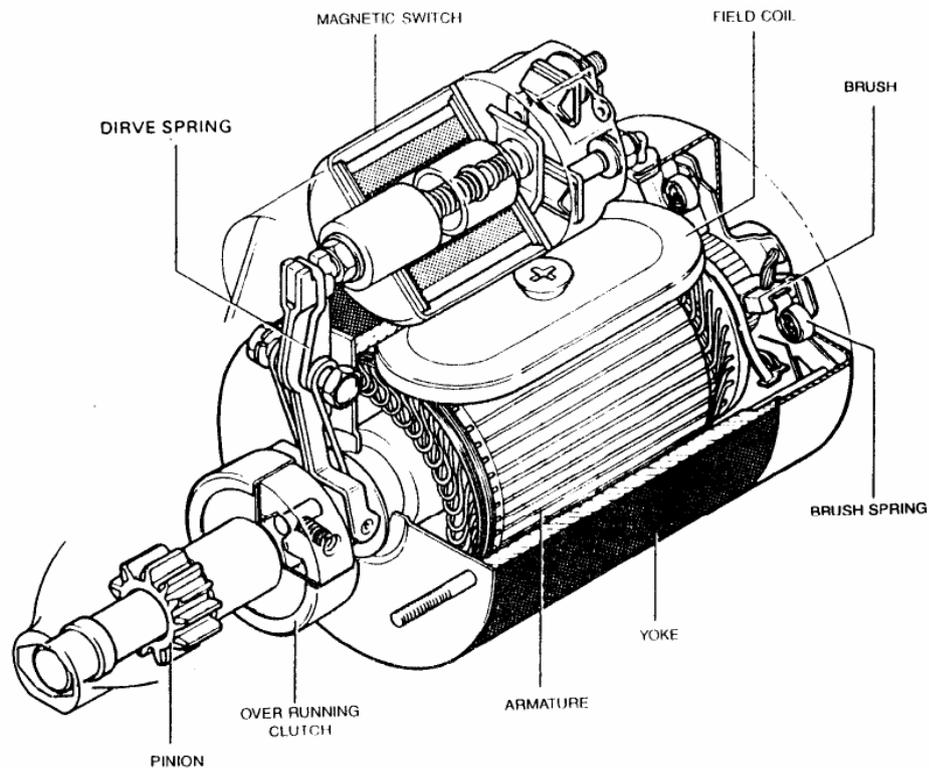
Mesin tidak akan dapat menyala sebagaimana mestinya sebelum melakukan siklus operasionalnya berulang-ulang yaitu langkah hisap, kompresi, pembakaran dan buang. Motor starter minimal harus dapat memutar mesin pada kecepatan minimum yang diperlukan untuk memperoleh pembakaran awal. Kecepatan putar minimum yang diperlukan untuk menghidupkan mesin berbeda tergantung pada konstruksi dan kondisi operasinya tetapi pada umumnya 40 sampai 60 rpm untuk motor bensin dan 80 sampai 100 rpm untuk motor diesel.

1. Motor Starter

Motor Starter yang sekarang dipergunakan pada automobil menggunakan magnetic switch yang mendorong gear yang berputar (disebut pinion gear) untuk menghubungkan dan melepaskan perkaitan dengan ring gear yang berada di sekeliling flywheel yang diikat dengan baut-baut pada poros engkol. Saat ini ada dua tipe utama motor starter yang dipergunakan pada mobil-mobil dan truk-truk kecil yaitu: konvensional dan reduksi. Kendaraan yang dirancang untuk daerah dingin menggunakan motor starter tipe reduksi yang menghasilkan momen yang lebih besar yang dibutuhkan untuk menghidupkan mesin pada temperatur rendah. Karena kemampuannya membangkitkan momen jauh lebih besar dari pada tipe konvensional pada ukuran dan berat yang sama, maka banyak kendaraan yang mulai menggunakan tipe reduksi meskipun dioperasikan di daerah panas.

2. Konstruksi Motor Starter Tipe Konvensional

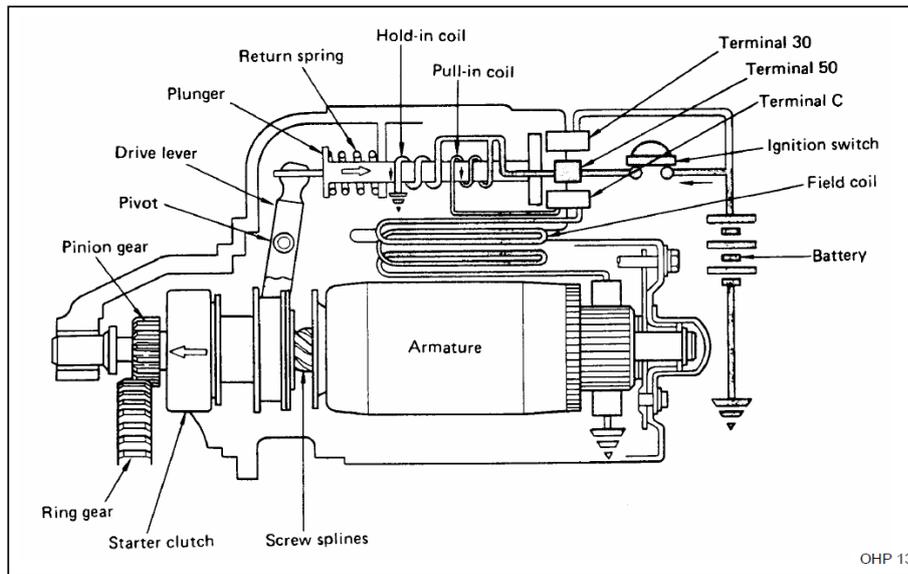
Motor Starter tipe ini terdiri dari sebuah magnetic switch, motor elektrik, drive lever, pinion gear, starter clutch dan lain-lain seperti terlihat di bawah. Pinion gear ditempatkan satu poros dengan armature. Pada umumnya motor starter digolongkan menurut nominal outputnya (dalam KW) makin besar outputnya semakin besar pula kemampuan startnya. Pada umumnya kendaraan menggunakan baterai 12 V maka motor starter juga dirancang untuk tegangan tersebut. Beberapa kendaraan bermotor diesel menggunakan dua buah baterai 12 V yang dihubungkan seri ($12\text{ V} + 12\text{ V} = 24\text{ V}$) dengan sebuah motor starter 24 V untuk memperbesar kemampuan start.



Gambar 24.

3. Cara Kerja Motor starter

a. Pada saat Starter Switch ON



Gambar 25.

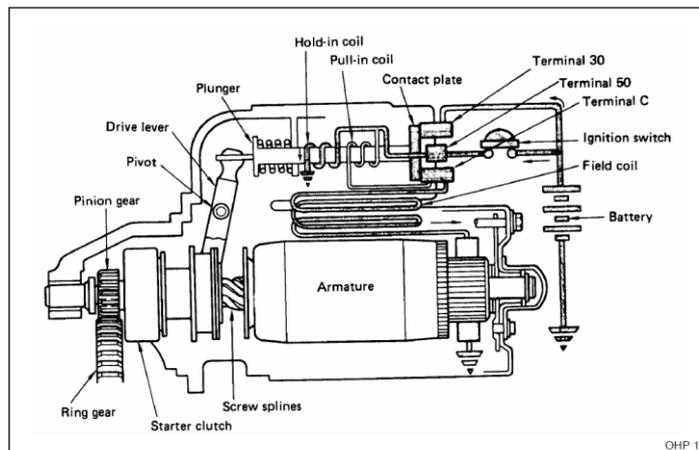
Apabila starter switch diputar ke posisi ON, maka arus baterai mengalir melalui hold in coil ke massa dan di lain pihak pull in coil, field coil dan ke massa melalui armature. Pada saat ini hold dan pull in coil membentuk gaya magnet dengan arah yang sama, dikarenakan arah arus yang mengalir pada kedua kumparan tersebut sama. Seperti pada gambar di atas. Dari kejadian ini kontak plate (plunger) akan bergerak ke arah menutup main switch, sehingga drive lever bergerak menggeser starter clutch ke arah posisi berkaitan dengan ring gear. Untuk lebih jelas lagi aliran arusnya adalah sebagai berikut :

Baterai → terminal 50 → hold in coil → massa

Baterai → terminal 50 → pull in coil → field coil → massa.

Oleh karena arus yang mengalir ke field coil pada saat itu, relatif kecil maka armature berputar lambat dan memungkinkan perkaitan pinion dengan ring gear menjadi lembut. Pada keadaan ini kontak plate belum menutup main switch.

b. Pada saat Pinion Berkaitan Penuh



Gambar 26.

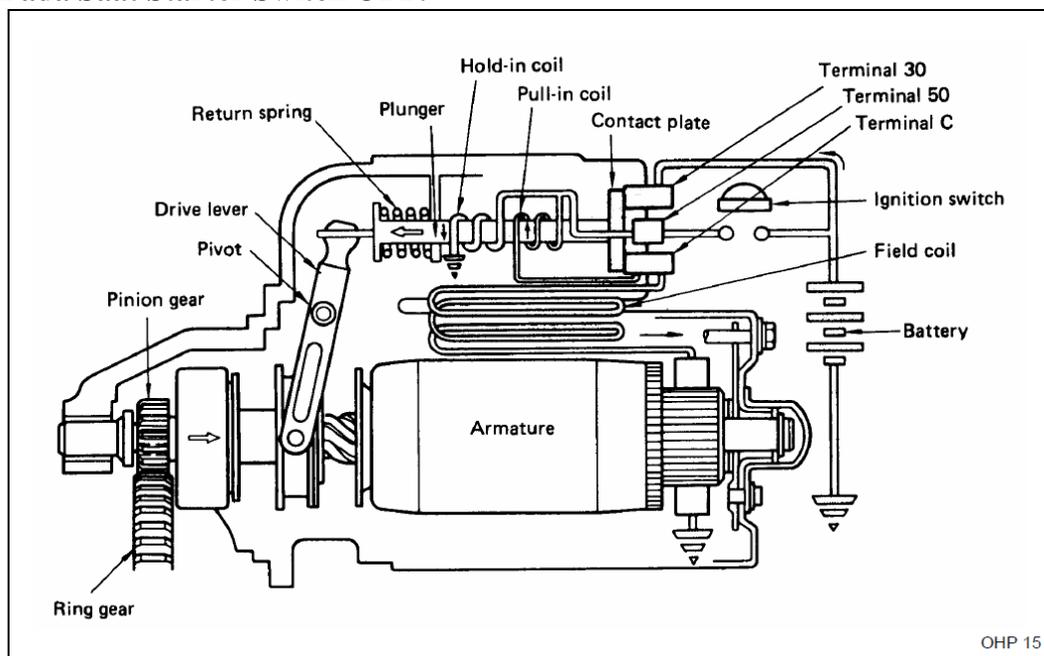
Bila pinion gear sudah berkaitan penuh dengan ring gear, kontak plate akan mulai menutup main switch, lihat gambar di atas, pada saat ini arus akan mengalir sebagai berikut :

Baterai → terminal 50 → hold in coil → massa

Baterai → main switch → terminal c → field coil armature → massa

Seperti pada gambar di atas di terminal C ada arus, maka arus dari pull in coil tidak dapat mengalir, akibatnya kontak plate ditahan oleh kemagnetan hold in coil saja. Bersama dengan itu arus yang besar akan mengalir dari baterai ke field coil → armature → massa melalui main switch. Akibatnya starter dapat menghasilkan momen puntir yang besar yang digunakan memutar ring gear. Bilamana mesin sudah mulai hidup, ring gear akan memutar armature melalui pinion. Untuk menghindari kerusakan pada starter akibat hal tersebut maka kopling starter akan membebaskan dan melindungi armature dari putaran yang berlebihan.

c. Pada Saat Starter Switch OFF.



Gambar 27.

Sesudah starter switch dihidupkan ke posisi OFF, dan main switch dalam keadaan belum membuka (belum bebas dari kontak plate). Maka aliran arusnya sebagai berikut :

Baterai → terminal 30 → main switch → terminal C Field coil → armature → massa.

Oleh karena starter switch OFF maka pull in coil dan hold in coil tidak mendapat arus dari terminal 50 melainkan dari terminal C. Sehingga aliran arusnya akan menjadi :

Baterai → terminal 30 → main switch → terminal C Pull in coil → Hold in coil → massa.

Karena arus pull in coil dan hold in coil berlawanan maka arah gaya magnet yang dihasilkan juga berlawanan sehingga kedua-duanya saling menhilangkan, hal ini mengakibatkan kekuatan return spring dapat mengembalikan kontak plate ke posisi semula. Dengan demikian drive lever menarik starter clutch dan pinion gear terlepas dari perkaitan.

C. RANGKUMAN

Sistem stater berfungsi untuk menggerakkan poros engkol agar berputar dengan RPM minimal untuk bisa hidup. Jumlah putaran mesin minimal tiap kendaraan, baik itu motor bensin maupun motor diesel, adalah berbeda-beda. Motor stater mempunyai cara kerja yang berbeda dengan alternator. Perbedaannya adalah jika alternator mengubah energi mekanis menjadi energi listrik, tetapi pada motor stater mengubah energi listrik menjadi energi mekanis, yaitu gerakan putar.

Pada motor stater kendaraan ringan seperti mobil memiliki *brush* atau kawat sikat sebanyak empat. Ini seperti menggerakkan dua buah lilitan dengan dua buah polar secara paralel dan bersamaan. Sedangkan pada motor stater kendaraan sepeda motor umumnya memiliki dua buah *brush* saja.

Motor stater tidak bekerja sendirian pada rangkaian kelistrikannya membutuhkan *relay*. Posisi *relay* saat *ON* dibedakan menjadi dua, yaitu posisi *pull in* dan posisi *hold in*. *Relay* atau *solenoid* itu juga mempunyai peran sebagai kopling otomatis. Cara kerja kopling otomatis itu adalah sewaktu *solenoid* dalam kondisi *ON* maka akan menggerakkan tuas yang dihubungkan dengan gigi dimana gigi itu sebagai penerus daya yang menghubungkan antara putaran motor stater dengan *flywheel*.

D. LATIHAN

Jawablah soal berikut.

1. Berapakah putaran RPM minimal yang dibutuhkan motor bensin dan motor diesel untuk bisa menyala?
2. Jelaskan perbedaan posisi solenoida saat *pull in* dan *hold in*!

BAB V SISTEM PANEL DASHBOARD

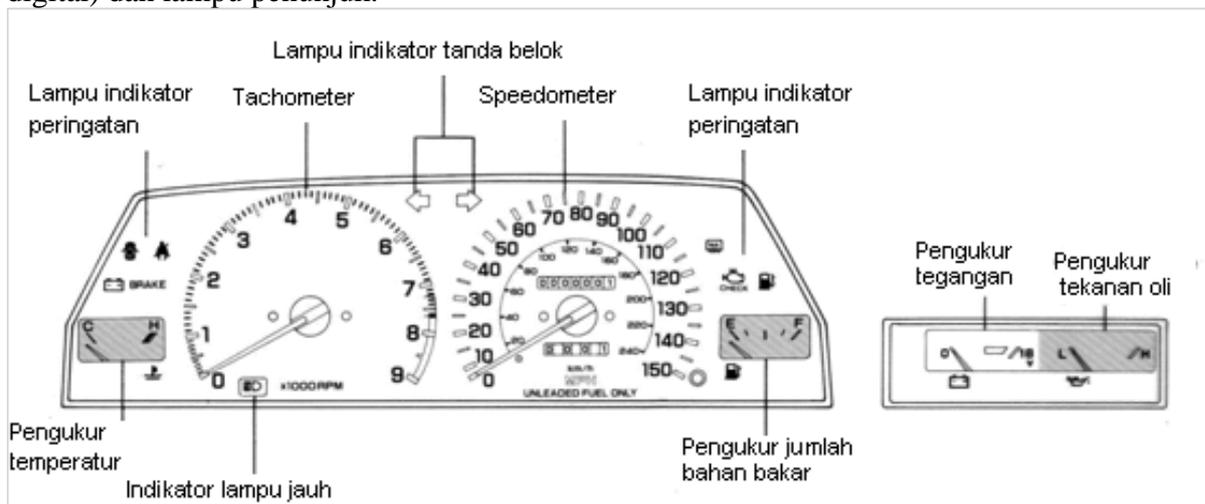
A. PENDAHULUAN

Kebanyakan dari kita memiliki kendaraan pribadi, baik itu roda dua maupun roda empat, baik itu motor berbahan bakar bensin maupun solar. Semua jenis kendaraan dengan mesin pembakaran dalam atau *internal combustion engine* membutuhkan bahan bakar sebagai sumber energinya. Yang menjadikan pertanyaan adalah mengapa seorang pengemudi bisa mengetahui isi di dalam tangki bahan bakarnya sudah mulai habis? Dan harus segera menuju stasiun pengisian bahan bakar umum atau SPBU terdekat, padahal pengemudi tersebut tidak membuka tutup tangki bahan bakarnya dan tidak melihatnya secara langsung bahwa bahan bakar sudah mulai habis. Serangkaian electronic circuit dipasangkan dari mulai tangki hingga menuju ke panel dashboard kendaraan, sensor yang terdapat pada tangki bahan bakar mengukur ketinggian permukaan cairan bahan bakar yang diteruskan ke kabel hingga diterjemahkan kedalam gerakan jarum level penunjuk bahan bakar.

Peristiwa lainnya adalah ketika terpasang rambu lalu lintas yang menunjukkan batas maksimal kecepatan kendaraan saat melalui sebuah jalan bebas hambatan. Tertulis di sebuah jalan tol dilarang melebihi batas kecepatan sebesar 100km/ jam, dalam kasus ini akan mustahil bila pengemudi hanya mengira-ngira berapa kecepatan mobilnya saat melaju di jalan tersebut. Untuk itu dibutuhkan sebuah alat ukur yang valid dan mampu dipertanggung jawabkan hasil pengukurannya, alat tersebut sudah terpasang pula di dashboard kendaraan, yakni speedometer. Beberapa tipe speedometer ada yang bekerja secara mekanis dan ada pula yang bekerja secara elektrik. Kebanyakan speedometer kendaraan saat ini mempergunakan speedometer elektrik. Pada bab ini kita akan mengidentifikasi panel dan instrumen pengukuran apa saja yang terdapat pada dashboard kendaraan, selain itu kita juga akan mempelajari tentang bagaimana cara kerja sensor-sensor yang terlibat dalam kegiatan pengukuran.

