

**PENGARUH VARIASI CDI TERHADAP UNJUK KERJA MESIN SEPEDA  
MOTOR VEGA ZR 110cc**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan

Memperoleh derajat Sarjanah S-1  
Teknik Mesin



**OLEH :**

**BAYU SUSANTO**

**14.331.0480**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Bayu Susanto

NPM : 14.331.0480

PROGRAM STUDI : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul “**Pengaruh Variasi CDI Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor Vega ZR 110cc**” yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengan bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang telah dipublikasikan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali pada bagian sumber informasinya telah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Apabila di kemudian hari ada yang merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan atau karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau terbukti karya ilmiah ini **bukan** karya saya sendiri atau **plagiat** hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pekanbaru, 01 Desember 2021



**Bayu Susanto**  
**14.331.0480**

## KATA PENGANTAR

Terlebih dahulu penulis mengucapkan teima kasih dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat-nya kepada penulis, shalawat serta salam kita peruntukkan kepada nabi kita Muhammad SAW yang telah banyak mengajarkan ilmu pengetahuan kepada kita sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini berjudul **“PENGARUH VARIASI CDI TERHADAP UNJUK KERJA MESIN SEPEDA MOTOR VEGA ZR 110cc”**. Sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Mesin. Shalawat dan salam senantiasa selalu tercurahkan kepada baginda Rasullullah Nabi Muhammad SAW., membawa kita dari zaman kebodohan untuk mencapai titik pencerahan dalam kehidupan umat manusia serta menjadi sosok tauladan yang sempurna yang berorientasi kepada kemuliaan hidup dan keselamatan jiwa di akhirat kelak.

Penyelesaian penulis skripsi ini dilakukan melalui tahapan yang sesuai dengan prosedur. Namun demikian, penulis sangat menyadari bahwa penulisan skripsi ini masi jauh dari kesempurnaan baik ari segi sistematik maupun dalam penggunaan bahasa. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan penulisannya.

Pekanbaru, 25 Oktober 2021

Penulis

BAYU SUSANTO

NPM : 143310480

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulisan skripsi ini tidak dapat terselesaikan jika tidak adanya dorongan dari semua pihak yang telah membantu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang digerakkan hatinya oleh Allah Subhannahu Wata'ala untuk membantu hingga pada penyelesaian skripsi ini.

Ucapan terima kasih serta dedikasih yang istimewa dan tak terhingga kepada ayahanda Muslih dan Ibunda Ponirah yang senantiasa mendo'akan, memberikan restu, membimbing, mengarahkan, mendidik dan memberikan semangat serta motivasi yang sangat besar sehingga penulis menjadi sosok seperti yang sekarang ini.

penulis juga menyadari dalam proses penyelesaian skripsi ini tentu banyak pihak-pihak lain yang membantu dengan ketulusan dan keikhlasan hati memberikah hal yang positif. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih

yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Prof.Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL.** Sebagai Rektor Universitas Islam Riau periode 2017-2021.
2. Bapak **Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T** Sebagai Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Islam Riau periode 2017-2021.
3. Bapak **Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., Ph.D.** Selaku ketua Jurusan Fakultas Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
4. Bapak **Rafil Arizona, ST., M.Eng.** Selaku sekretaris jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak **Sehat Abdi Saragih ST., MT.** Sebagai pembimbing tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktunya dan senantiasa memberikan dukungan dan menyumbangkan pikirannya yang sangat luar biasa selama penyusunan tugas akhir penulis.
6. Sebagai penguji 1 **Eddy Elfiano, S.T., M.Eng** yang telah banyak meluangkan waktunya dan senantiasa memberikan dukungan dan menyumbangkan pikirannya yang sangat luar biasa selama penyusunan tugas akhir penulis.
7. Sebagai penguji 2 **Rafil Arizona, ST., M.Eng** yang telah banyak meluangkan waktunya dan senantiasa memberikan dukungan dan menyumbangkan pikirannya yang sangat luar biasa selama penyusunan tugas akhir penulis.

8. Bapak dan ibu Dosen jurusan Teknik Mesin Fakultas Islam Riau yang telah tulus sepenuh hati memberikan ilmu kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan bai.
9. Teman terdekat saya **Anton Maulana, Amri Armadi, Topa Rahmadi, Harry Setiawan**, yang selalu ada selama dibangku kuliah.
10. Keluarga saya **Tri Suci Lestari,S.pd, Dyan Maylina,S.Pd, Dimas Aditya, Reflirahmadona** . Yang selalu memberikan dorongan dan semangat selama penyusunan tugas akhir penulis.
11. Kepada tema-teman penulis angkatan 2014 yang telah banyak memberikan warna dalam hamparan permadani kehidupan penulis selama masa studi terlebih pada masa penyusunan dan penyelesaian skripsi ini (mohon maaf tidak dapat penulis tuliskan satu persatu) partisipasi selama masa studi penulis.
12. Kepada semua pihak yang tidak sempat penulis tuliskan satu persatu dan telah memberikan kontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian studi, penulis mengucapkan banyak terimakasih ata bantuannya.

Akhirnya, penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan hasil penelitian ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan, maka dari itu kritik dan saran sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis ini dapat berguna bagi kita semua.

Semoga Allah SWT., selalu meridhoi niat baik hamba –nya. Amin.

Pekanbaru, 25 Oktober 2021

Penulis

BAYU SUSANTO  
NPM : 143310480

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	
LEMBAR PENGESAHAN .....	
KATA PENGANTAR .....	ii
UCAPAN TERIMAKASIH .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR GRAFIK PENGUJIAN .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR NOTASI .....	x
ABSTRAK .....	xi
<b>BAB 1 : PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Definisi Motor Bakar .....	6
2.2 Klarifikasi Motor Bakar .....	6
2.3 Jenis-Jenis Motor Pembakaran Dalam .....	8
2.3.1 Motor Bensin .....	8
2.3.2 Mesin Diesel .....	9
2.4 Jenis-Jenis Motor Bakar Berdasarkan Jumlah Langkah Kerja .....	9
2.5 Sistem Pengapian .....	17

2.6 Jenis-Jenis CDI.....	47
2.7 Unjuk Kerja Mesin .....	50

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN ..... 58**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	58
3.2 Diagram Alir Penelitian .....	59
3.3 Alat dan Bahan .....	60
3.3.1 Alat .....	60
3.3.2 Bahan .....	66
3.4 Prosedur Pengujian.....	67
3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	69

**BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 71**

4.1 Hubungan Pengaruh Variasi CDI terhadap Torsi Mesin .....	71
4.2 Hubungan Pengaruh Variasi CDI terhadap Daya Poros Efektif.....	73
4.3 Hubungan Pengaruh Variasi CDI Tekanan Efektif Rata-rata.....	75
4.4 Hubungan Pengaruh Variasi CDI Pemakaian Bahan Bakar ( mf ).....	77
4.5 Hubungan Pengaruh jenis CDI Konsumsi Bahan Bakar Spesifik .....	80
4.6 Hubungan Pengaruh Jenis CDI Terhadap Efisiensi Keseluruhan.....	82

**BAB V : PENUTUP ..... 84**

5.1 Kesimpulan .....	84
5.2 Saran .....	84

**DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Konstruksi Motor 2 Tak .....	10
<b>Gambar 2.2</b> Siklus Kerja Motor .....	11
<b>Gambar 2.3</b> Siklus Motor Bakar 4 Langkah.....	14
<b>Gambar 2.4</b> Diagram P-v dari siklus ideal motor bakar bensin 4-langkah.....	14
<b>Gambar 2.5</b> Dioda dan simbol Dioda .....	18
<b>Gambar 2.6</b> Dioda Zener dan Simbol Dioda Zener.....	19
<b>Gambar 2.7</b> Simbol Transistor Jenis NPM dan PNP.....	20
<b>Gambar 2.8</b> Simbol Kapasitor .....	20
<b>Gambar 2.9</b> Simbol Sillicon Controller Rectifier (SCR).....	21
<b>Gambar 2.10</b> CDI standar Yamaha Vega ZR .....	22
<b>Gambar 2.11</b> CDI brt hyaperband .....	23
<b>Gambar 2.12</b> CDI brt dualband .....	23
<b>Gambar 2.13</b> Mesin Motoyama SPE460GP .....	24
<b>Gambar 2.14</b> Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar.....	28
<b>Gambar 3.1</b> Tempat Pengujian Dynotest .....	58
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Penelitian .....	59
<b>Gambar 3.3</b> Mesin Uji .....	60
<b>Gambar 3.4</b> Dynamometer .....	63
<b>Gambar 3.5</b> Blower .....	63
<b>Gambar 3.6</b> Gelas ukur.....	64
<b>Gambar 3.7</b> Termometer .....	65
<b>Gambar 3.8</b> Stopwatch .....	65
<b>Gambar 3.9</b> Bahan Bakar Pertamina Turbo.....	66

