

## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Modifikasi *Engine Stand***

Kata modifikasi berasal dari bahasa inggris yaitu modification. Kata modifikasi memiliki beberapa pengertian dari beberapa sumber dibawah ini :

1. Modify : 1 memodifikasi, mengubah, 2 membatasi, 3 mengurangi  
(Handoko. P , Kamus Inggris-Indonesia, hal. 146)
2. Modification : modifikasi, perubahan (Handoko. P , Kamus Inggris-  
Indonesia, hal. 146)
3. Modifikasi : 1 perubahan, 2 pergantian atau penambahan sesuatu (KBBI,  
hal. 653)

Inti pengertian dari modifikasi adalah merubah dari kondisi semula. Modifikasi sistem kelistrikan mesin *engine stand* berarti perubahan yang dilakukan pada sistem kelistrikan mesin *engine stand* baik kecil ataupun besar yang membuat kondisinya berbeda dari kondisi sebelumnya.

#### **B. Sistem Kelistrikan Kendaraan Bermotor/Mobil**

Sistem kelistrikan merupakan bagian yang sangat penting pada suatu kendaraan, karena sistem ini berhubungan dengan sistem yang lain untuk melengkapi sistem kerjanya. Arus listrik mengalir melalui suatu rangkaian tertutup, yaitu rangkaian yang tidak berpangkal dan tidak berujung. Kerusakan dan gangguan pada sistem kelistrikan mobil cukup banyak penyebabnya, sehingga untuk mengatasinya tidaklah sulit jika kita

mengetahui dasar-dasar kerja sistem kelistrikan tersebut. (Daryanto, 2004: 12).

Komponen-komponen yang terdapat pada sistem kelistrikan mesin kendaraan bermotor/mobil diantaranya :

1. Jaringan Kabel
2. Sistem Pengapian
3. Sistem Starter
4. Sistem Pengisian
5. Meter Kombinasi dan indikator
6. Komponen Pelindung

Penggunaan *wiring diagram* memudahkan untuk mencari letak komponen/sistem yang ada pada kendaraan. Simbol-simbol pada *wiring diagram* dapat dilihat dibagian lampiran untuk mempermudah dalam pembacaan *wiring*. Tugas akhir modifikasi sistem kelistrikan mesin pada media pembelajaran *engine stand* Toyota Corona 3S-FE menggunakan *ECU* 7K-E ini memodifikasi sistem kelistrikan yang baru, yaitu menggunakan sistem kelistrikan mesin milik kijang 7K-E karena memiliki kesamaan pada sistem kelistrikannya. Hanya saja untuk komponen *igniter* pada distributor *engine* Toyota Corona 3S-FE letaknya di luar distributor namun fungsinya tetap sama.

### C. Komponen Kelistrikan *Engine Stand*

Kelistrikan mesin yaitu sistem kelistrikan yang dipergunakan untuk menghidupkan mesin serta mempertahankannya agar tetap hidup. Bagian-

baginya terdiri dari baterai yang mensuplai listrik ke komponen kelistrikan lainnya, sistem pengisian yang mensuplai listrik ke baterai, sistem starter yang memutarkan mesin pertama kali, sistem pengapian yang membakar campuran udara dengan bahan bakar yang dihisap ke dalam silinder, dan perlengkapan kelistrikan lainnya (Anonim, 1995: 6-1).

Sistem-sistem yang terdapat pada kelistrikan mesin diantaranya :

1. Jaringan kabel

Jaringan kabel yaitu sekelompok kabel-kabel yang masing-masing terisolasi, menghubungkan ke komponen-komponen dan melindungi komponen-komponen sirkuit, dan sebagainya. Semua jaringan kabel disatukan menjadi satu unit untuk mempermudah penghubungan antara komponen-komponen kelistrikan dari suatu kendaraan (Anonim, 1995: 6-39).

2. Sistem pengapian

Sistem pengapian berfungsi untuk menghasilkan loncatan bunga api untuk membakar campuran bahan bakar dengan udara yang telah dikompresikan di dalam silinder. Ada bermacam-macam sistem pengapian yang digunakan pada kendaraan. Ada yang menggunakan sistem pengapian dengan kontak platina yang sering dikenal dengan sistem pengapian konvensional, ada yang menggunakan sistem pengapian elektronik, dan ada yang menggunakan sistem pengapian terbaru tanpa *distributor* yang biasa disebut dengan sistem pengapian *Distributorless Ignition Sistem* (Anonim, 1995: 6-12).

