

## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Sistem Pengapian**

Sistem pengapian adalah suatu sistem yang ada dalam setiap motor bensin, digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh piston di dalam silinder. Pada motor bensin campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar karena adanya percikan api dari busi, percikan busi tersebut dapat terjadi karena adanya sistem pengapian.

Menurut Daryanto (2002), sistem pengapian kendaraan merupakan sistem yang berfungsi untuk menghasilkan percikan bunga api yang kuat dan tepat pada busi untuk memulai proses pembakaran. Percikan bunga api yang muncul pada busi harus terjadi di saat yang tepat (pada akhir langkah kompresi) untuk menjamin pembakaran yang baik walaupun kecepatan berubah-ubah, tetapi mesin tetap bekerja dengan halus dan ekonomis.

Syarat sistem pengapian :

##### **1. Bunga api yang kuat**

Pada saat campuran udara dan bahan bakar di kompresikan di dalam silinder, sangat sulit bagi bunga api untuk melewati udara (hal ini disebabkan karena udara mempunyai tahanan listrik dan efeknya tahanan ini akan naik pada saat udara dikompresikan). Dengan alasan ini, maka tegangan yang diberikan pada busi harus cukup tinggi untuk dapat membangkitkan bunga api yang kuat di antara elektroda busi. (Anonim, 1994)

## 2. Saat pengapian yang tepat

Untuk memperoleh pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang paling efektif, harus dilengkapi beberapa peralatan tambahan yang dapat mengubah-ubah saat pengapian sesuai dengan rpm dan beban mesin (perubahan sudut poros engkol dimana masing-masing busi menyala). (Anonim, 1994)

## 3. Ketahanan yang cukup

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, demikian juga tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri. (Anonim, 1994)

# B. Jenis Sistem Pengapian

## 1. Sistem Pengapian Konvensional

Motor bensin 4 langkah tiap siklusnya terdiri dari 4 langkah piston dimana satu kali langkah adalah bergerak piston dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) atau sebaliknya. Pada langkah hisap piston bergerak dari TMA menuju TMB, sedangkan posisi katup masuk terbuka dan posisi katup buang tertutup, sehingga piston akan menghisap campuran bensin dan udara masuk kedalam silinder. Pada langkah kompresi piston bergerak dari TMB menuju TMA, sedang posisi kedua katup dalam keadaan tertutup. Pada akhir langkah ini dipercikkan bunga api busi untuk membakar campuran bensin dan udara yang dikompresi

tersebut. Pada langkah usaha piston bergerak dari posisi TMA menuju TMB, sementara posisi kedua katup masih tertutup. Pada langkah ini piston didorong oleh tenaga hasil dari pembakaran campuran bensin dan udara. Pada langkah buang piston bergerak dari posisi TMB menuju TMA, sedang posisi katup masuk tertutup dan katup buang terbuka, sehingga gas sisa pembakaran akan terdorong keluar dari dalam silinder.

Berdasarkan uraian diatas percikan bunga api busi diperlukan pada akhir langkah kompresi yaitu untuk membakar campuran bensin dan udara. Percikan bunga api busi itu sendiri dihasilkan dari serangkaian proses yang saling terkait satu sama lain sehingga menjadi sebuah sistem yaitu sistem pengapian. (Amin & Ismet, 2016)

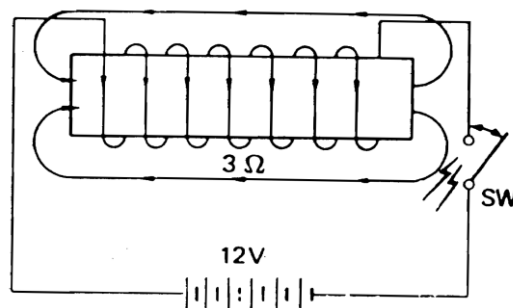
#### a. Teori Kelistrikan

Sistem pengapian pada motor bensin pada dasarnya ditujukan untuk menghasilkan percikan bunga api yang kuat dan tepat agar diperoleh daya mesin yang optimal. Sistem pengapian pada motor menggunakan sistem pengapian baterai yang prinsipnya adalah menaikkan tegangan baterai 12 volt menjadi  $\pm 10$  kV agar menghasilkan percikan bunga api pada elektroda busi. Teori dasar kelistrikan yang erat kaitannya dengan sistem pengapian adalah teori induksi listrik. (Amin & Ismet, 2016)

##### 1) Induksi Sendiri (*Self-Induction Effect*)

Medan magnet akan dibangkitkan pada saat arus listrik dialirkan melalui kumparan, akibatnya garis gaya listrik

dibangkitkan dan menghasilkan garis gaya magnet ( *magnetic flux*) dengan arah yang berlawanan dengan pembentukan garis gaya magnet dalam kumparan. Oleh karena itu arus tidak akan mengalir seketika pada saat dialirkan kekumparan tetapi membutuhkan waktu untuk menaikkan arus tersebut. Saat arus mengalir dalam kumparan kemudian arus diputuskan tiba-tiba , maka gaya gerak listrik akan dibangkitkan dalam kumparan dengan arah cenderung menghalangi hilangnya garis gaya magnet. Dengan cara ini apabila kumparan yang dialiri arus kemudian arus diputus secara tiba-tiba maka akan dibangkitkan gaya gerak listrik yang arahnya melawan perubahan garis gaya magnet. (Anonim, 1994)



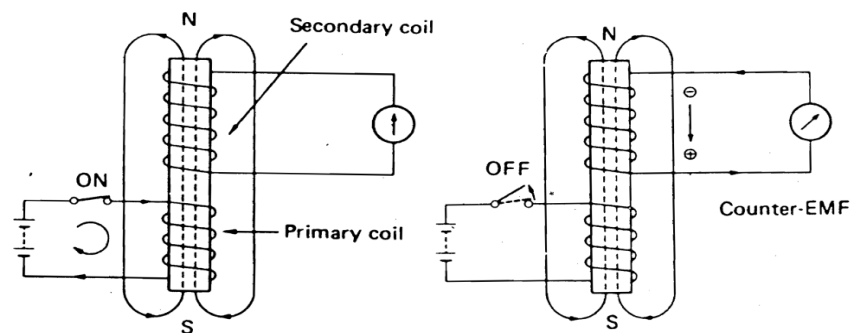
Gambar 1. *Self Induction Effect*

(Anonim, 1994)

## 2) Induksi Timbal Balik (*Mutual Induction Effect*)

Saat dua kumparan disusun dalam satu garis dan besarnya arus yang mengalir pada satu kumparan diubah, maka gaya gerak listrik akan dibangkitkan pada kumparan lainnya dengan arah melawan perubahan garis gaya magnet pada kumparan primer.