## DAFTAR GRAFIK HASIL PENGUJIAN

Grafik 4.1 Grafik hubungan jenis Cdi terhadap Torsi .....	72
Grafik 4.2 Grafik hubungan jenis CDI terhadap Daya .....	74
Grafik 4.3 Grafik Tekanan Efektif Rata-Rata Terhadap Variasi CDI .....	76
Grafik 4.4 Grafik Pemakaian Bahan Bakar Terhadap variasi CDI.....	78
Grafik 4.5 Grafik Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Pada Variasi jenis CDI.....	81
Grafik 4.6 Grafik Sistem Pengapian Terhadap Efisiensi Keseluruhan .....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	70
Tabel 4.1	Torsi Mesin pada variasi jenis pengapian cdi.....	71
Tabel 4.2	Daya Poros Efektif pada variasi system pengapian cdi.....	73
Tabel 4.3	Tekanan Efektif Rata-rata pada variasi jenis CDI .....	76
Tabel 4.4	Konsumsi Bahan Bakar pada variasi jenis CDI.....	78
Tabel 4.5	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada variasi system pengapian.....	80
Tabel 4.6	Efisiensi Keseluruhan variasi system pengapian.....	82

## DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
Ne	Daya Efektif Rata-rata	( kW )
T	Torsi	( Nm )
N	Putaran	( rpm )
Vbb	Volume Bahan Bakar	( cc )
$\rho_{bb}$	Massa Jenis Bahan Bakar	( $kg/m^3$ )
$\rho$	Massa Jenis	( $kg/m^3$ )

## PENGARUH VARIASI CDI TERHADAP UNJUK KERJA MESIN SEPEDA MOTOR VEGA ZR 110cc

Bayu Susanto , Sehat Abdi S  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau  
Jl. Kharudin Nasution KM 11 No. 33 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru  
Email : [bayususanto@student.uir.ac.id](mailto:bayususanto@student.uir.ac.id)

### ABSTRAK

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energy termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis. Sistem pengapian CDI merupakan sistem pengapian elektronik yang bekerja dengan memanfaatkan pengisian (charge) dan pengosongan (discharge) muatan kapasitor. Variasi CDI memiliki pengaruh terhadap Torsi Mesin pada mesin sepeda motor. Pada putaran 5000 rpm motor yang mempergunakan CDI *standart* torsi yang dihasilkan sebesar 7,41 Nm , pada CDI *dsk* sebesar 7,54 Nm , CDI *gomax* torsi yang dihasilkan sebesar 7,82 Nm dan CDI *brt* torsi yang dihasilkan sebesar 7,91 Nm . CDI *standart* daya yang dihasilkan sebesar 3,87 hp , pada CDI *dsk* sebesar 3,95 hp, CDI *gomax* daya yang dihasilkan sebesar 4.10 hp dan CDI *brt* daya yang dihasilkan sebesar 4.17 hp. Penggunaan pada jenis Cdi standart memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,86 (kg/jam), Jenis Cdi Dsk memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,90 (kg/jam) Dan pada Cdi gomax memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,92 kg/jam Serta pada Cdi brt memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,82 kg/jam. Dari keempat CDI yang di uji, CDI brt yang memiliki nilai unjuk kerja pada mesin sepeda motor Yamaha vega zr yang paling baik.

Kata kunci : Motor Bahan Bensin, Sistem Pengapian, Variasi CDI.

**THE EFFECT OF VARIATION OF CDI ON  
ENGINE PERFORMANCE OF VEGA ZR 110cc**

Bayu Susanto, Sehat Abdi S

*Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Riau Islamic University  
Jl. Kharudin Nasution KM 11 No. 33 Stopping Marpoyan, Pekanbaru*

Email: [bayususanto@student.uir.ac.id](mailto:bayususanto@student.uir.ac.id)

**ABSTRACT**

*Fuel motor is a device that functions to convert heat energy from fuel into mechanical energy. The CDI ignition system is an electronic ignition system that works by utilizing the charge and discharge of the capacitor charge. Variations of CDI have an influence on engine torque on motorcycle engines. At 5000 rpm the motor using standard CDI produces 7.41 Nm of torque, 7.54 Nm of CDI and dsk, CDI gomax the torque is 7.82 Nm and the resulting torque is 7.91 Nm for CDI. The standard CDI of the power generated is 3.87 hp, the CDI dsk is 3.95 hp, the CDI gomax the power is 4.10 hp and the CDI brt the power is 4.17 hp. The use of the standard Cdi type has a fuel consumption of 0.86 (kg/hour), the Dsk Cdi type has a fuel consumption of 0.90 (kg/hour) and the Gomax Cdi has a fuel consumption of 0.92 kg/hour And the Cdi brt has a fuel consumption of 0.82 kg/hour. Of the four CDIs tested, the CDI brt has the best performance value on a Yamaha vega zr motorcycle engine.*

*Keywords: Motor Fuel Gasoline, Degree of ignition, CDI variation*

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari waktu ke waktu mendorong manusia menciptakan karya inovatif. Kebutuhan manusia yang semakin meningkat dan beraneka ragam juga memicu berkembangnya teknologi, di antaranya teknologi dalam bidang otomotif. Tuntutan manusia pada bidang tersebut semakin berkembang pula, manusia mengharapkan kemudahan dan kecepatan dalam segala bidang tanpa harus mengeluarkan biaya yang banyak. Sebagai contoh, sektor transportasi khususnya sektor otomotif membuat perkembangan yang menjanjikan seperti sistem pengapian sepeda motor yang lebih praktis dan dapat meningkatkan performa mesin dan irit bahan bakar.

Menurut Jama & Wagino (2008a: 165) sistem pengapian berfungsi menghasilkan percikan bunga api pada busi pada saat yang tepat untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Sistem pengapian mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangkitan tenaga (daya) yang dihasilkan oleh suatu mesin bensin. Apabila sistem pengapian tidak bekerja dengan baik dan tepat, maka kelancaran proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar akan terganggu sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin berkurang.

Penjelasan di atas menunjukkan jika perkembangan teknologi dari bidang otomotif telah mengalami kemajuan yang pesat baik secara kuantitas maupun kualitas. Penjelasan singkat mengenai hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut: “sistem pengapian sangat berpengaruh pada daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dibangkitkan oleh mesin motor, pada fakta di lapangan menunjukkan bahwa: sistem pengapian konvensional menggunakan platina (*contact breaker*) untuk memutuskan dan menghubungkan tegangan baterai ke kumparan primer dirasakan kurang praktis. CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) yang memiliki karakteristik lebih baik dibanding sistem pengapian konvensional, lebih praktis dan mampu meningkatkan performa mesin dan irit bahan bakar.

Eko saputro (2016) melakukan penelitian Analisa perbandingan performa sepeda motor menggunakan adjustable CDI limiter dan unlimiter dan Hedi herwanto (2010) melakukan penelitian pengaruh CDI racing (*programmable*) dan koil racing pada performa sepeda motor. Untuk menghasilkan sepeda motor yang performa yang tinggi dimana hal tersebut dilakukan untuk memperoleh efisien volumetric dan thermal semaksimal mungkin, sehingga menghasilkan Tenaga yang optimal.

Pada saat ini banyak pabrikan CDI yang menawarkan CDI unlimiter seperti (*brt. gomax dan dsk*) sebagai pengganti CDI limiter. CDI unlimiter adalah CDI yang kerjanya tanpa ada batasan pengapian dan mampu melayani kerja mesin pada putaran tinggi tergantung dari seberapa kuat mesin sepeda motor tersebut

berputar. CDI unlimited mampu melayani kerja mesin hingga 20.000 rpm. Pencapaian ini lebih tinggi dibanding CDI limiter yang hanya 9.000 rpm.

Berdasarkan penjelasan di atas penggunaan CDI unlimited dalam pengapiannya diharapkan akan memiliki performa mesin yang lebih optimal dan irit bahan bakar. Dari uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang **“Pengaruh Variasi CDI Terhadap Unjuk kerja Mesin Sepeda Motor Vega ZR 110 CC”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi CDI terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor
2. Manakah jenis CDI yang dapat menghasilkan unjuk kerja mesin sepeda motor yang paling baik

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Untuk mendapatkan pengaruh variasi jenis CDI terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor
2. Untuk mendapatkan jenis CDI yang memiliki unjuk kerja pada mesin sepeda motor yang paling baik

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini bahwa penulis hanya membahas sebatas masalah tentang:

1. Alat uji yang digunakan motor bakar bensin Yamaha Vega ZR 110 cc
2. CDI yang di gunakan cdi brt , cdi gomax, cdi dsk dan cdi standart
3. Analisa performance menggunakan *Dynamo meter / Dynotest*
4. Bahan bakar yang digunakan yaitu pertamax turbo.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraiannya sebagai berikut :

**Bab I           Pendahuluan**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

**Bab II           Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian alat uji motor bakar serta jenis *CDI* yang berhubungan dengan penelitian yang dibahas.