### a. Syarat Sistem Pengapian

Fungsi dasar sistem pengapian adalah untuk membangkitkan bunga api yang dapat membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Oleh karena itu sistem pengapian harus memenuhi syarat sebagai berikut.

#### 1) Bunga api yang kuat

Pada saat campuran bahan bakar dan udara dikompresikan di dalam silinder, sangat sulit bagi bunga api untuk melewati udara (ini disebabkan udara mempunyai tahanan listrik dan tahanan ini naik pada saat udara dikompresikan). Dengan alasan ini, maka tegangan yang diberikan pada busi harus cukup tinggi untuk dapat membangkitkan bunga api yang kuat diantara elektroda busi.

#### 2) Saat pengapian yang tepat

Untuk menperoleh pembakaran campuran udara dan bahan bakar yang paling efektif, harus dilengkapi beberapa peralatan tambahan yang dapat merubah-rubah saat pengapian sesuai dengan putaran dan beban mesin.

#### 3) Ketahanan yang baik

Apabila sistem pengapian tidak bekerja, maka mesin akan mati. Oleh karena itu, sistem pengapian harus mempunyai ketahanan yang cukup untuk menahan getaran dan panas yang dibangkitkan oleh mesin. (Anonim, 2001: 1).

### b. Jenis-jenis Sistem Pengapian

Pada motor bensin terdapat berbagai jenis sistem pengapian yang digunakan dan yang membedakan antara jenis pengapian ini adalah pada sistem pemutus arus primer pada koil agar terjadi induksi pada sekunder koil. Jenis-jenis pengapian adalah sebagai berikut.

#### 1) Sistem pengapian elektronik

Sistem pengapian ini memanfaatkan transistor untuk memutus dan mengalirkan arus primer koil. Jika pada sistem pengapian konvensional pemutus arus primer koil dilakukan secara mekanis dengan membuka dan menutup kontak pemutus, maka pada sistem pengapian elektronik pemutus arus primer koil dilakukan secara elektronik melalui satu power transistor yang difungsikan sebagai saklar (Anonim, 2009: 335).

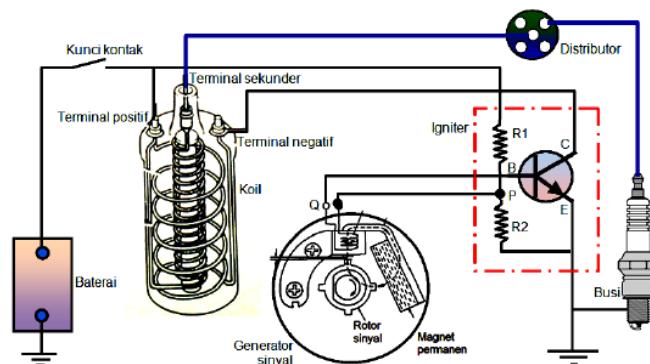
##### a) Sistem pengapian transistor

Sistem *solid-state transistorized ignition* (yang selanjutnya disebut pengapian transistor) yang dikembangkan untuk menghapuskan perlunya pemeliharaan, yang pada akhirnya mengurangi biaya pemeliharaan bagi pemakai. Pada sistem pengapian transistor, sinyal generator dipasang di dalam distributor untuk mengantika *breaker point* dan *cam*. Sinyal generator membangkitkan tegangan untuk mengaktifkan transistor pada *ignition coil*. Transistor yang

digunakan untuk memutus aliran arus primer tidak mengadakan kontak logam dengan logam, sehingga tidak terjadi keausan dan penurunan tegangan sekunder (Anonim, 1994: 35). Pembangkit pulsa pada sinyal generator memiliki beberapa tipe yaitu sebagai berikut :

(1) Tipe *induktif*

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. Seperti dipelihatkan pada gambar 1 di bawah ini (Anonim, 2009: 230-341).