Pada gambar dibawah ini bila arus tetap mengalir pada kumparan primer maka tidak ada perubahan gaya gerak listrik pada kumparan sekunder, tetapi saat arus yang mengalir diputuskan maka gaya gerak listrik dibangkitkan pada kumparan sekunder. Kemudian apabila arus dihubungkan kembali maka pada kumparan sekunder akan dibangkitkan gaya gerak listrik dengan arah yang berlawanan dengan garis gaya magnet pada kumparan primer. (Anonim, 1994)



Gambar 2. *Mutual Induction Effect*

(Anonim, 1994)

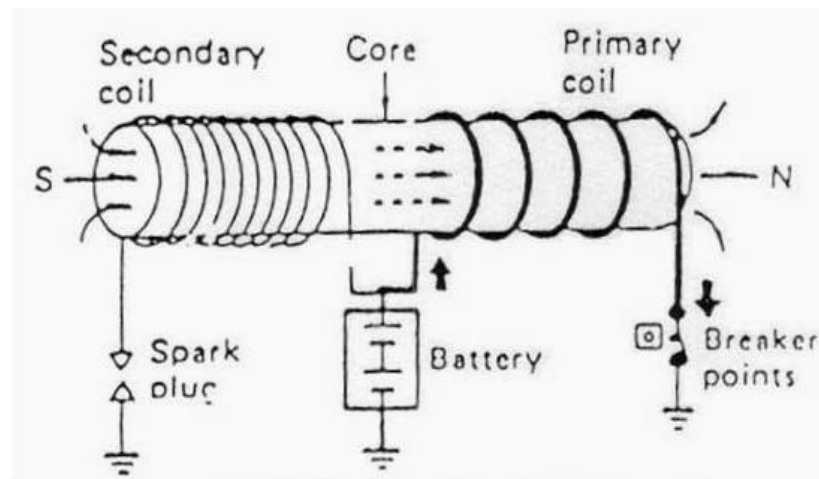
Koil pengapian membangkitkan tegangan tinggi dengan cara yang sama seperti uraian diatas, yang terjadi saat arus primer tiba-tiba diputuskan dengan membuka breaker point. Besarnya gaya gerak listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh tiga hal yaitu banyaknya garis gaya magnet yang dipengaruhi oleh besarnya arus yang dialirkan pada kumparan primer, banyaknya jumlah lilitan pada kumparan, dan kecepatan pemutusan arus pada kumparan primer.

## b. Cara Kerja Sistem Pengapian

Cara kerja sistem pengapian pada dasarnya adalah mengubah tegangan baterai 12 volt menjadi tegangan tinggi  $\pm 10$  kV sehingga mampu meloncatkan bunga api pada busi. Untuk menaikkan tegangan listrik digunakan koil pengapian yang bekerja dengan cara induksi seperti telah diuraikan di atas. Adapun untuk memutus arus kumparan primer digunakan *breaker point* pada sistem pengapian konvensional dan menggunakan transistor pada sistem pengapian transistor.

### 1) *Breaker Point* Tertutup

Arus dari baterai mengalir melalui terminal positif kumparan primer, terminal negatif dan *breaker point*, selanjutnya ke massa. Akibatnya garis gaya magnet akan terbentuk di sekeliling kumparan. (Anonim, 1994)

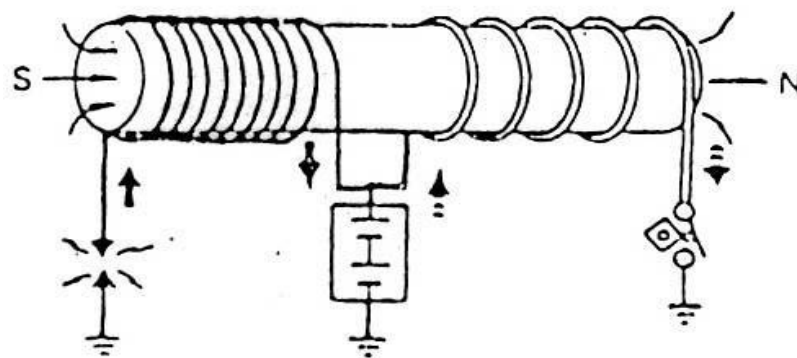


Gambar 3. Posisi *breaker point* tertutup

(Anonim, 1994)

## 2) *Breaker Point* Terbuka

Poros engkol memutar distributor cam sehingga membuka *breaker point* dan menyebabkan arus pada kumparan primer terputus. Akibatnya garis gaya magnet yang telah terbentuk pada kumparan primer mulai berkurang, karena adanya efek *mutual induction* maka pada kumparan sekunder akan dibangkitkan gaya gerak listrik yang besar bahkan dapat mencapai 30 kV. Perubahan garis gaya magnet meningkat apabila pemutusan arus semakin singkat. (Anonim, 1994)



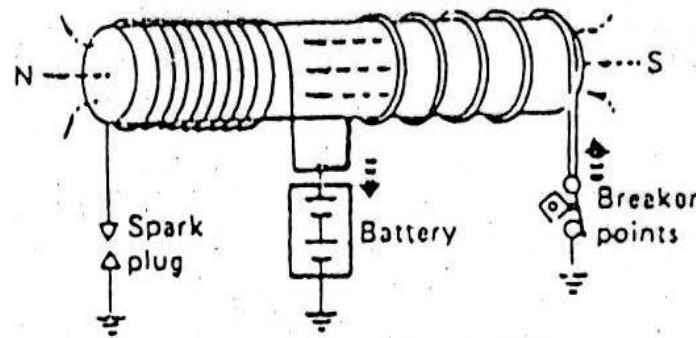
Gambar 4. Posisi *breaker point* terbuka

(Anonim, 1994)

## 3) *Breaker Point* Tertutup Kembali

*Breaker point* mulai tertutup kembali karena gerakan distributor cam, akibatnya arus mulai mengalir pada kumparan primer dan garis gaya magnet mulai bertambah. Karena adanya efek *self induction* pada kumparan primer maka penambahan arus

secara tiba-tiba dicegah oleh gaya gerak listrik yang dihasilkan pada kumparan primer. (Anonim, 1994)



Gambar 5. Posisi *breaker point* tertutup kembali

(Anonim, 1994)

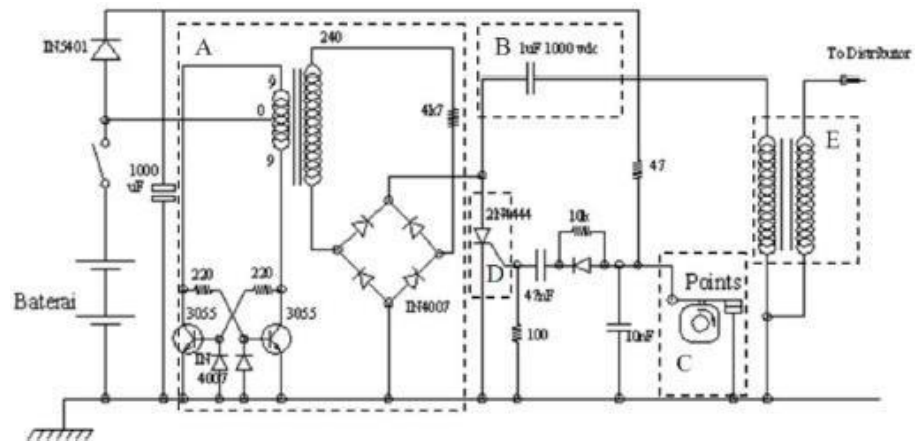
## 2. Sistem Pengapian Elektronik

*Breaker point* pada sistem pengapian biasanya memerlukan pemeliharaan berkala karena beroksidasi selama adanya loncatan bunga api. Sistem pengapian transistor yang dikembangkan untuk menghapuskan perlunya pemeliharaan, yang pada akhirnya mengurangi biaya pemeliharaan bagi pemakai. Pada sistem pengapian transistor, signal generator dipasang di dalam distributor untuk menggantikan *breaker point* dan cam. Sinyal generator membangkitkan tegangan untuk mengaktifkan transistor pada *igniter* untuk memutus arus primer pada *ignition coil*. Transistor yang dipergunakan untuk memutus arus primer tidak mengadakan kontak logam dengan logam, sehingga tidak terjadi keausan dan penurunan tegangan sekunder.



a. Pengapian CDI

Kepanjangan dari CDI adalah *Capasitive Discharge Ignition*, yaitu sistem pengapian yang bekerja berdasarkan pembuangan muatan kapasitor. Konsep kerja sistem pengapian CDI berbeda dengan sistem pengapian penyimpanan induktif. Pada sistem CDI, koil masih digunakan tetapi fungsinya hanya sebagai transformator tegangan tinggi, tidak untuk menyimpan energi. Sebagai pengganti, sebuah kapasitor digunakan sebagai penyimpan energi. Dalam sistem ini kapasitor diisi dengan tegangan tinggi sekitar 300V sampai 500 V, dan pada saat sistem bekerja, kapasitor tersebut membuang energinya ke kumparan primer koil pengapian. Koil tersebut menaikkan tegangan dari pembuangan muatan kapasitor menjadi tegangan yang lebih tinggi pada kumparan sekunder untuk menghasilkan percikan pada busi. Saat bekerja, kapasitor dalam sistem pengapian ini secara periodik diisi oleh bagian pengisi *charging device* dan kemudian muatannya dibuang ke kumparan primer koil untuk menghasilkan tegangan tinggi. (Anonim, 2009)



