

**SISTEM PENGAPIAN AUTOMOTIF UNTUK  
KECEPATAN TINGGI**



**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**NAMA MAHASISWA : ZAINUL ROHIM**  
**N R P : 011850139**  
**N I R M : 873206710250339**

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
SERPONG  
1997**

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

SISTEM PENGAPIAN AUTOMOTIF UNTUK KECEPATAN TINGGI

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

NAMA MAHASISWA : ZAINUL ROHIM  
N R P : 011850139  
N I R M : 873206710250339

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi  
persyaratan kurikulum Sarjana Strata Satu ( S-1 )

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Indonesia

Serpong

Serpong, September 1997

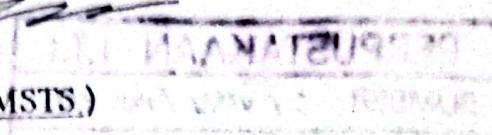
Diketahui oleh :

*Lumbantoruan*

( Ir. Lumbantoruan )

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Disetujui oleh:

*Sutisno*  
  
( Ir. Sutisno, M.Sc MSTS )  
Dosen Pembimbing

## KATA PENGANTAR

Penulis sangat bersyukur kepada Allah S.W.T yang telah menunjukan jalan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini, yang akan digunakan untuk melengkapi persyaratan mengikuti sidang sarjana strata 1 (S-1) pada jurusan Teknik Elektro peminatan Elektronika , Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Indonesia ,serpong.

Dengan segala keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis, tentu saja tulisan ini tidak terlepas dari kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan koreksi serta saran demi kesempurnaan penulis.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini,penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sutisno M.sc. MSTS, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Lunibantoruan, ketua jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Indonesia.

3. Ibu DR. Ir. Fatimah Z.P, sebagai sekretaris jurusan Elektro dan sebagai koordinator tugas akhir.
4. Orang - Tua beserta keluarga yang telah memberikan bantuan moril dan materil dalam menyelesaikan studi di Institut Teknologi Indonesia.

Serpong, September 1997

penulis

## **ABSTRAK**

Tugas akhir ini membahas suatu sistem pengapian elektronik automotif untuk kecepatan tinggi yang mana pada kecepatan tinggi platina tidak mampu lagi mencatut arus coil. Sistem pengapian elektronik ini mampu mengatasi hal ini untuk berbagai macam coil , yaitu dengan menambahkan SCR yang dipasang paralel dengan platina. Untuk melindungi SCR terhadap tegangan balik dari beban yang berupa coil maka dipasang dioda.

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	I
LEMBAR PENGESAHAN.....	II
KATA PENGANTAR .....	III
ABSTRAK .....	IV
DAFTAR ISI .....	V
BAB I	
PENDAHULUAN .....	1
I.1. LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
I.2. METODE PENELITIAN DAN PENCARIAN DATA TEKNIS.....	2
I.3. TUJUAN TUGAS AKHIR .....	2
I.4. BATASAN MASALAH .....	3
BAB II SISTEM PENGAPIAN .....	4
II.1. CARA KERJA SIRKUIT SISTEM PENGAPIAN .....	4
II.2. HAL-HAL YANG MEMPENGARUHI BESAR KECILNYA TEGANGAN INDUKSI .....	14
II.2.1. PENGARUH PEMBENTUKAN MAGNET PADA INTI BESI DARI KUMPARAN PRIMER .....	14
II.2.2. PENGARUH JUMLAH GULUNGAN TERHADAP WAKTU PENGALIRAN ARUS LISTRIK PADA KUMPARAN .....	19

<b>II.2.3. PENGARUH KECEPATAN PEMUTUSAN ARUS PADA KUMPARAN PRIMER .....</b>	<b>21</b>
<b>II.2.4. PENGARUH CDA TERHADAP PEMBENTUKAN TEGANGAN TINGGI .....</b>	<b>25</b>
<b>II.2.5. PENGARUH PUTARAN TINGGI (RPM) TERHADAP PEMBENTUKAN TEGANGAN TINGGI .....</b>	<b>28</b>
<b>II.2.6. BUSI .....</b>	<b>31</b>
<b>BAB III TEORI DASAR PERENCANAAN SISTEM .....</b>	<b>33</b>
<b>III. 1. SCR .....</b>	<b>33</b>
<b>III. 2. TEORI DAN OPERASI.....</b>	<b>34</b>
<b>III. 3. KARAKTERISTIK SCR -GATE .....</b>	<b>34</b>
<b>III. 4. CAPASITOR .....</b>	<b>36</b>
<b>III. 5. KEGUNAAN DARI CAPASITOR .....</b>	<b>37</b>
<b>III. 6. MENGISI DAN MENGOSONGKAN CAPASITOR .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB IV PERHITUNGAN: .....</b>	<b>41</b>
<b>RANGKAIAN DAN CARA KERJA .....</b>	<b>46</b>
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>48</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>4.9</b>

# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Mobil dengan sistem pengapian, ada yang menggunakan sistem pengapian CDI (Capacitance Discharge Ignition), ada yang menggunakan platina ada sistem baru tanpa menggunakan distributor (Delko) yang sekarang sedang di kembangkan.

Umumnya mobil yang ada di Indonesia masih banyak yang menggunakan platina pada sistem pengapiannya. Sistem penyalaan batere ini mempunyai beberapa kerugian besar antara lain adalah : Bila banyaknya putaran tinggi maka tegangan induksi pada kumparan sekunder menurun, sehingga percikan api pada busi menjadi lemah. Seperti telah kita ketahui selama titik-titik kontak tertutup, harus di timbulkan medan magnet yang cukup kuat.

Kita telah mengtahui juga bahwa kekuatan medan magnet ini tergantung dari dua faktor, ialah :

1. Dari kekuatan arus pada kumparan primer
2. Dari banyaknya lilitan pada kumparan primer

Kekuatan arus di batasi oleh unsur pemakaian yang di persyaratkan pada titik - titik kontaknya. Kekuatan arus yang terlalu tinggi akan berakibat cepat terbakarnya titik-titik kontaknya. Banyaknya lilitan yang cukup harus membuat medan magnetnya yang cukup kuat sesuai dengan kebutuhannya. Bila jumlah lilitannya sedikit, dapat mencapai harga maksimumnya dalam waktu yang jauh lebih pendek dibandingkan dengan yang banyak lilitannya.

Lamanya waktu yang diperlukan sampai arus mencapai harga maksimumnya, tergantung dari banyaknya putaran motor. Bila banyaknya putaran tinggi, maka titik-titik kontak akan tertutup dalam waktu yang sangat pendek. Maka dengan demikian anda tentu memahami bahwa pada putaran yang tinggi, arus primer tak akan mencapai harga maksimumnya. Dari uraian diatas dapatlah ditetapkan bahwa pada putaran yang jumlahnya tinggi, maka percikan api akan lemah bahkan pada putaran yang sangat tinggi jumlahnya, percikan api itu hilang sama sekali. Melihat masalah itu, timbul pemikiran untuk membuat suatu sistem pengapian automotif pada putaran yang tinggi, dengan metode memperpanjang waktu mengalirnya arus pada primer.

### **I.2. Metode penelitian dan pencarian data teknis**

Dalam pembuatan alat dilakukan pengumpulan informasi dengan cara studi literatur. Literatur yang di gunakan meliputi buku ilmiah, buku pegangan kuliah, diklat kuliah dan majalah-majalah elektronika. Dari study literatur tersebut didapat tahapan-tahapan perancangan sistem pengapian pada putaran tinggi. Dari seluruh rangkaian yang dibuat tidak semuanya hasil rancangan penulis akan tetapi diambil dari sistem rangkaian yang telah bekerja dengan baik. Tentu saja dengan modifikasi sedemikian rupa, sehingga dapat diaplikasikan dalam sistem yang direncanakan.

### **I.3. Tujuan :**

Tujuan tugas akhir ini adalah membahas sistem pengapian automotif pada putaran tinggi, Langsung dapat dipasang pada mobil tanpa merubah sistem yang sudah ada.

#### **L4. Batasan Masalah**

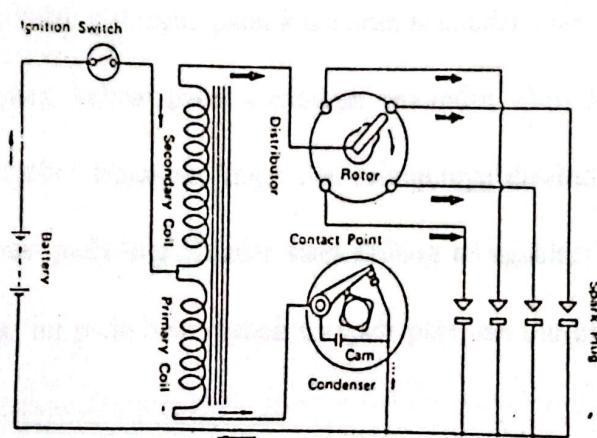
Masalah yang dibahas pada tugas akhir ini adalah :

- 1. Cara kerja sistem pengpian.**
- 2. Teori dasar perancangan sistem.**
- 3. Perekayasaan dan pembuatan alat.**

## BAB II

### SISTEM PENGAPIAN

#### II.1 Cara Kerja Sirkuit Sistem Pengapian



Gambar 2.1 Sirkuit Pengapian

Gambar 2.1 memperlihatkan sirkuit yang konvensional sistem pengapian motor bensin 4 silinder.

Cara kerja sirkuit itu adalah sebagai berikut:

Apabila kunci kontak dihubungkan, arus listrik akan mengalir dari baterai melalui kunci kontak ke kumparan primer, ke titik pemutus dan ke tanah. Dalam keadaan seperti ini titik pemutus masih dalam keadaan tertutup.