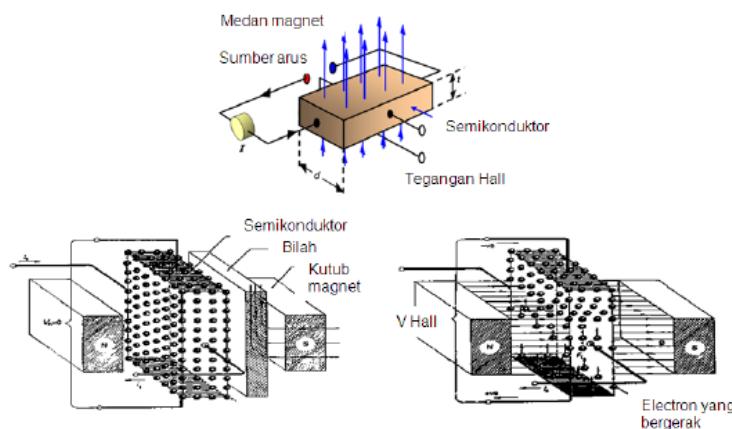


Gambar 1. Diagram Pengapian *Transistor* Tipe Induktif  
(Anonim, 2009: 340)

(2) Tipe *Hall effect*

Tipe *Hall effect* adalah nama yang diberikan

berdasarkan *Hall* yang menemukan *effect* ini pada tahun 1879. Sistem pengapian *Hall effect* adalah sistem pengapian yang menggunakan semi konduktor tipis berbentuk garis pembangkit pulsa untuk mengaktifkan *power transistor*. Model *Hall effect* seperti dipelihatkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Prinsip *Hall Effect*  
(Anonim, 2009 : 343-344)

Apabila bahan semi konduktor dialiri dengan arus listrik dari sisi kiri ke kanan dan semi konduktor tersebut berada dalam suatu medan magnet, maka pada arah tegak lurus terhadap aliran arus itu akan timbul tegangan yang disebut dengan tegangan Hall ( $V_H$ ). Pada gambar di atas dapat dilihat apabila medan magnet yang dihalangi dengan menggunakan plat logam, maka medan magnet tidak bisa melewati semi konduktor, dengan begitu tegangan hall akan menuju titik nol dalam hal ini  $V_H = 0$ .

Apabila penghalang plat logam dihilangkan, maka magnet akan dengan mudah melewati semi konduktor dan akan terjadi yang di sebut dengan tegangan hall  $V_h \neq 0$  (Anonim, 2009: 343-344).

b) Sistem pengapian IIA

IIA adalah sistem pengapian dari integrated ignition assemblu. IIA secara garis besar merupakan sistem pengapian full transistor akan tetapi IIA igniter dan ignition coil dipasang di dalam distributor (Anonim, 1994: 42).

c) Sistem pengapian ESA

ESA adalah singkatan dari *Elektronic Spark Advancer*. Dalam sistem ini, harga saat pengapian optimum disimpan dalam engine control computer untuk setiap kondisi mesin. Sistem ini bekerja mendekksi kondisi mesin (putaran mesin, aliran udara masuk, temperatur mesin, dan lain-lain) berdasarkan sinyal dari setiap sensor mesin, selanjutnya menentukan saat pengapian yang optimum sesuai dengan kondisi mesin dengan mengirim sinyal pemutusan arus primer ke igniter yang mengontrol saat pengapian (Anonim, 1994 :43).

d) Sistem pengapian DLI

Sistem pengapian DLI (*Distributor Less Ignition*) yaitu pengapian tanpa distributor. Pada sistem pengapian transistor

yang lama, tegangan tinggi dibangkitkan oleh satu koil pengapian yang didistribusikan setiap busi oleh distributor. DLI adalah suatu sistem pengapian motor bensin yang tidak menggunakan distributor, pada toyota sistem ini mempergunakan sebuah koil pengapian untuk setiap dua buah busi. ECU mendistribusikan arus primer ke tiap koil pengapian secara langsung dan menyebabkan busi melompatkan bunga api (Anonim, 1994: 44).

### c. Komponen Sistem Pengapian

Sistem pengapian terdiri dari beberapa komponen yang saling terintegrasi dan berpengaruh satu sama lain untuk menghasilkan percikan bunga api yang sesuai dengan syarat pengapian. Komponen-komponen sistem pengapian yaitu sebagai berikut.