B. MATERI

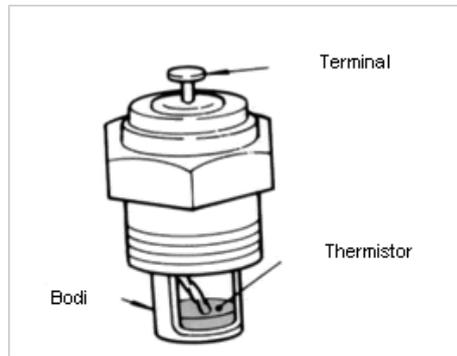
Sistem peringatan memberi peringatan kepada pengemudi akan kondisi tertentu yang sedang terjadi pada kendaraan. Instrumen dan sistem peringatan terdiri dari meter bahan bakar, penunjuk temperatur mesin, putaran mesin dan kecepatan kendaraan. Instrumen ini ada yang menggunakan jarum penunjuk (model analog), grafik, huruf atau angka (model digital) dan lampu penunjuk.



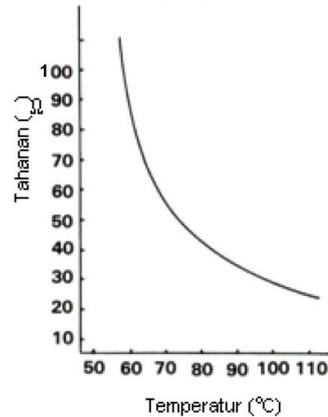
Gambar 28.

Meter temperature

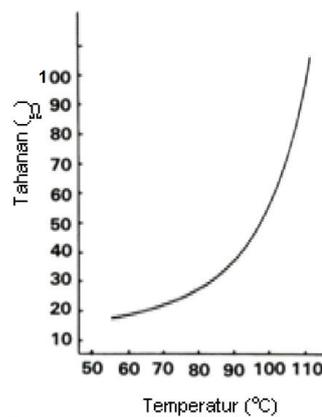
Meter temperatur menginformasikan kepada pengemudi tentang temperatur mesin. Pengukuran temperatur mesin dilakukan oleh sensor temperatur yang umumnya terpasang pada saluran pendingin air. Alat ukur ini menunjukkan temperatur mesin dalam kondisi panas (hot) atau dingin (cool). Jika penerima sinyal temperatur mesin menunjuk pada kondisi anata hot dan cool maka saat itu mesin sedang dalam kondisi kerjanya (70-80' C).



Gambar 29.



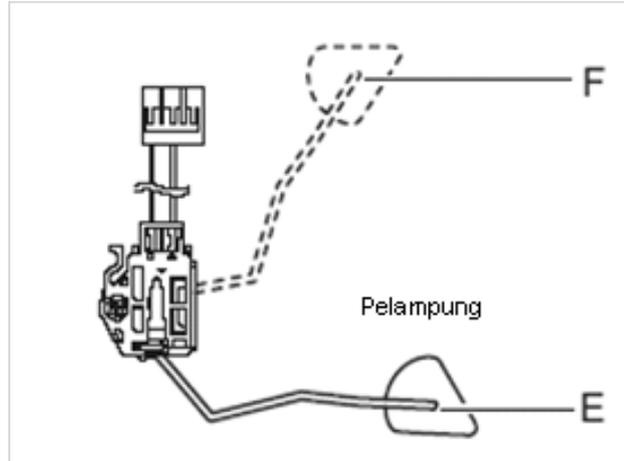
Gambar 30.



Gambar 31.

Temperatur mesin memiliki pengirim sinyal berupa sensor temperatur (thermistor) dengan prinsip NTC (Negatif Temperature Coefisient) ataupun PTC (Positif Temperature Coefisient). Jenis NTC adalah tahanan listrik thermistor akan turun bila temperatur naik dan sebaliknya tahanan listrik akan naik bila temperatur turun. Jenis PTC adalah tahanan listrik thermistor akan naik bila temperatur naik dan sebaliknya tahanan listrik akan turun bila temperatur turun. Perubahan besar arus inilah yang dikirimkan ke penerima sinyal temperatur mesin dan mempengaruhi penunjukan jarum penunjuk temperatur mesin.

Meter Jumlah Bahan Bakar

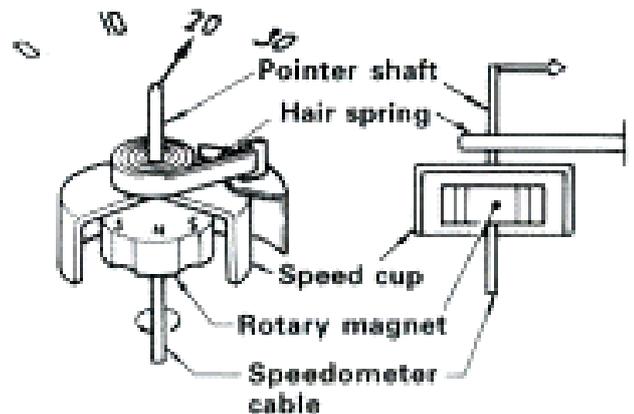


Gambar 32.

Pengirim sinyal jumlah bahan bakar bekerja berdasarkan tinggi rendah permukaan bahan bakar di dalam tangki. Bila jumlah bahan bakar berkurang maka pelampung akan turun dan menambah hambatan pada rangkaian sehingga arus yang mengalir pada pengirim sinyal jumlah bahan bakar akan turun. Sebaliknya bila jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam tangki bertambah atau penuh, hambatan rangkaian akan turun sehingga arus yang mengalir dari rangkaian pengirim sinyal bahan bakar akan naik. Bila jumlah bahan bakar pada posisi sedang maka hambatan rangkaian akan mempengaruhi penunjukan jarum penunjuk bahan bakar berada di antara posisi F (*Full*) dan E (*Empty*).

Penerima sinyal

Penerima sinyal menerima masukan dari pengirim sinyal dan mengolahnya ke dalam kerja rangkaian pada penerima sinyal berupa tampilan yang dapat dikenali oleh pengemudi dengan mudah dalam suatu display pada panel instrumen.



Gambar 33.

Penerima sinyal kecepatan kendaraan tipe analog terdiri dari jarum penunjuk, pegas coil, rotor magnet dan kedudukan kabel speedometer. Gerakan kabel speedometer diterima oleh rotor magnet yang akan mempengaruhi gerakan tutup kecepatan (speed cup) yang akan menggerakkan jarum penunjuk kecepatan kendaraan melawan gaya tarik pegas coil. Pada saat kendaraan berhenti maka pegas coil akan mengembalikan penunjukkan jarum ke posisi kecepatan nol.

C. RANGKUMAN

Dashboard adalah kumpulan dari beberapa panel yang berkaitan erat dengan parameter suatu kendaraan. Dalam *dashboard* suatu kendaraan biasanya terdapat beberapa instrumen atau alat ukur di dalamnya, seperti speedometer, RPM meter, pengukur suhu mesin kendaraan, pengukur kapasitas bahan bakar di dalam tangki, odometer, indikator pengisian baterai, dan lain sebagainya. Beberapa panel pengukuran tersebut memerlukan sensor sebagai input datanya. Beberapa sensor yang terlibat adalah sensor kecepatan kendaraan, sensor kecepatan putaran mesin, sensor suhu kendaraan, sensor ketinggian bahan bakar di dalam tangki, dan lain sebagainya. Sensor suhu biasanya terdiri atas sebuah komponen yang disebut *thermistor*. *Thermistor* adalah sebuah komponen yang menyerupai resistor dimana nilai resistansinya dalam satuan Ohm berubah-ubah oleh pengaruh suhu lingkungan sekitarnya. *Thermistor* ini ada dua jenis, yaitu PTC dan NTC. PTC adalah sebuah *thermistor* yang berubah nilai tahanannya semakin besar seiring dengan kenaikan suhu lingkungan sedangkan NTC adalah sebuah *thermistor* yang nilai tahanannya akan berubah menurun seiring dengan bertambahnya suhu lingkungannya.

D. LATIHAN

Jawablah soal berikut.

1. Sebutkan minimal tiga beberapa alat ukur atau sensor pada kendaraan yang memanfaatkan sensor temperatur!
2. Parameter pengukuran apa sajakah yang memanfaatkan alat sensor berupa kumparan magnet selenoida?

BAB VI

SISTEM BAHAN BAKAR EFI

A. PENDAHULUAN

Teknologi pada perangkat militer yang dipakai suatu negara adalah yang paling mutakhir. Sebelum diketemukannya sistem bahan bakar injeksi, motor bensin memakai teknologi karburator untuk mengkabutkan bahan bakar. Teknologi bahan bakar injeksi sudah ada sejak peristiwa perang dunia II, negara yang mengaplikasikan sistem bahan bakar injeksi kala itu adalah Jerman. Jerman memiliki armada pesawat tempur tipe Messerschmitt Bf 109 yang mempunyai spesifikasi mesin Daimler-Benz DB 600. Akan sangat mustahil jika suatu pesawat tempur yang dituntut bermanuver lincah dan mampu terbang diketinggian udara tertentu masih menggunakan karburator yang mana cara kerja karburator sangat dipengaruhi oleh kevakuman atau tekanan udara disekitarnya. Ada beberapa kelemahan jika sebuah pesawat tempur memakai karburator sebagai penyuplai bahan bakarnya.

Kini hampir semua kendaraan bermotor bensin roda 2 maupun roda 4 yang diproduksi sudah mengaplikasikan teknologi Electronic Fuel Injection atau EFI. Teknologi EFI bukan lagi milik militer tetapi sudah dipergunakan untuk kalangan sipil. Tuntutan efisiensi, dan gas buang yang ramah lingkungan menjadi pendorong semua pabrikan kendaraan mengadopsi teknologi ini.

Sebuah sistem elektronika terpusat yang ditempatkan pada teknologi EFI memungkinkan untuk mengukur, memproses dan mengeksekusi suatu informasi yang berkaitan dengan kinerja motor. Sebagai contoh sensor suhu udara masuk atau intake temperature sensor menginformasikan bahwa suhu udara rendah kemudian informasi tersebut diterima oleh ECU dan memprosesnya sehingga menghasilkan keputusan bahwa injektor harus memperlama durasi penyemprotan bahan bakar, kasus seperti ini sama halnya menggantikan peran sistem Choke pada karburator saat motor akan dihidupkan pada kondisi lingkungan yang bersuhu rendah atau dingin.

Dalam bab ini kita akan mempelajari teknologi kendaraan bersistem EFI, khususnya bagian sistem bahan bakar. Rangkaian kelistrikan yang berkaitan dengan bahan bakar yakni injektor dan fuel pump juga akan dibahas dalam bab ini. Diharapkan mahasiswa dapat memahami cara kerja, menyebutkan komponen-komponen dan mampu melakukan pemeriksaan kerusakan pada sistem bahan bakar kendaraan EFI.

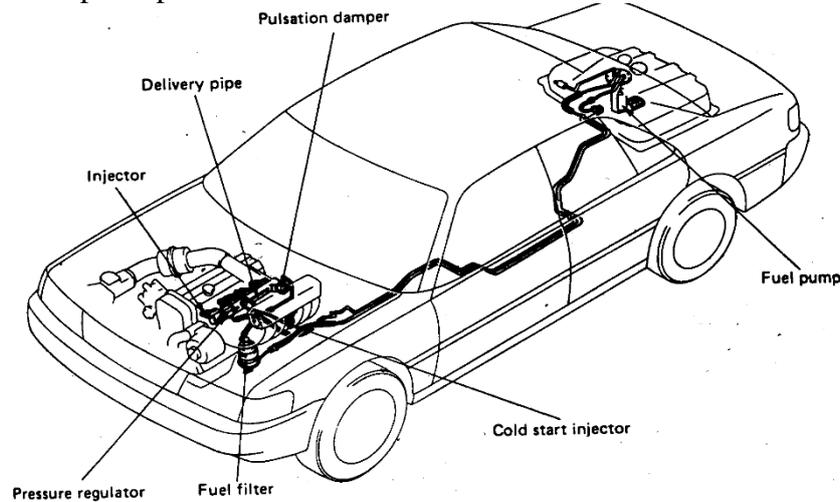
B. MATERI

Pada sistem injeksi bahan bakar, masuknya bahan bakar ke dalam ruang bakar karena adanya tekanan (injeksi), sedang pada sistem bahan bakar mekanik (konvensional), masuknya bahan bakar karena adanya hisapan (kevakuman). Masuknya bahan bakar ke ruang bakar pada sistem injeksi bahan bakar dapat diatur secara mekanik (model lama) dan secara elektronik atau biasa disebut dengan EFI yaitu kependekan dari Electronic Fuel Injection (injeksi bahan bakar yang diatur secara elektronik). Motor bensin memiliki ukuran atau takaran yang ideal untuk campuran udara dan bahan bakar yakni 14,7:1 artinya setiap satu gram bahan bakar memerlukan 14,7 gram udara untuk melakukan pembakaran. Jika campuran bahan bakar kurang dari 14,7:1 maka campuran disebut gemuk karena lebih banyak campuran bahan bakar, tetapi jika campuran lebih dari 14,7:1 maka disebut campuran kurus.

Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar EFI

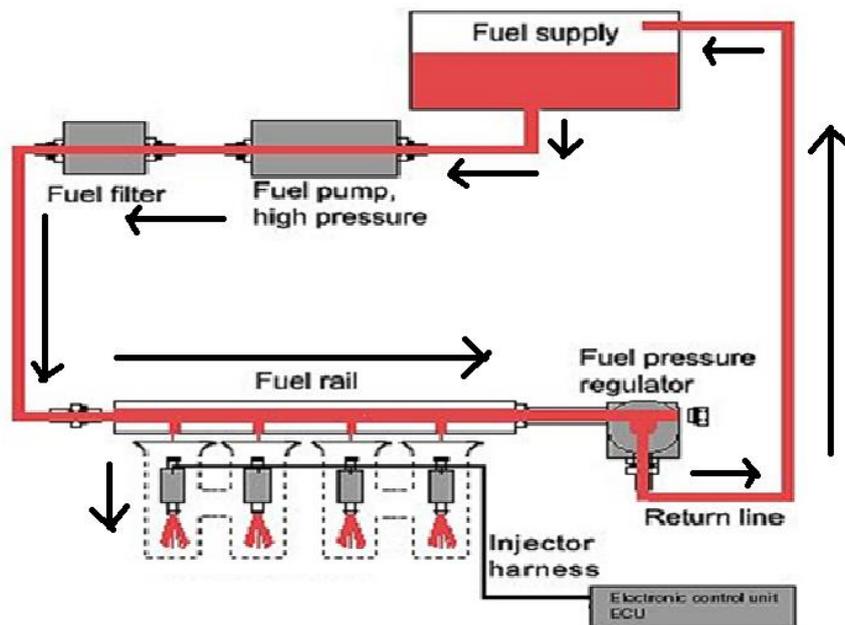
Saat mesin distarter atau mesin hidup maka pompa bahan bakar (*fuel pump*) bekerja menghisap bahan bakar dari tangki (*fuel tank*) dan menekan ke pipa delivery (*delivery pipe*) dengan terlebih dahulu disaring oleh saringan bahan bakar (*fuel filter*). Bila tekanan bahan bakar melebihi batas yang ditentukan maka regulator akan membuka dan bahan bakar akan

mengalir ke tangki melalui saluran pengembali (*return pipe*). Injektor dihubungkan ke pipa delivery sehingga saat jarum injektor membuka maka injektor akan mengabutkan bahan bakar ke arah katup hisap dan masuk ke dalam silinder.



Gambar 34. Tata letak komponen sistem bahan bakar EFI

Aliran bahan bakar pada sistem mesin EFI dapat digambarkan sebagai berikut ini:



Gambar 35. Aliran bahan bakar pada sistem EFI

Komponen Sistem Bahan Bakar EFI

a. Tangki Bahan Bakar

Tangki bahan bakar berfungsi sebagai penampung bahan bakar, kapasitas tangki bahan bakar tergantung jenis kendaraannya.

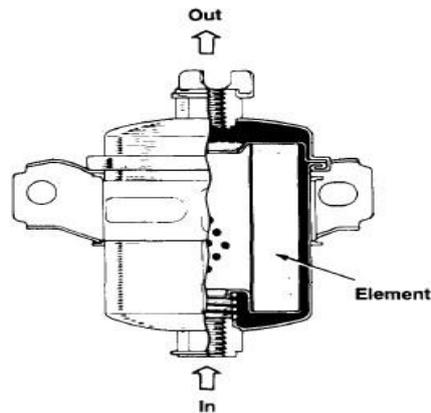
b. Pompa Bahan Bakar

Pompa bahan bakar berfungsi untuk menghisap nahan bakar dari tangki dan menekannya ke pipa delivery. Pompa bahan bakar yang digunakan pada sistem EFI adalah pompa listrik tekanan tinggi tipe motor (gerak putar), berbeda dengan pompa listrik pada sistim karburator merupakan pompa listrik gerak bolak-balik. Jenis

pompa bahan bakar EFI ada 2 macam yaitu; a. External tank type/ in line type yakni pompa bahan bakar yang ditempatkan diluar tangki, b. Internal tank type/ impeller type, yakni pompa bahan bakar yang ditempatkan didalam tangki bahan bakar.

c. Saringan Bahan Bakar (*Fuel Filter*)

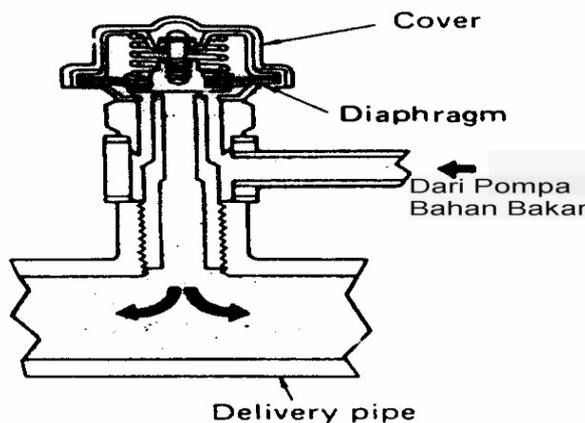
Saringan bahan bakar berfungsi untuk menyaring kotoran pada bensin agar tidak menyumbat injektor. Saringan bahan bakar dipasang setelah pompa bahan bakar. Penggantian saringan setiap 40.000 km, terdapat juga saringan yang pengantiannya 80.000 – 120.000 km. Saat pemasangan saringan bahan bakar harus memperhatikan tanda pemasangan.