**Bab III          Metodologi penelitian**

Bab ini berisikan diagram alir penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian.

**Bab IV          Hasil Dan Pembahasan**

Bab ini berisikan tentang analisa data dan jenis *CDI* yang mempengaruhi kerja mesin motor bakar bensin empat langkah

**Bab V           Kesimpulan Dan Saran**

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari identifikasi permasalahan, serta saran yang berupa usulan-usulan baik terhadap penelitian lanjutan maupun pengembangan penelitian nantinya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Motor Bakar

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Wardono,2004)

#### 2.2 Klasifikasi Motor Bakar

Pada umumnya motor bakar terbagi menjadi dua golongan utama, yaitu :

##### 2.2.1 Motor bakar pembakaran luar (*External combustion engine*)

Motor pembakaran luar adalah suatu proses pembakaran dimana energi gerak atau mekanis dibangkitkan di luar ruang bakar. Dalam proses pembakaran tersebut, energi dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas yang terjadi di luar silinder motor. Sebagai contoh adalah proses pembakaran yang terjadi pada mesin uap, dimana proses pembakarannya terjadi didalam ruang bakar ketel uap. Energi panas yang diberikan merubah air menjadi uap, kemudian uap dari ketel tersebut disalurkan kedalam silinder. Didalam silinder inilah uap tersebut menggerakkan torak

atau piston, sehingga timbul tenaga gerak. Motor bakar pembakaran luar memiliki keuntungan sebagai berikut :

- a. jenis-jenis bahan bakar yang dapat digunakan banyak
- b. mampu menggunakan bahan bakar bermutu rendah.
- c. lebih minim getaran. mampu digunakan pada daya yang tinggi

#### 2.2.2 Motor bakar pembakaran dalam (*Internal combustion engine*)

Motor pembakaran dalam adalah suatu proses pembakaran dimana energi gerak atau energi mekanis dibangkitkan didalam ruang bakar. Proses pembakaran silinder terjadi didalam silinder motor. Sebagai contoh adalah motor bensin dan motor diesel. Didalam ruang bakar energi mekanis dibangkitkan oleh gerakan torak yang dihasil dari ledakan bahan bakar dalam ruang bakar (*combustion chamber*). Secara umum motor pembakaran dalam mempunyai beberapa kelebihan sebagai berikut :

- a. Lebih hemat atau irit dalam pemakaian bahan bakar.
- b. Kontruksi mesin yang lebih sederhana dan lebih kecil.(Hidayat, 2008).

## 2.3 Jenis-Jenis Motor Pembakaran Dalam (*Internal Combustion Engine*)

Pada umumnya motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dibedakan dari sistem penyalan bahan bakar yang diterapkan, yaitu :

### 2.3.2 Motor bensin (*Spark Ignition Engine*)

Mesin bensin atau mesin Otto dari Nikolaus Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran (*Spark Ignition*), dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin. Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara. Pada mesin bensin, umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator atau sistem injeksi. Bahan bakar yang bercampur udara mengalir kedalam ruang bakar dan dikompresikan dalam ruang bakar, kemudian dipercikan bunga api listrik yang berasal dari busi. Karena itu motor bensin disebut juga sebagai spark ignition engine. Ledakan yang terjadi dalam ruang bakar mendorong torak, kemudian mengerakan poros engkol untuk didistribusikan ke roda. (Wikipedia,2019).

### 3.3.2 Mesin diesel

Mesin diesel adalah Sebuah mesin pemicu kompresi, dimana bahan bakar dinyalakan oleh suhu tinggi gas yang dikompresi. Ketika udara dikompresi suhunya akan meningkat, mesin diesel menggunakan sifat ini

untuk proses pembakaran. Udara dihisap ke dalam ruang bakar mesin diesel dan dikompresi oleh piston yang merapat, jauh lebih tinggi dari rasio compresi dari mesin bensin. Beberapa saat sebelum piston pada posisi Titik Mati Atas (TMA) atau BTDC (*Before Top Dead Center*), bahan bakar diesel disuntikkan ke ruang bakar dalam tekanan tinggi melalui *nozzle* supaya bercampur dengan udara panas yang bertekanan tinggi. Hasil pencampuran ini menyala dan terbakar dengan cepat. Penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar mulai dilakukan saat piston mendekati (sangat dekat) TMA untuk menghindari detonasi. Ledakan tertutup ini menyebabkan gas dalam ruang pembakaran mengembang dengan cepat, mendorong piston ke bawah dan menghasilkan tenaga linear. Batang penghubung (*connecting rod*) menyalurkan gerakan ini ke *crank shaft* dan oleh *crank shaft* tenaga linear diubah menjadi tenaga putar. Tenaga putar pada ujung poros *crank shaft* dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. (Wikipedia,2019).

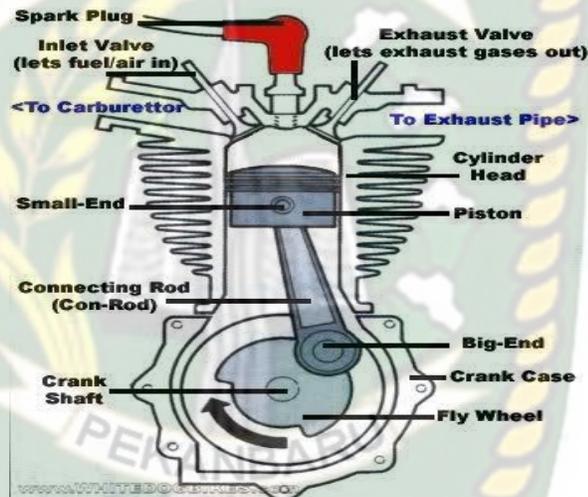
#### **2.4 Jenis-Jenis Motor Bakar Berdasarkan Jumlah Langkah Kerja**

Jenis motor menurut jumlah langkah persiklus, untuk motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dapat digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu:

##### **2.4.1 Motor 2 langkah (2 tak)**

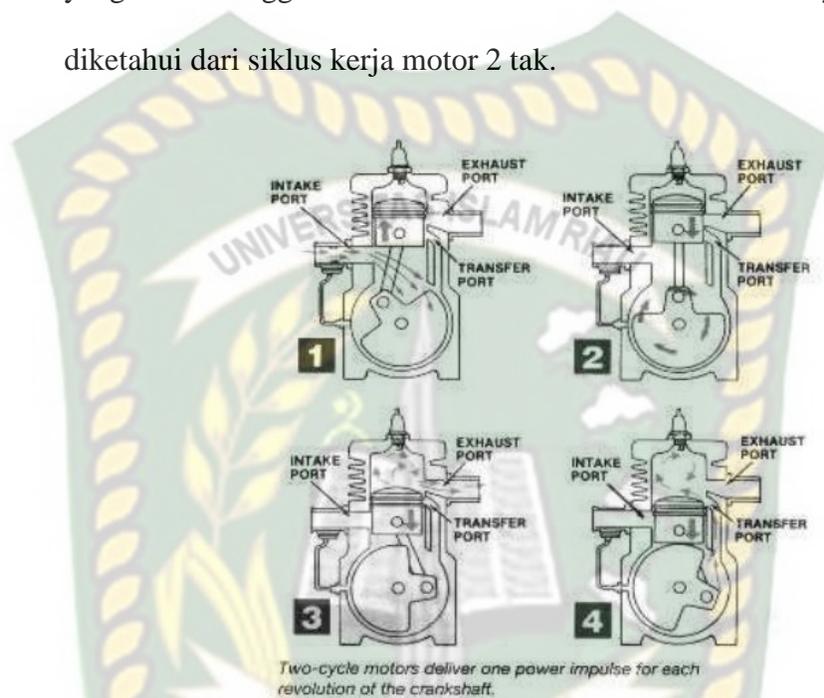
Motor dua langkah adalah motor bakar yang dalam satu proses pembakaran memerlukan 2 kali langkah kerja. Bahan bakar yang masuk

kedalam ruang bakar dicampurkan dengan pelumas (oli samping) sebagai fluida pendingin pada saat proses pembakaran. Pada motor 2 tak proses kerja dilakukan dalam satu putaran poros engkol, pada saat motor sedang berjalan, proses usaha dilakukan berulang-ulang dengan urutan yang sama. Kemudian dimulai lagi proses pengisian dan pemrosesan yang baru.