Gambar 6. Diagram sistem pengapian CDI

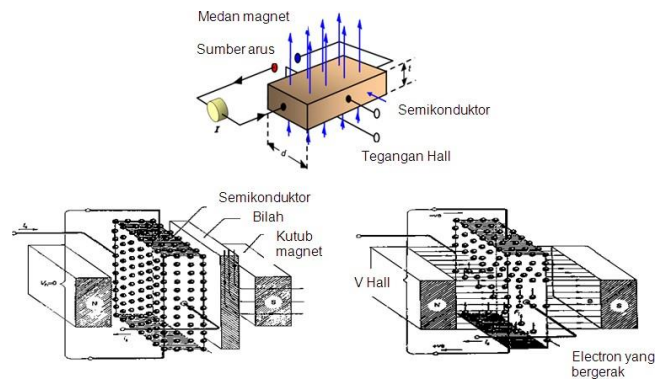
(Anonim, 2009)

## b. Sistem Pengapian Transistor

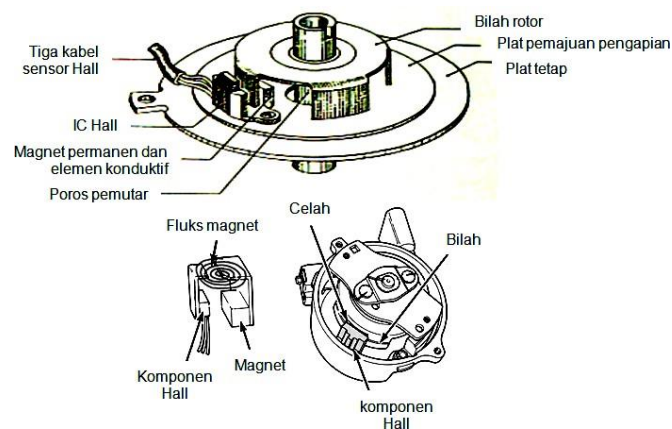
Pengapian transistor dikembangkan untuk mengatasi perlunya pemeliharaan yang pada akhirnya mengurangi biaya pemakaian bagi pemakai. Sistem pengapian ini mengaplikasikan transistor, *signal* generator dipasang didalam distributor untuk menggantikan *breaker point* dan *cam*. *Signal* generator akan membangkitkan tegangan untuk mengaktifkan transistor pada *Igniter* sebagai pemutus atau pengontrol arus primer koil (Anonim, 2009). Pengapian transistor memiliki beberapa tipe sebagai berikut :

1) Tipe *Hall Effect*

Sistem pengapian *Hall effect* adalah sistem pengapian yang menggunakan semi konduktor tipis berbentuk garis pembangkit pulsa untuk mengaktifkan *power transistor* dengan model *Hall effect* digambarkan sebagai berikut :

Gambar 7. Prinsip *Hall Effect*

(Anonim, 2009)

Gambar 8. Pembangkit pulsa *Hall Effect*

(Anonim, 2009)

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 *Hall* adalah ( $V_h = 0$ ).

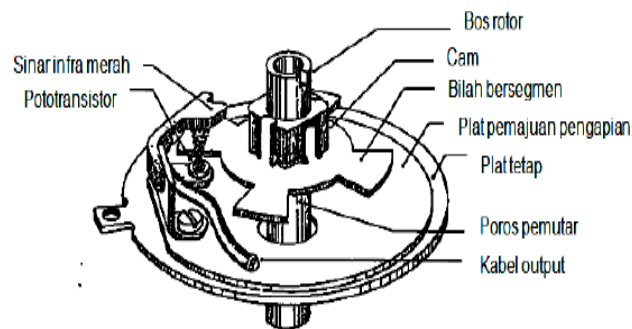
Apabila penghalang plat logam dihilangkan maka magnet akan dengan mudah melewati semi konduktor dan akan terjadi yang di sebut dengan tegangan *Hall*  $V_h \neq 0$ . Apabila logam penghalang secara teratur melintasi pada medan magnet, maka tegangan *Hall* akan muncul dan hilang, dengan begitu akan terbentuknya suatu tegangan pulsa yang berbentuk kotak-kotak yang selanjutnya di gunakan transistor untuk memutus dan mengalirkan arus ke primer koil. (Anonim, 2009)

## 2) Tipe Iluminasi atau Cahaya

Pada sistem pengapian iluminasi, cahaya dimanfaatkan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *phototransistor* sehingga menghasilkan sinyal yang kemudian diperkuat oleh bagian amplifier untuk *power transistor*. Pada saat *power transistor* ON, arus mengalir melalui kumparan primer koil sehingga terbentuk medan magnet pada koil. Pada saat transistor OFF, arus primer terputus sehingga medan magnet dengan cepat hilang yang menyebabkan terjadinya induksi tegangan tinggi pada kumparan sekunder koil.

Sumber cahaya bisanya berasal dari dioda bercahaya yang menghasilkan sinar infra merah, dan cahaya tersebut diterima oleh *phototransistor* yang dapat aktif atau bekerja apabila terkena

cahaya. Untuk menghalangi cahaya agar *phototransistor* OFF, digunakan rotor yang berbentuk bilah-bilah dengan lebar coakan / celah sebesar sudut dwell. Bila cahaya tidak terhalangi dan mengenai *phototransistor*, (hal ini identik dengan saat kontak pemutus tertutup pada sistem pengapian konvensional), atau saat terjadi aliran arus pada kumparan primer koil. Saat cahaya terhalangi oleh bilah rotor, identik dengan kontak pemutus terbuka dan arus primer koil terputus. (Anonim, 2009)



Gambar 9. Pembangkit pulsa sensor cahaya

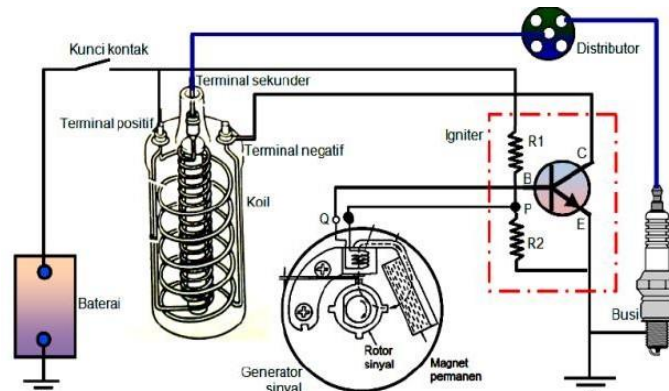
(Anonim, 2009)

### 3) 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.

Sistem pengapian dengan pembangkit menggunakan pulsa model induktif terdiri dari penghasil pulsa, *ignitier*, 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 (Anonim, 2009). Secara sederhana rangkaian sistem pengapian model induktif ini digambarkan dengan skema berikut :



Gambar 10. Diagram sistem pengapian tipe induktif  
(Anonim, 2009)