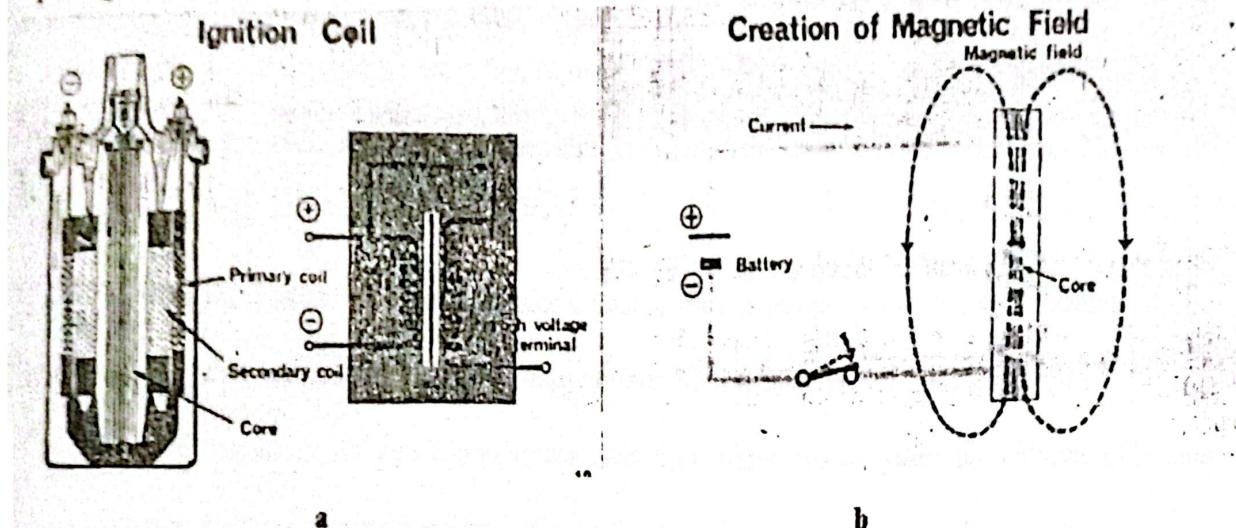
Dengan mengalirnya arus listrik pada kumparan primer, maka inti besi akan menjadi magnet. Dalam hal ini besi menjadi magnet, titik pemutus dibuka, maka arus listrik yang mengalir pada kumparan primer akan terputus dan kemagnetan pada inti akan segera hilang.

Dengan hilangnya kemagnetan ini pada kumparan primer dan kumparan sekunder timbul tegangan induksi, kerena jumlah gulungan pada kumparan sekunder lebih banyak dari kumparan primer, maka tegangan yang keluar pada kumparan sekunder akan lebih besar atau pada kumparan sekunder akan timbul tegangan tinggi dan selanjutnya disalurkan ke rotor distributor untuk dibagi-bagikan ke busi pada tiap silinder yang sedang mengakhiri langkah kompresinya. Selanjutnya tegangan tinggi ini pada busi diubah menjadi percikan bunga api guna pembakaran gas pada ruang bakar.

Terjadinya tegangan tinggi pada kumparan sekunder ini untuk satu kali putaran rotor pada mesin 4 silinder adalah 4 kali, kerena terjadi 4 kali pemutusan arus pada kumparan sekunder. Mesin dengan jumlah silinder 6, akan terjadi tegangan tinggi pada kumparan rotor 6 kali.

Seperti telah diketahui sebelumnya bahwa ignition coil berfungsi untuk mendapatkan tegangan induksi sebesar 15000 sampai 20000 volt. Tegangan ini terjadi pada kumparan yang terdapat pada ignition coil dengan prinsip mutual induction (induksi bersama) seperti terlihat pada gambar 2.2.a

Pada sebatang besi dililitkan kawat halus sehingga menjadi sebuah kumparan. Kumparan itu dialiri arus listrik pada inti besi tersebut akan terjadi kemagnetan dengan garis seperti terlihat pada gambar 2.2.b.



Gambar 2.2. Ignition coil dan teori terjadinya kemagnetan

Kekuatan magnet yang timbul pada inti besi tergantung dari kedua faktor utama yaitu banyaknya gulungan kumparan dan besar arus yang mengalir pada kumparan tersebut dinyatakan sebagai berikut :

$$mmf = NI, \text{ atau,}$$

$$mmf = \text{gulungan} \times \text{amper}$$

$$mmf = \text{amper gulungan} = AG$$

Kekuatan magnet permanen dinyatakan dalam banyaknya fluk magnet pada magnet tersebut dengan satuan Weber atau Maxwell. Selanjutnya apabila titik kontak dibuka, arus listrik yang mengalir dari baterai akan segera terputus, akan tetapi garis gaya magnet yang timbul pada inti besi cenderung untuk meneruskan arus listrik tersebut.

Kecenderungan dari garis gaya magnet untuk meneruskan aliran arus listrik akan menyebabkan timbulnya arus listrik pada kumparan walaupun arus listrik dari baterai sudah tidak mengalir.

Kejadian ini dikatakan kumparan terinduksi oleh garis gaya magnet yang hilang tersebut. Oleh karena hanya kumparan itu yang terinduksi dikatakan induksi sendiri ( Self Induction ). Pada kejadian ini baik arus listrik maupun tegangan listriknya disebut juga arus induksi dan tegangan induksi.

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa satuan dari kekuatan magnet listrik adalah Amper Gulung (AG) dan satuan dari kekuatan magnet permianen adalah Weber atau Maxwell.

Besar tegangan induksi dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu banyaknya gulungan, besarnya perubahan garis gaya magnet dan waktu terjadinya perubahan garis gaya magnet yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$e = N \frac{d\Phi}{dt} (\text{VOLT})^{[6]} \dots \dots \dots (1)$$

**dimana :**

e = tegangan induksi

N = jumlah gulungan

$d\Phi$  = besarnya perubahan garis gaya magnet (Weber)

$\Delta t$  = perubahan waktu detik

Garis gaya magnet yang dapat ditimbulkan oleh kekuatan magnet listrik adalah :

$$\Phi = \frac{N.i}{R} \text{ (Weber)} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :  $N$  = jumlah gulungan

$i$  = besar arus listrik dari baterai yang mengalir  
pada kumparan ( Amper )

$R$  = reluktansi magnet yaitu bilangan yang menyatakan  
besar amper gulung yang dapat menjadi garis gaya magnet

Kemudian bila ;

$$d\Phi = \frac{N.i}{R}; \text{ maka } d\Phi = \frac{N di}{R} \text{ atau } d\Phi = \frac{N}{R} di \dots\dots\dots(3)$$

Bila persamaan ini dimasukan kedalam persamaan tegangan induksi memakai

$$e = \frac{N d\Phi}{dt}$$

$$e = N \frac{N di}{R dt} \text{ atau } e = \frac{N^2 di}{R dt} \text{ (Volt)} \dots\dots\dots(4)$$

Jadi uraian-uraian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa ;

1. Besarnya tegangan induksi sebanding dengan jumlah gulungan dan kecepatan perubahan garis gaya megnet. Kecepatan perubahan garis gaya megnet adalah  $d\Phi/dt$ .

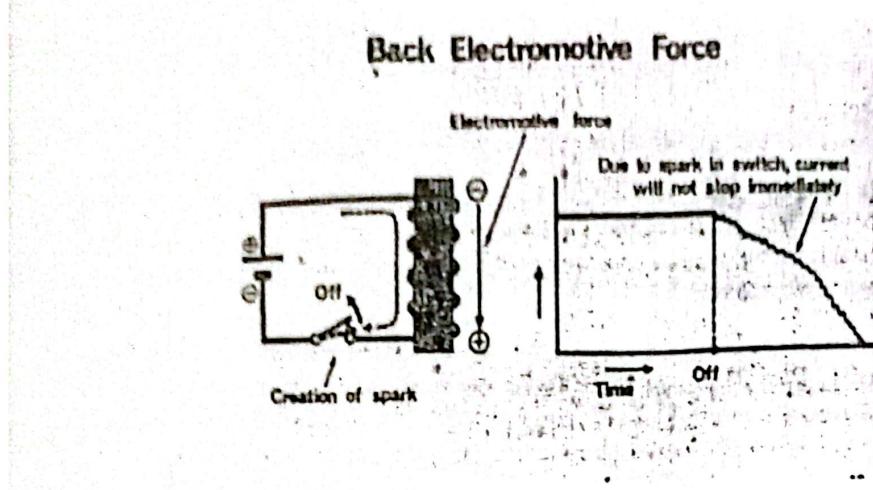
2. Besarnya tegangan induksi tergantung dari jumlah gulungan dan perubahan kecepatan arus listrik  $\frac{di}{dt}$  pada saat titik kontak dibuka (maksudnya dari arus yang mengalir dengan besar tertentu sampai arus yang mengalir = 0 amper pada kumparan tersebut ).

Dari dua kesimpulan diatas dapatlah dipahami bahwa faktor kecepatan perubahan medan magnet atau faktor kecepatan perubahan pemutusan arus listrik mempengaruhi besarnya tegangan induksi. Jumlah gulungan kumparan juga berperan disini tetapi jumlah gulungan pada suatu kumparan tetap. Jadi dapat dianggap suatu konstanta.

Telah dijelaskan sebelum ini bahwa pada saat titik kontak terbuka akan terjadi arus induksi yang cenderung untuk meneruskan aliran listrik seperti pada saat titik kontak tertutup dan tegangan induksi pada kumparan tersebut. Bila pemutusan arus ini cepat sekali dan jumlah kumparan juga banyak akan menyebabkan tegangan induksi yang tinggi pada kumparan.

Kecenderungan arus induksi untuk meneruskan aliran listrik pada kumparan dan terjadinya tegangan induksi yang menyebabkan timbulnya loncatan bunga api pada titik kontak saat mulai terbuka. Hal ini akan memperlambat pemutusan arus listrik dari baterai ke kumparan yang berarti akan menurunkan besarnya tegangan induksi yang terjadi pada kumparan tersebut seperti terlihat pada gambar 2.3.

Kecepatan pemutusan arus menjadi lambat karena loncatan bunga api pada titik kontak disaat mulai terbuka dan tegangan yang terjadi pada kumparan tidak dapat mencapai maksimum yang diharapkan.



Gambar 2.3 pemutusan arus listrik

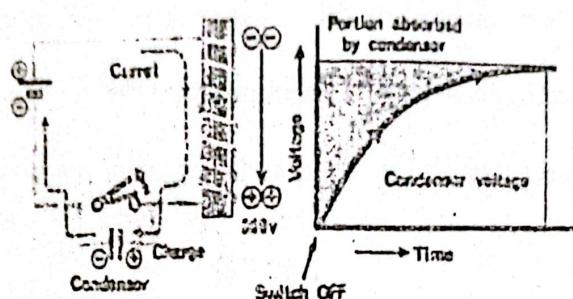
Untuk mencegah terjadinya loncatan bunga api pada saat titik kontak terbuka, pada sirkuit harus ditambahkan sebuah kondensator yang dihubungkan paralel dengan titik kontak seperti terlihat pada gambar 2.4.