Gambar 2.1. Kontruksi motor 2 tak  
(Sumber : [www.whitedogbikes.com](http://www.whitedogbikes.com))

Pada motor 2 tak, gerakan torak (piston) menuju titik mati atas (TMA) disebut langkah kompresi dan ketika torak bergerak menuju titik mati bawah (TMB) disebut langkah usahan atau pengembangan (ekspansi). Pengisian udara baru dan pembuangan gas hasil pembakaran terjadi hampir bersamaan, yaitu ketika torak berada pada titik mati bawah (TMB). Pengisian bahan bakar baru dalam silinder terjadi ketika tekanan



Gambar 2.2. Siklus kerja motor 2 tak

a. Langkah pengisian

Torak bergerak dari TMA ke TMB. Pada saat saluran bilas masih tertutup torak, di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuranbensin dengan udara. Diatas torak, gas sisa pembakaran dari hasil pembakaran sebelumnya sudah mulai terbangun keluar melalui saluran buang. Saat saluran bilas sudah terbuka, campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran bilas terus masuk kedalam ruang bakar.proses pengisian berlangsung selama lubang hisap dalam keadaan terbuka.

b. Langkah kompresi

Proses yang terjadi pada langkah kompresi ketika torak bergerak dari TMB ke TMA. Rongga bilas dan rongga buang tertutup, terjadi langkah kompresi dan setelah mencapai tekanan tinggi busi memercikan bunga api listrik untuk membakar campuran bensin dengan udara. Pada saat yang bersamaan, di bawah (di dalam bak mesin) bahan bakar yang baru masuk kedalam bak mesin melalui saluran masuk.

c. Langkah kerja(ekspansi)

Proses yang terjadi pada langkah Kerja (ekspansi) ketika torak kembali dari TMA ke TMB akibat tekanan besar yang terjadi pada waktu pembakaran bahan bakar. Saat itu torak turun sambil mengkompresi bahan bakar baru di dalam bak mesin. Proses ini berakhir pada saat sebelum torak mencapai TMB, yakni ketika lubang buang terbuka.

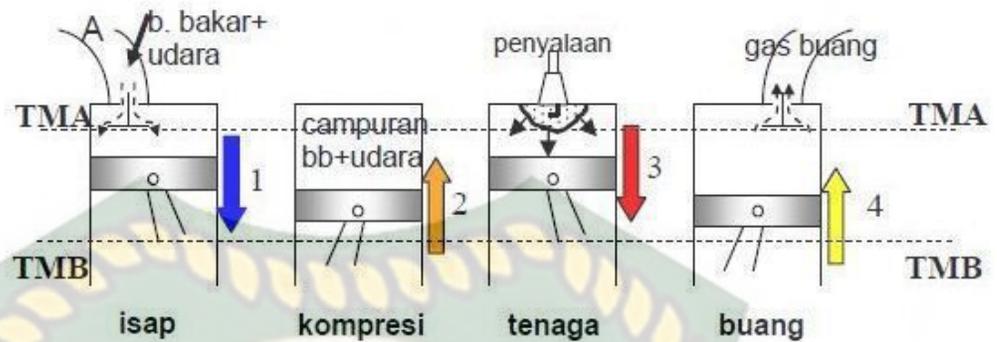
d. Langkah buang dan pembilasan

Proses yang terjadi pada langkah buang ketika torak hampir mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir terbuang keluar. Pada saat yang sama bahan bakar baru masuk kedalam ruang bahan bakar melalui rongga bila terjadi pembilasan pada ruang engkol. Setelah mencapai TMB kembali, torak mencapai

TMB untuk mengadakan langkah sebagai pengulangan dari yang dijelaskan sebelumnya. (Asrori, 2012).

#### 2.4.2 Motor empat langkah (4 tak )

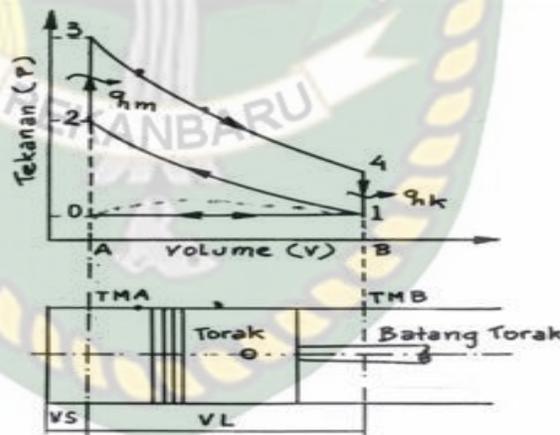
Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol, jadi dal satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan. Dibandingkan dengan motor 2 tak, motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya. Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas (TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB). Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB, maka siklus motor 4 (empat) langkah dapat diterangkan sebagai berikut :



Gambar 2.3. Siklus motor bakar 4 langkah (Heywood, 1998).

(Sumber : Teknik Konversi Energi: 2011)

Untuk lebih jelasnya proses-proses yang terjadi pada motor bakar bensin 4langkah dapat dijelaskan melalui siklus ideal dari siklus udara volume konstan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 2.4. Diagram P-v dari siklus ideal motor bakar bensin 4-langkah  
(sumber : Arismunandar, Wiranto. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*)

Gambar 4. Diagram P-v dari siklus ideal motor bakar bensin 4-langkah (Wardono, 2004) Keterangan mengenai proses-proses pada siklus udara volume konstan dapat dijelaskan sebagai berikut (Wardono, 2004):

a. Proses 0→1 : Langkah hisap

Pada langkah hisap campuran udara-bahan bakar dari karburator terhisap masuk ke dalam silinder dengan Bergeraknya piston ke bawah, dari TMA menuju TMB. Katup hisap pada posisi terbuka, sedang katup buang pada posisi tertutup. Di akhir langkah hisap, katup hisap tertutup secara otomatis. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik konstan. Proses dianggap berlangsung pada tekanan konstan.

b. Proses 1→2 : Langkah kompresi

Pada langkah kompresi katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Selanjutnya piston bergerak ke atas, dari TMB menuju TMA. Akibatnya campuran udara-bahan bakar terkompresi. Proses kompresi ini menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur dan tekanan campuran tersebut, karena volumenya semakin kecil. Campuran udara-bahan bakar terkompresi ini menjadi campuran yang sangat mudah terbakar. Proses kompresi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

c. Proses 2→3 : Langkah pembakaran volume konstan

Pada saat piston hampir mencapai TMA, loncatan nyala api listrik diantara kedua elektroda busi diberikan ke campuran udara-bahan bakar terkompresi sehingga sesaat kemudian campuran udara-bahan bakar ini terbakar. Akibatnya terjadi kenaikan temperatur dan tekanan yang drastis. Kedua katup pada posisi tertutup. Proses ini dianggap sebagai proses pemasukan panas (kalor) pada volume konstan.

d. Proses 3→4 : Langkah kerja/ekspansi (*Expansion*)

Kedua katup masih pada posisi tertutup. Gas pembakaran yang terjadi selanjutnya mampu mendorong piston untuk bergerak kembalidari TMA menuju TMB. Dengan Bergeraknya piston menuju TMB, maka volume gas pembakaran di dalam silinder semakin bertambah, akibatnya temperatur dan tekanannya turun. Proses ekspansi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

e. Proses 4→1 : Langkah buang volume konstan (*Exhaust*)

saat piston telah mencapai TMB, katup buang telah terbuka secara otomatis sedangkan katup hisap masih pada posisi tertutup. Langkah ini dianggap sebagai langkah pelepasan kalor gas pembakaran yang terjadi pada volume konstan.

f. Proses  $1 \rightarrow 0$  : Langkah buang tekanan konstan

Selanjutnya piston bergerak kembali dari TMB menuju TMA. Gas pembakaran didesak keluar melalui katup buang (saluran buang) dikarenakan bergeraknya piston menuju TMA. Langkah ini dianggap sebagai langkah pembuangan gas pembakaran pada tekanan konstan (Hidayat, 2008).

## 2.5 Sistem Pengapian

Sistem pengapian berfungsi menghasilkan percikan bunga api pada busi pada saat yang tepat untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder.

Sistem pengapian mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangkitan tenaga (daya) yang dihasilkan oleh suatu mesin bensin. Apabila sistem pengapian tidak bekerja dengan baik dan tepat, maka kelancaran proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar akan terganggu sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin berkurang.