#### c. Sistem Pengapian Terkontrol Komputer

Sistem pengapian terkontrol komputer merupakan sistem pengapian yang ada pada mesin yang sudah menggunakan bahan bakar injeksi (EFI). Pengontrolan pengapian dilakukan oleh komputer (*Electronic Control Unit/ ECU*) yang juga sebagai pengontrol sistem penginjeksian bahan bakar. Pengontrolan ini terutama pada sistem pemajuan atau pemunduran saat pengapian (*Ignition Timing*) yang disesuaikan dengan kondisi kerja mesin. Pada sistem pengapian yang dikontrol komputer, mesin dilayani dengan sistem pengapian yang sangat mendekati karakteristik saat pengapian yang ideal. Komputer unit menentukan saat pengapian berdasarkan masukan masukan dari sensor dan memori internalnya yang memiliki data saat pengapian

yang optimal untuk setiap kondisi putaran mesin. Setelah menentukan saat pengapian, komputer unit memberikan sinyal saat pengapian ke *Igniter*. Bila sinyal tersebut dalam posisi OFF, *Igniter* akan memutuskan aliran arus primer koil dengan cepat sehingga terjadi tegangan tinggi pada kumparan sekunder. (Anonim, 2009)

Sistem pengapian terkontrol komputer terbagi menjadi beberapa macam, yaitu :

1) Sistem pengapian *Electronic Spark Advance* (ESA)

ESA adalah singkatan dari *Electronic Spark Advancer*. Dalam sistem ini, harga saat pengapian optimum disimpan dalam *engine control computer* untuk setiap kondisi mesin. Sistem ini bekerja mendeteksi 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)

2) Sistem pengapian *Distributor Less Ignition System* (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 ke setiap busi oleh distributor. DLI adalah suatu sistem pengapian motor bensin yang tidak menggunakan

distributor. Pada Toyota, sistem ini mempergunakan sebuah *ignition coil* untuk setiap dua buah busi. ECU (*Engine Control Unit*) mendistribusikan arus primer ke tiap *ignition coil* secara langsung dan menyebabkan busi melompatkan bunga api. (Anonim, 1994)

### 3) Sistem pengapian *Direct Ignition System* (DIS)

Sistem pengapian langsung (DIS) merupakan bentuk penyempurnaan dari sistem pengapian DLI, dimana pada sistem ini koil pengapian terpasang langsung pada busi. Sistem pengapian DIS dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu *independent ignition* dimana setiap silinder dilayani oleh satu koil dan *simultaneous ignition* dimana satu koil melayani dua silinder. Pada model kedua sebuah koil di pasang langsung di busi, kemudian di beri kabel tegangan tinggi yang terhubung ke busi silinder satunya. Disini kedua silinder melakukan pengapian dalam waktu yang bersamaan. Untuk tipe *independent ignition* dapat dilihat pada gambar di bawah ini dimana *igniter* dan koil pengapian menjadi satu unit dan terpasang langsung pada busi.

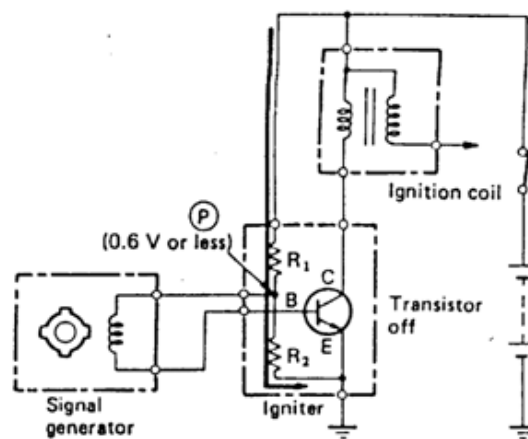
#### d. Prinsip Kerja Sistem Pengapian Transistor

Aliran arus saat sistem pengapian ini bekerja sangat kompleks, terutama aliran arus pada *igniter*. Oleh karena itu rangkaian *igniter* pada gambar berikut ini akan disederhanakan pada kerja power transistor.



### 1) Mesin Mati

Saat kunci kontak ON maka tegangan dialirkan ke titik P. Tegangan pada titik P berada dibawah tegangan basis yang diperlukan untuk mengaktifkan transistor melalui pengatur tegangan R1 dan R2, akibatnya transistor akan tetap OFF selama mesin mati, dan tidak ada arus yang mengalir ke kumparan primer koil pengapian. (Anonim, 1994)

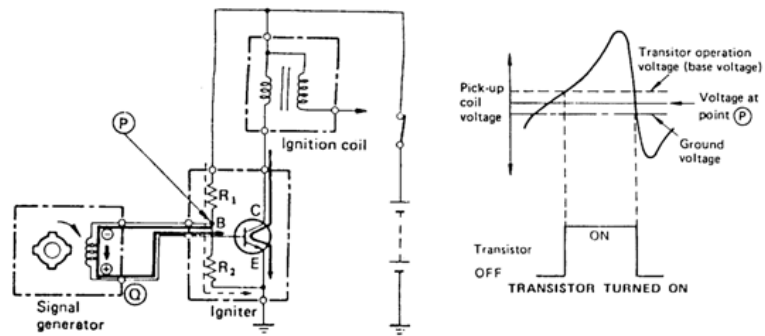


Gambar 11. Aliran arus saat mesin mati

(Anonim, 1994)

### 2) Mesin Hidup ( *Pick up coil* menghasilkan tegangan positif )

Saat mesin dihidupkan maka *signal rotor* pada distributor akan berputar, dan menghasilkan tegangan AC dalam *pick up coil*. Bila tegangan yang dihasilkan adalah positif tegangan ini ditambahkan dengan tegangan dari baterai yang dialirkan ke titik P untuk menaikkan tegangan pada titik Q diatas tegangan kerja transistor, dan transistor ON. Akibatnya arus primer koil akan mengalir melalui C ke E. (Anonim, 1994)



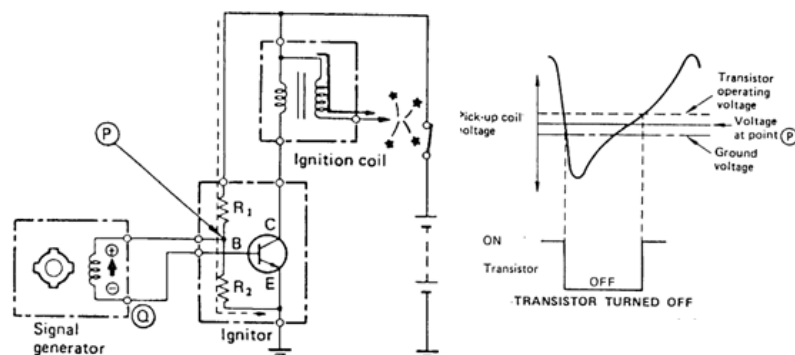
Gambar 12. Aliran arus saat *pick up coil* menghasilkan tegangan positif

(Anonim, 1994)

### 3) Mesin Hidup ( *Pick up coil* menghasilkan tegangan negatif )

Bila tegangan AC yang dihasilkan dalam *pick up coil* adalah negatif, tegangan ini ditambahkan pada tegangan titik P sehingga tegangan pada titik Q turun dibawah tegangan kerja transistor dan transistor OFF. Akibatnya arus primer koil terputus dan tegangan tinggi diinduksi pada kumparan sekunder koil pengapian.