#### Cara kerja kondensator

Pada saat titik kontak dalam keadaan tertutup, arus listrik akan mengalir dari baterai kekumpanan selanjutnya kebaterai. Arus listrik ini selanjutnya akan menyebabkan terjadinya pemagnetan pada kumparan tersebut. Dalam keadaan ini arus listrik tidak akan ada yang mengalir melalui kondensator.

Pada saat titik kontak mulai seperti terlihat pada gambar 2.4. loncatan bunga api tidak terjadi karena arus listrik segera diserap oleh kondensator.

### Back Electromotive Force



Gambar 2.4. Pemasangan kondensator <sup>[1]</sup>

Penyerapan arus listrik ini akan dipercepat terputusnya arus listrik pada kumparan sehingga akan memperbesar tegangan induksi yang terjadi pada kumparan tersebut. Seperti telah diketahui bahwa besar tegangan induksi dipengaruhi oleh  $\frac{di}{dt}$  dimana bila  $dt$  sangat kecil, maka hasil  $\frac{di}{dt}$  akan besar.

Jadi dengan menempatkan kondensor pada sirkuit ini, maka terjadinya loncatan bunga api pada titik kontak dapat dicegah dan pembentukan tegangan induksi pada kumparan akan mencapai maksimum yang diharapkan.

Apabila pada kawat kumparan suatu inti besi dialirkan arus listrik dan beberapa saat kemudian arus listrik tersebut terputus, maka akan terjadi tegangan induksi pada kumparan tersebut dan peristiwa ini dikatakan induksi sendiri.

Jika pada inti besi tersebut dililitkan 2 buah kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder, pada kumparan primer dialiri arus listrik kemudian arus listrik tersebut diputuskan, maka tegangan induksi tidak hanya terjadi pada kumparan primer saja melainkan pada kumparan sekunder juga terjadi tegangan induksi. Karena tegangan induksi terjadi pada kedua kumparan secara bersamaan maka peristiwa ini dikenal dengan sebutan "Induksi bersama" atau "Mutual Induction".

Besar tegangan induksi pada kumparan sekunder tergantung perbandingan gulungan antara kumparan sekunder dengan kumparan primer dan besar tegangan induksi pada kumparan sekunder dengan kumparan primer dan besar tegangan induksi pada kumparan primer.

Untuk jelasnya hubungan ini dapat dituliskan sebagai berikut ;

$$\frac{E_p}{N_p} = \frac{E_s}{N_s} \quad \dots \dots \dots (5)$$

Djmana :

**Ep** = tegangan induksi pada kumparan primer

**Es** = tegangan induksi pada kumparan sekunder

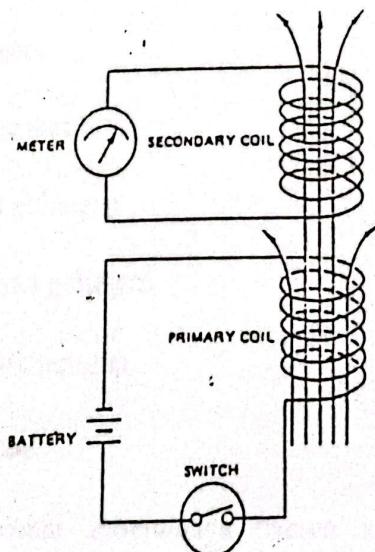
Np = jumlah lilitan pada kumparan primer

Ns = jumlah lilitan pada kumparan sekunder

Jadi besar tegangan pada kumparan tersebut adalah

$$E_s = E_p \times \frac{N_s}{N_p} \quad \dots \quad (6)$$

Ns/Np disebut juga perbandingan gulungan antara kumparan sekunder dengan kumparan primer. Sebagai contoh sebuah ignition koil mempunyai 250 gulungan pada kumparan primer dan 20.000 gulungan pada kumparan sekunder. Pada saat titik kontak mulai terbuka timbul tegangan induksi pada kumparan primer sebesar 250 volt. Tegangan induksi yang timbul pada kumparan sekunder adalah sebesar : 20.000 volt (lihat gambar 2.5. )



Gambar 2.5. Induksi Bersama

Jadi apabila akan mempertinggi tegangan induksi pada kumparan sekunder, perbandingan gulungan harus sebesar mungkin demikian sebaliknya.

### **II.2. Hal-hal yang mempengaruhi besar kecilnya tegangan induksi.**

Pada ignition coil perbandingan gulungan antara kumparan primer dengan kumparan sekunder besarnya tetap, karena sudah dibuat sedemikian rupa, sehingga jumlah gulungan masing-masing kumparan adalah tetap. Untuk mendapatkan tegangan induksi yang tinggi pada kumparan sekunder, hanya dapat memanfaatkan besar tegangan induksi pada kumparan dimana hal-hal yang mempengaruhi adalah sebagai berikut.

#### **II.2.1. Pengaruh pembentukan magnet pada inti besi kumparan primer**

Pembentukan magnet pada inti besi karena adanya arus listrik yang mengalir dari baterai pada kumparan primer .

Kekuatan magnet tergantung dari :

Banyaknya gulungan

Harga tahanan gulungan

Lamanya titik tertutup.

Pengaruh banyaknya gulungan:

Seperti telah diketahui sebelumnya bahwa kekuatan magnet listrik dapat dinyatakan dalam suatu perkalian antara jumlah gulungan dengan besar arus listrik yang mengalir pada kumparan tersebut. Apabila jumlah gulungan dari kumparan primer sangat banyak maka kekuatan megnetnya akan menjadi sangat besar dan sebaliknya.

#### **Pengaruh harga tahanan gulungan:**

Semakin besar harga tahanan gulungan maka semakin kecil arus listrik yang dapat mengalir pada kumparan tersebut. Hal ini akan menyebabkan semakin kecilnya harga kekuatan magnetnya. Untuk itu kumparan dibuat dari kawat yang besar agar tahanannya kecil.

Harga tahanan kumparan ditentukan dengan rumus : [6]

Dimana ;

R = harga tahanan gulungan (ohm)

$\rho$  = harga tahanan jenis kawat gulungan (m)

l = panjang kawat gulungan (m)

**A = luas penampang kawat (m)**

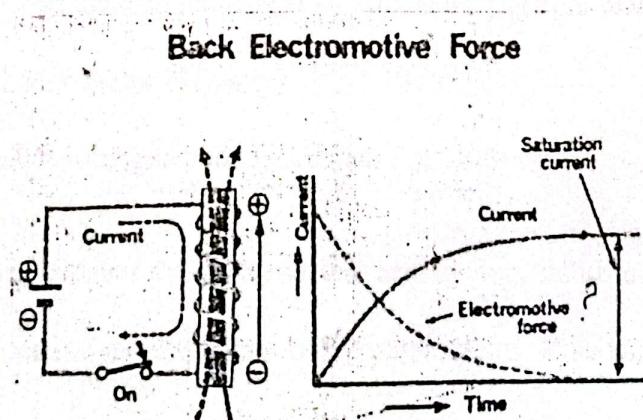
Jadi untuk mendapatkan harga tahanan yang kecil pada jumlah gulungan yang banyak atau pada kawat yang sangat panjang, besar penampang harus sebesar mungkin. Pada ignition coil yang digunakan Suzuki, kumparan primer kawatnya lebih besar dibanding kumparan sekunder dan harga tahanannya sekitar 3 ohm untuk jenis ignition coil yang lama dan untuk ignition coil yang dipakai sekarang harga tahanannya

sekitar 1,4 ohm. Dengan harga tahanan tersebut diatas, tegangan induksi pada kumparan primer akan berada sekitar 300 volt sampai 400 volt.

Pengaruh lamanya titik kontak tertutup:

Pada dasarnya besar arus listrik yang mengalir pada kumparan primer dengan tahanan sebesar 3 ohm adalah 4 ampere. Tetapi besar arus ini tidak segera mencapai 4 ampere karena pada saat titik kontak mulai tertutup arus listrik yang mengalir pada kumparan untuk membuat kemagnetan pada inti besi mengalami hambatan yang disebabkan oleh adanya tegangan balik atau "Back Electromotive Force", seperti terlihat pada gambar 2.6.

Gambar 2.6. memperlihatkan titik kontak saat mulai tertutup, harga tegangan balik adalah maksimum, sehingga arus listrik sama sekali belum dapat mengalir. Arus listrik lambat laun akan menjadi besar setelah beberapa saat yang disebabkan oleh tegangan yang lambat laun mencapai harga 0. Pada saat harga arus listrik mencapai maksimum hal ini adalah 4 amper, harga tegangan balik akan mencapai 0.



Gambar 2.6. Tegangan balik pada kumparan <sup>[1]</sup>

Untuk lebih jelasnya pengaruh waktu dari posisi titik kontak tertutup dapat dilihat rumus di bawah ini .

### Dimente;

$I(t)$  = besar arus listrik yang mengalir pada saat titik kontak tertutup dengan jumlah waktu 1 detik (ampere).

E/R = jumlah/besar arus listrik maksimum yang dapat mengalir pada kumparan (ampere).

E = Bilangan Napier ( $= 2.718 \dots$ )

= waktu menutupnya titik kontak (detik)

R = harga tahanan kumparan (ohm)

**L** = harga tahanan induktansi kumparan dipengaruhi oleh faktor-faktor N (henry)

**N** = jumlah gulungan pada kumparan.

Dari rumus tersebut dapatlah diambil kesimpulan, untuk memperoleh besar arus yang maksimum, waktu mendapatkan titik kontak yaitu 1 harus besar harganya agar harga  $e^{-Rt/L}$  dapat mencapai 0 . Arus maksimum yang mengalir pada kumparan diharapkan dapat mengalir setelah titik kontak menutup selama  $L/R$  detik.

Meskipun arus yang mengalir dalam waktu  $L/R$  detik belum mencapai arus maksimum yang diperhitungkan, hal ini sudah dapat menghasilkan harga tegangan induksi pada kumparan primer sebesar 300 – 400 volt. Jadi sebenarnya arus yang mengalir diharapkan setelah titik kontak tertutup dalam waktu  $L/R$  detik dan besarnya adalah :

$$I(t) = \frac{E}{R} \left( 1 - e^{-\frac{R \cdot L}{R}} \right)$$

$$I(t) = \frac{E}{R} \left( 1 - e^{-\frac{1}{2,718}} \right)$$

$$I(t) = \frac{E}{R} \left( 1 - \frac{1}{2,718} \right)$$

$$I(t) = 0,632 \frac{E}{R} \text{ (Ampere)}$$

$I(t)$  besarnya 63,2 % dari  $\frac{E}{R}$  dan tegangan induksinya pada kumparan

primer : 300 – 400 volt.