### Klasifikasi Sistem Pengapian

Menurut sumber tegangannya, sistem pengapian dibedakan menjadi dua macam, yaitu : sistem pengapian baterai (DC) dan sistem pengapian magnet (AC). Adapun dalam perkembangannya sistem pengapian berkembang menjadi dua sistem, yaitu :

1) Sistem Pengapian Konvensional (Platina)

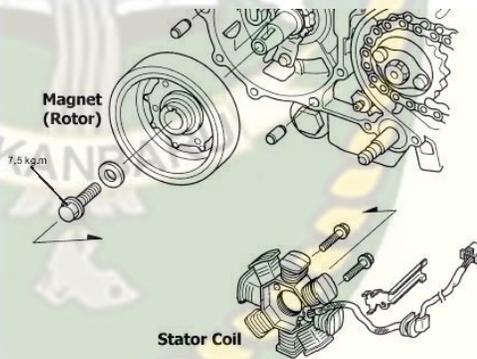
2) Sistem Pengapian Elektronik (CDI)

### 2.5.1 Sistem Pengapian Konvensional

#### Komponen Sistem Pengapian Konvensional

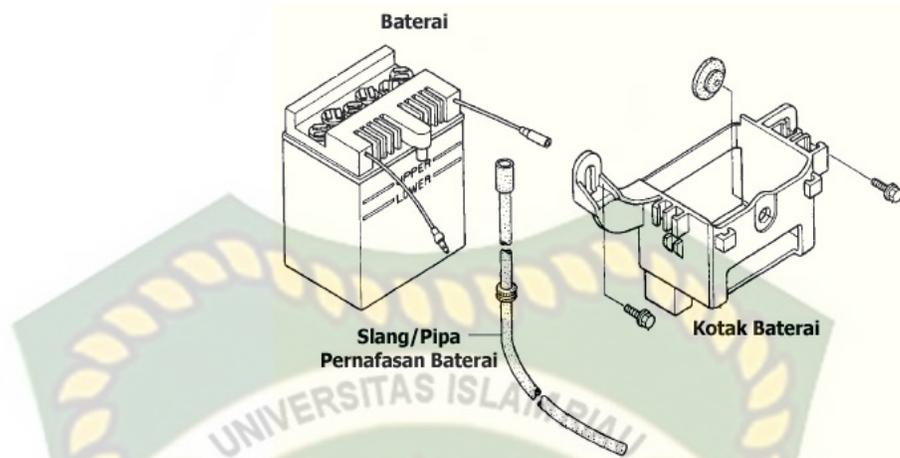
1) Sumber Tegangan, berfungsi sebagai penyedia tegangan yang diperlukan oleh sistem pengapian. Sumber tegangan sistem pengapian dibedakan menjadi dua menurut jenis tegangan yang digunakan, yaitu:

- a) Sumber tegangan AC (*Alternating Current*), berupa Alternator (Kumparan Pembangkit dan Magnet), berfungsi untuk mengubah energi mekanis yang didapatkan dari putaran mesin menjadi tenaga listrik arus bolak-balik (AC).



Gambar 2.5. Alternator

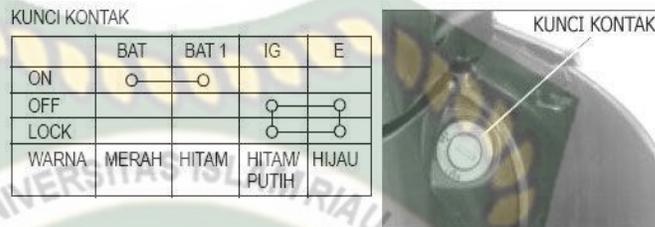
- b) Sumber tegangan DC (*Direct Current*), berupa Baterai yang didukung oleh sistem pengisian (Kumparan Pengisian, Magnet dan Rectifier/Regulator), berfungsi sebagai penyedia tegangan DC yang diperlukan oleh sistem pengisian.



Gambar 2.6. Baterai

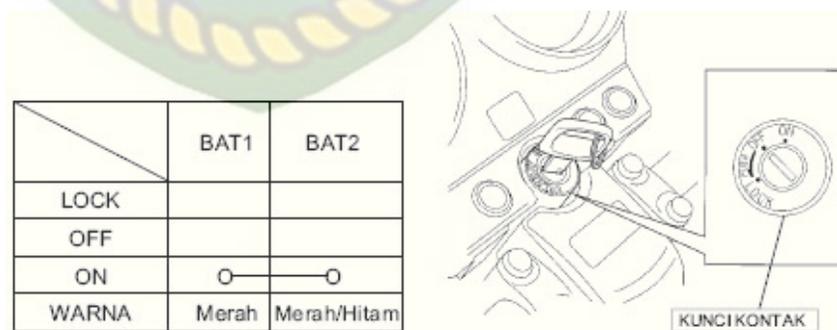
- 2) Kunci Kontak (*Ignition Switch*), berfungsi sebagai saklar utama untuk menghubungkan dan memutus (*On-Off*) rangkaian pengapian (dan rangkaian kelistrikan lainnya) pada sepeda motor. Menurut fungsi dan cara kerjanya, kunci kontak dibedakan menjadi dua, yaitu :
- a) Kunci kontak untuk pengapian AC (pengendali massa). Pada posisi *OFF* dan *LOCK*, kunci kontak memblokirkan tegangan dari sumber tegangan (*alternator*) yang dibutuhkan oleh sistem pengapian ke massa melalui terminal IG dan E kunci kontak, sehingga sistem pengapian tidak dapat bekerja. Di sisi lain, pada posisi *OFF* dan *LOCK* kunci kontak juga memutuskan hubungan tegangan (+) baterai (terminal BAT dan BAT 1) sehingga seluruh sistem kelistrikan tidak dapat dioperasikan. Pada posisi *ON*, kunci kontak memutuskan hubungan terminal IG dan E, sehingga tegangan yang dihasilkan oleh alternator diteruskan ke sistem

pengapian. Sistem pengapian dapat dioperasikan, disamping itu hubungan terminal BAT dan BAT 1 terhubung sehingga seluruh sistem kelistrikan dapat dioperasikan.



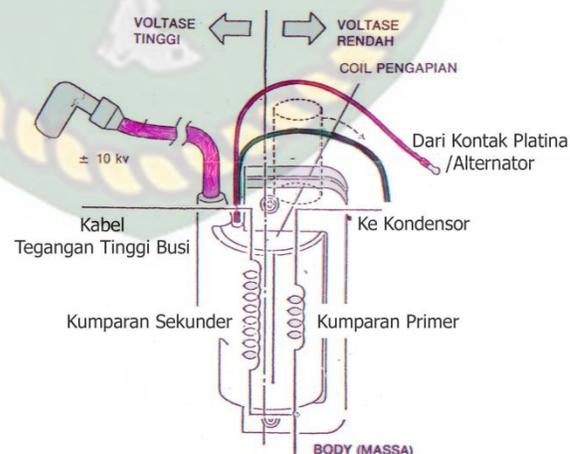
Gambar 2.7. Kunci Kontak Pengapian AC

- b) Kunci kontak untuk pengapian DC (pengendali positif). Pada posisi ON, kunci kontak menghubungkan tegangan (+) baterai ke seluruh sistem kelistrikan (termasuk sistem pengapian) untuk mengoperasikan seluruh sistem kelistrikan yang ada. Pada posisi OFF dan LOCK, kunci kontak memutuskan hubungan kelistrikan dari sumber tegangan (terminal (+) baterai) yang dibutuhkan oleh seluruh sistem kelistrikan, sehingga seluruh sistem kelistrikan tidak dapat dioperasikan.



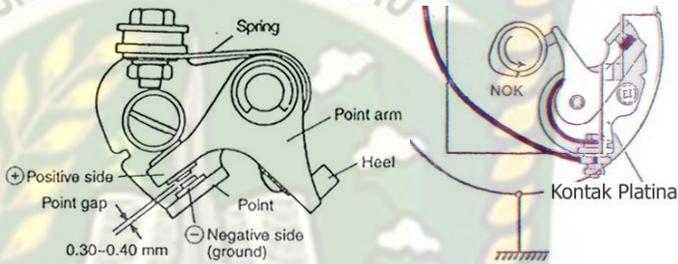
Gambar 2.8. Kunci Kontak Pengapian DC

- 3) Kumparan Pengapian (*Ignition Coil*), berfungsi untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan (*alternator*) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian. Dalam kumparan pengapian terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada tumpukan-tumpukan plat besi tipis. Diameter kawat pada kumparan primer 0,6 – 0,9 mm, dengan jumlah lilitan 200 – 400 kali, sedangkan diameter kawat pada kumparan sekunder 0,05 – 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 2000 – 15.000 kali. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder tersebut, dengan cara mengalirkan arus listrik secara terputus-putus pada kumparan primer (sehingga pada kumparan primer timbul/hilang kemagnetan secara tiba-tiba), maka kumparan sekunder akan terinduksi sehingga timbul induksi tegangan tinggi sebesar  $\pm 10.000$  volt.



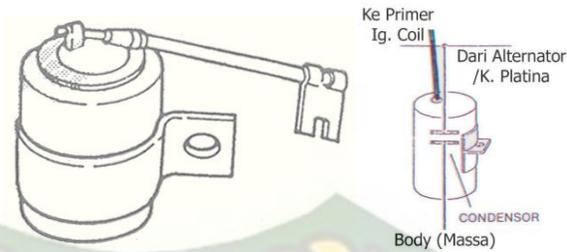
Gambar 2.9. Koil Pengapian (AC)

- 4) Kontak Platina (*Contact Breaker*), berfungsi sebagai saklar rangkaian primer pengapian, menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang mengalir melalui kumparan primer pada kumparan pengapian untuk menghasilkan arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder dengan cara induksi elektromagnet.