#### 1) Baterai

Baterai adalah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampulampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang membutuhkannya. Karena di dalam proses baterai kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali ke dalam baterai (yang disebut pengisian). Baterai menyimpan listrik dalam bentuk energi,

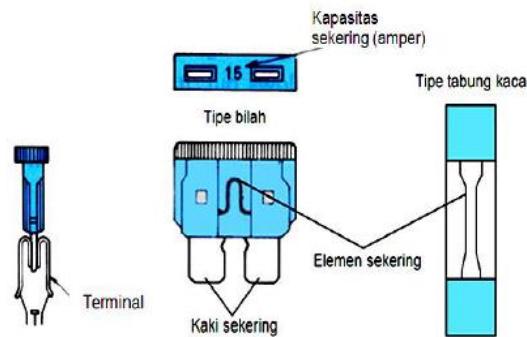
siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi berulang kali secara terus menerus.

Di dalam baterai mobil terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat-plat tersebut dibuat dari timah atau berawal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah, Ruangan di dalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil) dan di dalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam di dalam elektrolit. Sedangkan tegangan accu ditentukan oleh jumlah daripada sel baterai, di mana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan kira-kira 2 sampai 2,1 volt. Tegangan listrik yang terbentuk sama dengan jumlah tegangan listrik tiap-tiap sel. Jika baterai mempunyai enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt (Anonim, 1995 :6-2).

## 2) Sekring atau *fuse*

Komponen pengaman terdiri dari sekring (fuse), fusible link dan circuit breaker digunakan sebagai komponen-komponen yang melindungi sirkuit. Komponen-komponen ini disisipkan ke dalam sirkuit kelistrikan dan sistem kelistrikan untuk melindungi kabel-kabel dan connector yang digunakan dalam sirkuit sebagai pencegah timbulnya kebakaran oleh arus yang berlebihan atau hubungan singkat (Anonim, 1995: 6-42).

Sekring memiliki dua tipe yaitu tipe *blade* dan tipe *cartridge*. Kedua tipe sekring tersebut dapat digambarkan pada Gambar 3. Tipe *blade* adalah sekring yang paling banyak digunakan.



Gambar 3. Tipe *Blade* dan *Cartridge*  
(Anonim, 2009: 126)

Terlihat bahwa pada gambar 3 di atas tipe sekring *blade* dirancang lebih kompak dengan elemen metal dan rumah pelindung yang tembus pandang serta diberi warna untuk menunjukkan tingkatan arusnya. Kode warna untuk setiap tingkatan arus dapat dijelaskan melalui tabel 1.

Tabel 1. Kode Warna Kapasitas Sekring

Warna	Kapasitas
Coklat Kekuning-kuningan	5 Ampere
Coklat	7,5 Ampere
Merah	10 Ampere
Biru	15 Ampere
Kuning	20 Ampere
Putih	25 Ampere
Hijau	30 Ampere

(Anonim, 1995: 6-42)

### 3) Kunci kontak

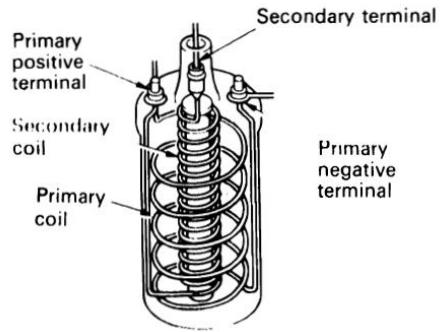
Kunci kontak pada sistem pengapian berfungsi untuk memutus atau menghubungkan arus dari baterai ke sistem pengapian. Dengan fungsi tersebut, kunci kontak juga berfungsi untuk mematikan mesin, karena dengan tidak aktifnya sistem pengapian maka mesin tidak akan hidup karena tidak ada yang memulai pembakaran pada ruang bakar motor bensin. (Anonim, 2009: 314-315).



Gambar 4. Kunci Kontak  
(Anonim, 2009: 314)

### 4) Koil pengapian (*Ignition coil*)

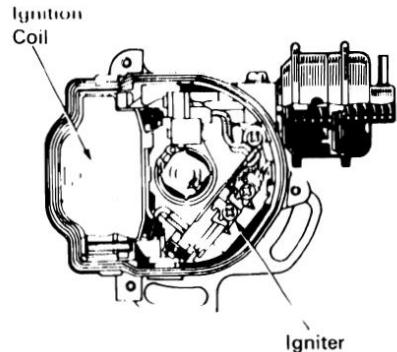
Koil pengapian berfungsi merubah arus listrik 12V yang diterima dari baterai menjadi tegangan tinggi antara 10KV atau lebih untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi. Kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang sangat tinggi dengan cara induksi elektromagnet atau induksi magnet listrik (Anonim, 1995: 6-14).