Jadi bila waktu titik kontak menutupnya hanya sebentar saja, arus yang mengalir melalui kumparan akan rendah dan kemagnetan pada inti besi akan rendah juga sehingga tegangan induksi akan rendah. Selanjutnya apabila kondisi sebaliknya maka hasilnya pun akan sebaliknya juga.

II.2.2. Pengaruh jumlah gulungan terhadap waktu pangaliran arus listrik pada kumparan.

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa semakin banyak gulungan pada kumparan primer maka akan semakin besar kekuatan magnetnya dan semakin besar induksi yang terjadi pada kumparan tersebut. Sebaliknya makin banyak gulungan maka akan semakin besar harga tahanannya dan akan semakin kecil arus yang mengalir pada kumparan yang selanjutnya akan menurunkan harga kemagnetannya.

Pada kumparan primer ini yang paling penting adalah cepatnya arus listrik menjadi besar agar kemagnetannya besar. Dari faktor  $L/R$  apabila harga  $L$  besar berarti arus listrik mengalir relatif lamban atau waktu yang dibutuhkan untuk arus listrik menjadi maksimum relatif lama. Sebaliknya bila harga  $L$  kecil berarti waktunya singkat.

bila  $L$  besar maka  $t$  besar, sebaliknya bila  $R$  besar maka  $t$  akan kecil. Harga  $L$  dipengaruhi oleh banyak gulungan ( $N$ ) sedangkan harga  $R$  dipengaruhi oleh panjang kawat atau banyaknya gulungan ( $N$ ).

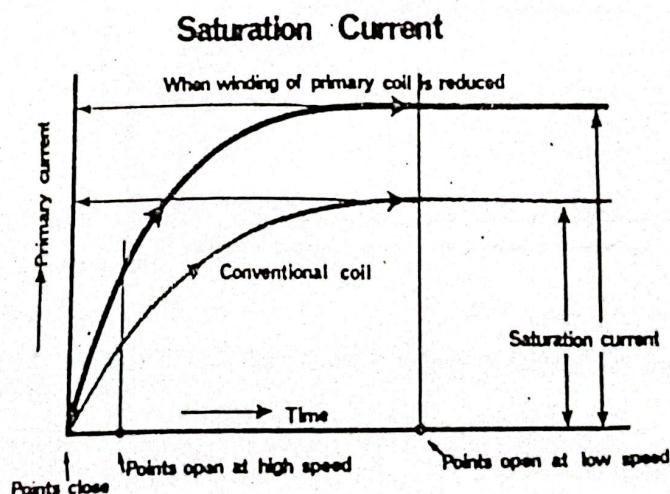
Jadi :

$$t \equiv \frac{N^2}{N} = N \quad \text{atau}$$

t sebanding dengan jumlah gulungan dimana apabila jumlah gulungan semakin besar maka waktu yang dibutuhkan oleh arus listrik agar menjadi maksimum juga makin lama atau sebaliknya.

Ignition koil yang digunakan oleh kendaraan Suzuki dengan tahanan kumparan primernya sebesar 3 ohm mempunyai gulungan banyak dan penampang kawatnya kecil sehingga waktu yang diperlukan oleh arus listrik untuk menjadi maksimum sangat lama. Kelambanan yang disebabkan oleh jumlah gulungan ini kemudian akan memperkecil tegangan induksi yang terjadi.

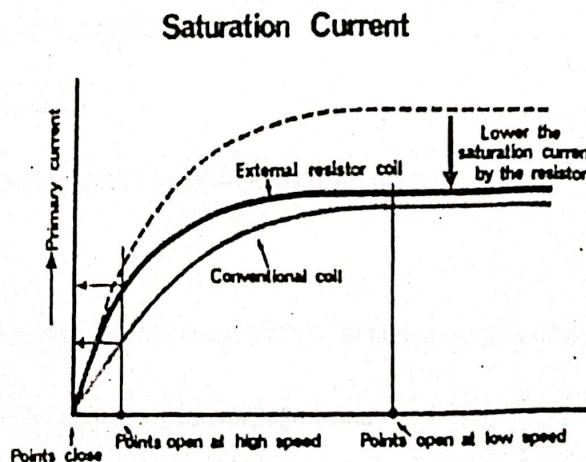
Dengan alasan kelambanan tersebut diatas, maka pada ignition koil yang baru telah dikurangi jumlah lilitannya agar arus listrik dapat mengalir dengan cepat. Disamping itu besar penampangnya dibuat lebih besar agar arus yang mengalir menjadi lebih besar seperti yang terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kurva Perbandingan kecepatan arus mengalir <sup>[1]</sup>

Berkurangnya jumlah gulungan bertambah besarnya arus listrik yang mengalir akan menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur pada kumparan. Hal ini akan menurunkan kemagnetan pada inti besi yang selanjutnya akan diperkecil tegangan induksi yang terjadi. Untuk mengatasi hal tersebut diatas pada sirkuit kumparan primer dipasang suatu alat pengaman yang berfungsi sebagai resistor. Alat tersebut adalah "External Resistor".

Dengan menambahkan External resistor ini, harga maksimum dari arus listrik dapat diturunkan seperti tlihat pada gambar 2. 8. Tetapi waktu yang dibutuhkan oleh arus listrik untuk menjadi maksimum tetap singkat yang dikarenakan jumlah gulungan yang sudah dikurangi seperti telah dijelaskan sebelumnya ini.



Gambar 2. 8. Penurunan arus listrik maksimum akibat pemasangan extenal resistor. [1]

### II.2.3. Pengaruh kecepatan pemutusan arus listrik pada kumparan primer.

Pembentukan arus induksi ialah pada saat arus yang mengalir dari baterai ke kumparan primer diputuskan sehingga terjadi perubahan kemagnetan pada inti besi yang

selanjutnya akan menginduksi kumparan tersebut. Tegangan yang timbul dari induksi ini dapat dinyatakan dengan rumus :

$$e = \frac{d\Phi}{dt} \quad (\text{volt})$$

$$e = L \frac{di}{dt} \quad (\text{volt}) \quad \text{atau}$$

$$e = \frac{N^2}{R} \frac{di}{dt} \quad (\text{volt})$$

dipana :

L = Induksi kumparan primer

N = Jumlah gulungan kumparan primer

R = Reluktansi inti besi

$di/dt$  = Kecepatan pemutusan arus pada kumparan primer

faktor  $di/dt$  sangat besar pengaruhnya terhadap pembentukan tegangan induksi, bila harganya besar hasil tegangan induksi juga besar.

Untuk mendapatkan harga  $di/dt$  yang besar pada sirkuit ditambahkan kondensator (seperti telah dijelaskan sebelumnya).

Kondensator ini dapat menyerap arus listrik dengan cepat sesuai dengan kapasitas yang dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

Dan

$$i(t) = \frac{E}{R} \times e^{-t/RC} \quad (\text{Ampere}) \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

$Q(t)$  = Jumlah muatan listrik yang dapat disimpan oleh kondensator selama kondensator diberi tegangan dalam waktu  $t$  detik (Coloumb).

$R$  = Tahanan yang dihubungkan secara seri (Ohm)

$C$  = Kapasitas kondensator (Farad)

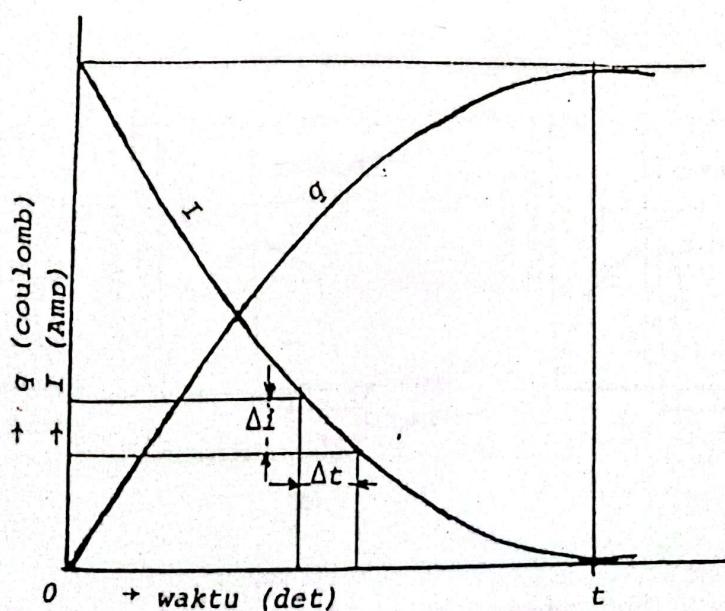
$t$  = Waktu pemberian arus / tegangan listrik (detik)

$E$  = tegangan listrik sumber (Volt)

$i(t)$  = Besar arus listrik pada  $t$  detik (Ampere)

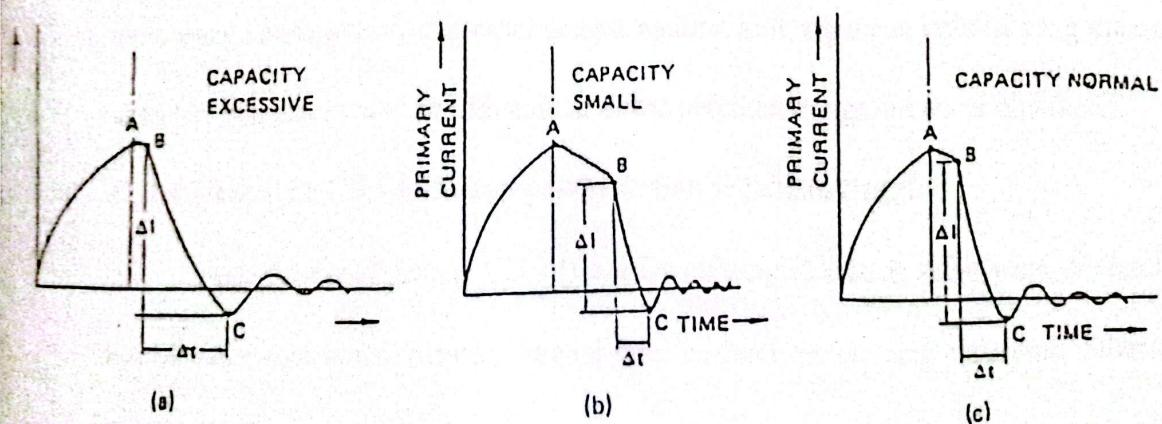
$e$  = Bilangan Napier ( $2,718\dots\dots$ )