Gambar 36. Fuel filter

d. Pulsation damper

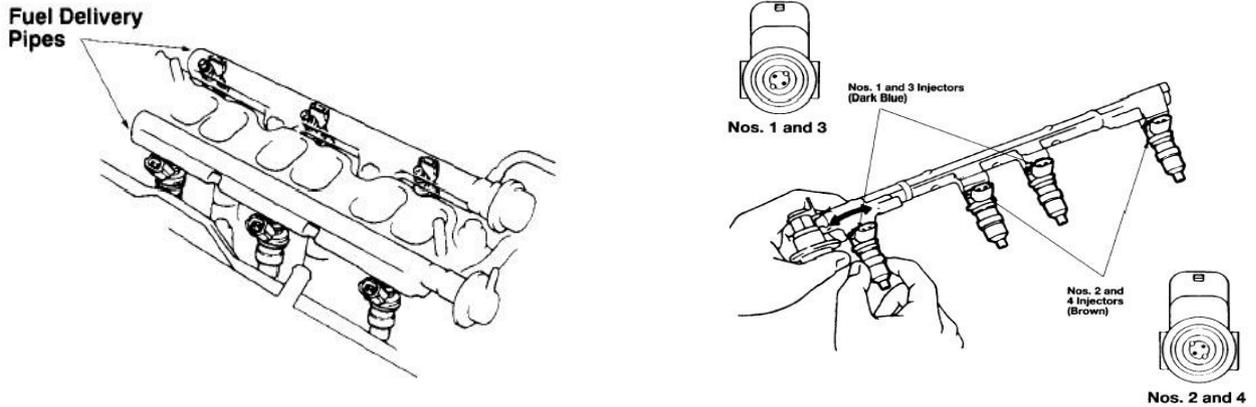
Tekanan bahan bakar dipertahankan pada 2,55 atau 2,9 kg/cm² sesuai kevakuman intake manifold dan pressure regulator. Oleh karena itu terdapat sedikit variasi tekanan pada saluran bahan bakar. Pulsation damper menyerap variasi tekanan tersebut, karena didalamnya terdapat diafragma yang dapat menetralsir variasi tekanan.



Gambar 37. Pulsation Demper

e. Pipa deliveri (*Delivery pipe*)

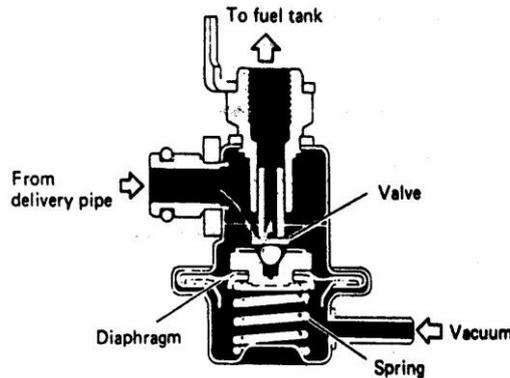
Pipa deliveri merupakan pipa yang berhubungan dengan injektor, berfungsi sebagai penampung bahan bakar tekanan tinggi bagi injektor. Pada bagian pipa yang berhubungan dengan injektor sering bocor sehingga mesin boros, kebocoran disebabkan oleh mengerasnya *seal* injektor dan pemasangan yang miring.



Gambar 38. Pipa delivery

f. Regulator Tekanan (*Pressure Regulator*)

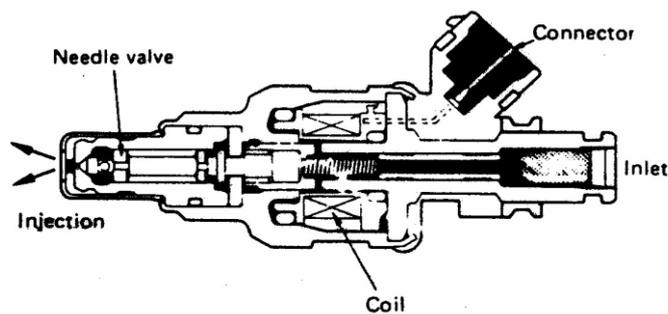
Perubahan tekanan bahan bakar akibat injeksi bahan bakar dan variasi perubahan vakum manifold mengakibatkan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan sedikit berubah. Pressure regulator mengatur tekanan bahan bakar yang mengalir ke injector. Jumlah injeksi bahan bakar dikontrol sesuai lamanya signal yang diberikan ke injector, sehingga tekanan konstan pada injector harus dipertahankan. Tekanan bahan bakar dari delivery pipe menekan diafragma, membuka katup, sebagian bahan bakar kembali ke tangki melalui pipa pembalik. Jumlah bahan bakar yang kembali ditentukan oleh tingkat ketegangan pegas diafragma, variasi tekanan bahan bakar sesuai dengan volume bahan bakar yang kembali.



Gambar 39. Pressure Regulator

g. Injektor

Injektor adalah nosel electromagnet yang akan menginjeksi bahan bakar sesuai dengan signal dari ECU. Injektor-injektor dipasang melalui insulator ke intake manifold atau cylinder head dekat lubang pemasukan (intake manifold) dan dijamin oleh delivery pipe.



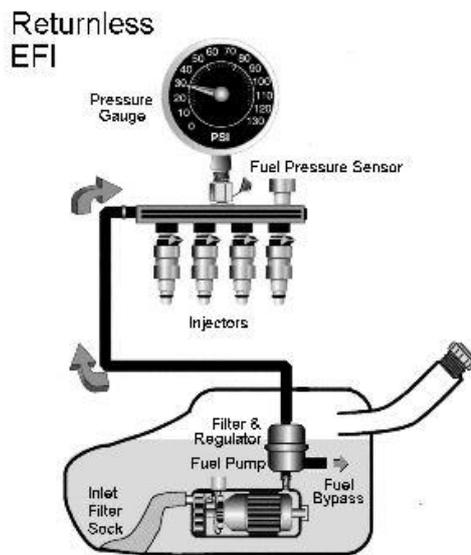
Gambar 40. Injektor

Apabila signal dari ECU diterima oleh coil solenoid, plunger tertarik melawan tegangan pegas. Needle valve dan plunger merupakan satu unit, maka valve juga tertarik dari dudukan dan bahan bakar akan diinjeksikan melalui ujung injector. Pengaturan volume bahan bakar yang diinjeksikan sesuai dengan lamanya signal, sedangkan langkah needle valve tetap.

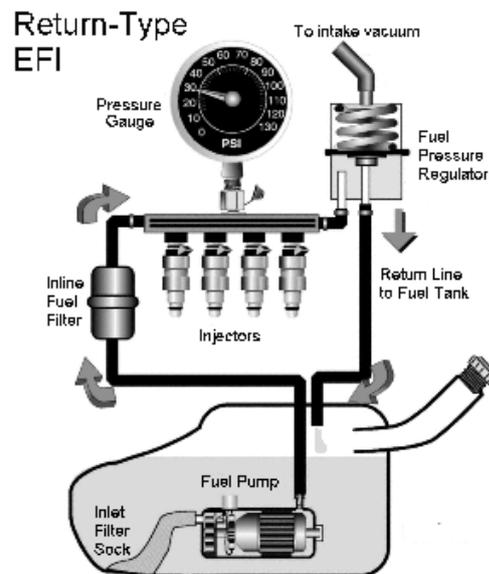
Jenis Pompa Bahan Bakar dilihat dari Letaknya

Fuel pump menjaga agar tekanan bahan bakar selalu tetap konstan agar proses injeksinya benar. Ada dua macam tipe fuel pump yaitu:

1. Return type yang akan mengembalikan suplai bahan bakar yang berlebihan kecuali yang sedang disuplai ke mesin, dan returnless type yang mensuplai bahan bakar sebanyak yang dibutuhkan oleh mesin. Pompa bahan bakar tipe return hanya mengirimkan bahan bakar dalam jumlah yang tetap, dan dengan mudah tekanannya dikontrol.
2. Returnless yang memiliki keunggulan returnless dibandingkan dengan tipe return adalah bahwa pada tipe returnless kendala temperatur bahan bakar dan gas yang menguap sebisa mungkin dapat dihilangkan. Ketika bahan bakar disuplai ke mesin dan kembali, maka bahan bakar yang kembali tersebut akan panas oleh panas mesin, oleh karena itulah perlu pengaturan hanya bahan bakar yang diperlukan saja yang disuplai ke mesin sehingga tidak ada sisa bahan bakar yang mesti kembali ke fuel tank. Pada pompa tipe Returnless diperlukan suatu mekanisme pengaturan suplai tekanan bahan bakar, pada tipe ini pressure check valve dipasang di dalam pump untuk membuat agar tekanannya tetap dilevel tertentu.



Gambar 41.



Gambar 42.

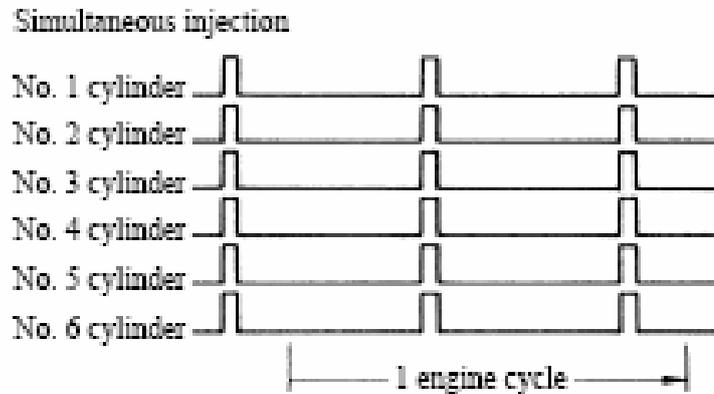
Jenis Pola Injeksi Bahan Bakar

Perhitungan kuantitas bahan bakar yang disemprotkan injektor dilaksanakan atas pertimbangan kondisi kerja mesin yaitu pada saat bekerja normal atau pada saat starter. ECU mengkalkulasi durasi bukaan injector agar sesuai dengan perbandingan *stoichiometric* dan kebutuhan mesin pada saat itu. Disamping itu juga diperhitungkan mode injeksi yang sedang dilaksanakan.

Adapun mode injeksi dapat digolongkan menjadi tiga bagian yaitu

1. Mode simultan / serempak,

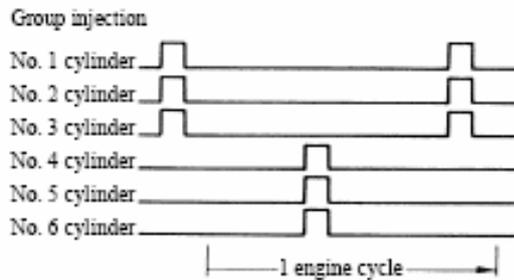
Pada mode simultan, bahan bakar diinjeksikan dalam waktu yang bersamaan untuk semua silinder. Mode ini merupakan metode penyemprotan model lama dan untuk model baru diaplikasikan pada saat start dan kondisi temperatur air pendingin masih rendah.



Gambar 43. Mode injeksi simultan pada mesin 6 silinder

2. Group / kelompok,

Metode penginjeksian kelompok / group adalah juga metode lama yang diterapkan pada kendaraan injeksi. Penginjeksian oleh injector dilakukan bersama-sama dengan kelompok masing-masing dan menginjeksi sekali dalam dua putaran poros engkol.



Gambar 44. Mode injeksi group pada mesin 6 silinder

3. Sequential.

Untuk model penginjeksian sequential atau berurutan adalah model yang sekarang paling banyak digunakan pada mesin secara umumnya. Setiap silinder mendapatkan injeksi bahan bakar dengan urutan seperti pada firing order.



Gambar 45. mode injeksi sequential untuk 4 silinder

C. RANGKUMAN

Sistem bahan bakar EFI merupakan bagian penting dalam sistem kelistrikan motor. Bahan bakar dari tangki disuplai hingga ke injektor, dengan melewati beberapa komponen seperti; filter inlet bahan bakar, pompa bahan bakar, filter outlet, beberapa selang bahan bakar, delivery pipe, dan injektor. Menurut letak pompa bahan bakarnya sebuah sistem bahan bakar EFI dibedakan menjadi 2 yakni in-tank dan in-line. Menurut timing penginjeksian ada beberapa tipe yakni serentak, group, dan sequential. Fungsi utama injektor dalam sistem bahan bakar EFI adalah mengubah bentuk bahan bakar yang semula cair menjadi bentuk gas atau butiran kecil yang mudah menguap menjadi gas. Gas atau butiran cairan kecil yang diharapkan masuk ke dalam ruang bakar akan lebih mudah terbakar dan tercampur dengan udara sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna. Motor bensin memiliki ukuran atau takaran yang ideal untuk campuran udara dan bahan bakar yakni 14,7:1 artinya setiap satu gram bahan bakar memerlukan 14,7 gram udara untuk melakukan pembakaran. Ketidakmampuan sistem bahan bakar dalam mendistribusikan dan mengkabutkan bahan bakar akan berdampak pada kualitas hasil pembakaran yang berakibat pada penurunan kemampuan mesin dalam menghasilkan tenaga, disisi lain kualitas gas buang hasil pembakaran juga akan buruk.

D. LATIHAN

1. Mengapa bahan bakar yang semula berbentuk cairan harus dikabutkan terlebih dahulu sebelum masuk ke ruang bakar?
2. Berapa campuran ideal antara udara dan bahan bakar untuk motor bensin?
3. Jika suatu kendaraan diukur kadar emsinya menunjukkan lambda menunjukkan 1,1 apa artinya angka ini?

BAB VII

EFI 1- PENGGUNAAN ALAT SCANNER

A. PENDAHULUAN

Ada berbagai macam sensor yang terlibat pada sistem EFI. Sensor tersebut berfungsi sebagai instrumen pengambil berbagai macam data pada motor. Data yang didapat dari sensor-sensor diterima dan diolah oleh ECU. Selanjutnya, ECU memutuskan tindakan-tindakan yang diambil kepada aktuator. Ada berbagai macam aktuator yang terdapat pada sistem EFI.

Dari sini kita dapat melihat bahwa struktur kerja pada sistem kelistrikan EFI terdiri atas tiga bagian, yaitu *input* data yang didapat dari sensor, pemroses data yang diperankan oleh ECU, dan yang terakhir *output* yang dilaksanakan oleh aktuator. Sistem ini bekerja secara elektronik dan terus-menerus bekerja bahkan selama kunci kontak mulai di-*on*-kan. Oleh pabrikan, kita diberi fasilitas untuk memonitor kinerja tiga elemen yang telah disebutkan di atas melalui fasilitas soket OBD yang telah disediakan oleh setiap pabrikan.

Cara untuk memonitor kinerja tiga elemen tersebut dengan beberapa metode. Metode yang pertama adalah membaca kode pada *engine* lamp yang terdapat di *dashboard* kendaraan. Metode yang kedua adalah menggunakan alat diagnosis yang biasa disebut *engine scanner* dengan bantuan koneksi soket OBD tadi. *Engine scanner* adalah sebuah alat komunikasi yang paling efektif dan efisien untuk mengetahui kondisi aktual yang sedang dilakukan oleh ECU. Ketika terjadi masalah pada ketiga elemen, yakni sensor, prosesor, dan aktuator maka menggunakan alat *engine scanner* akan bisa diketahui masalahnya.

Pada bab ini mahasiswa dituntut untuk bisa mengoperasikan alat *engine scanner* dengan baik dan benar sesuai dengan prosedur yang berlaku. Indikator yang dapat diamati ketika mahasiswa mampu mengoperasikan *engine scanner* adalah mahasiswa mampu mendiagnosis kerusakan pada *engine* EFI dengan bantuan alat tersebut. Alat *engine scanner* mampu mendeteksi kerusakan pada sensor maupun aktuator jika terdapat rangkaian terbuka atau *open circuit* pada rangkaian kelistrikan sensor maupun aktuator. Selama rangkaian kelistrikan masih disebut *close circuit* atau rangkaian tertutup ada kemungkinan alat *scanner* tersebut tidak menemukan masalah. Serangkaian percobaan melepas dan memasang salah satu sensor maupun aktuator dilakukan pada bab ini untuk mengetes kinerja alat *scanner*.

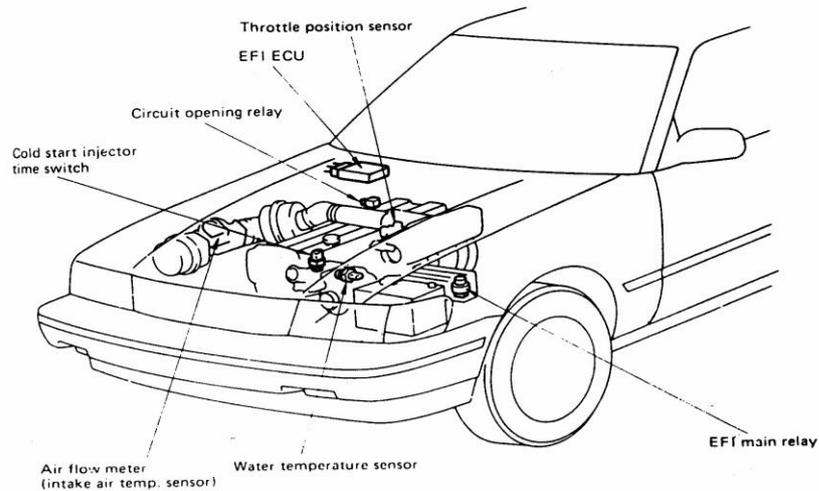
B. MATERI

Jenis Injeksi Motor Bensin Berdasarkan Sistem Kontrolnya

1. Kontrol Mekanik

Sistem injeksi bahan bakar motor bensin tipe *K Jetronic* merupakan sistem injeksi kontrol mekanik. Pada sistem ini injektor menyemprotkan bensin secara terus-menerus dalam setiap saluran masuk silinder motor. Pengontrolan jumlah injeksi bahan bakar ke setiap saluran masuk ditakar oleh plunyer pengontrol (*control plunger*) yang terletak di distributor bahan bakar dan pengontrolan udara dilakukan oleh *air flow sensor*.

2. Kontrol Elektronik / *Electronic Fuel Injection (EFI)*

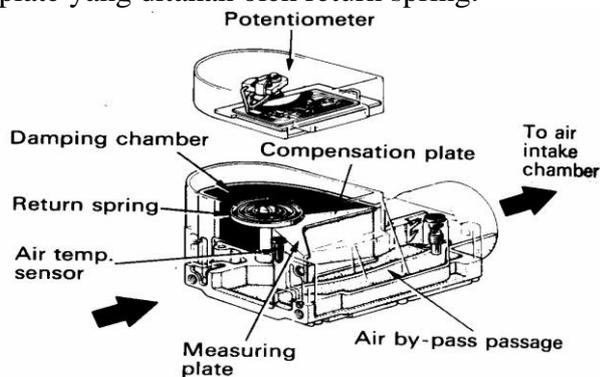


Gambar 46. Sistem kontrol elektronik

Sistem injeksi motor bensin dengan kontrol elektronik pada saat ini paling banyak digunakan. Sistem injeksi kontrol elektronik/ EFI secara umum dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

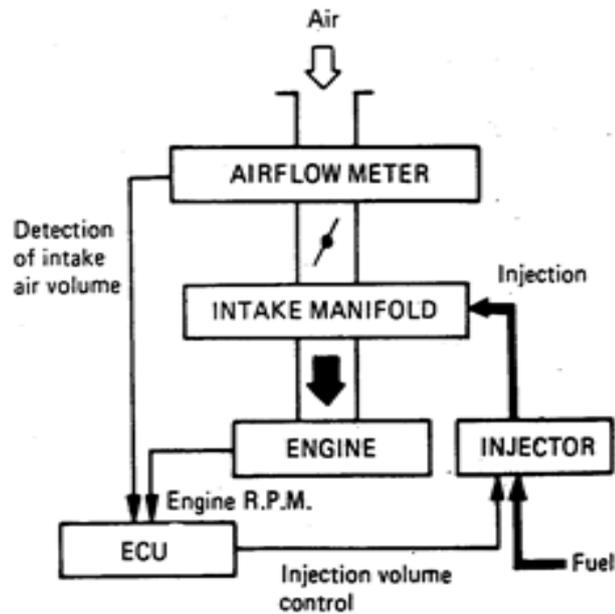
1. L - EFI

Kode L berasal dari bahasa Jerman “**Luft**” yang berarti udara. Pada EFI L Jetronic, kontrol injeksi dilakukan secara elektronik oleh Electronic Control Unit (ECU) berdasarkan jumlah udara yang masuk. Sensor untuk mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam silinder adalah *Air Flow Meter*. Air flow meter terdiri atas : measuring plate, return spring dan potensiometer. Udara yang masuk melalui air flow meter membuka measuring plate yang ditahan oleh return spring.