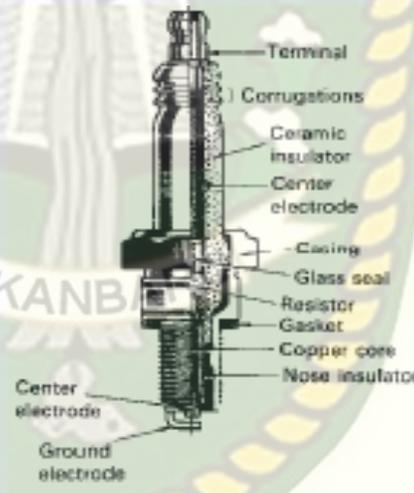
Gambar 2.10. Kontak Platina

- 5) Nok Platina (*Breaker Cam*), membuka kontak platina pada waktu (sudut engkol) yang tepat, sehingga saat pengapian dapat diatur menurut ketentuan.
- 6) Kondensor (*Capacitor*), mempunyai kemampuan sejumlah muatan listrik sesuai kapasitasnya dan dalam waktu tertentu. Kondensor dalam sistem pengapian konvensional berfungsi untuk menyerap/meredam loncatan bunga api pada kontak platina yang terjadi pada saat kontak platina mulai membuka dengan tujuan untuk mempercepat pemutusan arus primer sehingga meningkatkan tegangan pada kumparan pengapian sekunder.



Gambar 2.11. Kondensator

- 7) Busi (*Spark Plug*), mengeluarkan arus listrik tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api melalui elektrodanya. Loncatan bunga api terjadi disebabkan adanya perbedaan tegangan diantara kedua kutup elektroda busi ( $\pm 10.000$  volt).



Gambar 2.12. Bagian-bagian Busi

Sistem Pengapian Konvensional (Magnet/AC dan Baterai/DC)

- 1) Sistem Pengapian Magnet Konvensional (AC) Sumber tegangan didapat dari alternator (kumparan pembangkit dan magnet), sehingga arus yang digunakan merupakan arus bolak-balik (AC).

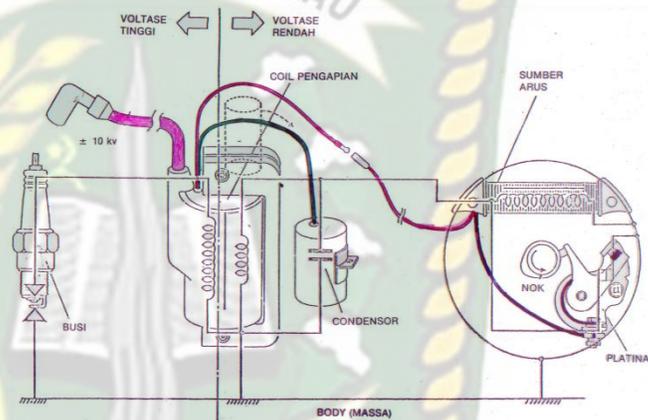
a) Komponen Sistem Pengapian Magnet Konvensional

- (1) Alternator (Kumparan Pembangkit dan Magnet), berfungsi untuk mengubah energi mekanis yang didapatkan dari putaran mesin menjadi tenaga listrik (AC).
- (2) Kunci Kontak, berfungsi sebagai saklar utama untuk menghubungkan dan memutus (On-Off) rangkaian kelistrikan sepeda motor.
- (3) Kumparan Pengapian, berfungsi untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan (alternator) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian.
- (4) Kontak Platina, berfungsi sebagai saklar rangkaian primer pengapian, menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang mengalir melalui kumparan primer pada kumparan pengapian untuk menghasilkan arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder dengan cara induksi elektromagnet.
- (5) Nok Platina, membuka kontak platina pada waktu (sudut engkol) yang tepat, sehingga saat pengapian dapat diatur menurut ketentuan.

(6) Nok Platina, membuka kontak platina pada waktu (sudut engkol) yang tepat, sehingga saat pengapian dapat diatur menurut ketentuan.

(7) Busi, mengeluarkan arus listrik tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api melalui elektrodanya.

b) Skema Sistem Pengapian Magnet Konvensional



Gambar 2.13. Skema Sistem Pengapian Magnet Konvensional

c) Proses Kerja Sistem Pengapian Magnet Konvensional

(1) Saat Kunci Kontak Off

Kunci kontak menghubungkan (*by pass*) rangkaian primer sistem pengapian dengan massa kunci kontak. Walaupun kendaraan distarter arus listrik yang dihasilkan alternator akan selalu mengalir ke massa melalui kunci kontak, tidak ada arus yang mengalir ke rangkaian primer sistem pengapian walaupun kontak platina membuka dan

menutup sehingga tidak terjadi induksi pada kumparan pengapian dan motor tidak dapat dihidupkan.

(2) Saat Kunci Kontak On

Hubungan ke massa melalui kunci kontak terputus, sehingga arus listrik yang dihasilkan alternator akan disalurkan ke sistem pengapian.

2) Sistem Pengapian Baterai Konvensional (DC)

Sumber tegangan diperoleh dari tegangan baterai (yang disuplai oleh sistem pengisian), sehingga arus yang digunakan merupakan arus searah (DC).

a) Komponen Sistem Pengapian Baterai Konvensional

(1) Baterai, merupakan sebuah alat elektro-kimia yang dibuat untuk mensuplai energi listrik tegangan rendah (pada sepeda motor menggunakan 6 Volt dan atau 12 Volt) ke sistem pengapian, starter, lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Baterai menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkan apabila diperlukan sesuai beban/sistem yang memerlukannya.

(2) Kunci Kontak, berfungsi sebagai saklar utama untuk menghubungkan dan memutus (On-Off) rangkaian kelistrikan sepeda motor.

(3) Kumparan Pengapian (*Ignition Coil*), berfungsi untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan (baterai ataupun alternator) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian.

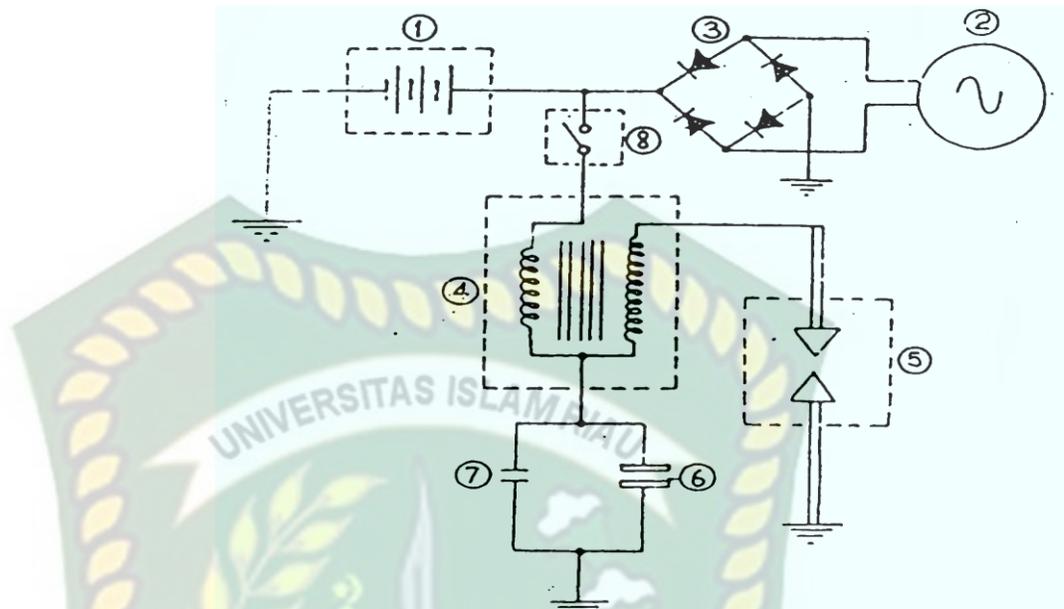
(4) Kontak Platina, memutuskan arus listrik yang mengalir melalui kumparan primer dari kumparan pengapian untuk menghasilkan arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder dengan cara induksi elektromagnet.

(5) Nok/cam, membuka kontak platina pada waktu (sudut engkol) yang tepat.

(6) Kondensator, menyerap loncatan bunga api pada kontak platina pada saat kontak platina mulai membuka dengan tujuan untuk meningkatkan tegangan pada kumparan pengapian sekunder.

(7) Busi, mengeluarkan arus listrik tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api melalui elektrodanya.

b) Skema Sistem Pengapian Baterai Konvensional



Gambar 2.14. Skema Sistem Pengisian Baterai Konvensional

Keterangan :

1. Baterai
2. Kump. Pengisian (Alternator)
3. Rectifier Regulator
4. Koil Pengisian (Ignition Coil)
5. Busi
6. Kontak Platina
7. Kondensor
8. Kunci Kontak (Ig. Switch)

c) Proses kerja Sistem Pengapian Baterai Konvensional

(1) Saat Kunci Kontak Off

Hubungan sumber tegangan dengan rangkaian sistem pengapian terputus, tidak ada arus yang mengalir sehingga motor tidak dapat dihidupkan.