Grafik muatan listrik dan besar arus pengisian pada kondensator dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Pada gambar 2. 9. Dapat dilihat karakteristik kondensator pada saat pengisian arus listrik ke dalam kondensator. Mula-mula besar arus listrik adalah maksimum atau sebesar  $E/R$  dalam keadaan muatan kondensator  $q = 0$ . Setelah pengisian berlangsung selama t detik, besar arus menjadi = 0 Ampere yang disebabkan muatan kondensator sudah penuh atau  $q = \text{maksimum}$

Kecepatan pengisian arus listrik ke dalam kondensator adalah  $di/dt$ , selanjutnya pada sirkuit pengapian digunakan untuk memutus arus pada kumparan primer pada saat titik kontak mulai terbuka, sehingga pada ignition koil dapat terjadi tegangan induksi. Bila diperhatikan faktor  $t = RC$ , jika  $t$  diperkecil, untuk mendapatkan harga  $di/dt$  yang besar, maka harus diperkecil harga  $RC$  ( $R$  saja atau  $C$  saja yang diperkecil atau keduanya).  $R$  adalah harga tahanan kumparan bila diperkecil berarti mengurangi jumlah gulungannya, sedangkan  $C$  adalah kapasitas kondensor. Jadi yang paling mungkin diperkecil adalah  $C$  pada batas harga tertentu sehingga menghasilkan harga  $di/dt$  yang cukup tinggi. Pada gambar 2. 10. Dapat diperhatikan harga  $C$  dan pengaruh terhadap pembentukan  $di/dt$ .



Gambar 2. 10. Pengaruh besar  $C$  terhadap  $di/dt$ .

Gambar 2. 10 (a) menunjukkan pemakaian kondensor yang terlalu besar. Akibat terlalu besar kapasitas kondensor, penyerapan dan pemutusan arus listrik pada kumparan memerlukan waktu yang lama, tetapi penyerapan arus segera terjadi setelah titik kontak mulai membuka atau A - B singkat sekali sehingga harga i juga besar. Walaupun demikian harga di/dt belum mencapai maksimum yang diharapkan.

Gambar 2. 10. (b) menunjukkan pemakaian kondensator dengan kapasitas rendah, sehingga pada saat titik kontak mulai membuka arus listrik tidak dapat segera diserap oleh kondensator.

Meskipun harga t kecil tetapi harga di/dt hampir sama menggunakan kondensator dengan kapasitas berlebihan yang disebabkan harga i yang kecil. Jadi tegangan maksimum yang diharapkan tidak tercapai.

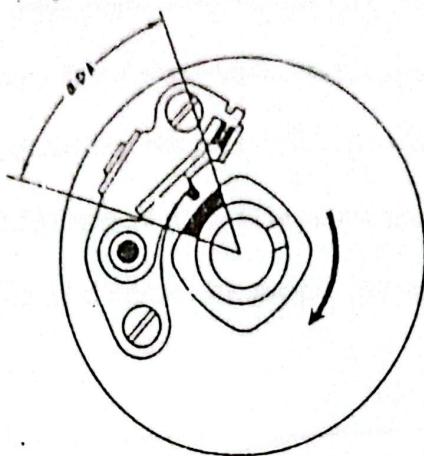
Gambar 2. 10. (c) menunjukkan pemakaian kondensator dengan kapasitas yang sesuai dengan ignition koilnya (kapasitas normal) dimana hasil di/dt nya cukup besar dan dapat menaikan tegangan induksi seperti yang diharapkan.

Pada kendaraan suzuki dilengkapi dengan kapasitor sebesar  $0,25 \mu F$ . Dengan memasang kondensator yang sesuai dengan ignition koil, tegangan induksi yang diharapkan akan tercapai dan kerusakan titik kontak akibat percikan bunga api dapat diperkecil.

#### II. 2.4. Pengaruh CDA terhadap pembentukan tegangan tinggi.

Yang dimaksud dengan CDA (Cam Dwell Angle) adalah sudut yang dibentuk titik kontak pada saat mulai tertutup sampai terbuka atau sudut yang terbentuk selama titik kontak menutup.

Besar sudut ini untuk suatu harga kecepatan putar  $n$  dapat ditempuh selama  $t$  detik.



Gambar 2. 11. Cam Dwell Angle [1]

Misalnya untuk CDA = 50 dan  $n = 600$  rpm, maka CDA dapat ditempuh dengan waktu :

$$t = \frac{50 \times 2}{600} \quad (\text{detik})$$

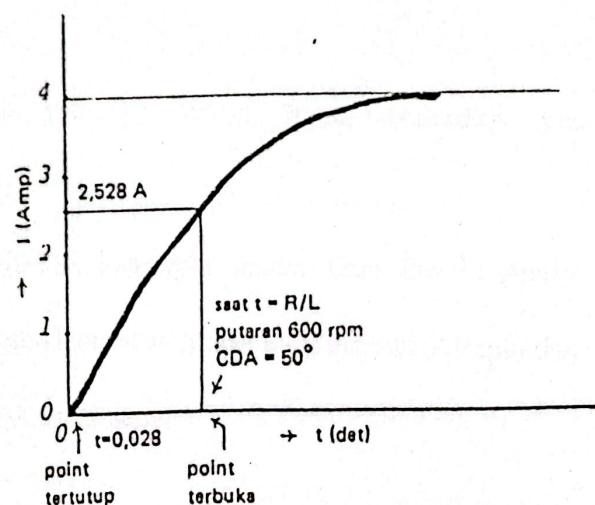
$$\frac{1}{60} \times 360$$

$$t = \frac{3000 \times 2}{600 \times 360} \quad (\text{detik})$$

$$t = 0,028 \quad (\text{detik})$$

Waktu = 0,028 (detik) inilah selanjutnya yang disesuaikan dengan waktu pengisian arus listrik pada kumparan primer yang besarnya  $t = R/L$ , yang telah dijelaskan terdahulu. Perlu diingat bahwa  $t = 0,028$  detik ini dicapai pada saat putaran

mesin 600 rpm. Jadi pada ignition koil diharapkan waktu pengisian arus pada kumparan primer sebesar  $t = R/L$ , dimana sudah mencapai 63,25 % dari arus maksimum perhitungan. Apabila harga  $R = 3$  ohm berarti arus pengisian maksimum adalah 4 ampere dan pada saat titik kontak tertutup selama  $t = R/L$  (detik) arus pengisian adalah sebesar  $0,632 \times 4$  ampere atau 2,528 ampere. Dengan besarnya arus inilah kumparan primer dapat menghasilkan tegangan induksi sebesar 300 sampai 400 volt.



Gambar 2.12. Pengaruh CDA besar arus pengisian [1]

Saat  $t = R/L$

Putaran 600 rpm

CDA = 50°

Apabila CDA-nya lebih kecil, maka waktunya titik kontak akan lebih singkat, akibatnya arus mengalir pada kumparan primer masih kecil dan tegangan induksi yang diperoleh juga akan kecil.

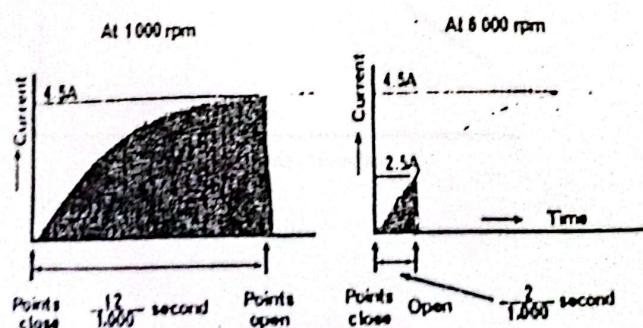
Sebaliknya apabila CDA terlalu besar, arus yang mengalir lebih besar dan lebih lama sehingga akan meningkatkan temperatur kumparan primer serta inti besinya dan selanjutnya akan menurunkan tegangan induksi yang diakibatkan oleh menurunnya kekuatan magnet.

Jadi sebaliknya harga CDA mengikuti spesifikasi yang diajukan pabrik yaitu untuk kendaraan suzuki 4 silinder, harga CDA adalah  $52 \pm 2^\circ$  dan untuk 67 silinder adalah  $41 \pm 2^\circ$ .

### III.5. Pengaruh putaran tinggi (rpm) terhadap pembentukan tegangan tinggi.

Telah dijelaskan hubungan antara Cam Dwell Angle dengan pembentukan tegangan induksi pada kumparan primer pada putaran 600 rpm dan CDA =  $50^\circ$  titik kontak akan tertutup selama 0,028 detik.

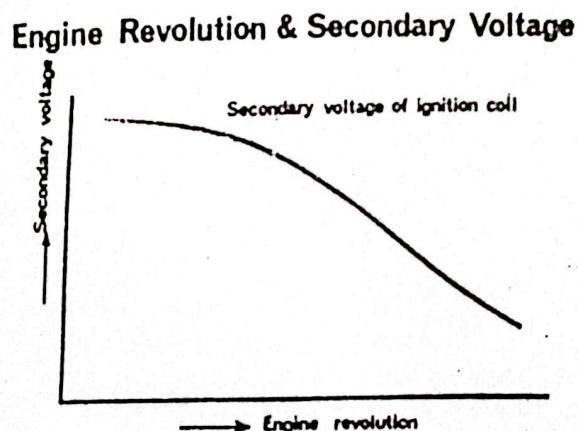
#### Revolution & Primary Current



Gambar 2.13. Pengaruh putaran terhadap arus primer<sup>[1]</sup>

Apabila putaran berubah menjadi lebih cepat, maka waktu titik kontak tertutup menjadi lebih singkat ( $t < 0,028$  detik). Hal ini akan memperkecil arus listrik yang mengalir kekumparan primer yang berarti juga akan memperkecil tegangan induksi yang terjadi.