Gambar 47. Air flow meter

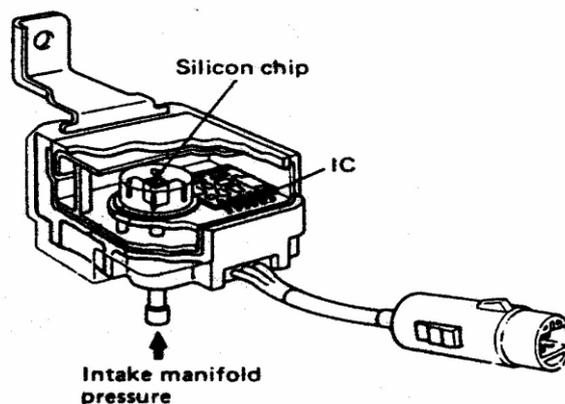
Akibatnya measuring plate dan potensiometer bergerak pada sumbu yang sama sehingga sudut membukanya measuring plate dirubah menjadi perbandingan tegangan. Akibatnya measuring plate dan potensiometer bergerak pada sumbu yang sama sehingga sudut membukanya measuring plate dirubah menjadi perbandingan tegangan.



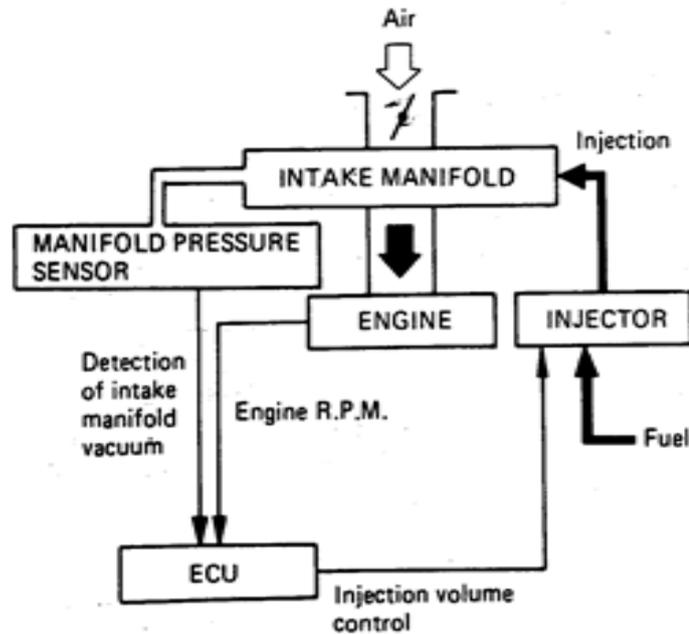
Gambar 48. Sistem EFI tipe L

2. D - EFI

Kode D berasal dari bahasa Jerman “**Druck**” yang berarti tekanan. Pada EFI jenis D, kontrol injeksi dilakukan secara elektronik oleh Electronic Control Unit (ECU) berdasarkan jumlah udara yang ada didalam intake manifold. Sensor untuk mengukur jumlah udara yang ada didalam intake manifold adalah *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP Sensor)*. Manifold pressure sensor (vacuum sensor) bekerja berdasarkan tekanan dalam intake manifold. Tekanan yang sebenarnya tersebut sebanding dengan udara yang dialirkan ke dalam intake manifold dalam satu siklus. Volume udara yang masuk dapat ditentukan dengan mengukur tekanan intake manifold. Selanjutnya tekanan intake manifold disensor oleh silicon chip. Fungsi silicon chip adalah merubah tekanan ke dalam bentuk nilai tahanan, kemudian dideteksi secara electrical oleh IC yang ada di dalam sensor.



Gambar 49. Manifold pressure sensor



Gambar 50. Sistem EFI tipe D

Bagian-bagian Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sistem injeksi bahan bakar dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok sistem dasar, yaitu:

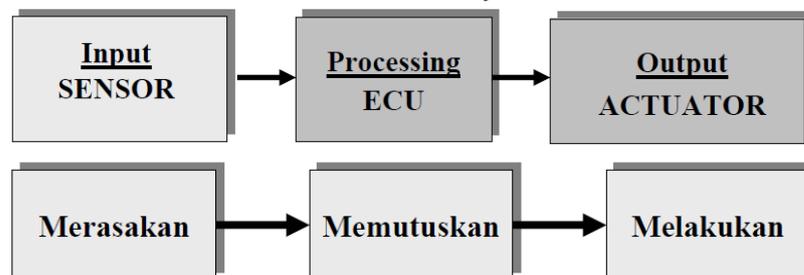
1. Sistem bahan bakar (*Fuel System*) :

Sistem bahan bakar berfungsi untuk mensuplai bahan bakar tekanan tinggi sehingga siap diinjeksikan. Sistem bahan bakar digunakan untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar sampai ke ruang bakar. Sistem ini terdiri atas : tangki bahan bakar, pompa bahan bakar, saringan bahan bakar, pipa penyalur, pressure regulator, pulsation damper, dan injektor.

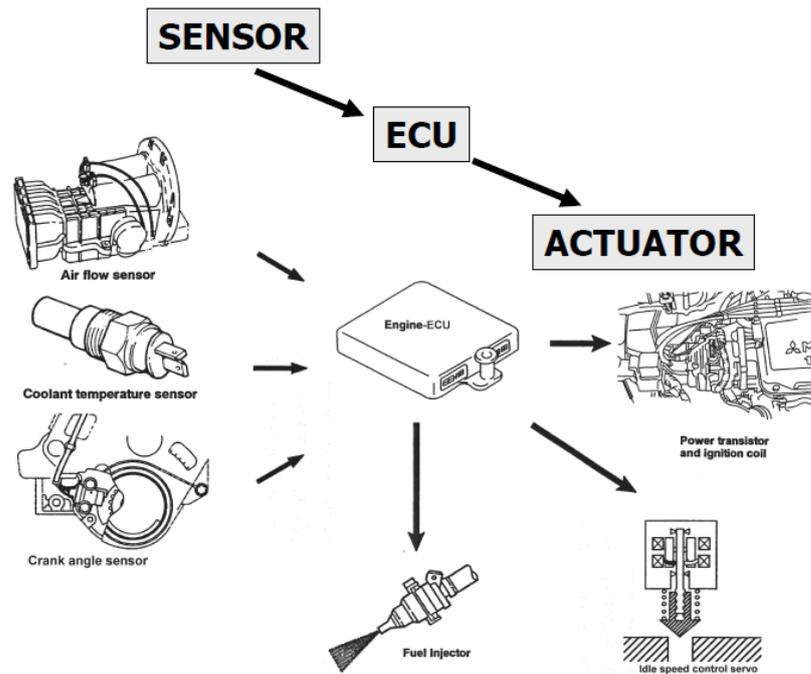
2. Sistem induksi (*Air Induction System*) :

Sistem induksi berfungsi untuk mengontrol jumlah udara yang masuk kedalam silinder. Sistem ini terdiri atas : air cleaner, air flow meter, throttle body, dan air valve.

3. Sistem kontrol elektronik (*Electronic Control System*) :

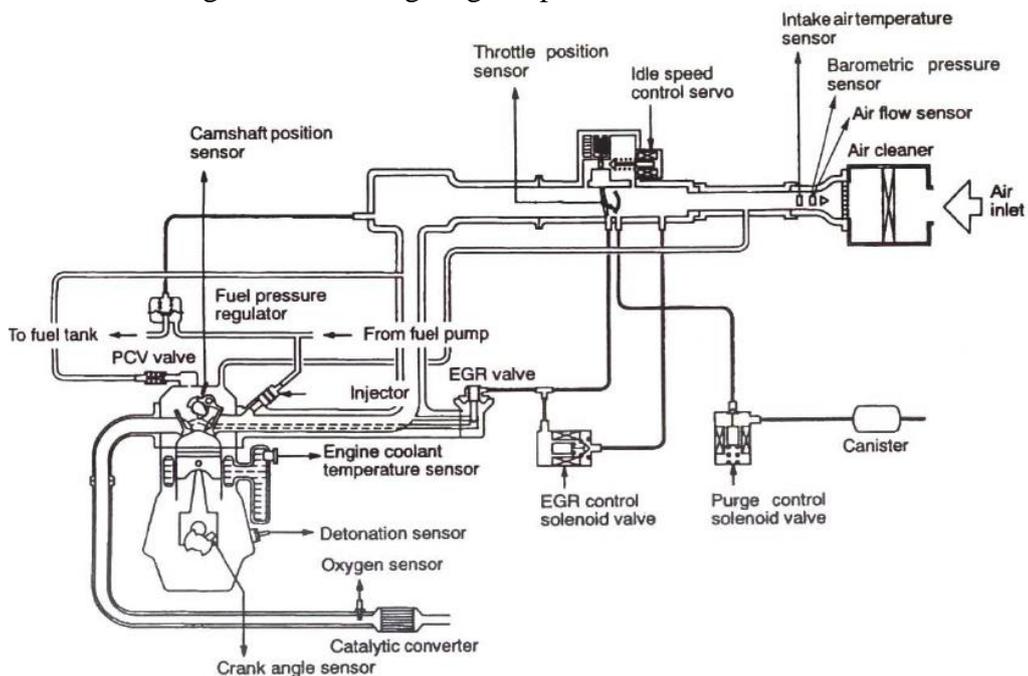


Pada bagaian ini terdapat 3 bagian yakni: sensor (Input), ECU (Proses), dan aktuator (output). Sensor atau input adalah bagian dari sistem yang berfungsi mengumpulkan data berupa kondisi lingkungan sekitar. ECU atau pemroses bertugas untuk mengolah data-data dari sensor yang nantinya digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk memerintahkan/ mengirim sinyal ke aktuator. Aktuator adalah komponen yang bertugas menerima perintah dari ECU.



Gambar 51.

Berikut adalah gambaran wiring diagram pada sistem kontrol elektronik secara umum.



Gambar . diagram sensor dan aktuator yang terdapat pada sistem EFI

C. RANGKUMAN

Sistem kelistrikan EFI memiliki 3 bagian utama yakni sensor, prosesor, dan aktuator. Ketiganya tidak bisa lepas dari fungsinya sebagai bagian dari engine management system suatu kendaraan. Sensor berfungsi sebagai pengumpul data tentang parameter-parameter yang berkaitan erat dengan kinerja motor seperti; suhu udara intake manifold, suhu cairan pendingin, sensor O₂ pada gas buang dan lain-lain. Prosesor dalam hal ini ECU berfungsi sebagai pemroses data yang kemudian menghasilkan suatu keputusan untuk

mengaktifkan beberapa aktuator. Aktuator adalah komponen dalam sistem EFI yang berfungsi untuk melakukan eksekusi perintah dari ECU, beberapa perangkat atau komponen aktuator sebagai contoh; ISC, igniter, injektor, kipas radiator elektrik, dan lain-lain.

D. LATIHAN

1. Sebutkan minimal 6 buah sensor beserta fungsinya pada motor berteknologi EFI yang Anda ketahui!
2. Sebutkan minimal 6 buah aktuator beserta fungsinya pada motor berteknologi EFI yang Anda ketahui!

BAB VIII

EFI II-PEMBACAAN CURRENT DATA

A. PENDAHULUAN

Alat *engine scanner* ibarat sebuah komputer yang digunakan untuk berkomunikasi dengan sesama komputer (ECU) yang ada di sebuah kendaraan. Sebagian orang berpikir bahwa dengan hanya menggunakan alat cerdas bernama *engine scanner* tersebut cukup mengatasi semua masalah atau gangguan yang ada pada ECU kendaraan. Itu adalah perspektif yang agak keliru.

Barangkali mengira menggunakan alat tersebut bisa menyelesaikan semua masalah, ingat bahwa *engine scanner* hanya mampu mendeteksi kegagalan sistem pada sensor maupun aktuator “jika” terdapat rangkaian yang terbuka atau *open circuit*. Selama sensor maupun aktuator berada dalam posisi rangkaian *close circuit* maka alat *engine scanner* tidak menemukan masalah. Di sinilah sebenarnya peribahasa “*the man behind the gun*” lebih menentukan. Arti peribahasa ini adalah alat hanyalah sebagai media atau alat, tetapi manusia sebagai operator alat tersebut adalah sebagai penentu yang sebenarnya. Di sini tidak hanya dituntut alat *engineering* yang muthakit atau *up to date* tetapi tingkat analisis pengguna alat tersebut yang dituntut harus tinggi pula.

Kegagalan sensor maupun aktuator yang disebabkan oleh tidak akurasi sensor atau aktuator tersebut dalam bekerja sering dijumpai di lapangan. Sebagai contoh saat kita memilih menu “*read data fault*” kemudian alat *scanner* menyatakan bahwa tidak ditemukan kegagalan data. Namun, kendaraan tersebut memiliki gejala-gejala yang menjurus pada kerusakan pada sistem EFI, ditunjukkan dengan putaran mesin stasioner yang tidak lancar, RPM naik turun, dan juga asap dari gas buang berwarna agak hitam. Dari kasus ini seorang teknisi menggunakan alat *scanner* tersebut untuk selanjutnya memilih menu “*read current data*” ditemukan bahwa saat putaran stasioner dan kendaraan sudah panas mesinnya akan tetapi sensor WTS atau *Water Temperature Sensor* menunjukkan suhu 5 derajat celsius.

Sampai saat ini bisa kita amati terdapat kejanggalan data yang terbaca di sensor WTS tersebut. Tidak memungkinkan jika suhu cairan pendingin masih berada 5 derajat celsius. Di sinilah kita dapat mendiagnosis bahwa terdapat kerusakan sensor pada WTS tersebut. Pada bab ini mahasiswa dituntut untuk lebih mahir dan lebih teliti mendiagnosis motor bensin EFI dengan bantuan alat *engine scanner*. Sebuah simulasi kerusakan pada sensor akan dibuat pada bab ini yang tidak memunculkan indikasi kegagalan data. Mahasiswa dituntut untuk mampu menemukan masalah dan mengatasinya.

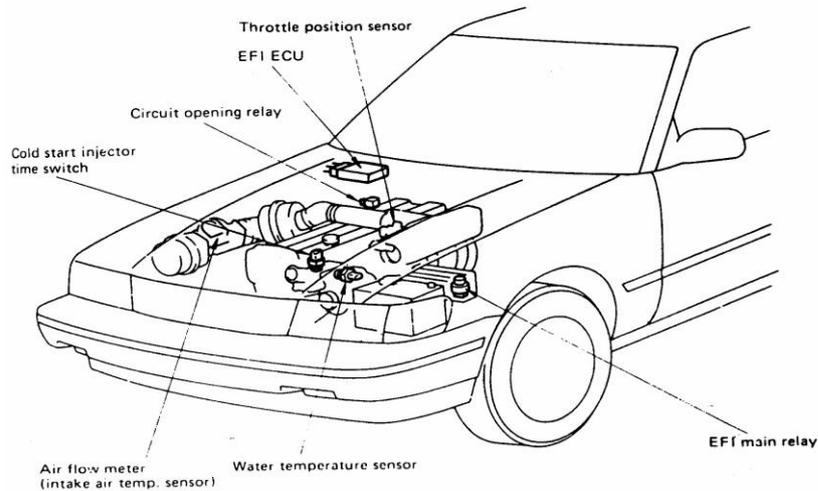
B. MATERI

Jenis Injeksi Motor Bensin Berdasarkan Sistem Kontrolnya

1. Kontrol Mekanik

Sistem injeksi bahan bakar motor bensin tipe *K Jetronic* merupakan sistem injeksi kontrol mekanik. Pada sistem ini injektor menyemprotkan bensin secara terus-menerus dalam setiap saluran masuk silinder motor. Pengontrolan jumlah injeksi bahan bakar ke setiap saluran masuk ditakar oleh plunyer pengontrol (*control plunger*) yang terletak di distributor bahan bakar dan pengontrolan udara dilakukan oleh *air flow sensor*.

2. Kontrol Elektronik / *Electronic Fuel Injection (EFI)*

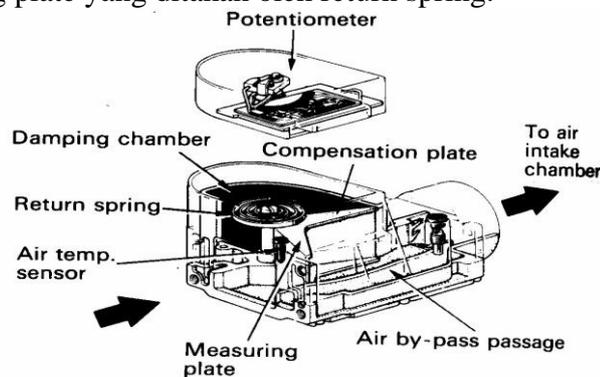


Gambar 52. Sistem kontrol elektronik

Sistem injeksi motor bensin dengan kontrol elektronik pada saat ini paling banyak digunakan. Sistem injeksi kontrol elektronik/ EFI secara umum dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

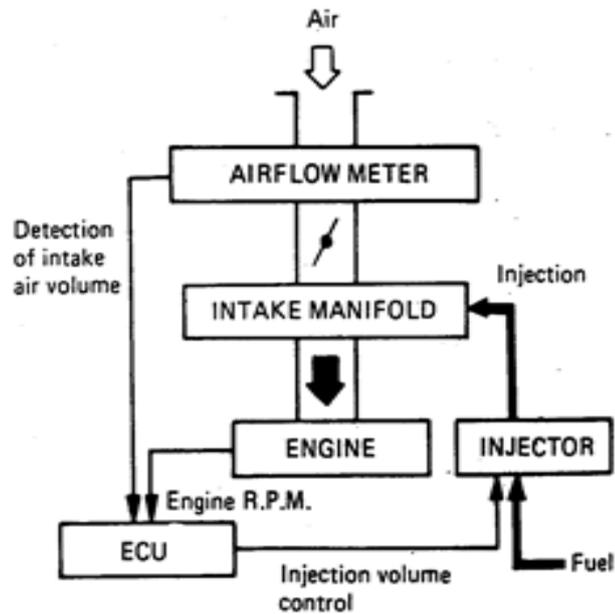
a. **L Jetronic**

Kode L berasal dari bahasa Jerman “**Luft**” yang berarti udara. Pada EFI L Jetronic, kontrol injeksi dilakukan secara elektronik oleh Electronic Control Unit (ECU) berdasarkan jumlah udara yang masuk. Sensor untuk mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam silinder adalah *Air Flow Meter*. Air flow meter terdiri atas : measuring plate, return spring dan potensiometer. Udara yang masuk melalui air flow meter membuka measuring plate yang ditahan oleh return spring.