(2) Saat Kunci Kontak On

(a) Kontak platina dalam keadaan menutup (Nok/cam pada posisi tidak menekan kontak platina). Arus dari sumber tegangan (baterai/sistem pengisian)  $\Rightarrow$  Kunci Kontak  $\Rightarrow$  Kumputan Primer Koil Pengapian  $\Rightarrow$  Kontak Platina  $\Rightarrow$  Massa. Akibatnya pada Kumputan Primer Koil Pengapian terjadi kemagnetan.

(b) Kontak platina mulai membuka Nok/cam pada posisi mulai menekan platina. Kontak Platina membuka, memutuskan arus primer yang mengalir ke massa, sehingga kemagnetan pada Kumputan Primer Koil Pengapian hilang. Pada saat yang bersamaan, kondensor akan menyerap arus yang diputus oleh Kontak Platina, sehingga pemutusan arus primer akan berlangsung lebih cepat dan sempurna (tanpa adanya

loncatan bunga api pada Kontak Platina). Hilangnya kemagnetan pada Kumputan Primer Koil Pengapian menyebabkan timbulnya induksi tegangan tinggi ( $\pm 10.000$  Volt) pada Kumputan Sekunder Koil Pengapian yang diteruskan ke Busi dan diubah menjadi percikan bunga api oleh elektroda Busi yang berguna untuk menciptakan proses pembakaran di dalam silinder.

#### 2.5.2 Sistem Pengapian Elektronik (CDI)

Sistem pengapian berfungsi menghasilkan percikan bunga api pada busi pada saat yang tepat untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Seperti yang kita ketahui bahwa sistem pengapian konvensional menggunakan gerakan mekanik kontak platina untuk menghubungkan dan memutus arus primer, maka kontak platina mudah sekali aus dan memerlukan penyetelan/perbaikan dan penggantian setiap periode tertentu. Hal ini merupakan kelemahan mencolok dari sistem pengapian konvensional.

Dalam perkembangannya, ditemukan sistem pengapian elektronik sebagai penyempurna sistem pengapian. Salah satu sistem pengapian elektronik yang populer adalah sistem pengapian CDI (*Capacitor Discharge Ignition*). Sistem pengapian CDI merupakan sistem

pengapian elektronik yang bekerja dengan memanfaatkan pengisian (*charge*) dan pengosongan (*discharge*) muatan kapasitor. Proses pengisian dan pengosongan muatan kapasitor dioperasikan oleh saklar elektronik seperti halnya kontak platina (pada sistem pengapian konvensional).

Sebagai pengganti kontak platina, pada sistem pengapian elektronik digunakan SCR/*Silicon Controlled Rectifier* (yang disebut *Thyristor switch*). SCR bekerja berdasarkan sinyal-sinyal listrik, sehingga pada sistem pengapian elektronik didapatkan beberapa keuntungan yaitu :

- 1) Keuntungan Mekanik :
  - a) Tidak terdapat gerakan mekanik/gejakan antar komponen pada SCR, sehingga tidak terjadi keausan komponen.
  - b) Tidak memerlukan perawatan/penyetelan dalam jangka waktu yang pendek seperti pada sistem pengapian konvensional.
  - c) Kerja sistem pengapian elektronik stabil (karena tidak ada keausan komponen) sehingga bahan bakar relatif ekonomis karena pembakaran lebih sempurna.
  - d) Tidak sensitif terhadap air karena komponen sistem pengapian dapat dikemas kedap air.

2) Keuntungan Elektrik

- a) Tegangan pengapian cukup besar dan konstan, sehingga pembakaran lebih sempurna dan kendaraan mudah dihidupkan
- b) Busi menjadi lebih awet karena pembakaran lebih sempurna.

Adapun kekurangan sistem pengapian elektronik adalah :

- 1) Apabila terjadi kerusakan terhadap salah satu komponen di dalam unit CDI, berakibat seluruh rangkaian CDI tidak dapat bekerja dan harus diganti satu unit.
- 2) Biaya/harga penggantian unit CDI relatif lebih mahal.

Sistem Pengapian Elektronik (CDI) dibagi 2 :

1) Sistem Pengapian Magnet Elektronik (AC-CDI)

Sumber tegangan didapat dari alternator, sehingga arus yang digunakan merupakan arus bolak-balik (AC)

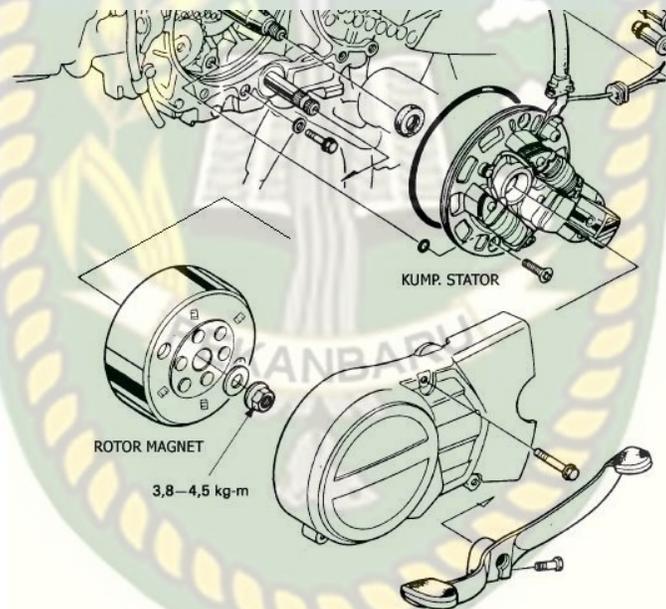
2) Sistem Pengapian Baterai Elektronik (DC-CDI)

Sumber tegangan diperoleh dari tegangan baterai (yang disuplay oleh sistem pengisian), sehingga arus yang digunakan merupakan arus searah (DC)

1) Sistem Pengapian Magnet Elektronik (AC-CDI)

## Komponen Sistem Pengapian AC-CDI

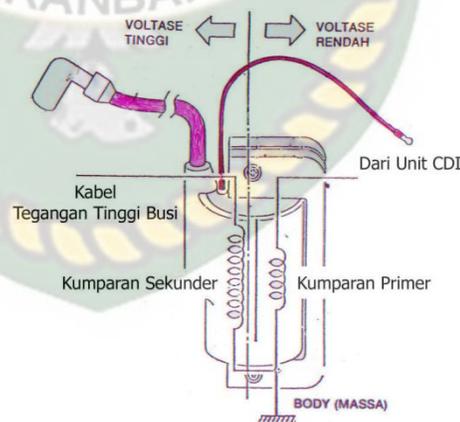
- a) Sumber Tegangan, berfungsi sebagai penyedia tegangan yang diperlukan oleh sistem pengapian. Sumber tegangan sistem pengapian magnet elektronik AC merupakan sumber tegangan AC (*Alternating Current*), berupa Alternator (Kumparan Pembangkit/stator dan Magnet/rotor). Alternator berfungsi untuk mengubah energi mekanis yang didapatkan dari putaran mesin menjadi tenaga listrik arus bolak-balik (AC). Pada sepeda motor, rotor juga berfungsi sebagai *fly wheel*.



Gambar 2.15. Alternator

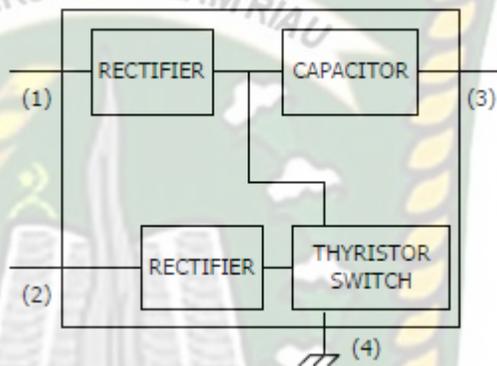
- b) Kunci Kontak (*Ignition Switch*), berfungsi sebagai saklar utama untuk menghubungkan dan memutus (On-Off) rangkaian pengapian (dan rangkaian kelistrikan lainnya) pada sepeda motor. Kunci kontak untuk pengapian AC merupakan tipe pengendali massa.

c) Koil pengapian (*Ignition Coil*), berfungsi untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan (*alternator*) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian. Dalam koil pengapian terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada tumpukan-tumpukan plat besi tipis. Diameter kawat pada kumparan primer 0,6 – 0,9 mm, dengan jumlah lilitan 200 – 400 kali, sedangkan diameter kawat pada kumparan sekunder 0,05 – 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 2000 – 15.000 kali. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder tersebut, dengan cara mengalirkan arus listrik secara terputus-putus pada kumparan primer (sehingga pada kumparan primer timbul/hilang kemagnetan secara tiba-tiba), maka kumparan sekunder akan terinduksi sehingga timbul induksi tegangan tinggi sebesar  $\pm 20.000$  volt.