Gambar 5. Konstruksi Koil Pengapian  
(Anonim, 1995: 6-14)

##### 5) Distributor

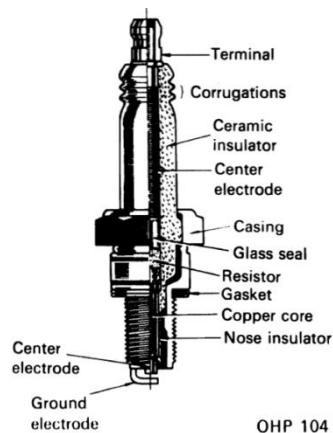
Distributor pada sistem pengapian berfungsi untuk mendistribusikan atau membagi-bagikan tegangan tinggi yang dihasilkan oleh koil ke tiap-tiap busi sesuai dengan urutan penyalaan. Pada distributor dengan sistem pengapian model konvensional, terdapat beberapa komponen lain misalnya kontak pemutus, *cam*, *vakum advancer*, *sentrifugal advancer*, *rotor*, dan kondensor. Pada distributor dengan sistem pengapian elektronik, di dalam distributor tidak ada lagi kontak pemutus. Sebagai penggantinya adalah komponen penghasil pulsa yang terdiri dari *rotor*, *pick up coil*, dan magnet permanen untuk pengapian sistem induktif. Pada sistem pengapian dengan pembangkit pulsa model *Hall effect*, terdapat bilah rotor, magnet, dan *IC Hall*.



Gambar 6. Distributor  
(Anonim, 1995: 6-17)

#### 6) Busi

Busi dipasang di tiap ruang pembakaran pada kepala silinder untuk membakar campuran udara bahan bakar di dalam silinder dengan cara memercikan bunga api di antara elektroda positif dan elektroda negatif. Percikan api ini berasal dari tegangan tinggi yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil.



Gambar 7. Busi  
(Anonim, 1995: 6-19)

Busi terdiri dari tiga komponen utama yaitu *electrode*, *insulator* dan *casing*. Electrode terdiri dari central electrode dan ground electrode. Karena tegangan tinggi yang diinduksikan pada kumparan sekunder koil disalurkan ke elektroda tengah busi, maka percikan api akan terjadi pada celah busi. Celah busi umumnya berkisar 0.7~1.1 mm. Bahan untuk membuat elektroda harus kuat, tahan panas dan tahan karat sehingga materialnya terbuat dari nickel atau paduan platinum. Dalam hal tertentu, karena pertimbangan radiasi panas, elektroda tengah bisa terbuat dari tembaga.

Diameter elektroda tengah umumnya adalah 2,5 mm untuk mencegah terjadinya percikan api yang kecil dan untuk meningkatkan untuk kerja pengapian, beberapa elektroda tengah mempunyai diameter kurang dari 1 mm atau pada elektroda massanya berbentuk alur U. Insulator berfungsi untuk menghindari terjadinya kebocoran tegangan pada elektroda tengah atau inti busi, sehingga bagian ini mempunyai peranan yang penting dalam menentukan unjuk kerja pengapian. Karena itu, insulator mempunyai daya isolasi yang cukup baik terhadap listrik, tahan panas, kuat dan stabil. Insulator ini terbuat dari keramik yang mempunyai daya sekat yang baik serta mempunyai penyangga untuk mencegah terjadinya loncatan api dari tegangan tinggi.

*Casing* berfungsi untuk menyangga *insulator* keramik dan juga sebagai *mounting* busi terhadap mesin. (Anonim, 1995: 6-20)

#### 7) *Igniter*

*Igniter* terdiri dari sebuah *detector* yang mendekati EMF yang digerakkan oleh *signal generator*, *signal amplifier* dan *power transistor*, yang melakukan pemutusan arus *primer ignition coil* pada saat yang tepat sesuai dengan *signal* yang diperkuat. Pengaturan *dwell angle* untuk mengoreksi *primary signal* sesuai dengan bertambahnya putaran mesin disatukan di dalam igniter. Beberapa tipe *igniter* dilengkapi dengan sirkuit pembatas arus *current limiting circuit* untuk mengatur arus primer maksimum (Anonim, 1994: 37).