Gambar 53. Air flow meter

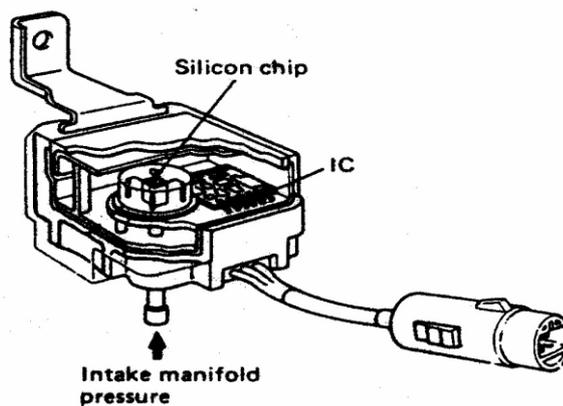
Akibatnya measuring plate dan potensiometer bergerak pada sumbu yang sama sehingga sudut membukanya measuring plate dirubah menjadi perbandingan tegangan. Akibatnya measuring plate dan potensiometer bergerak pada sumbu yang sama sehingga sudut membukanya measuring plate dirubah menjadi perbandingan tegangan.



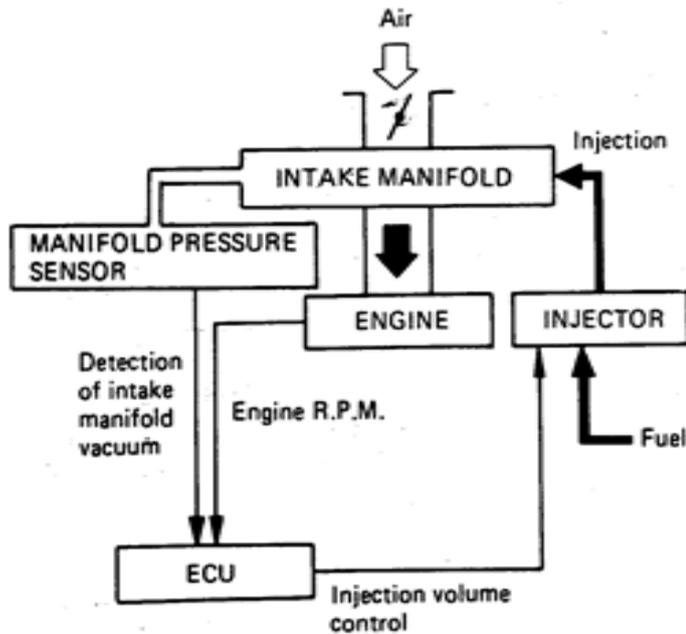
Gambar 54. Sistem EFI tipe L

b. D Jetronic

Kode D berasal dari bahasa Jerman “**Druck**” yang berarti tekanan. Pada EFI D Jetronic, kontrol injeksi dilakukan secara elektronik oleh Electronic Control Unit (ECU) berdasarkan jumlah udara yang ada didalam intake manifold. Sensor untuk mengukur jumlah udara yang ada didalam intake manifold adalah *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP Sensor)*. Manifold pressure sensor (vacuum sensor) bekerja berdasarkan tekanan dalam intake manifold. Tekanan yang sebenarnya tersebut sebanding dengan udara yang dialirkan ke dalam intake manifold dalam satu siklus. Volume udara yang masuk dapat ditentukan dengan mengukur tekanan intake manifold. Selanjutnya tekanan intake manifold disensor oleh silicon chip. Fungsi silicon chip adalah mengubah tekanan ke dalam bentuk nilai tahanan, kemudian dideteksi secara electrical oleh IC yang ada di dalam sensor.



Gambar 55. Manifold pressure sensor



Gambar 56. Sistem EFI tipe D

Bagian-bagian Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sistem injeksi bahan bakar dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok sistem dasar, yaitu:

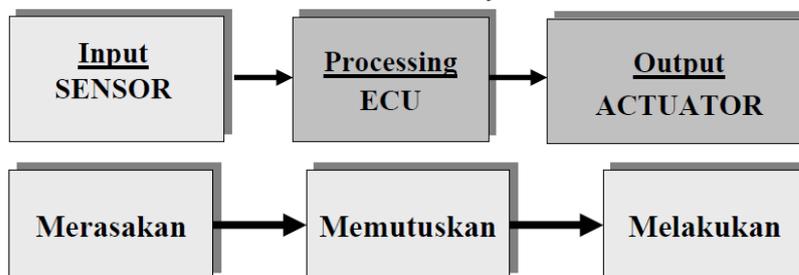
1. Sistem bahan bakar (*Fuel System*) :

Sistem bahan bakar berfungsi untuk mensuplai bahan bakar tekanan tinggi sehingga siap diinjeksikan. Sistem bahan bakar digunakan untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar sampai ke ruang bakar. Sistem ini terdiri atas : tangki bahan bakar, pompa bahan bakar, saringan bahan bakar, pipa penyalur, pressure regulator, pulsation damper, dan injektor.

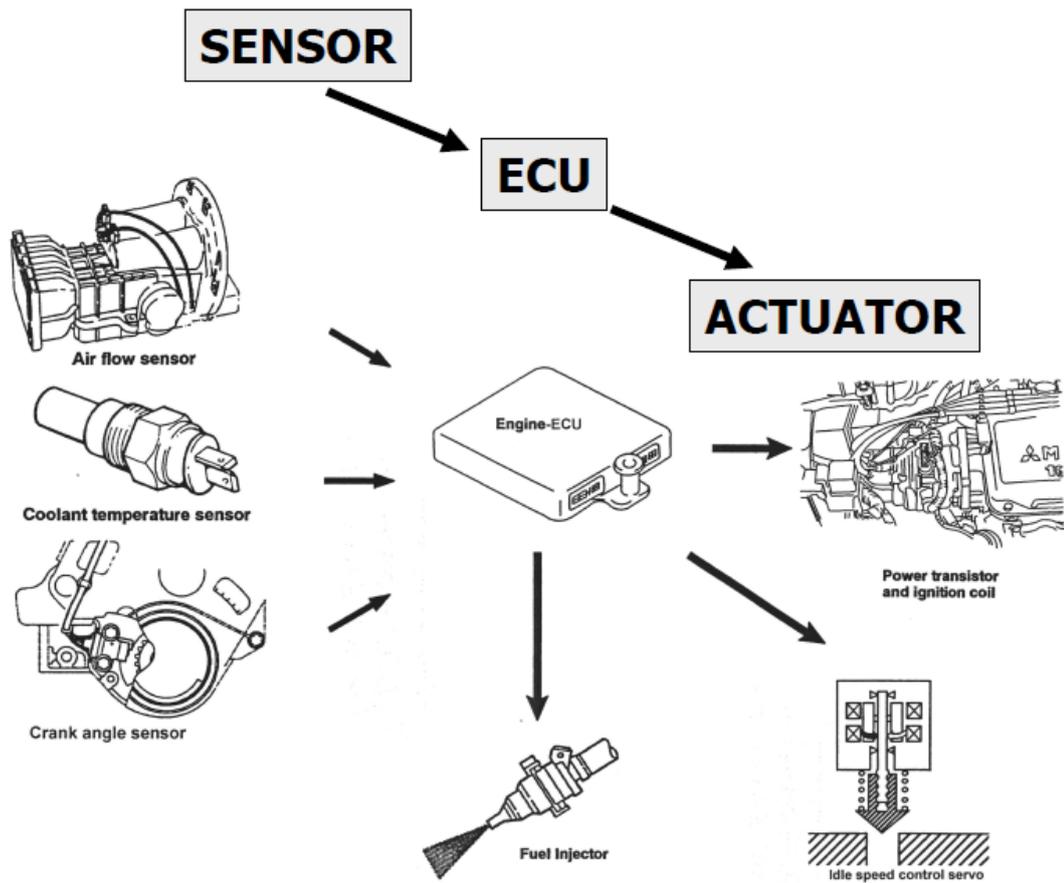
2. Sistem induksi (*Air Induction System*) :

Sistem induksi berfungsi untuk mengontrol jumlah udara yang masuk kedalam silinder. Sistem ini terdiri atas : air cleaner, air flow meter, throttle body, dan air valve.

3. Sistem kontrol elektronik (*Electronic Control System*) :

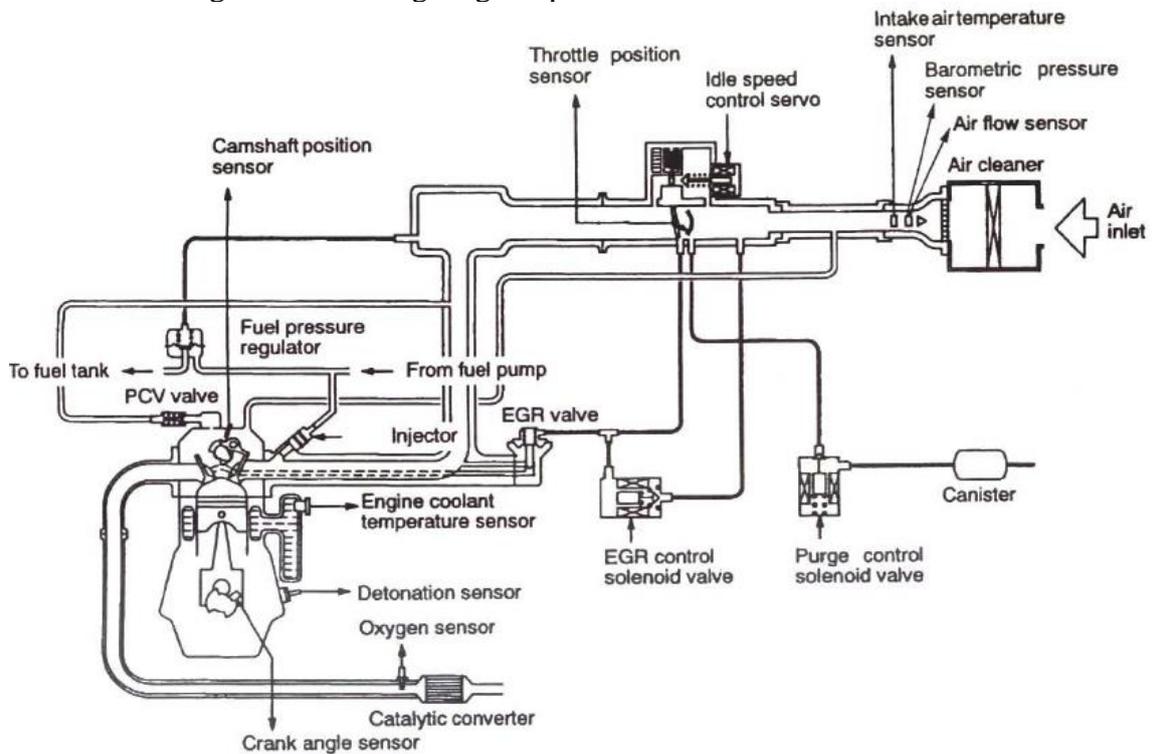


Pada bagaian ini terdapat 3 bagian yakni: sensor (Input), ECU (Proses), dan aktuator (output). Sensor atau input adalah bagian dari sistem yang berfungsi mengumpulkan data berupa kondisi lingkungan sekitar. ECU atau pemroses bertugas untuk mengolah data-data dari sensor yang nantinya digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk memerintahkan/ mengirim sinyal ke aktuator. Aktuator adalah komponen yang bertugas menerima perintah dari ECU.



Gambar 57.

Berikut adalah gambaran wiring diagram pada sistem kontrol elektronik secara umum.



Gambar 58. diagram sensor dan aktuator yang terdapat pada sistem EFI

C. RANGKUMAN

Sistem EFI memiliki 3 bagian yakni sensor, prosesor dan aktuator. Kinerja dari sensor dan aktuator dapat dimonitor oleh ECU. ECU Menyediakan fasilitas komunikasi dengan socket konektor OBDII. Akses monitor kinerja ECU dapat dipantau melalui alat scanner. Didalam alat scanner menyediakan 3 fasilitas yakni; read data fault, erease data fault, dan read data current.

Read data fault memiliki fungsi untuk mengetahui error atau kerusakan pada salah satu sensor atau aktuator. Setelah kerusakan diketahui melalui menu tadi maka sebenarnya ECU masih merekam data error tersebut dan melaporkannya dalam bentuk kedipan atau nyala MIL atau malfunction indikator lamp. Untuk bisa menghapus ingatan data laporan kerusakan tersebut dapat dilakukan dalam menu erease data fault. Read current data digunakan untuk mengetahui semua ukuran dalam parameter-parameter yang sedang terjadi saat itu juga pada engine. Data pada sensor dan aktuator akan ditampilkan pada menu ini semisal nilai duty pada ISC (aktuator), dan durasi lamanya injektor membuka.

D. LATIHAN

1. Tulislah beberapa parameter yang bisa ditemukan dalam sesnor dan aktuator pada tabel berikut ini dengan benar

No.	Parameter	Nilai besaran (dalam satuan tertentu yang terbaca di alat scanner)	Nilai besaran dalam satuan yang lain	Sensor yang bertugas melakukan pengukuran
1	Suhu cairan pendingin	90 ' Celcius	194 ' Fahrenheit	Water temperatur sensor
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

BAB IX

LEMBAR PRAKTIKUM

A. PENDAHULUAN

Ilmu bidang sains dan teknologi belum bisa dikatakan bermanfaat bagi manusia jika dari teori yang sudah didapat belum satu pun diaplikasikan di dunia nyata. Maksud dari kalimat tersebut adalah sebuah teori dari ilmu eksak maupun sains harus dapat diwujudkan ke dalam karya yang nantinya dapat membantu atau mengatasi masalah yang dihadapi oleh masyarakat. Hukum Pascal pada teori aliran fluida ruangan tertutup digunakan untuk mengaplikasikan sebuah perangkat mekanik yang berfungsi mengangkat benda berat, yakni dongkrak hidrolik sampai detik ini dongkrak hidrolik dipergunakan oleh semua masyarakat dan dirasakan manfaatnya.

Pada bidang teknologi otomotif kita dapat mengaplikasikan ilmu yang kita miliki kepada masyarakat luas, dengan berbagai macam bentuk melakukan perawatan dan perbaikan motor pada kendaraan adalah salah satu bentuk aplikasi dari ilmu yang kita miliki. Untuk bisa melakukan kegiatan perawatan dan perbaikan kendaraan terlebih dahulu seseorang harus mengetahui teori yang berkaitan dengan cara kerja, komponen-komponen, dan kemampuan dalam mendiagnosis kerusakan pada sistem kendaraan tersebut.

Selain konsep yang diperkuat di awal diperlukan juga latihan-latihan di lapangan sebagai bentuk pembiasaan dalam menghadapi masalah-masalah yang ditemui. Pengetahuan tentang konsep dan latihan yang berkesinambungan akan menciptakan tenaga yang terampil dalam bidang teknologi otomotif.

Pada bab ini mahasiswa dituntut untuk melakukan praktikum-praktikum ilmiah bidang teknologi otomotif untuk mendukung dan membekali mahasiswa dengan kemampuan dan kompetensi yang sudah disyaratkan. Diharapkan mahasiswa menjadi tenaga profesional bidang otomotif yang terampil dan mumpuni sesuai standar industri dan selalu mengikuti perkembangan zaman. Untuk membimbing para mahasiswa praktikum maka pada bab ini terdapat 8 jobsheet yang sudah dilengkapi dengan langkah kerja sekaligus tabel hasil pemeriksaan atau pengukuran.

JOB-1	SISTEM PENGAPIAN ELEKTRONIK	BOBOT
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA		3 SKS

A. TUJUAN :

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Melakukan penyetelan timing pengapian motor bensin pada distributor dengan baik dan benar sesuai spesifikasi mesin.
2. Memahami dan menjelaskan cara kerja sistem kelistrikan pengapian elektronik pada kendaraan ringan
3. Merangkai dan merakit sistem kelistrikan pengapian elektronik pada kendaraan ringan dengan benar
4. Melakukan pemeriksaan dan pengujian menggunakan alat ukur multimeter terhadap rangkaian sistem kelistrikan pengapian elektronik dengan benar dan aman.

B. MEDIA / ALAT

1. Engine stand Toyota Kijang seri 3K atau 5K atau 7K : 1 unit
2. Bahan bakar bensin : secukupnya
3. Multimeter : 1 unit
4. Tespen : 1 unit
5. Toolbox : 1 set
6. Kabel body kendaraan ringan : secukupnya
7. Unit pengapian elektronik CDI/ Transistor : 1 unit
8. Timing light gauge : 1 unit

C. KESELAMATAN KERJA

- 1 Perhatikan dan pastikan kembali apakah kabel yang anda gunakan sudah memenuhi kriteria tertentu sebagai kabel untuk beban tertentu, kesalahan dalam penggunaan kabel dan sambungan kabel yang longgar akan menimbulkan kebakaran!
- 2 Pastikan tempat praktikum sistem pengisian ini dekat dengan apar atau alat pemadam api lainnya.
- 3 Dilarang menghidupkan mesin kendaraan pada ruangan tertutup! agar gas buang kendaraan tidak terakumulasi dalam ruang tersebut yang mana dapat meracuni orang sekitar.
- 4 Saat engine stand sedang tidak diperlukan untuk dihidupkan, lepas terminal salah satu kutub aki yakni positif atau negatif aki.

D. LANGKAH KERJA

Langkah kerja bongkar pasang distributor, setel sudut dwell, dan timing pengapian;

1. Lepas distributor dari engine stand dengan cara melepas baut pengikat distributor, kemudian lepas kabel busi dan kabel IG dari coil.
2. Tempatkan crankshaft pada posisi top kompresi silinder 1 dengan cara memutar pulley crankshaft dengan kunci ring 14' atau 17' searah jarum jam.
3. Untuk lebih memastikan apakah silinder 1 sudah top kompresi (bukan top overlapping) silahkan buka cover head silinder/ penutup katup bagian atas.
4. Pastikan kedua push rod katup IN dan EX pada silinder 1 pada posisi bebas tidak sedang menekan katup, saat itulah top kompresi sedang terjadi pada silinder 1.
5. Arahkan pulley crankshaft pada 10-15 derajat sebelum titik mati atas (TMA) ini dipergunakan untuk menyetel 'initial ignition timing advance' yakni derajat memerciknya busi saat mekanisme 'ignition timing advance' yang ada disistem

sedang tidak bekerja. Mekanisme ignition timing advance yang ada disistem antara lain adalah; tipe sentrifugal dan tipe kevakuman.