(Anonim, 1994)



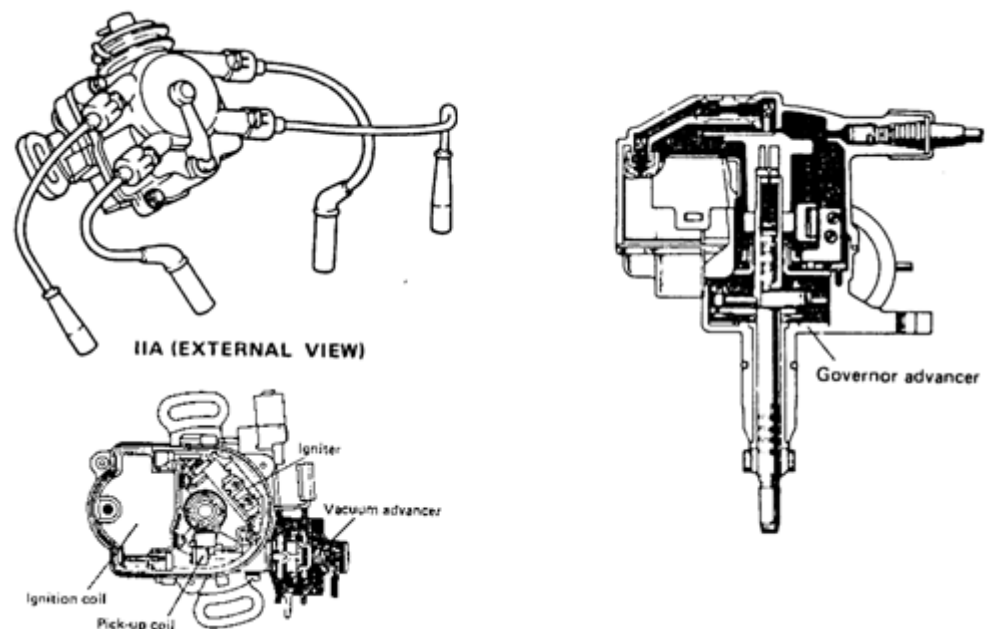
Gambar 13. Aliran arus saat *pick up coil* menghasilkan tegangan negatif

(Anonim, 1994)

### C. Sistem Pengapian IIA

Sistem pengapian IIA (*Integrated Ignition Assembly*) adalah sistem pengapian pada kendaraan dimana posisi koil pengapian disatukan di dalam distributor sehingga dari segi konstruksi lebih kompak dan praktis. Sistem pengapian IIA sudah tidak lagi menggunakan platina sebagai pemutus arusnya, tetapi menggunakan sistem *full* transistor. Sistem pengapian IIA dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Kecil dan ringan
2. Tidak mengalami putus sambungan, jadi keandalannya tinggi
3. Memiliki daya tahan yang tinggi terhadap air
4. Tidak mudah terpengaruh oleh kondisi sekitarnya



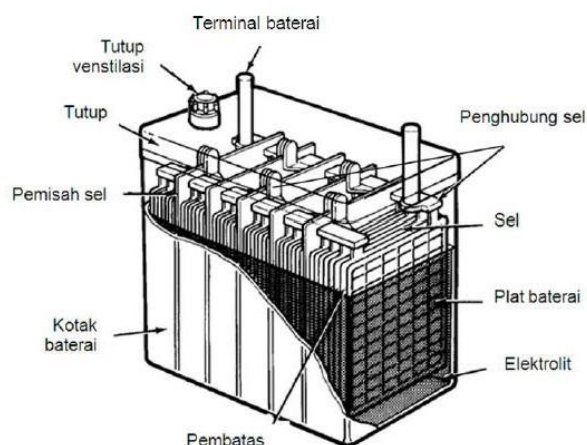
Gambar 14. Kontruksi sistem pengapian IIA

(Anonim, 1994)

## D. Komponen Sistem Pengapian IIA

### 1. Baterai

Baterai adalah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu-lampu 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. Pada umumnya baterai mempunyai 6 Sel, setiap sel mempunyai tegangan antara 2 - 2,1 volt, maka tegangan standar baterai yang mempunyai 6 sel sebesar 12 – 12,6 volt. (Anonim, 1995)



Gambar 15. Konstruksi baterai

(Anonim, 1995)

## 2. 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)

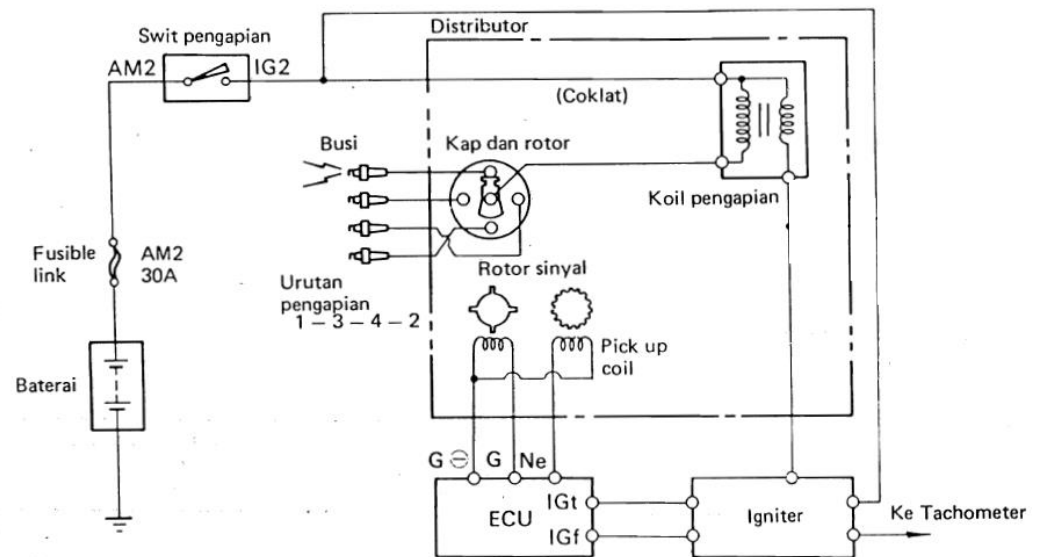


Gambar 16. Kunci kontak

(Anonim, 2009)

## 3. ECU

ECU merupakan *microcontroller* yang berfungsi untuk mengontrol sistem kelistrikan pada kendaraan. ECU bekerja berdasarkan sensor-sensor yang ada pada kendaraan. Kemudian ECU memproses masukan dari sensor untuk mengontrol kerja dari *actuator*. Pada sistem pengapian IIA, ECU mendapatkan sinyal dari *pick up coil* untuk kemudian memberikan sinyal pada *igniter* agar transistor pada *igniter* terbuka.

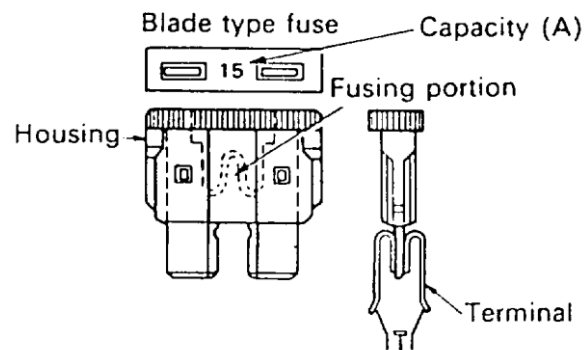


Gambar 17. Rangkaian kelistrikan sistem pengapian IIA

(Anonim, 1988)

4. Sekering/*fuse*

Sekering/*fuse* adalah komponen pengamanan yang banyak digunakan sebagai pencegah kerusakan rangkaian akibat kelebihan arus. Sekering mempunyai bagian yang mudah meleleh akibat aliran arus yang dilindungi oleh badan sekering yang biasanya terbuat dari tabung kaca atau plastik. Tegangan baterai diberikan melalui bagian batang penghantar utama. Salah satu ujung sekering dihubungkan dengan bagian tersebut dan satu ujung lainnya dihubungkan dengan rangkaian yang diamankannya. (Anonim, 2009)

Gambar 18. Sekering tipe *blade*

(Anonim, 2009)

Tipe sekering *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. (Anonim, 1995)