Pada gambar 2.13. Terlihat jelas bahwa dengan putaran mesin 1000 rpm dan CDA =  $36^\circ$ , Waktu menutupnya titik kontak adalah  $12/1000$  detik dengan besar arus = 4,5 ampere. Untuk putaran 6000 rpm, CDA =  $36^\circ$ , waktu menutupnya titik kontak adalah  $2/1000$  detik dengan besar arus = 2,5 ampere. Jadi dengan bertambahnya putaran mesin, tegangan induksi akan bertambah kecil dan tegangan yang keluar dari kumparan sekunder juga akan turun seperti terlihat pada gambar 2.14.



**Gambar 2. 14 Pengaruh putaran mesin terhadap tegangan tinggi yang ditimbulkan<sup>[1]</sup>.**

**Gambar 2. 14.** Memperlihatkan adanya penambahan putaran maka akan terjadi penurunan tegangan induksi. Untuk kendaraan suzuki penurunan tegangan tinggi ini pada saat putaran

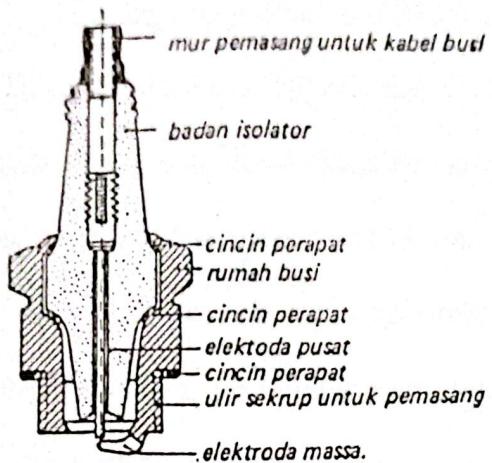
maksimum masih diatas dari tegangan miss firing jika faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan tegangan induksi masih dalam batas-batas yang ideal misalnya :

- Pemakaian Ignition Koil yang sesuai.
- Pemakaian Kondensator yang sesuai.
- Penyetelan CDA yang sesuai.
- Penyetelan celah busi yang sesuai
- Pemakaian kabel tegangan tinggi yang sesuai.

## II.2.6. BUSI

Busi harus dapat membakar campuran gas yang sudah dikompresikan. Untuk memasang busi rapat udara pada silindernya dan dapat dibongkar pasang, maka ujungnya terdiri dari ulir sekerup. Biasanya ulir sekerupnya adalah M 14.

Susunan busi pada umumnya adalah seperti terlihat pada gambar 2.15.



Panjang ulir sekerup harus sama dengan tebal kepala silinder. Jadi ujungnya harus sama dengan bagian dalam ruang pembakaran.

Bagian-bagian busi terpenting adalah :

1. Selongsong baja dengan ulir sekerup dengan elektroda massa yang di las.
2. Badan isolasi.
3. Elektroda pusat.

Oleh karena sekerup tidak rapat udara (gas) maka digunakan suatu cincin perapat tembaga. Kita menggunakan tembaga untuk keperluan tersebut karena tembaga merupakan pengantar panas yang baik, sehingga diperoleh suatu penyaluran panas secara baik. Selain terdapat berbagai merk busi, juga tiap merk mempunyai berbagai macam jenis.

pengantar panas yang baik, sehingga diperoleh suatu penyaluran panas secara baik. Selain terdapat berbagai merk busi, juga setiap merk mempunyai berbagai macam jenis.

Perlunya banyak jenis ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

Sebagai contoh kita ambil dua buah motor dengan diameter silinder, langkah dan jumlah putaran yang sama. Yang satu adalah langkah motor berlangkah dua, yang satunya berlangkah empat. Kalau kita pasangkan pada kedua motor tersebut busi yang sama, maka busi pada motor berlangkah dua akan jauh lebih panas dari pada busi pada motor yang berlangkah empat. Sebab jumlah pembakaran pada motor berlangkah dua adalah dua kali lebih banyak dibanding dengan motor berlangkah empat.

Apabila busi itu terlalu panas, dapat mengakibatkan penyalaan yang memijar, campuran gasnya terbakar sebelum percika api meloncat. Maka jalannya motor itu tersendat-sendat yang mengakibatkan kehilangan daya, lagi juga terjadi pemanasan dan getaran setempat. Apabila busi tetap terlalu dingin, maka terbentuklah jelaga pada businya. Jelaga ini merupakan lapisan pengantar pada hidung isolator (bagian bawah isolator) antara elektroda pusat pada selongsong maka arus listrik ini tidak lagi meloncat sebagai percikan api tetapi mengalir melalui lapisan arang ke massa.

## TEORI DASAR PERENCANAAN SISTEM

### III.1. SCR

#### SILICON CONTROLLED RECTIFIER.

Dalam industri banyak di perlukan peralatan kontrol untuk tenaga listrik, misal :

- Penerangan
- Pengaturan kecepatan motor
- Las listrik
- Peleburan baja
- Pemanas listrik , dll.

Pada masa yang lalu pengontrolan umumnya di gunakan Transformator dengan power rating yang besar. Bentuk fisik transformator imumnya besar, mahal dan memerlukan perawatan yang kontinue, selain transformer alat pengatur lain yang banyak di pakai adalah Rheostat,yang juga sama seperti transformator, untuk power rating yang besar, bentuk fisik besar, mahal dan memerlukan perawatan.

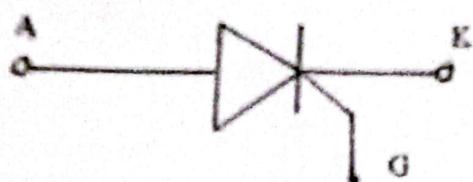
Pada tahun 1960 diciptakan peralatan elektronik dengan bentuk yang kecil dan murah tidak memerlukan perawatan, hanya memerlukan daya yang kecil. Peralatan ini disebut SCR-Sillicon Controlled Rectifier.

SCR yang moderen dapat mengontrol arus sampai ratusan Ampere dalam suatu rangkaian operasi, dengan tegangan sebesar 1KV. Dengan demikian SCR merupakan alat yang sangat penting dalam bidang kontrol industri moderen.

### III.2. Fusi dan Operasi

SCR mempunyai tiga terminal untuk mengontrol arus yang agak besar.

#### Simbol volume SCR



SCR berfungsi sebagai switch.

Jika SCR dalam keadaan Turn-On (hidup) tahanannya menjadi rendah, maka arus mengalir dari anoda ke katoda berarti SCR merupakan switch tertutup.

Jika SCR dalam keadaan Turn-Off (mati) arus tidak mengalir dari anoda ke katoda berarti SCR merupakan Switch terbuka.

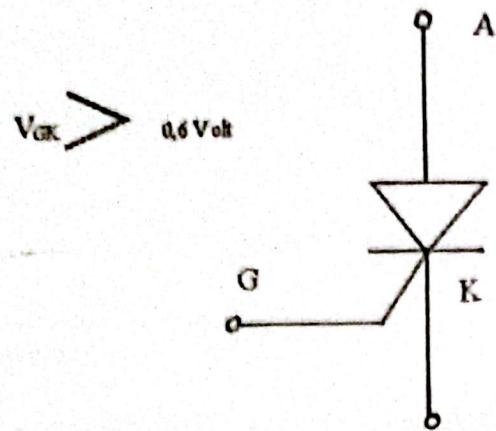
SCR merupakan peralatan elektronik, maka aksi dari switch sangat cepat.

### III.3. Karakteristik SCR-GATE

SCR dimyalakan dengan satu lompatan singkat arus kedalam gate. Arus gate ini ( $I_G$ ) mengalir melalui Junction antara gate dan katoda, dan keluar dari SCR melalui hantaran katoda. Arus gate ini di lambangkan dengan  $I_{GT}$ . Untuk menyalaikan SCR di perlukan arus sebesar :

$$0,1 - 50 \text{ mA}$$

$$I_{GT} = 0,1 - 50 \text{ mA}$$

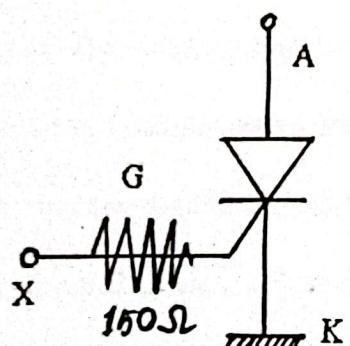


Gambar 3.2

Sekali SCR dinyalukan, tidak diperlukan aliran arus gate mengalir terus menerus. Bila arus mengalir dari terminal utama melalui anoda ke katoda, SCR dalam posisi On, bila arus anoda ke katoda  $I_{AK}$  turun di bawah nilai minimum, maka keadaan ini disebut HOLDING CURRENT.  $I_{HO}$  dan SCR menjadi Off

Untuk SCR ukuran menengah  $I_{HO} \pm 10 \text{ mA}$

contoh :



Hitung tegangan yang di perlukan

untuk menyalaakan SCR

Arus gate untuk pengapian 20 mA.

Jawab :

- Tegangan antara X dengan K dengan polaritas V<sub>XK</sub>

- Arus 20 mA mengalir pada tahanan 150 Ω

- Tegangan Forward Bias  $V_{OK} = 0,6$  V

$$V_{XO} = 150 \times 20 \times 10^{-3} = 3 \text{ Volt}$$

Jadi  $V_x = V_{XK}$

$$= 3,0 + 0,6 \text{ Volt}$$

$$= 3,6 \text{ Volt}$$

### III.3. Kapasitor

Kapasitor merupakan jenis komponen elektronika Pasif yang bersfungsi sebagai pendukung komponen aktif, sehingga komponen tersebut dapat ber fungsi sebagai mana mestinya. Pada dasarnya kapasitor merupakan alat penyimpan muatan listrik yang di bentuk dari dua permukaan yang di pisah oleh suatu penyekat (di elektric isolasi). Bila elektron berpisah dari satu pelat ke pelat yang lain, akan terdapat muatan di antaranya pada medium penyekat tadi. Muatan ini disebabkan oleh muatan positif pada pelat yang kehilangan elektron dan muatan negatif pada pelat yang memperoleh elektron.

Muatan ( $Q$ ) di ukur dengan satuan Coulomb dan kapasitor yang memperoleh muatan listrik akan mempunyai tegangan antara terminal sebesar  $V$  volt. Kemampuan kapasitor dalam menyimpan muatan disebut kapasitansi ( $C$ ). Kapasitansi ini di ukur berdasarkan besar muatan yang dapat di simpan pada suatu kenaikan tegangan.