6. Pasang distributor dengan cara mengarahkan rotor kepada posisi silinder 1 seperti gambar.
7. Pasang baut pengikat distributor kemudian jangan dikencangkan bautnya terlebih dahulu, posisi ini memungkinkan untuk menggeser-geser posisi distributor.
8. Geser distributor dengan tanpa memasang tutupnya, pastikan platina memercikkan bunga api kemudian berhenti disitu dan lakukan pengencangan baut pengikat distributor tadi, dititik itulah sebenarnya busi memercikkan api didalam ruang bakar yakni 10-15 derajat sebelum titik mati atas (TMA).

Penyetelan sudut dwell

9. Selanjutnya ialah penyetelan sudut dwell, sudut dwell adalah sudut lamanya ignition coil menjadi magnet, ini harus disetel agar sesuai dengan spesifikasi pabrikan.
10. Pasang kabel IG yang ada pada terminal (-) coil pada alat dwell tester.
11. Pada posisi tutup distributor dan rotor terbuka kendorkan 2 baut pengikat platina dengan obeng (+), pada posisi ini cukup kendorkan saja bukan dilepas.
12. Tangan kiri memegang obeng (+) dan tangan kanan memegang obeng (-) lakukan penyetelan sudut dwell, minta bantuan instruktur untuk memberikan contohnya.
13. Starter kurang lebih 5-8 detik engine stand agar nilai sudut dwell terbaca oleh alat ukur.
14. Lakukan beberapa kali percobaan penyetelan sampai didapat ukuran sudut dwell yang sesuai dengan spesifikasi pabrikan, yakni : 52-54 derajat, setelah sesuai lakukan pengencangan baut yang dikendorkan tadi.

Pemasangan kabel busi tegangan tinggi

15. Pasang tutup distributor pada tempatnya dan pasang pula kabel busi sesuai dengan urutan firing order (FO), yakni: 1-3-4-2.

Pemasangan unit pengapian elektronik (transistor/ CDI)

16. Lepas unit platina dari distributor dengan melepas 2 baut pengikatnya, dan lepas kabel IG dari coil.
17. Ganti unit platina tadi dengan unit igniter transistor/ CDI, pasang lagi 2 baut pengikat igniter
18. Pasang juga rotor menggunakan gigi rotor tipe induktif, rotor ini dipasang pada as distributor yang sebelumnya berupa noken as untuk platina tadi.
19. Atur jarak celah/ gap antara rotor dengan stator berupa pick up coil, jangan terlalu renggang dan jangan pula terlalu sempit.
20. Pastikan dan cek kembali apakah rotor dengan pickup coil tidak bertabrakan saat berputar, ini akan mengakibatkan kerusakan fatal pada unit distributor!

Pengukuran timing pengapian

21. Pasang clam Flash light pada kabel busi silinder nomor 1, dan kabel merah pada (+) aki baterai dan kabel hitam pada (-) aki baterai.
22. Starter engine stand kemudian arahkan nyala lampu pada pulley crankshaft, titik yang bisa terbaca oleh mata kita ialah derajat dimana timing pengapian terjadi, catat pada data hasil praktikum.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

Data hasil pengukuran sudut ignition timing advance dibandingkan dengan putaran mesin

Kondisi Normal	Kondisi selang vakum pada distributor dilepas	Kondisi oktan selector diputar
----------------	---	--------------------------------------

No.	RPM	Sudut timing pengapian	No.	RPM	Sudut timing pengapian	No.	RPM	Sudut timing pengapian
1			1			1		
2			2			2		
3			3			3		
4			4			4		
5			5			5		
6			6			6		
7			7			7		
8			8			8		
9			9			9		

F. KESIMPULAN

.....
.....
.....

JOB-2	SISTEM PENERANGAN	BOBOT
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA		3 SKS

A. TUJUAN :

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Memahami dan menjelaskan cara kerja sistem kelistrikan penerangan pada kendaraan ringan
2. Merangkai dan merakit sistem kelistrikan penerangan pada kendaraan ringan dengan benar
3. Melakukan pemeriksaan dan pengujian menggunakan alat ukur multimeter terhadap rangkaian sistem kelistrikan penerangan dengan benar dan aman.

B. MEDIA / ALAT

1. Stand practice untuk sistem penerangan : 1 unit
2. Kabel jumper : secukupnya
3. Multimeter : 1 unit
4. Tespen : 1 unit
5. Toolbox : 1 set
6. Baterai Aki 12V : 1 buah

C. KESELAMATAN KERJA

1. Cabut kabel aki pada engine stand dengan melepas salah satu terminal +/- pada saat engine stand tidak sedang digunakan
2. Dalam merangkai sistem kelistrikan penerangan usahakan aki dalam posisi tidak terhubung, setelah rangkaian selesai dirakit periksa ulang kemungkinan terjadi short circuit, setelah pasti aman baru hubungan terminal baterai.
3. Perhatikan tata cara menggunakan multimeter, kesalahan dalam mengukur arus ampere dengan tanpa diberi beban akan merusak alat multimeter tersebut!
4. Rapikan kembali kabel-kabel jumper yang telah digunakan agar tidak tercecer di lantai.

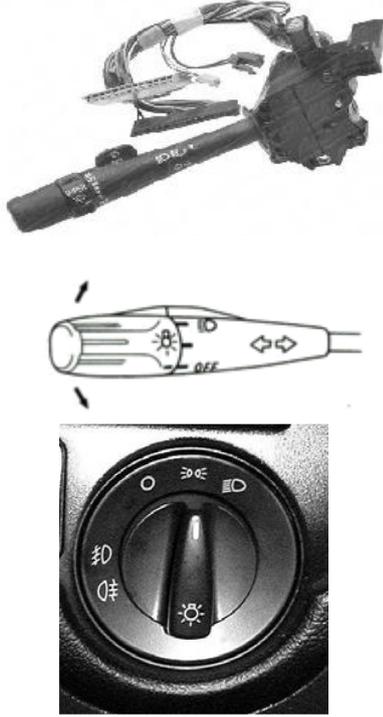
D. LANGKAH KERJA

1. Siapkan bahan dan alat yang sudah disebutkan diatas
2. Melalui media kelistrikan lampu kepala tersebut jangan pasang aki, aki hanya boleh dipasang jika rangkaian sudah benar, mintalah teman dalam satu kelompok praktek untuk saling memeriksa rangkaian yang sudah dibuat.
3. Lakukan identifikasi terminal pada saklar lampu kepala, lampu ekor dan lampu tanda belok pada objek stand sistem kelistrikan penerangan lampu, menggunakan alat ohm meter (multimeter) periksa hubungan antar saklar dengan terminalnya masing-masing, catat hasil identifikasi saklar pada lembar data praktikum yang ada pada buku ini.
4. Pertama buatlah rangkaian kelistrikan sistem penerangan lampu kepala tipe tanpa relay dengan melihat digram kelistrikan yang sudah ditunjukkan diatas dengan baik dan benar.
5. Kedua buatlah rangkaian kelistrikan sistem penerangan lampu kepala tipe dengan satu relay dengan melihat digram kelistrikan yang sudah ditunjukkan diatas dengan baik dan benar.
6. Ketiga buatlah rangkaian kelistrikan sistem penerangan lampu kepala tipe dengan relay kombinasi dengan melihat digram kelistrikan yang sudah ditunjukkan diatas dengan baik dan benar.

7. Keempat buatlah rangkaian kelistrikan sistem penerangan lampu ekor tipe dengan relay dengan melihat digram kelistrikan yang sudah ditunjukkan diatas dengan baik dan benar.
8. Lakukan latihan hingga anda merasa sudah terampil merangkai rangkaian kelistrikan dengan benar.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

Identifikasi terminal pada saklar lampu kepala;

Gambar Saklar	No.	Identifikasi kerja saklar	Cara menghidupkan	Warna kabel
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

F. KESIMPULAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

JOB-3	SISTEM PENGISIAN	BOBOT
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA		3 SKS

A. TUJUAN :

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Memahami dan menjelaskan cara kerja sistem kelistrikan pengisian pada kendaraan ringan
2. Merangkai dan merakit sistem kelistrikan pengisian pada kendaraan ringan dengan benar
3. Melakukan pemeriksaan dan pengujian menggunakan alat ukur multimeter terhadap rangkaian sistem kelistrikan pengisian dengan benar dan aman.

B. MEDIA / ALAT

1. Engine stand Toyota Kijang seri 3K atau 5K atau 7K : 1 unit
2. Bahan bakar bensin : secukupnya
3. Multimeter : 1 unit
4. Tespen : 1 unit
5. Toolbox : 1 set
6. Kabel body kendaraan ringan : secukupnya
7. Unit regulator tipe kontak point yang terpisah dari stand : 1 unit
8. Skun/ connector socket : secukupnya

C. KESELAMATAN KERJA

1. Perhatikan dan pastikan kembali apakah kabel yang anda gunakan sudah memenuhi kriteria tertentu sebagai kabel untuk beban tertentu, kesalahan dalam penggunaan kabel dan sambungan kabel yang longgar akan menimbulkan kebakaran!
2. Pastikan tempat praktikum sistem pengisian ini dekat dengan apar atau alat pemadam api lainnya.
3. Dilarang menghidupkan mesin kendaraan pada ruangan tertutup! agar gas buang kendaraan tidak terakumulasi dalam ruang tersebut yang mana dapat meracuni orang sekitar.
4. Saat engine stand sedang tidak diperlukan untuk dihidupkan, lepas terminal salah satu kutub aki yakni positif atau negatif aki

D. LANGKAH KERJA

1. Siapkan bahan dan alat yang sudah dijelaskan diatas,
2. Isi tangki bahan bakar dengan bensin secukupnya, pasang terminal baterai dengan benar.
3. Hidupkan engine stand kurang lebih 15 menit, pastikan saat menyala charging lamp dalam posisi OFF atau mati.

Mengukur tegangan yang keluar dari alternator

4. Hidupkan mesin kemudian menggunakan alat ukur volt meter DC arahkan selektor ukur ke tegangan DC 100 V, ukur tegangan yang keluar dari terminal yang sudah disebutkan pada tabel hasil pengukuran. Perhatikan dengan seksama cara penggunaan AVO meter!, kesalahan dalam penggunaan dapat menyebabkan kerusakan alat.

Mengamati cara kerja regulator

5. Lepas penutup bodi regulator tipe kontak point, amati perubahan yang terjadi pada kedua relay/ kontak point tersebut, tulis hasil pengamatan pada tabel hasil praktikum.

Melakukan pemeriksaan tahanan pada masing-masing komponen

6. Lakukan pelepasan pada masing-masing terminal konektor kabel yang ada pada unit masing-masing; alternator, regulator dan charging lamp.
7. Dengan menggunakan alat ohm meter lakukan pemeriksaan tahanan pada masing-masing komponen sistem sesuai dengan petunjuk yang ada pada tabel dibawah ini.

Melakukan perakitan sistem kabel kelistrikan sistem charging

8. Lakukan perakitan kabel pada sistem kelistrikan dengan menghubungkan kembali masing-masing kabel pada engine stand seperti semula.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

Mengukur tegangan yang keluar dari alternator

No.	Terminal	RPM	Tegangan yang Timbul
1	B (+) & N (-)	0	
		Rendah	
		Sedang	
		Tinggi	
2	F (+) & E (-)	0	
		Rendah.....	
		Sedang.....	
		Tinggi.....	

Mengamati cara kerja regulator

No.	Relay	RPM	Posisi kontak poin mengarah kemana? / kondisi lampu charging
1	Relay charging lamp	0	
		Rendah	
		Sedang	
		Tinggi	
2	Relay voltage regulator	0	
		Rendah.....	
		Sedang.....	
		Tinggi.....	

Melakukan pemeriksaan tahanan pada masing-masing komponen

No.	Komponen	No.	Terminal		Hasil Pengukuran (Ω)	Kesimpulan
			1	2		
1	Alternator	1	B	N		
		2	F	E		
		3	B	E		
		4	N	E		
2	Regulator	5	IG	E		
		6	L	E		
		7	B	E		
		8	N	E		
		9	F	E		

F. KESIMPULAN

.....
.....
.....
.....
.....

JOB-4	SISTEM STARTER	BOBOT
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA		3 SKS

A. TUJUAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Memahami dan menjelaskan cara kerja sistem kelistrikan motor starter pada kendaraan ringan
2. Melakukan pengukuran dan pemeriksaan keausan menggunakan alat ukur jangka sorong terhadap komponen motor starter
3. Merangkai dan merakit sistem kelistrikan motor starter pada kendaraan ringan dengan benar
4. Melakukan pemeriksaan dan pengujian menggunakan alat ukur multimeter terhadap rangkaian sistem kelistrikan motor starter dengan benar dan aman.

B. MEDIA / ALAT

1. Engine stand Toyota Kijang seri 3K atau 5K atau 7K : 1 unit
2. Bahan bakar bensin : secukupnya
3. Multimeter : 1 unit
4. Jangka sorong : 1 unit
5. Tespen : 1 unit
6. Toolbox : 1 set
7. Kabel body kendaraan ringan : secukupnya
8. Unit motor starter yang terpisah dari engine stand : 1 unit

C. KESELAMATAN KERJA

1. Perhatikan dan pastikan kembali apakah kabel yang anda gunakan sudah memenuhi kriteria tertentu sebagai kabel motor starter yang membutuhkan arus ampere besar! kesalahan dalam penggunaan kabel dan sambungan kabel yang longgar akan menimbulkan kebakaran!
2. Pastikan tempat praktikum motor starter ini dekat dengan apar atau alat pemadam api lainnya.
3. Dilarang menghidupkan mesin kendaraan pada ruangan tertutup! agar gas buang kendaraan tidak terakumulasi dalam ruang tersebut yang mana dapat meracuni orang sekitar.

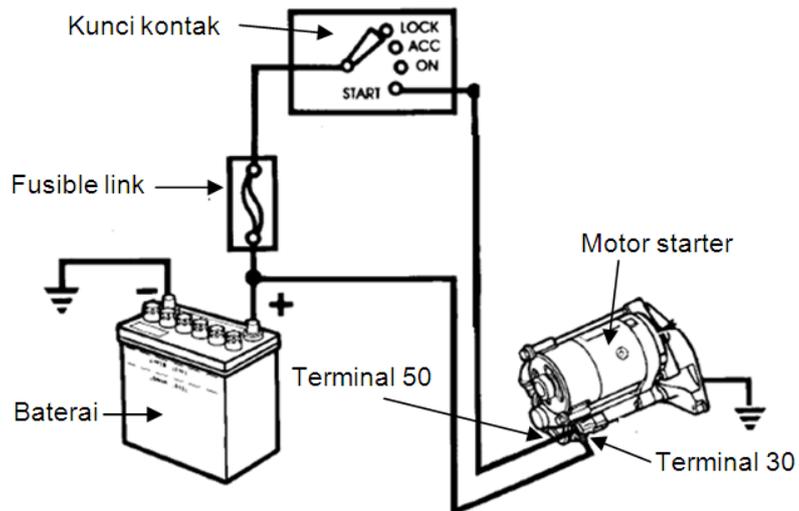
D. LANGKAH KERJA

Untuk Motor Starter yang terpisah pada engine stand

1. Siapkan alat dan bahan yang sudah disebutkan diatas
2. Unit motor starter yang sudah terlepas dari engine lakukanlah pembongkaran menyeluruh pada unit tersebut
3. Lakukanlah pemeriksaan baik itu dimensi fisik dan juga tahanan dalam ohm.
4. Tulis semua data hasil pengukuran tersebut pada kolom yang sudah tersedia dibawah ini.
5. Selesai pengukuran lakukan perakitan kembali pada unit motor starter.

Untuk Motor Starter yang terpasang pada engine stand

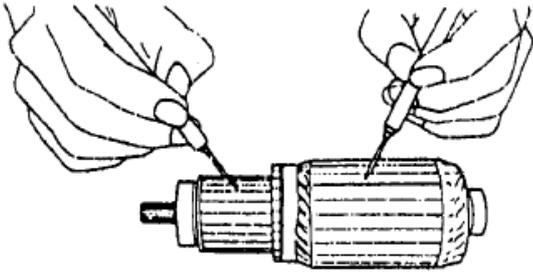
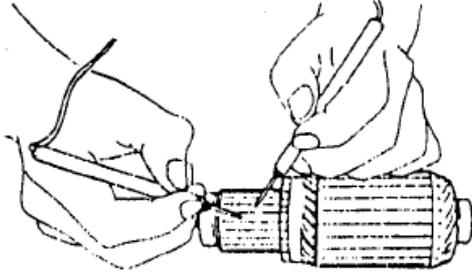
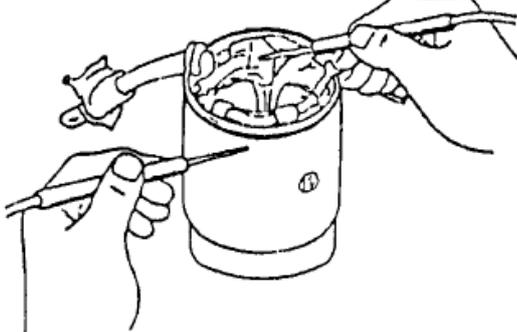
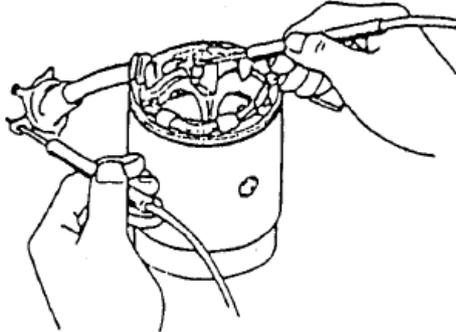
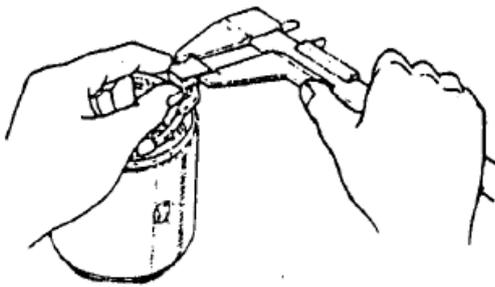
1. Hidupkan mesin motor terlebih dahulu, pastikan motor starter dapat berfungsi dengan baik.
2. Kemudian lepas semua kabel yang ada pada engine stand dari mulai aki dan juga kabel yang terpasang pada kunci kontak, seperti rangkaian gambar dibawah ini;

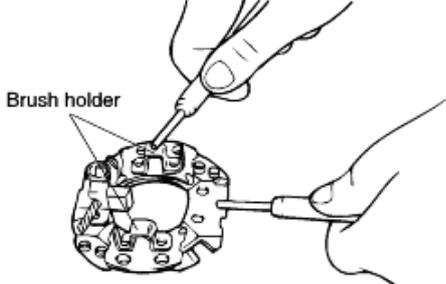
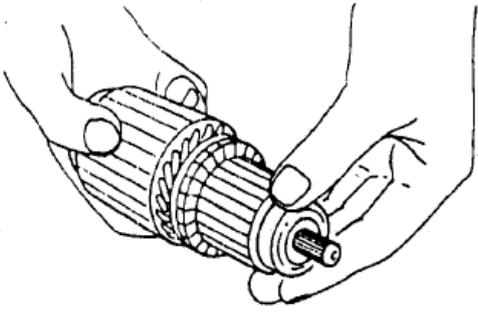


3. Dengan menggunakan kabel bodi lakukan perakitan kembali pada sistem kelistrikan motor starter hingga motor starter dapat berfungsi kembali seperti semula.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

No.	Komponen yang diperiksa	Hasil Pengukuran	Kesimpulan/ solusi
1			
2			
3			

4			
5			
6			
7			
8			

9			
10			

F. KESIMPULAN

.....
.....
.....
.....
.....
.....