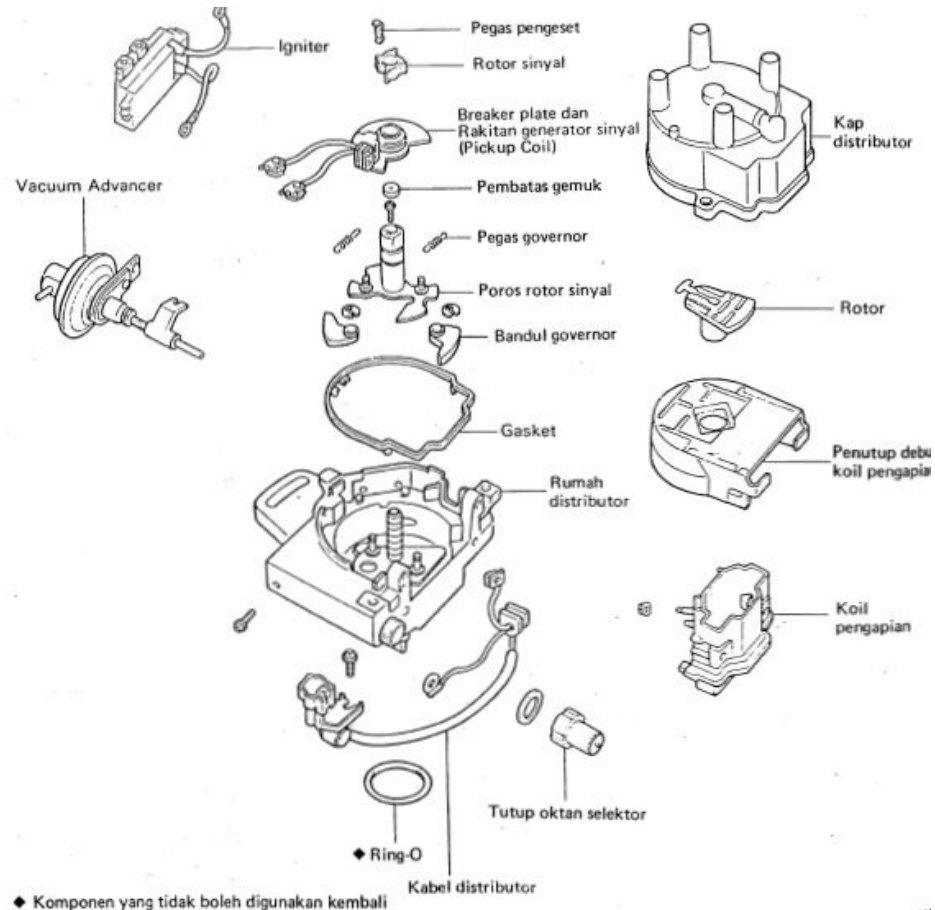
Tabel 1. Kode warna sekering

Kapasitas	Identifikasi Warna
5 A	Coklat Kekuningan
7,5 A	Coklat
10 A	Merah
15 A	Biru
20 A	Kuning
25 A	Tidak Berwarna
30 A	Hijau

## 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 (*firing order*). Pada distributor dengan sistem pengapian elektronik, di dalam distributor tidak ada lagi kontak pemutus. Sebagai penggantinya adalah komponen penghasil pulsa

(*pulse generator*) yang terdiri dari rotor, *pick up coil*, dan magnet permanen untuk pengapian sistem induktif.



Gambar 19. Komponen distributor sistem pengapian IIA

(Anonim, 1988)

## 6. Koil Pengapian

Koil pengapian berfungsi merubah arus listrik 12V yang diterima dari baterai menjadi tegangan tinggi (10KV atau lebih) untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi. Pada koil pengapian, kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai



menjadi tegangan yang sangat tinggi melalui induksi elektromagnet atau induksi magnet listrik. (Anonim, 1995)



Gambar 20. Koil sistem pengapian IIA

#### 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 koil 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, 2009)

#### 8. Kabel tegangan tinggi

Kabel tegangan tinggi berfungsi untuk mengalirkan tegangan tinggi dari koil terminal sekunder ke tiap-tiap busi sesuai nomor urutan pembakaran (*firing order*) mesin. Kabel penghantar ini terbuat dari rangkaian tembaga atau karbon yang dicampur dengan fiber sehingga

mempunyai tahanan yang tetap dan konstan atau yang disebut dengan kabel TVRS (*Television Radio Suppression*). (Anonim, 2009)

## 9. Busi



Gambar 21. Busi

(Anonim, 2009)

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 (tengah) dan elektroda negatif. Percikan api ini berasal dari tegangan tinggi yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil.

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 (tengah) dan elektroda negatif. Percikan api ini berasal dari tegangan tinggi yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil.

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. (Anonim, 2009)

Busi terdiri dari tiga komponen utama yaitu *electrode*, insulator dan *shell*. *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 unjuk 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. (Anonim, 2009)

### E. Pemeriksaan Sistem Pengapian IIA

Proses pemeriksaan sistem pengapian IIA yang mengacu pada buku “Pedoman Reparasi Mesin 3S-FE”, yaitu sebagai berikut :

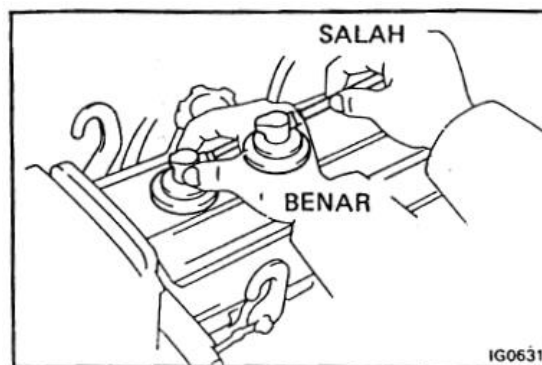
#### 1. Pemeriksaan Terjadinya Bunga Api

- a. Lepas kabel tegangan tinggi dari busi.
- b. Lepas busi.
- c. Pasang busi ke setiap kabel tegangan tinggi.
- d. Hubungkan busi dengan massa bodi.
- e. Cek terjadinya bunga api pada busi bila mesin distart.

Catatan : Untuk mencegah terinjeksinya bensin oleh injektor saat melakukan tes, start mesin tidak lebih dari 1-2 detik pada satu waktu tes.

#### 2. Pemeriksaan Kabel Tegangan Tinggi

- a. Hati-hati, lepas kabel tegangan tinggi busi dengan menarik bagian sepatu karet dari busi.



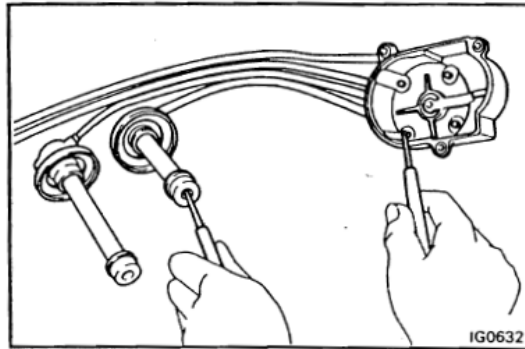
Gambar 22. Melepas kabel tegangan tinggi

Perhatian : Penarikan atau penekukan kabel dapat mengakibatkan kerusakan penghantar di dalamnya.

b. Periksa tahanan kabel tegangan tinggi

Menggunakan ohmmeter, ukur tahanan tanpa melepas distributor.

Tahanan maksimum : 25 k $\Omega$  per kabel



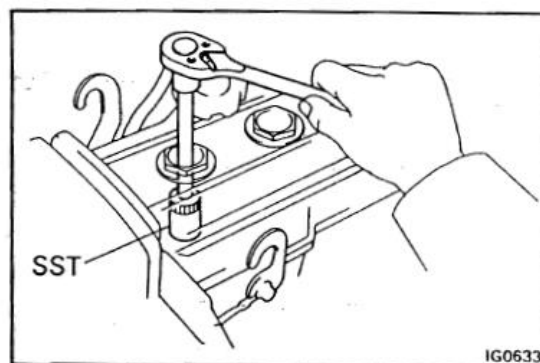
Gambar 23. Memeriksa tahanan kabel tegangan tinggi

Bila tahanan melampaui nilai maksimum, cek terminal. Bila perlu ganti kabel tegangan tinggi busi dan/ atau kap distributor.