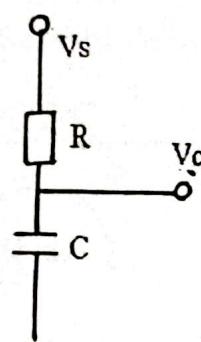
$$C = Q/V.$$

#### **III.4. Kegunaan Dari Kapasitor**

- 1. Memindahkan dan menyimpan sumberdaya**
- 2. Memblokir sinyal DC dan melewakan sinyal AC**
- 3. Meratakan tegangan AC**
- 4. Digunakan bersama-sama dengan resistor untuk meng integrasi sinyal fluktuasi**
- 5. Mendefresialkan sinyal fluktuasi.**

#### **III.5. Mengisi dan Mengosongkan Kapasitor**

Adapun proses pengisian dan pengosongan kapasitor dapat di lihat pada rangkaian gambar 3.4.



*gbr. 3.4 .Rangkaian pengisian kapasitor*

*diantara Vs dan Vc di ukur terhadap Ground.*

Kapasitor C, akan dimuati melalui resistor R dari tegangan Vc maka di peroleh

$$V_c = V_s (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \text{ Volt} \dots \dots \dots (3.4.a)$$

Dimana e adalah dasar umum logaritma atau 2,71828

$$\tau = CR \text{ ( konstanta waktu )}$$

Dari persamaan-persamaan diatas di dapat,

$$1 - \left( \frac{V_c}{V_s} \right) = e^{-\frac{t}{RC}} \quad (3.4.b)$$

bila  $\tau = CR$ , maka

$$1 - \left( \frac{V_c}{V_s} \right) = e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3.4.c)$$

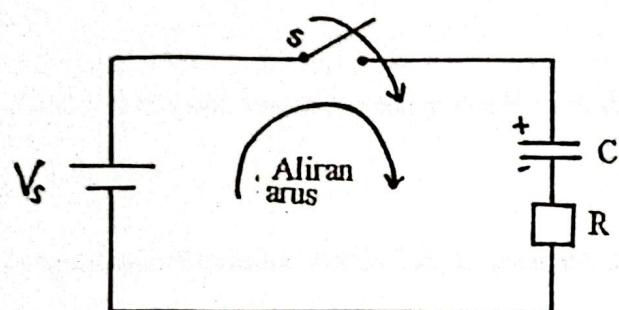
Bentuk persamaan dengan pemakaian logaritma umum,

$$\ln \left( \frac{V_c}{(V_s - V_c)} \right) = -\frac{t}{\tau} \quad (3.4.d)$$

Jika R, Vc dan Vs di buat konstan, maka dibagi lain dari persamaan akan menjadi konstan.

$$\frac{t}{\tau} = \text{konstan} \text{ atau } C = kt$$

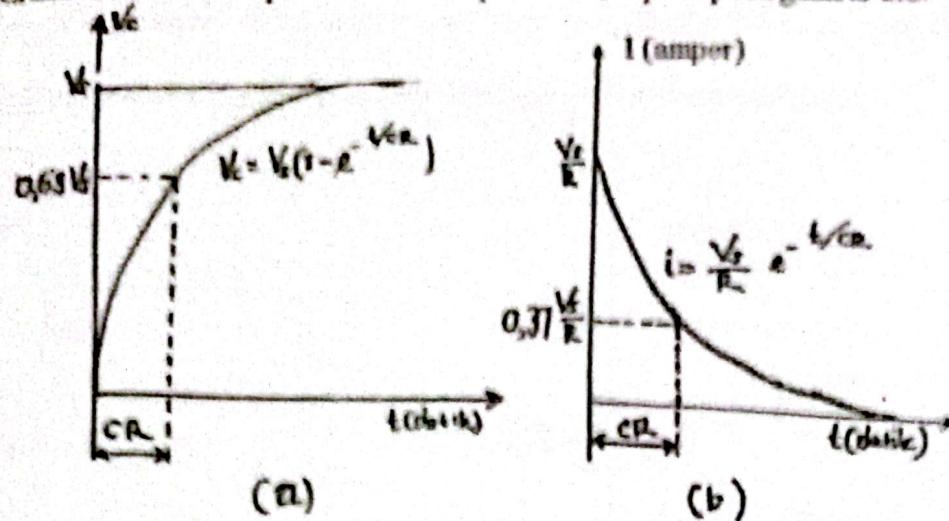
Kapasitor dapat diisi oleh suatu catu daya dc lewat regolator terlihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Pengisian kapasitor .

Ketika saklar S ditutup, tegangan Vs akan menyebabkan arus mengalir kedalam salah satu sisi kapasitor dan keluar dari sisi yang lain. Arus ini tidak tetap karena adanya penyekat dielektrik, sehingga arus menurut ketika muatan pada kapasitor meninggi sampai  $V_c = V_s$  ketika

Grafik 1 dan  $V_c$  merupakan bentuk eksponensial, seperti pada gambar 3.6.

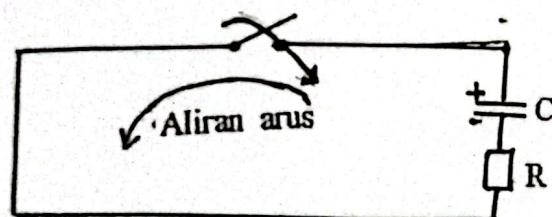


Gambar 3.6. Grafik tegangan (a) dan arus (b) pengisian kapasitor.

Setelah beberapa lama ( $t = CR$  detik), tegangan itu akan naik menjadi menjadi  $0,37 \frac{V_0}{R}$  Ampere.

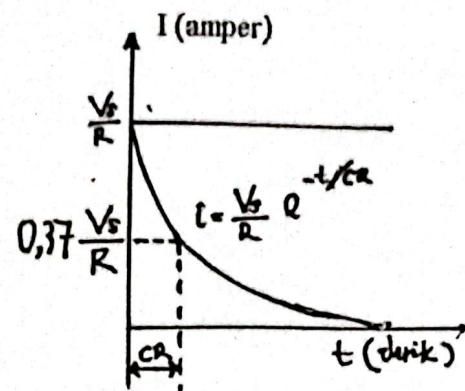
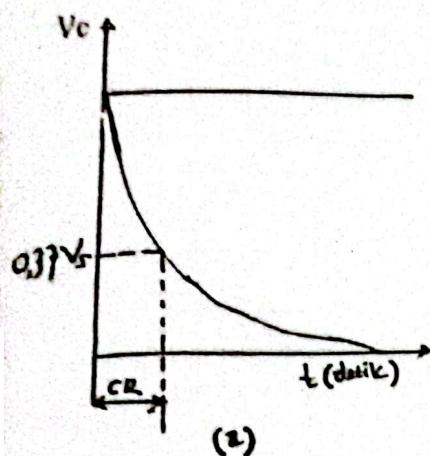
Hasil CR disebut konstanta waktu rangkaian dan banyak digunakan dalam rangkaian osilator dan timer.

Pengosongan kapasitor mirip dengan cara itu. Dengan dihilangkannya catu daya, rangkaian CR menjadi terhubung singkat, seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Pengosongan kapasitor.

Ketika saklar S ditutup, arus mengalir dari salah satu sisi kapasitor yang mengandung muatan dan kembali sisi yang lain. Ketika  $V_c$  turun sampai nol, arus juga menghilang. Kurva pengosongan kapasitor juga berbentuk eksponensial.



Gambar 3.8. Grafik tegangan (a) dan arus (b) pengosongan kapasitor

Dengan menganggap bahwa kapasitor mula-mula disisi sampai  $V_s$ , maka  $V_c$  dan  $I$  masing-masing akan menjadi  $0,37 V_s$  Volt dan  $0,37 V_s/R$  Ampere setelah  $t = CR$  detik.

## BAB IV

### PERCERITUNGAN DAN CARA KERJA SISTEM

#### Perhitungan :

Telah diketahui bahwa semua kendaraan mempunyai batas kecepatan maksimum,dalam tugas akhir ini digunakan kendaraan charade 1985 yang mempunyai kec max = 160 km/jam dengan rpm = 8000

dilengkinkan kec max menjadi 210 km/jam dengan rpm = 9000 maka diperlukan rangkaian dwell extender dengan R dan C yang dapat dicari ?

solusi:

Kec max mobil sekarang = 160 km/jam dengan RPM = 8000

dilengkinkan kec max menjadi = 210 km/jam dengan rpm = 9000

untuk kendaraan empat langkah =  $8000/2$

waktu penutupan semula =  $52/360 * 6/400 = 2,17 * 10^{-3}$  sec

atau = 2,17 msec

agar kec menjadi = 210 km/jam dengan rpm = 9000

waktu penutupan harus =  $52/360 * 6/450 = 1,93 * 10^{-3}$  sec

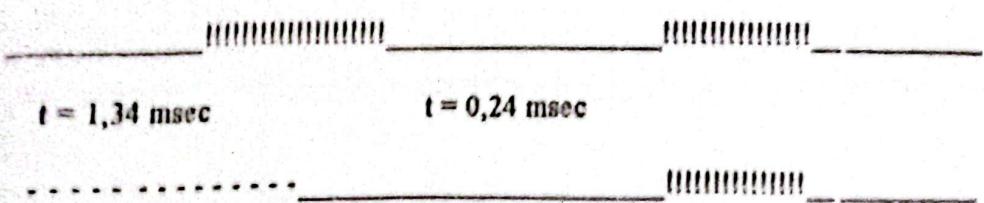
atau = 1,93 msec

maka diperlukan tambahan waktu =  $2,17 - 1,93 = 0,24$  msec

waktu pembukaan semula =  $38/360 * 6/400 = 1,58$  msec.