JOB-5	SISTEM PANEL <i>DASHBOARD</i>	BOBOT
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA		5 SKS

A. TUJUAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Menjelaskan cara kerja panel indikator; temperatur, *oil lamp*, *charger lamp*, *fuel indicator* dan *radiator lamp* dengan benar.
2. Mengetahui jenis resistor PTC ataukah NTC yang digunakan pada sensor suhu pada kendaraan dengan benar.
3. Melakukan pengukuran dan pengujian dengan alat multimeter terhadap rangkaian indikator pada kendaraan dengan benar dan aman.

B. MEDIA / ALAT

1. Engine stand Toyota Kijang seri 3K atau 5K atau 7K : 1 unit
2. Multimeter/ Ohm meter : 1 unit
3. Tespen : 1 unit
4. Toolbox : 1 set
5. Kabel body kendaraan ringan : secukupnya
6. Unit dashboard terpisah : 1 unit
7. Kompor/ alat pemanas air : 1 unit
8. Panci kecil/ heater elektrik : 1 buah
9. Termometer : 1 buah
10. Benang/ tali untuk mengikat thermistor : 1 meter/ secukupnya

C. KESELAMATAN KERJA

1. Cabut kabel aki pada engine stand dengan melepas salah satu terminal +/- pada saat engine stand tidak sedang digunakan
2. Perhatikan tata cara menggunakan multimeter, kesalahan dalam mengukur arus ampere dengan tanpa diberi pembebanan akan merusak alat multimeter tersebut!
3. Hati-hati dalam menggunakan air panas dalam merebus sensor suhu, jauhkan api/ panas kompor dengan bahan-bahan yang mudah terbakar!

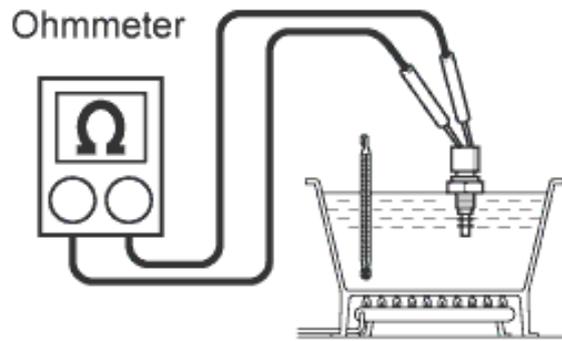
D. LANGKAH KERJA

Praktik Instrument dashboard

1. Ambil unit dashboard yang sudah terpisah dari engine standnya
2. Pelajari konstruksi rangkaian dan cara kerja dashboard tersebut secara satu-persatu di tiap-tiap meter ukurnya.
3. Jika diperlukan pembongkaran maka lakukan pembongkaran dengan catatan pertimbangan bahwa tindakan pembongkaran tersebut tidak merusak unit dashboard
4. Sebutkan dan jelaskan masing-masing fungsi indikator tersebut pada buku praktikum ini.

Praktik cara kerja thermistor

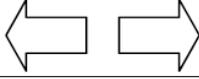
1. Ambil unit sensor temperatur; temperatur cairan pendingin atau bisa menggunakan temperatur udara masuk pada intake manifold, dengan cara mencabut socket kelistrikkannya.



2. Ikat dengan benang sensor tersebut secara erat
3. Siapkan panci yang sudah diisi dengan air
4. Panaskan panci berisi air tersebut menggunakan alat pemanas atau heater elektrik
5. Masukkan termometer yang sudah diikat dengan tali juga untuk mengetahui suhu air yang direbus tadi
6. Catat perubahan suhu air yang dipanaskan tersebut, begitu juga catat perubahan nilai resistansi dalam (Ohm) pada sensor tersebut
7. Seiring dengan perubahan suhu air tersebut maka akan diikuti oleh perubahan besaran tahanan (ohm) sensor tersebut, gambarkan dengan grafik perubahannya
8. Simpulkan apa jenis thermistor tersebut.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

Tanda Indikator

Lampu Penunjuk	Simbol	Keterangan
		
		
		
		
		
		
	BRAKE	
		

Jenis Thermistor

No.	Temperatur dalam 'Celcius	Nilai resistensi (ohm)

Tahanan (Ω)

1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Jenis Thermistor :

Gambar rangkaian kelistrikan

1. Sensor indikator tekanan oli pendingin

2. Sensor indikator tekanan air

F. KESIMPULAN

.....

JOB-6	SISTEM BAHAN BAKAR <i>EFI</i>	BOBOT 3 SKS
UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA		

A. TUJUAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Melakukan overhaul atau pemeriksaan ulang terhadap sistem bahan bakar EFI
2. Menjelaskan dengan benar proses aliran cairan bahan bakar pada sistem EFI motor bensin.
3. Menjelaskan dengan benar berbagai macam timing injeksi pada sistem bahan bakar EFI
4. Melakukan pemeriksaan terhadap fungsi dan cara kerja injektor dengan benar.

B. MEDIA / ALAT

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| 1. Engine stand Toyota Corolla EFI | : 1 unit |
| 2. Multimeter | : 1 unit |
| 3. Bahan bakar bensin | : secukupnya |
| 4. Toolbox | : 1 set |
| 5. Socket injektor | : 1 buah |
| 6. Kabel jumper/ kabel body | : secukupnya |
| 7. Selang bensin | : ½ meter |

C. KESELAMATAN KERJA

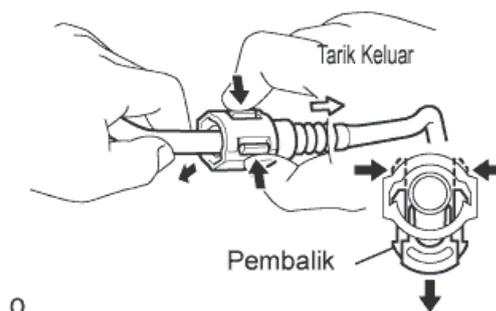
1. Selama melakukan praktikum bahan bakar EFI ini dilarang menyalakan rokok, korek api dan benda-benda lainnya yang mampu memicu terjadinya api.
2. Pastikan tempat praktikum bahan bakar ini dekat dengan apar atau alat pemadam api lainnya.
3. Pastikan sambungan antar pipa dan seal/ perapat karet tidak terjadi kebocoran bahan bakar dengan mengamati jalur pipa dan selang bahan bakar bertekanan.
4. Dilarang menghidupkan mesin kendaraan pada ruangan tertutup! agar gas buang kendaraan tidak terakumulasi dalam ruang tersebut yang mana dapat meracuni orang sekitar.

D. LANGKAH KERJA

1. Persiapkan bahan dan alat yang sudah disebutkan diatas,
2. Lakukan overhaul atau pemeriksaan menyeluruh pada sistem bahan bakar EFI pada engine stand

Memeriksa pompa bahan bakar

3. Lepas empat baut pengikat pompa bahan bakar pada tangki bahan bakar menggunakan obeng (+)
4. Lepas pengunci selang bahan bakar yang berasal dari tangki.

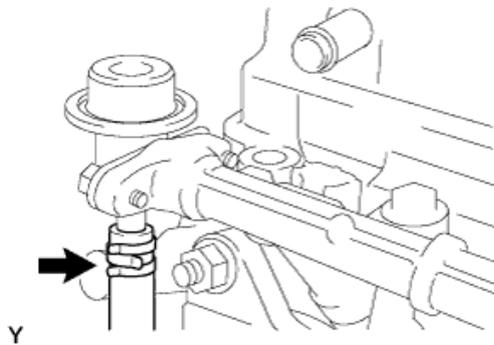
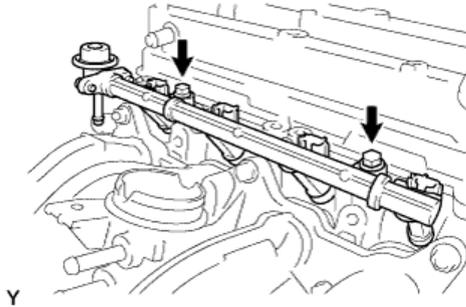


0

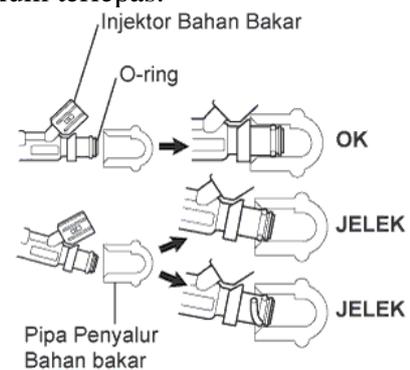
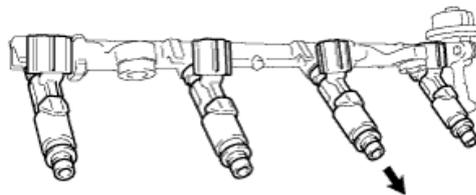
5. Lakukan pembersihan pada filter bahan bakar.

Melepas delivery pipe dan injektor

6. Lepas filter udara dan beberapa saluran intake manifold (untuk beberapa jenis engine dan mesin yang masih terpasang dikendaraan bukan pada engine stand)
7. Lepas semua socket kabel yang terpasang pada injektor
8. Kendorkan 2 buah baut pengikat delivery pipe



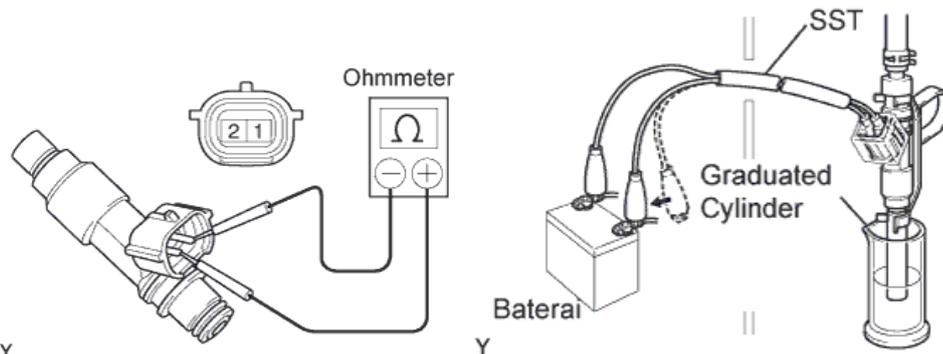
9. Lepas selang bahan bakar yang terpasang pada delivery pipe tadi
10. Lepas 2 baut pengikat delivery pipe tadi
11. Angkat delivery pipe menggunakan kedua tangan secara bersamaan dan hati-hati, kecuranghatian dalam mengangkat delivery pipe dapat membuat sobek seal/ karet perapat pada injektor
12. Setelah delivery pipe terangkat beberapa tipe engine ada yang sekaligus injektornya sudah terlepas dan ada juga yang belum terlepas.



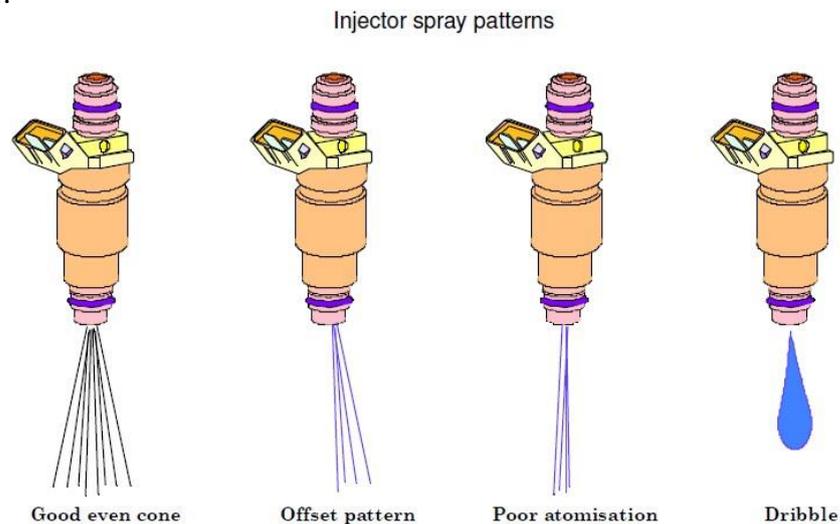
13. Untuk melepas injektor dengan cara menariknya keluar dengan tanpa diputar, hati-hati terhadap seal (O-ring) yang mudah sobek.

Pemeriksaan unit injektor

14. Lakukan pemeriksaan pada injektor mulai dari; tahanan/ resistensi, kondisi seal karet, kerja injektor.



15. Untuk memeriksa kerja injektor pasang injektor dengan kabel socketnya kemudian hubungan injektor dengan baterai 12V, cara ini hanya boleh dilakukan pada jenis injektor yang menggunakan internal resistansi (resistor dalam injektor). Jangan sekali-kali menggunakan ini pada injektor yang tidak tipe resistansi karena dapat merusak solenoid yang ada didalam injektor.
16. Lakukan metode ON-OFF pada injektor selama 3-5 detik untuk memeriksa kinerja injektor.



17. Lakukan pemeriksaan volume semprot injektor dengan perhitungan debit dengan SST (special service tool)
18. Pemasangan kembali sistem bahan bakar EFI adalah kebalikan dari proses atau tahapan pembongkarannya.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

Pemeriksaan tahanan/ resistansi pada komponen sistem bahan bakar EFI;

No.	Nama Komponen	Hasil pemeriksaan Ohm (Ω)	Kesimpulan
1	Injektor nomor 1		
2	Injektor nomor 2		
3	Injektor nomor 3		
4	Injektor nomor 4		
5	Cold Start Injektor (tipe engine tertentu)		
6	Fuel Pump		

Pemeriksaan kondisi bentuk pengkabutan injektor

No.	Injektor Nomor	Kondisi pengkabutan	Kesimpulan

1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	Cold start injektor		

Pemeriksaan debit injektor

No.	Injektor Nomor	ml / detik	ml / menit	standart	Kesimpulan
1	1				
2	2				
3	3				
4	4				
5	Cold start injektor				

F. KESIMPULAN

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

JOB-7	<i>EFI</i> PENGUNAAN ALAT SCANNER	BOBOT 3 SKS
	UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA	

A. TUJUAN :

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Mengoperasikan alat scanner EFI pada kendaraan berteknologi bahan bakar injeksi.
2. Mencari kerusakan sensor maupun aktuator yang terjadi pada mesin menggunakan alat scanner
3. Melakukan eraser/ penghapusan data error/ rusak pada sensor maupun aktuator menggunakan alat scanner
4. Mengetahui tata letak dan jenis konektor yang digunakan pada masing-masing kendaraan yang sedang digunakan.

B. MEDIA / ALAT

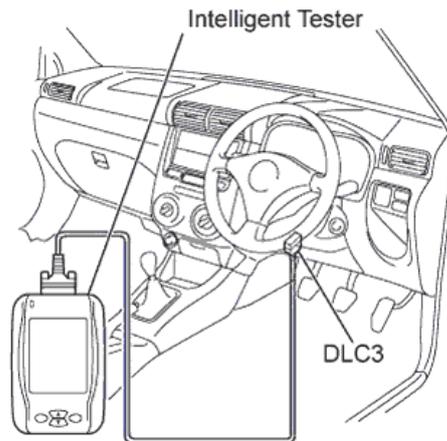
1. Kendaraan Xenia/ Avanza/ Terios : 1 unit
(atau bisa diganti dengan engine stand berkode; mesin 3SZ-VE {4 silinder generasi lama}, mesin EJ-VE {3 silinder}, mesin K3-VE {4 silinder generasi baru})
2. Alat scanner X-Tool : 1 unit
3. Bahan bakar bensin : secukupnya
4. Toolbox : 1 set

C. KESELAMATAN KERJA

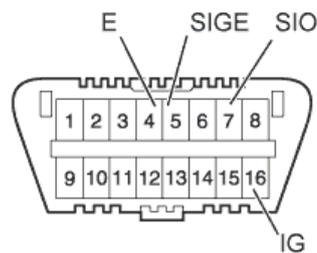
1. Dilarang menghidupkan mesin kendaraan pada ruangan tertutup! agar gas buang kendaraan tidak terakumulasi dalam ruang tersebut yang mana dapat meracuni orang sekitar.
2. Sebelum menghidupkan mesin kendaraan pastikan posisi gigi transmisi berada pada posisi netral dan posisi *hand brake* pada posisi mengunci!
3. Dilarang menyentuh dan memilih menu pada layar *scanner* tipe *touchscreen* dengan tanpa menggunakan *pen stick*, karena dapat merusak layar *scanner*!