#### 8) *Signal Generator*

*Signal generator* adalah semacam generator AC (arus bolak balik) berfungsi untuk menghidupkan power transistor di dalam igniter untuk memutuskan arus primer koil pengapian pada saat pengapian yang tepat. Signal generator memiliki peran untuk menggantikan platina pada pengapian konvensional untuk memutuskan arus primer (Anonim, 1994: 36).

### 9) Kabel tegangan tinggi

Kabel tegangan tinggi berfungsi untuk mengalirkan tegangan tinggi dari koil terminal sekunder ke tutup distributor dan selanjutnya akan diteruskan ke tiap-tiap busi sesuai nomer urut pembakaran. Kabel pengantar tengah ini dibuat dari rangkaian kawat tembaga atau karbon yang dicampur dengan fiber sehingga mempunyai tahanan yang tetap dan konstan atau yang disebut dengan kabel *Television Radio Suppression*.



Gambar 8. Kabel Tegangan Tinggi  
(Anonim, 2009:324)

### 3. Sistem Starter

Motor *starter* yang digunakan pada *automobile* dilengkapi dengan *magnetic switch* yang memindahkan gigi yang berputar untuk berkaitan atau lepas dari *ring gear* yang dipasangkan mengelilingi *fly wheel* yang dibaut pada poros engkol. Ada dua tipe motor *starter* yang digunakan pada kendaraan atau *truck-truck* kecil, yaitu motor *starter* tipe konvensional dan tipe reduksi. Pada umumnya motor *starter* digolongkan berdasarkan *output* nominalnya dalam KW makin besar *output* makin besar kemampuan *starter* (Anonim, 1995: 6-26).

#### 4. Sistem Pengisian

Fungsi baterai pada automobile adalah untuk mensuplai kebutuhan listrik pada komponen-komponen listrik pada mobil tersebut seperti motor starter, lampu-lampu besar dan penghapus kaca. Namun demikian kapasitas baterai sangat terbatas, sehingga tidak akan dapat mensuplai tegangan listrik secara terus menerus.

Baterai harus selalu terisi penuh agar dapat mensuplai kebutuhan listrik setiap waktu yang diperlukan oleh tiap-tiap komponen listrik. Untuk itu pada mobil diperlukan sistem pengisian yang akan memproduksi listrik agar baterai selalu terisi penuh. Sistem pengisian akan memproduksi listrik untuk mengisi kembali baterai dan mensuplai kelistrikan ke komponen yang memerlukannya pada saat mesin dihidupkan. Sebagian besar mobil dilengkapi dengan alternator yang menghasilkan arus bolak-balik yang lebih baik dari pada dinamo uang menghasilkan arus searah dalam haltenaga listrik yang dihasilkan maupun daya tahannya (Anonim, 1995: 6-31).

#### 5. Meter Kombinasi dan Alat Pengukur

Instrumen disusun pada papan panel *dashboard* yang letaknya dibagian depan tempat duduk pengemudi untuk mengetahui keadaan kendaraan dengan mudah. Instrumen panel memberitahukan kepada pengemudi secara terperinci dan menunjukkan kondisi kendaraan saat itu oleh meter-meter atau alat pengukur dan lampu indikator (Anonim, 1995: 6-54).

Alat pengukur terdiri dari sebuah *sender* dan sebuah *receiver*. *Sender* melakukan pengukuran dan *receiver* menunjukkan hasil pengukuran.

a. *Tachometer*

*Tachometer* mengukur kecepatan putaran mesin dan menunjukkan putaran per menit. *Tachometer* tipe pulsa paling banyak digunakan. (Anonim, 1995: 6-56)

b. Alat pengukur temperatur air pendingin

Alat pengukur temperatur air pendingin yang menunjukkan temperatur air pendingin di dalam jaket air pendingin mesin. Tipe bimetal-resistance umumnya yang paling banyak digunakan.

c. Alat pengukur bahan bakar

Alat pengukur bahan bakar ini menunjukkan banyaknya sisa bahan bakar di dalam tangki bahan bakar. Tipe pengukur ini sama dengan tipe pengukur temperatur air pendingin. Tipe bimetal-resistance dan tipe cross coil umumnya yang paling banyak digunakan. (Anonim, 1995: 6-57)

d. Pengukur Tekanan Oli

Pengukur tekanan oli menunjukkan tekanan pelumasan di dalam mesin untuk memudahkan mendeteksi kekurangan dalam sistem pelumasan.Umumnya paling banyak digunakan tipe bimetal-bimetal.