3. Pemeriksaan Busi (Tipe Ujung Konvensional)

a. Lepas busi

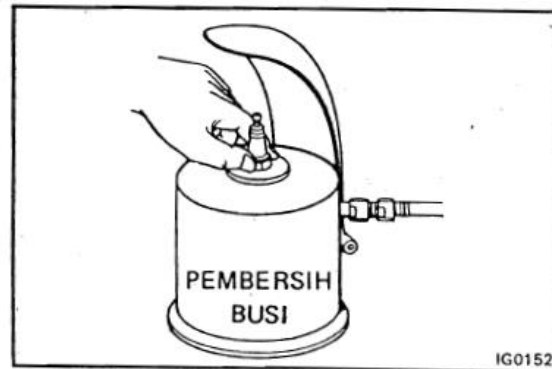
Menggunakan SST, lepas busi.



Gambar 24. Melepas busi

b. Bersihkan busi

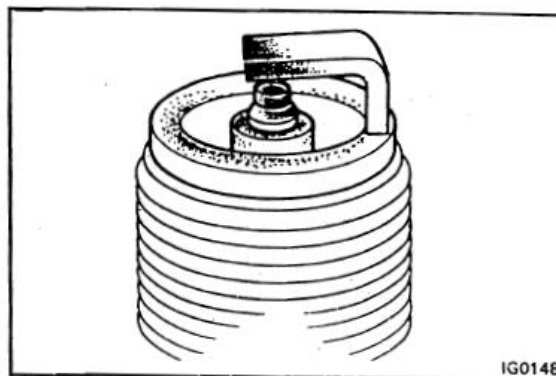
Menggunakan pembersih busi atau sikat kawat, bersihkan busi.



Gambar 25. Membersihkan busi

c. Secara visual, periksa busi

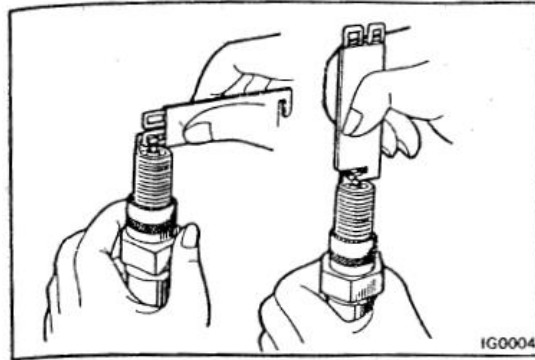
Cek busi terhadap keausan elektroda, kerusakan ulir atau kerusakan insulator.



Gambar 26. Pemeriksaan visual busi

d. Setel celah elektroda

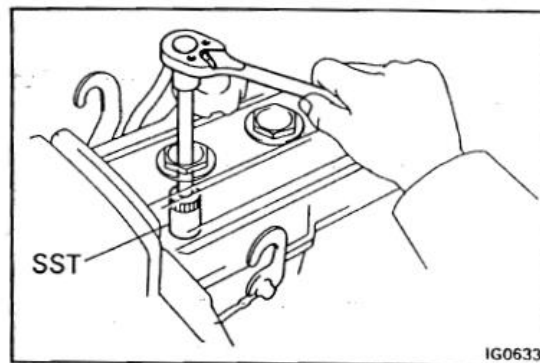
Dengan hati-hati, tekuklah elektroda luar untuk mendapatkan celah elektroda yang benar.



Gambar 27. Menyetel celah elektroda

e. Pasang busi

Menggunakan SST, pasang busi.

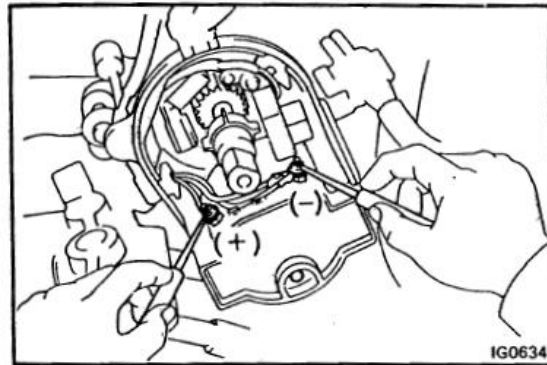


Gambar 28. Pemasangan busi

4. Pemeriksaan Koil Pengapian

a. Periksa tahanan kumparan primer

Menggunakan ohmmeter, ukur tahanan di antara terminal positif (+) dan terminal negatif (-).



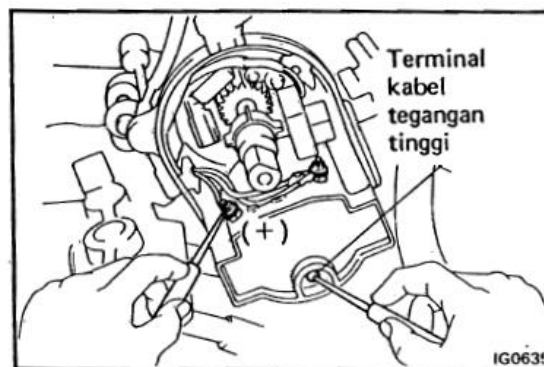
Gambar 29. Pemeriksaan tahanan kumparan primer

Tahanan kumparan primer (dingin) :  $0,38 - 0,46 \Omega$

Bila tahanan tidak sesuai spesifikasi, ganti koil pengapian.

b. Periksa tahanan kumparan sekunder

Menggunakan ohmmeter, ukur tahanan di antara terminal positif (+) dan terminal tegangan tinggi.



Gambar 30. Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder

Tahanan kumparan sekunder (dingin) :  $7,7 - 10,4 k\Omega$

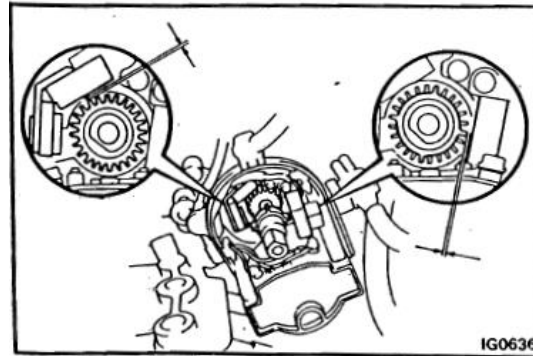
Bila tahanan tidak sesuai nilai spesifikasi, ganti koil pengapian.

5. Pemeriksaan Distributor

a. Memeriksa celah udara



Menggunakan *feeler gauge*, ukur celah di antara rotor sinyal dan proyeksi generator sinyal (*pick up coil*).



Gambar 31. Memeriksa celah udara

Celah udara : 0,2 - 0,4 mm

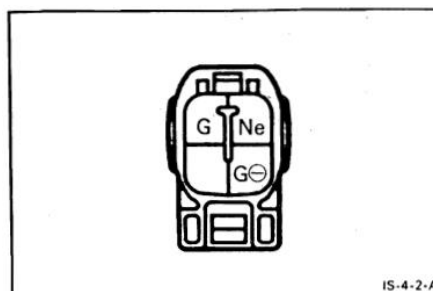
Bila celah udara tidak sesuai nilai spesifikasi, ganti rakitan rumah distributor.

b. Periksa tahanan generator sinyal (*pick up coil*)

Menggunakan ohmmeter, ukur tahanan di antara terminal-terminal.

Tahanan G Pick up coil (G & G-) 140 – 180  $\Omega$

Tahanan Ne Pick up coil (Ne & G-) 140 – 180  $\Omega$

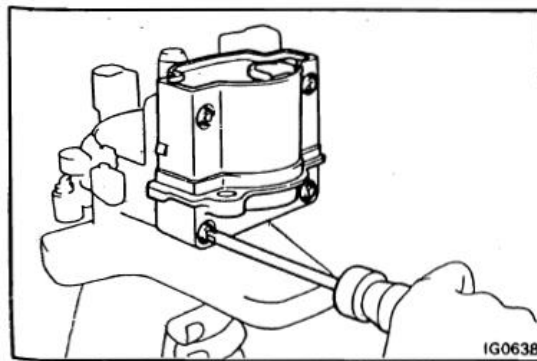


Gambar 32. Soket *pick up coil*

Bila tahanan tidak sesuai nilai spesifikasi, ganti rakitan rumah distributor.