D. LANGKAH KERJA

1. Hidupkan mesin kendaraan/ engine stand
2. Hidupkan dan panaskan mesin selama kurang lebih 5 menit dahulu
3. Ambil konektor OBD II (16 pin connector), kemudian pasang pada terminal konektor yang ada dibawah dashboard kemudi mobil Xenia/ Avanza dengan terlebih dahulu melepas penutup dashboard dengan obeng (+)



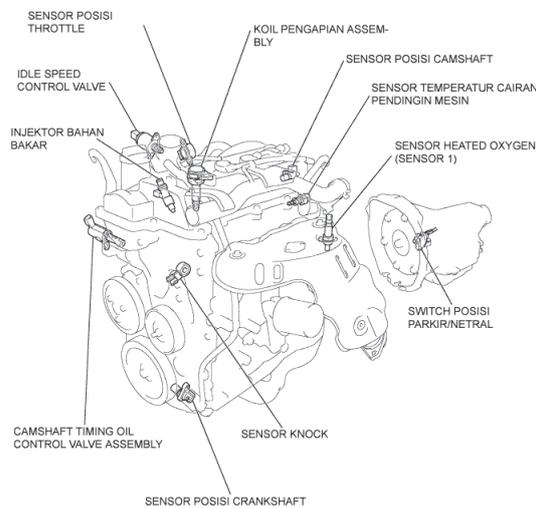
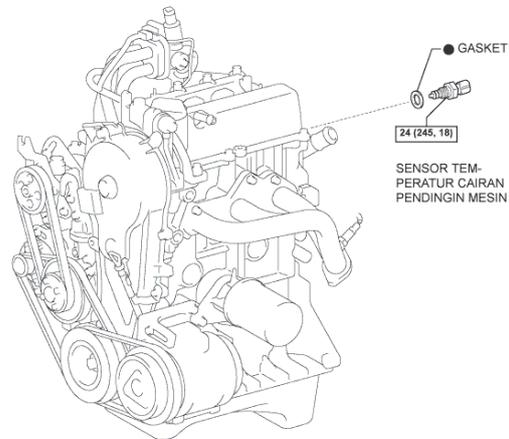
4. Setelah scanner terhubung dengan konektor OBD II maka scanner akan hidup secara otomatis.



T

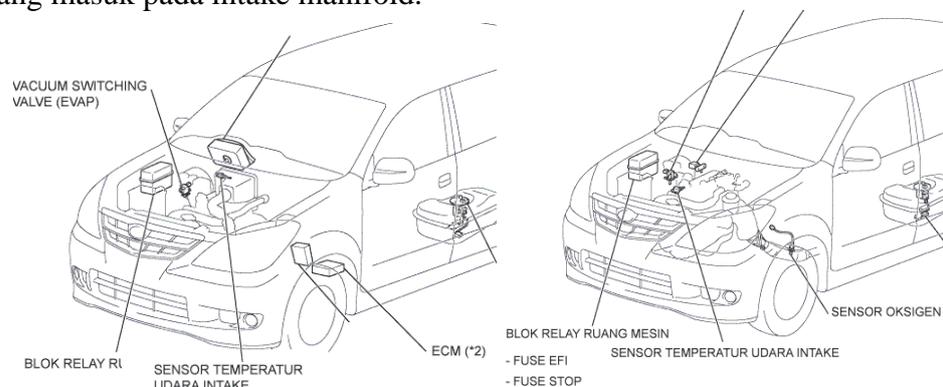
5. Melalui menu yang muncul dalam layar scanner pilih menu Diagnose dengan menekan tombol Enter.
6. Kemudian pilih menu Daihatsu untuk memilih jenis pabrikan kendaraan yang akan diperiksa.
7. Pilih lagi DAIHATSU V6.1 dengan tekan Enter, kemudian tunggu proses komunikasi alat scanner dengan ECU/ ECM.
8. Muncul Menu lagi berbagai aspek yang ingin diperiksa yakni;
 - a. Engine Control System
 - b. Transmission Control System
 - c. Brake Control System
 - d. Electronical Power Steering
9. Pilih Engine Control System untuk mengetahui data-data dan kondisi mesin kendaraan tersebut.
10. Setelah memilih menu Engine Control System, maka akan muncul beberapa menu lagi didalamnya, yakni;
 - a. Read Fault Code, menu ini digunakan untuk mencari tahu sensor atau aktuator manakah yang sedang bermasalah.
 - b. Clear Fault Code, setelah diketahui kerusakan sensor yang mana, ECU/ ECM masih mengingat kerusakan tersebut di memori maka menu ini digunakan untuk menghapusnya.
 - c. Read Data Stream, menu ini digunakan untuk membaca seluruh aktivitas sensor dan aktuator selama mesin bekerja, melalui satuan-satuan tertentu data tersebut ditampilkan, semisal: suhu cairan pendingin dalam derajat Celcius, dan tekanan manifold dalam KPa.
11. Pilih menu Read Fault Code untuk mencari tahu kerusakan pada engine.

12. Jika ternyata tidak terdapat kerusakan pada sensor maupun aktuator maka lakukan simulasi kerusakan dengan cara mencabut salah satu konektor dibawah ini;
- WTS (Water Temperature Sensor), yakni sensor untuk mengetahui suhu air pendingin pada radiator.



Gambar . sensor WTS pada Xenia 3 silinder (kiri) sensor WTS pada Avanza 4 silinder (kanan).

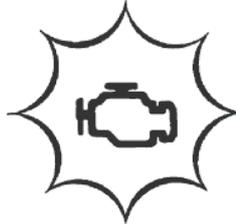
- ATS (Air Temperature Sensor), yakni sensor untuk mengetahui suhu udara yang masuk pada intake manifold.



Gambar . sensor ATS pada Xenia 3 silinder (kiri) sensor ATS pada Avanza 4 silinder (kanan).

13. Kemudian pilih menu Read Fault Code lagi untuk memastikan apakah benar sensor yang anda cabut soketnya tadi terbaca di alat scanner sebagai laporan malfunction/ kerusakan pada sensor tersebut.

14. Setelah terbaca pada alat scanner jenis kerusakan maka coba perbaiki dengan cara memasang kembali sensor yang anda cabut tadi ke tempat semestinya.
15. Perhatikan lampu check engine pada dashboard kendaraan, masih menyala artinya ECU masih mengingat dan melaporkan bahwa pernah terjadi kerusakan pada sensor tersebut.



16. Langkah untuk mengembalikan agar lampu check engine menjadi tidak menyala adalah dengan cara menghapus data error tadi melalui menu Clear Fault Code yang ada pada alat scanner tersebut.
17. Pastikan lampu check engine tidak menyala lagi.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

Berikut adalah tabel sensor yang ada pada sistem EFI;

No.	Nama sensor	Letak dalam engine	Fungsi
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Berikut adalah adalah actuator yang ada pada sistem EFI;

No.	Nama actuator	Letak dalam engine	Fungsi
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Hasil pemeriksaan kerusakan pada sensor/ actuator EFI melalui simulasi kerusakan;

No.	Jenis dan cara gangguan yang dibuat	Efek pada engine	Kode Fault pada scanner
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

F. KESIMPULAN :

.....
...
.....
...
.....
...
.....
...
.....
...

JOB-8	EFI II PEMBACAAN CURRENT DATA	BOBOT 3 SKS
	UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA	

A. TUJUAN :

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa dapat :

1. Mengoperasikan alat scanner EFI pada kendaraan berteknologi bahan bakar injeksi.
2. Menyebutkan dan menjelaskan fungsi masing-masing parameter sensor dan aktuator yang dikontrol oleh ECU
3. Mengetahui tata letak dan jenis konektor yang digunakan pada masing-masing kendaraan yang sedang digunakan.

B. MEDIA / ALAT

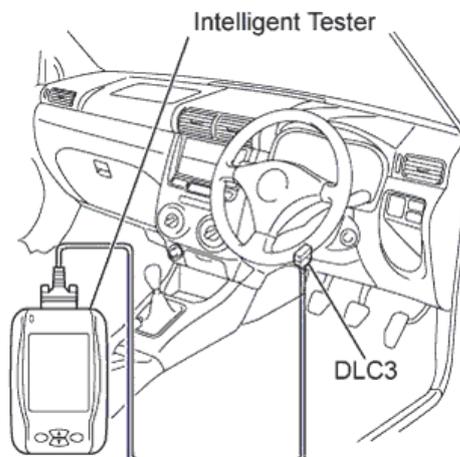
1. Kendaraan Xenia/ Avanza/ Terios : 1 unit
(atau bisa diganti dengan engine stand berkode; mesin 3SZ-VE{4 silinder generasi lama}, mesin EJ-VE {3 silinder}, mesin K3-VE {4 silinder generasi baru})
2. Alat scanner Launch X-431 : 1 unit koper
3. Bahan bakar bensin : secukupnya
4. Obeng + : 1 buah

C. KESELAMATAN KERJA

1. Dilarang menghidupkan mesin kendaraan pada ruangan tertutup! agar gas buang kendaraan tidak terakumulasi dalam ruang tersebut yang mana dapat meracuni orang sekitar.
2. Sebelum menghidupkan mesin kendaraan pastikan posisi gigi transmisi berada pada posisi netral dan posisi *hand brake* pada posisi mengunci!
3. Dilarang menyentuh dan memilih menu pada layar *scanner* tipe *touchscreen* dengan tanpa menggunakan *pen stick*, karena dapat merusak layar *scanner*!

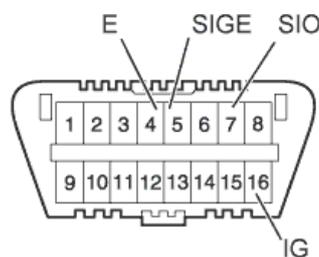
D. LANGKAH KERJA

1. Siapkan satu unit koper berisi alat scanner berikut kabel konektornya.
2. Hidupkan mesin kendaraan/ engine stand panaskan selama kurang lebih 5 menit dahulu
3. Ambil konektor OBD II (16 pin connector), kemudian pasang pada terminal konektor yang ada dibawah dashboard kemudi mobil Xenia/ Avanza dengan terlebih dahulu melepas penutup dashboard dengan obeng (+)



4. Hidupkan alat *scanner* dengan menekan tombol power

5. Dengan menggunakan pen stick pilih menu *Start GAG*, jangan menyentuh dan memilih menu pada layar scanner dengan tanpa menggunakan *pen stick*
6. Pilih *GD Scan*
7. Pilih *Start*
8. Pilih jenis pabrikan dengan menu *Select vehicle*
9. Pilih lambang Toyota jika kendaraan yang digunakan adalah Avanza atau Xenia, hal ini dilakukan karena sebenarnya Avanza dan Xenia adalah 2 jenis kendaraan yang dibuat di satu pabrik yang sama yakni Daihatsu.
10. Pilih Toyota/ Lexus V26.00 *All System*
11. Tunggu sebentar, lalu pilih OK
12. Kemudian akan muncul 3 jenis pilihan regional dimana mobil tersebut dipasarkan yakni;
 - a. *Europe*
 - b. *American*
 - c. *Japan*
13. Pilih jenis mobil Japan, karena mobil tersebut adalah buatan Jepang dan diperuntukkan pada pasar asia.
14. Setelah itu akan muncul lagi 3 pilihan untuk menentukan jenis konektor OBD, yakni:
 - a. *17 pin connector*
 - b. *17 pin connector special*
 - c. *16 pin connector*
15. Pilih *16 pin connector*, karena kendaraan tersebut sudah menggunakan generasi slot komunikasi DLC 3 atau biasa disebut dengan OBD II.



16. Pilih engine, karena kita akan memeriksa kondisi mesin kendaraan.
17. Setelah itu akan muncul 2 pilihan, yakni;
 - a. *Diesel*
 - b. *Gasoline*
18. Pilih gasoline engine, karena kendaraan tersebut berbahan bakar bensin
19. Pilih yes, maka akan muncul 4 pilihan yakni;
 - a. Read Fault Data, untuk mengetahui bagian manakah sensor atau aktuator yang mengalami kerusakan
 - b. Erase Fault Data, setelah diketahui kerusakan sensor yang mana, ECU/ ECM masih mengingat kerusakan tersebut di memori maka menu ini digunakan untuk menghapusnya.
 - c. Read Current Data, menu ini digunakan untuk membaca seluruh aktivitas sensor dan aktuator selama mesin bekerja, melalui satuan-satuan tertentu data tersebut ditampilkan, semisal: suhu cairan pendingin dalam derajat Celcius, dan tekanan manifold dalam KPa.
 - d. Actuator Test, digunakan untuk mengecek dan mengetes fungsi dan cara kerja aktuator, melalui komunikasi antara alat scanner dengan ECU/ ECM.

20. Pilih menu Read Current Data untuk membaca seluruh aktivitas sensor dan aktuator selama mesin bekerja, melalui satuan-satuan tertentu data tersebut ditampilkan, semisal: suhu cairan pendinginan dalam derajat Celcius, dan tekanan manifold dalam KPa.
21. Tulis semua parameter-parameter yang terbaca dalam alat scanner dalam tabel dibawah ini.

E. DATA HASIL PRAKTIKUM

Hasil pembacaan data beberapa sensor;

No.	Parameter	Nilai besaran (dalam satuan tertentu yang terbaca di alat scanner)	Nilai besaran dalam satuan yang lain	Sensor yang bertugas melakukan pengukuran
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

F. KESIMPULAN

.....

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1987. *Electronic N Step*, Japan, Nissan Motor CO Ltd
- _____, 2000. *Toyota New Step 1*,: Toyota astra Motor
- Bell, Graham A., 1999, *Performance Tuning in Theory and Practice Four-Stroke*, Haynes Foulis Publisher, New South Wales Australia.
- Borman, G., & Nishiwaki, K. (1987). Internal-combustion engine heat transfer. *Progress in energy and combustion science*, 13(1), 1-46.
- Branyon, D. P., & Eubanks, J. D. (2005). *U.S. Patent No. 6,952,923*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Garet. TK, dkk, 2001. *The Motor Vehicle*. Reston: Reston Publishing Co. Inc
- Heywood, J.B, 1989, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- John B. Heywood, (1993). *Internal Combustion Engine Fundamental*, New York, Mc Graw Hill Book
- Lapuerta, M., Armas, O., & Rodriguez-Fernandez, J. (2008). Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. *Progress in energy and combustion science*, 34(2), 198-223.
- Manual service kendaraan (menyesuaikan)
- Oshiage, K., Takizawa, S., Kurihara, N., & Mouri, Y. (1988). *U.S. Patent No. 4,727,838*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Pramanik, K. (2003). Properties and use of *Jatropha curcas* oil and diesel fuel blends in compression ignition engine. *Renewable energy*, 28(2), 239-248.
- Scuderi, C. J. (2003). *U.S. Patent No. 6,609,371*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Sullivan, K.R, *Automotive Electrical System*, Toyota Technical Training, USA.
- Soul, D. F. (2009). *U.S. Patent Application No. 11/278,320*.
- Sukoco, & Zaenal A. 2008. *Teknologi Motor Diesel*. ALFABETA: Bandung
- Taylor, C. F. (1985). *The Internal-combustion Engine in Theory and Practice: Combustion, fuels, materials, design* (Vol. 2). MIT press
- Toyota Astra. 1995. *Materi Pelajaran Engine Group/NEW STEP*: Jakarta
- Watson, N., & Janota, M. (1982). *Turbocharging the internal combustion engine*. Macmillan International Higher Education.
- Woschni, G. (1967). *A universally applicable equation for the instantaneous heat transfer coefficient in the internal combustion engine* (No. 670931). SAE Technical paper.

GLOSARIUM

No.	Istilah	Pengertian
1	Actuator	Sebuah perangkat pada sistem EFI yang berfungsi untuk melaksanakan perintah yang diberikan oleh ECU
2	Cam Shaft	Poros berputar yang dihubungkan dengan crankshaft yang berfungsi untuk mengatur mekanisme gerakan katup, dan memiliki perbandingan rasio putar 1/2 dengan putaran crankshaft
3	Choke	Sistem pada karburator untuk membantu menghidupkan motor bensin yang susah hidup saat suhu dingin
4	CKP	Sensor elektronik pada motor berteknologi EFI yang bertugas mendeteksi putaran crankshaft
5	close circuit	Istilah dalam rangkaian elektronika untuk menyebut kondisi dimana rangkaian dapat teraliri listrik dikarenakan semua hubungan antar komponen kelistrikan didalam sistem tersambung dengan baik
6	CMP	Sensor elektronik pada motor berteknologi EFI yang bertugas mendeteksi putaran camshaft
7	Crank Shaft	Poros berputar yang dihubungkan dengan connecting rod masing-masing piston.
8	D-EFI	Durk adalah sebuah kata dalam bahasa Jerman yang berarti tekanan
9	Dimmer	Mode lampu kepala untuk memberi kode atau peringatan kepada pengemudi lain didepannya
10	Duty	Lamanya sebuah sinyal digital saat ON, dimana pada mode digital hanya mengenal dua posisi yakni ON dan OFF
11	Dwell Timing	Lamanya platina menutup, atau dengan kata lain lamanya arus primer pada koil pengapian menjadi magnet
12	ECU	Electronic Control Unit sebuah perangkat pada motor EFI yang bertugas memproses data
13	Firing Order	Urutan penyalaan busi pada masing-masing piston pada motor dengan multisilinder
14	Flasher	Sebuah perangkat elektronik yang bertugas membuat nyala lampu sein atau tanda belok berkedip
15	Fuel Pump	Pompa bahan bakar yang biasanya terletak di jalur sistem aliran bahan bakar
16	Hi	Mode lampu kepala untuk menyinari jarak jauh
17	Ignition	Penyalaan pembakaran pada campuran bahan bakar dan udara
18	Ignition Timing Advance	Pengajuan derajat waktu pengapian pada sebuah motor dimana dilakukan sebelum TMA
19	Initial Timing Ignition	Derajat pengapian pada motor dengan tidak melibatkan kerja Ignition Timing Advance
20	Injektor	Komponen pada sistem bahan bakar EFI yang memiliki fungsi untuk mengkabutkan bahan bakar dari bentuk cairan menjadi butiran-butiran kecil
21	ISC	Idle speed control sebuah aktuator untuk mengatur banyaknya udara yang masuk ke intake manifold tanpa harus melalui thortle valve/ katup bukaan gas
22	L-EFI	Luft adalah sebuah kata dalam bahasa Jerman yang berarti udara
23	Lo	Mode lampu kepala untuk menyinari jarak dekat

24	MAF sensor	Sebuah sensor pada motor berteknologi EFI yang bertugas mendeteksi tekanan udara didalam intake manifold
25	MAP sensor	Sebuah sensor pada motor berteknologi EFI yang bertugas mendeteksi aliran udara didalam intake manifold
26	open circuit	Istilah dalam rangkaian elektronika untuk menyebut kondisi dimana rangkaian tidak dapat teraliri listrik dikarenakan beberapa alasan semisal karena saklar dalam posisi OFF, atau ada salah satu kabel di sistem yang terputus
27	Rasio Kompresi	Perbandingan volume ruang bakar yang dibentuk oleh piston saat berada posisi TMB dengan saat piston berada di posisi TMA
28	Sein	Lampu tanda belok
29	Sensor	Sebuah perangkat pada sistem EFI yang berfungsi untuk mengumpulkan data-data parameter yang dibutuhkan oleh ECU
30	Short circuit	Istilah dalam rangkaian elektronika untuk menyebut kondisi dimana rangkaian kelistrikan mengalami peristiwa hubungan pendek, dimana arus listrik mengalir dalam sistem dengan tanpa suatu hambatan yang menyebabkan arus listrik yang mengalir meningkat pesat menjadi tidak terhingga sehingga menyebabkan terbakarnya komponen
31	TMA	Titik mati atas atau titik derajat dimana piston sudah pada posisi paling atas
32	TMB	Titik mati bawah atau titik derajat dimana piston sudah pada posisi paling bawah