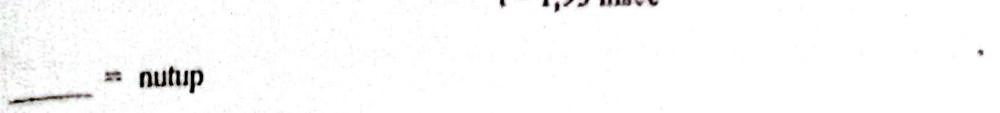
rpm 8000

1. platina .  $t = 1,58 \text{ msec}$   $t = 2,17 \text{ msec}$

  
 $t = 1,34 \text{ msec}$   $t = 0,24 \text{ msec}$

2. dwell extender rpm 9000

$t = 1,93 \text{ msec}$

  
= nutup

  
= buka

dwell extender mulai nutup =  $1,58 - 0,24 = 1,34 \text{ msec}$

jadi :

$$t = RC \ln(V_s/V_s - V_c)$$

$$V_c = Igt \cdot R + V_{gk}$$

$$V_c = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 + 0,6$$

$$V_c = 1,6 \text{ volt}$$

$$1,34 = RC \ln(V_s/V_s - V_c)$$

$$1,34 = RC \ln(12/12-1,6)$$

$$RC = 9,57 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$$

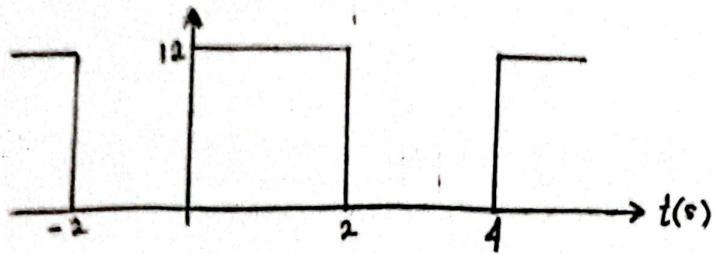
didapat  $RC = 9,57 \cdot 10^{-3}$  maka dipilih harga R dan C lihat tabel :

TABEL

No	R	C
1	4 k ohm	2,4 mF
2	2 k ohm	4,7 mF
3	4350 ohm	2,2 mF

maka dipilih harga  $R = 4$  kohm dan  $C = 2,4$  mF

Untuk Kecepatan konstan :



Maka tegangan kapasitor sebagai fungsi waktu :

$$V_c(t) = 12(1 - e^{-0.1t})U(t) - 12(1 - e^{-0.1(t-2)})(U(t-2)) + 12(1 - e^{-0.1(t-4)})U(t) - 12(1 - e^{-0.1(t-6)})U(t-6) + 12(1 - e^{-0.1(t-8)})U(t-8) \dots$$

untuk  $0 < t < 2$   $V_c(t) = 12(1 - e^{-0.1t})$

$$t = 0 \rightarrow V_c(t) = 0$$

$$t = 0,5 \rightarrow V_c(t) = 0,6$$

$$t = 1 \rightarrow V_c(t) = 1,1$$

$$t = 1,5 \rightarrow V_c(t) = 1,7$$

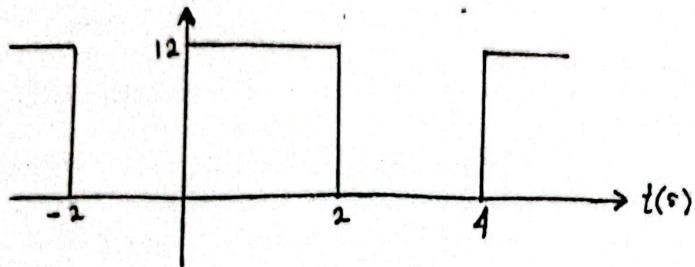
untuk  $2 < t < 4 \rightarrow V_c(t) = 12(1 - e^{-0.1t}) - 12(1 - e^{-0.1(t-2)}) = 2,7 e^{-0.1t}$

$$t = 2,5 \rightarrow V_c(t) = 2,1$$

$$t = 3 \rightarrow V_c(t) = 2$$

$$t = 3,5 \rightarrow V_c(t) = 1,9 \quad t = 4 \rightarrow V_c(t) = 1,8$$

Untuk Kecepatan konstan :



Maka tegangan kapasitor sebagai fungsi waktu :

$$V_c(t) = 12(1 - e^{-0,1t})U(t) - 12(1 - e^{-0,1(t-2)})(U(t)-2) + 12(1 - e^{-0,1(t-4)})U(t) - 12(1 - e^{-0,1(t-6)})U(t-6) + 12(1 - e^{-0,1(t-8)})U(t-8) \dots$$

untuk  $0 < t < 2$        $V_c(t) = 12(1 - e^{-0,1t})$

$$t = 0 \rightarrow V_c(t) = 0$$

$$t = 0,5 \rightarrow V_c(t) = 0,6$$

$$t = 1 \rightarrow V_c(t) = 1,1$$

$$t = 1,5 \rightarrow V_c(t) = 1,7$$

untuk  $2 < t < 4 \rightarrow V_c(t) = 12(1 - e^{-0,1t}) - 12(1 - e^{-0,1(t-2)}) = 2,7 e^{-0,1t}$

$$t = 2,5 \rightarrow V_c(t) = 2,1$$

$$t = 3 \rightarrow V_c(t) = 2$$

$$t = 3,5 \rightarrow V_c(t) = 1,9$$

$$t = 4 \rightarrow V_c(t) = 1,8$$

SCR mulai On jika  $V_c(t_0 = 1,6$  volt, ini terjadi pada saat :

$$1,6 = 12(1 - e^{-0,1t})$$

di dapat  $t = 1$  sec

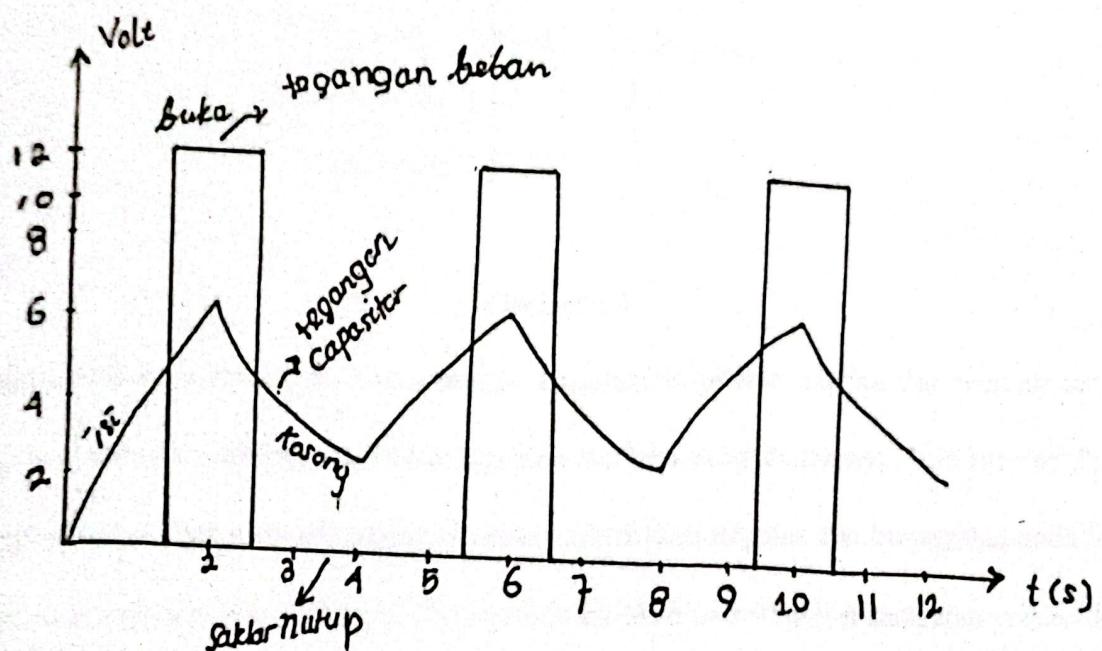
SCR mulai OFF pada saat :

$$1,6 = 2,7 e^{-0,1t}$$

Di dapat  $t = 5$  sec

pada waktu SCR ON tegangan beban 12 volt dan pada

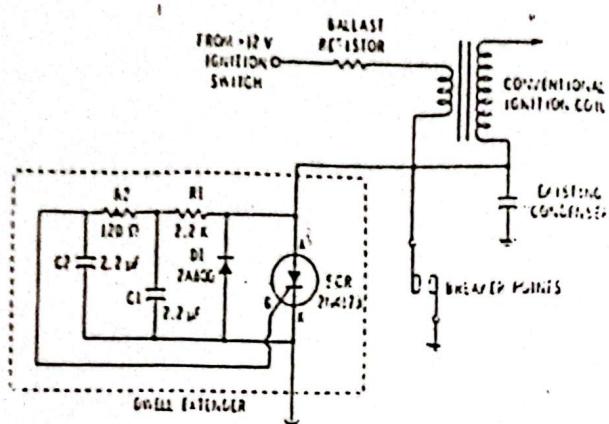
waktu SCR OFF tegangan beban 0 volt.



## RANGKAIAN DAN CARA KERJA

### IV.1. SCR DWELL EXTENDER

Sistem pengapian elektronik ini ditunjukkan dalam gambar 4.1



Gambar 4.1

Ketika platina menutup (On) arus mengalir kekumparan primer, platina dan kemassa maka inti besi akan menjadi magnet. Dalam keadaan inti besi menjadi magnet , bila Breaker Point membuka arus yang mengalir pada kumparan primer akan terputus dan kemagnetan pada inti besi akan segera hilang. Hilangnya kemagnetan ini akan menyebabkan kumparan primer dan kumparan sekunder timbul tegangan induksi, dan tegangan ini selanjutnya di salurkan ke rotor distributor untuk di bagi-bagikan pada busi. Selanjutnya tegangan tinggi pada busi ini dirubah menjadi percikan api guna pembakaran gas pada ruang bakar, sesaat setelah platina membuka (Off) ,tegangan positif dari batere dikirim langsung ke anoda SCR dan melalui rangkaian RC, kemudian ke Gate. Selama 100μs setelah platina membuka tegangan pada Gate

jumlah yang cukup menyebabkan SCR menghantar (On). Menghantar SCR ini sesaat sebelum platina (breaker point) menutup /On.

Untuk mencegah tegangan balik ketika platina membuka maka di gunakan Dioda.

## BAB V

### KESIMPULAN

Dwell Extender sistem (sistem pengapian elektronik) yang di kemukakan disini ada beberapa macam keistimewaan yang dimiliki antara lain :

- a. Sangat mudah di pasang.
- b. Pembakaran sempurna .
- c. Menghemat bahan bakar.
- d. Menghemat busi.
- e. Menambah kemampuan mesin .

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [ 1 ] ASTRA83 PT. Toyota-Astra Motor," Tehnik-tehnik servis dasar", Februari 1983
- [ 2 ] OTOM93 Otomotif, Majalah, " Sistem Pengapian Mobil ", Edisi Agustus sampai Desember, Jakarta, 1993.
- [ 3 ] Simanjuntak, Tiur, " Listrik Magnit ", Alumni, Bandung, 1985
- [ 4 ] RANGKAIAN ELEKTRONIKA, Penerbit PT ELEK MEDIA KOMPUTINDO