## 6. Membongkar Distributor

- a. Lepas kap distributor, tanpa melepas kabel tegangan tinggi busi.
- b. Lepas rotor
- c. Lepas tutup debu koil pengapian
- d. Lepas koil pengapian
  - 1) Lepas dua mur dan lepas tiga kabel dari terminal koil pengapian.
  - 2) Lepas empat sekrup, koil pengapian dan gasket.

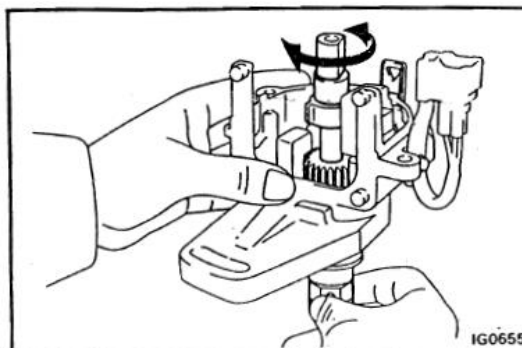


Gambar 33. Melepas sekrup koil pengapian

- e. Lepas kabel distributor

## 7. Pemeriksaan Poros Governor

Putar poros governor dan cek bahwa poros governor tidak kasar atau aus.

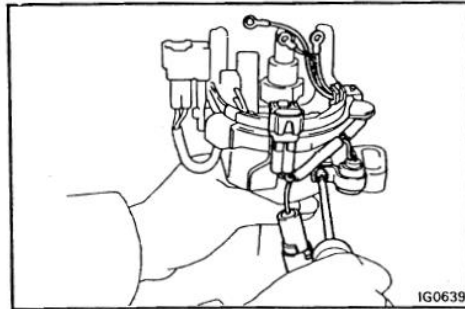


Gambar 34. Memeriksa poros governor

Bia terasa kasar atau aus, ganti rakitan rumah distributor.

## 8. Merakit Distributor

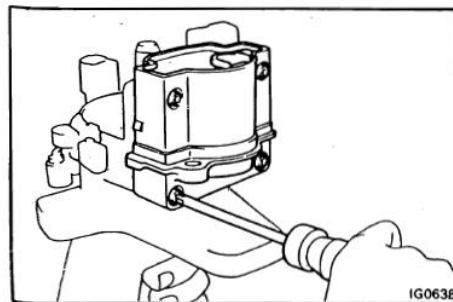
### a. Pasang kabel distributor



Gambar 35. Pemasangan kabel distributor

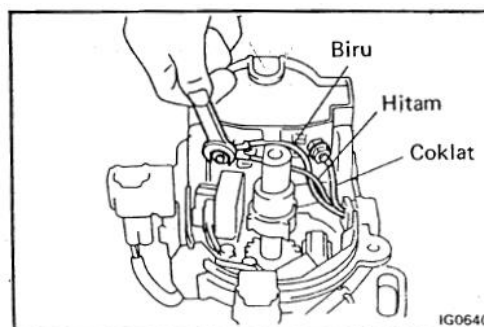
### b. Pasang koil pengapian

- 1) Pasang gasket dan koil pengapian dengan empat sekrup.



Gambar 36. Pemasangan sekrup koil pengapian

- 2) Pasang tiga kabel pada terminal koil pengapian dengan dua mur seperti gambar.

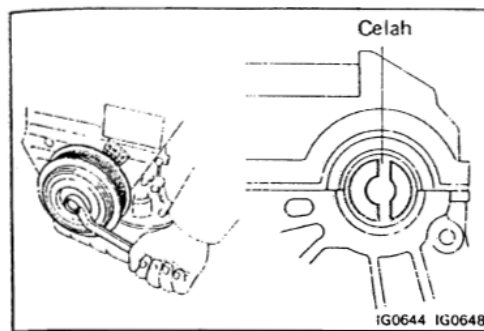


Gambar 37. Pemasangan kabel koil pengapian

- c. Pasang tutup debu koil pengapian
- d. Pasang rotor
- e. Pasang kap distributor dan kabel tegangan tinggi busi
  - 1) Pasang gasket pada posisinya, pada rumah distributor.
  - 2) Pasang kap distributor dengan tiga baut.

#### 9. Pemasangan Distributor

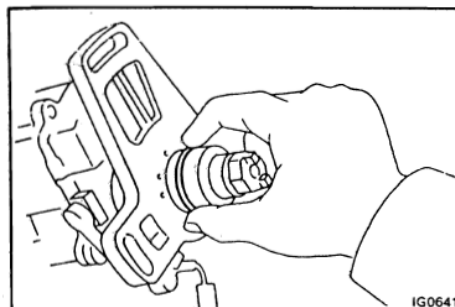
- a. Set silinder No. 1 atau No. 4 pada titik mati atas (TMA) / langkah kompresi.



Gambar 38. Pemutaran poros engkol

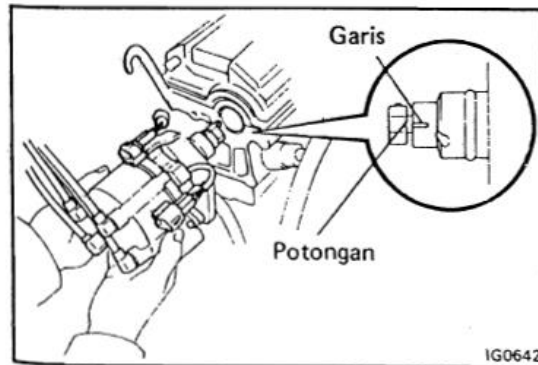
Putar poros engkol searah jarum jam dan set posisi alur pada poros kam seperti pada gambar.

- b. Pasang distributor
  - 1) Pasang ring-O yang baru pada rumah distributor.



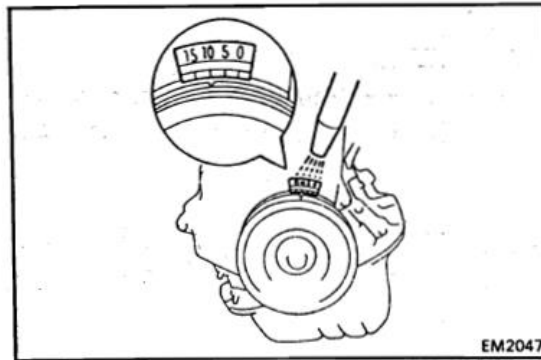
Gambar 39. Pemasangan ring-O

- 2) Oleskan sedikit oli mesin pada ring-O.
- 3) Tepatkan bagian potongan kopling dengan garis rumah distributor.



Gambar 40. Penempatan bagian potongan kopling

- 4) Masukkan distributor, tepatkan pertengahan flens dengan lubang baut pada kepala silinder.
  - 5) Kencangkan sedikit dua baut pengikat.
10. Pasang kabel tegangan tinggi pada busi  
(Urutan pengapian : 1 – 3 – 4 – 2 )
  11. Pasang Konektor Distributor
  12. Setel Timing Pengapian
    - a. Panaskan mesin  
Biarkan mesin mencapai temperatur kerja normal.
    - b. Setel timing pengapian
      - 1) Menggunakan timing light, cek timing pengapian.



Gambar 41. Pemeriksaan *timing* pengapian

Timing pengapian :  $10^{\circ}$  sebelum TMA pada putaran idle.

- 2) Kendorkan dua baut pengikat dan setel dengan memutar distributor.
- 3) Kencangkan kembali dua baut pengikat dan cek kembali timing pengapian.