Gambar 2.16. Koil Pengapian

- d) Unit AC-CDI, merupakan serangkaian komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar rangkaian primer pengapian, menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang dimanfaatkan untuk melakukan pengisian (*charge*) dan pengosongan (*discharge*) muatan kapasitor, kemudian dialirkan melalui kumparan primer koil pengapian untuk menghasilkan arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder dengan cara induksi elektromagnet.



Gambar 2.17. Basic Circuit AC-CDI

Keterangan :

1. Dari Sumber Tegangan (Alternator)
2. Dari Signal Generator (Pick Up Coil)
3. Ke Ignition Coil
4. Massa CDI

Prinsip kerja AC-CDI adalah sebagai berikut :

Rectifier bekerja menyearahkan arus AC yang dihasilkan oleh sumber tegangan (*alternator*) maupun oleh signal generator (*pick up coil*).

Kapasitor (*capacitor*) menyimpan energi hasil induksi dari kumparan stator alternator dimana terdapat magnet permanen yang berputar (rotor alternator) di dekat kumparan stator. Thyristor switch merupakan saklar elektronik yang akan mengosongkan kapasitor yang sudah bermuatan tersebut, sinyal trigger didapatkan dari arus yang dihasilkan oleh pick up coil yang mengalir melalui kaki Gate (G). Akibatnya Thyristor aktif dan menghubungkan kedua terminal kapasitor melalui terhubungnya terminal Anoda (A) dan Katoda (K) pada Thyristor.

Kapasitor akan melepaskan muatannya secara cepat (*discharge*) melalui kumparan primer koil pengapian (*Ignition Coil*) untuk menghasilkan induksi pada kumparan primer maupun induksi tegangan tinggi pada kumparan sekunder koil pengapian.

\*) Thyristor switch merupakan saklar elektronik yang bekerja lebih cepat daripada kontak platina (saklar mekanik) dan kapasitor mendischarge sangat cepat. Karena itu, tegangan tinggi yang dihasilkan semakin besar karena kumparan sekunder koil pengapian terinduksi dengan cepat, sehingga pijaran api yang dihasilkan pada busi menjadi lebih kuat.

- e) Kumparan Pembangkit Pulsa (Signal generator/Pick up coil), bekerja bersama reluctor sehingga menghasilkan sinyal trigger (pemicu) yang dimanfaatkan oleh Thyristor untuk mendischarge seluruh muatan kapasitor. Pick up coil terdiri dari suatu lilitan kecil yang akan menghasilkan arus listrik AC apabila dilewati oleh perubahan garis gaya magnet yang dilakukan oleh reluctor yang terpasang pada rotor alternator. Prinsip kerja pick up coil dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



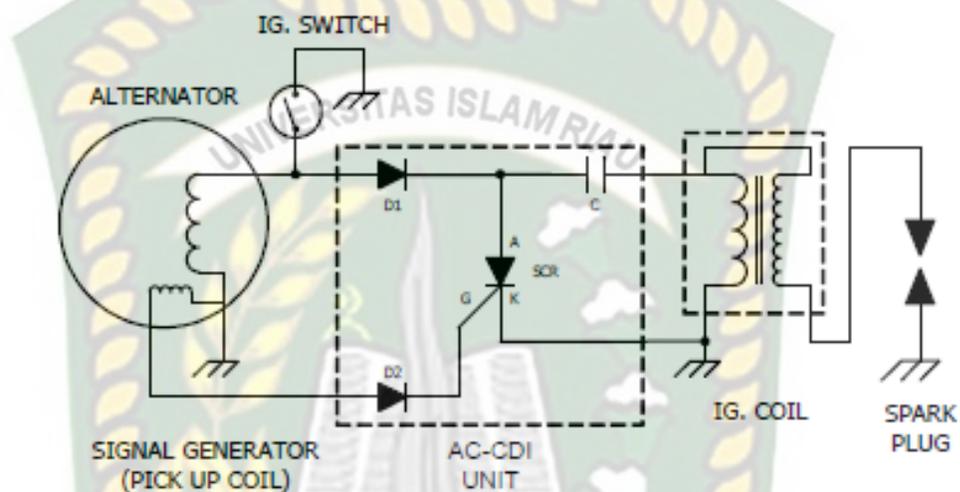
Gambar 2.17. Prinsip Kerja Pick Up Coil

Keterangan :

1. Reluctor mencapai Pick Up Coil
  2. Reluctor di tengah Pick Up Coil
  3. Reluctor meninggalkan Pick Up Coil
- f) Busi (*Spark Plug*), mengeluarkan arus listrik tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api melalui elektrodanya. Loncatan bunga api terjadi

disebabkan adanya perbedaan tegangan diantara kedua kutup elektroda busi ( $\pm 20.000$  volt).

### Skema Sistem Pengapian Magnet Elektronik (AC-CDI)



Gambar 2.18. Skema Sistem Pengapian AC-CDI

#### Proses Kerja Sistem Pengapian AC-CDI

a) Saat Kunci Kontak (*Ig. Switch*) OFF

Kunci kontak dalam posisi terhubung dengan massa. Arus listrik yang dihasilkan sumber tegangan (*Alternator*) diblokkan ke massa melalui kunci kontak, tidak ada arus yang mengalir ke unit CDI sehingga sistem pengapian tidak bekerja dan motor tidak dapat dihidupkan.

b) Saat Kunci Kontak ON

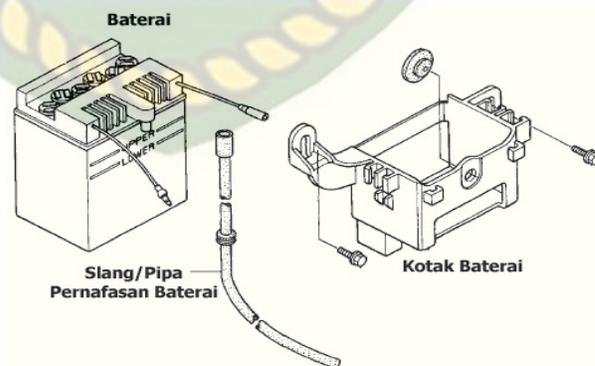
Hubungan ke massa melalui kunci kontak terputus sehingga arus listrik yang dihasilkan alternator akan mengalir masuk ke sistem pengapian.

Ketika rotor alternator (magnet) berputar, kumparan stator menghasilkan arus listrik  $\Rightarrow$  disearahkan dioda  $\Rightarrow$  mengisi kapasitor sehingga muatan kapasitor penuh.

Pada saat yang ditentukan (saat pengapian), arus sinyal dihasilkan oleh signal generator (pick up coil). Arus sinyal pick up coil  $\Rightarrow$  Gate (G) Thyristor switch dan mengaktifkan Thyristor. Thyristor aktif (kaki Anoda ke Katoda terhubung) dan arus listrik dapat mengalir dari kaki Anoda (A)  $\Rightarrow$  Katoda (K). Hal ini akan menyebabkan kapasitor terdischarge (dikosongkan muatannya) dengan cepat  $\Rightarrow$  melalui kumparan primer koil pengapian  $\Rightarrow$  massa koil pengapian. Pada kumparan primer koil pengapian dihasilkan tegangan induksi sendiri sebesar 200 – 300 V.

Akhirnya pada kumparan sekunder koil pengapian akan timbul induksi tegangan tinggi sebesar  $\pm 20$  KVolt  $\Rightarrow$  disalurkan melalui kabel busi ke busi untuk diubah menjadi pijaran api listrik.

a) -



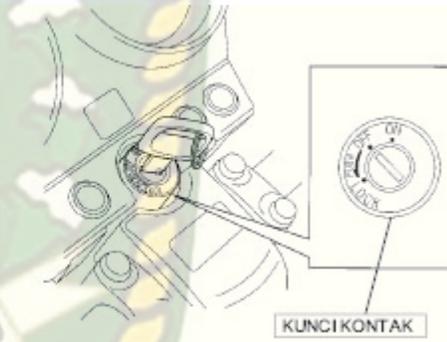
Gambar 2.19. Baterai

b) Kunci kontak untuk pengapian DC (pengendali positif).

(1) Pada posisi ON, kunci kontak menghubungkan tegangan (+) baterai ke seluruh sistem kelistrikan (termasuk sistem pengapian) untuk mengoperasikan seluruh sistem kelistrikan yang ada.

(2) Pada posisi OFF dan LOCK, kunci kontak memutuskan hubungan kelistrikan dari sumber tegangan (terminal (+) baterai) yang dibutuhkan oleh seluruh sistem kelistrikan, sehingga seluruh sistem kelistrikan tidak dapat dioperasikan.

	BAT1	BAT2
LOCK		
OFF		
ON	○ — ○	○ — ○
WARNA	Merah	Merah/Hitam

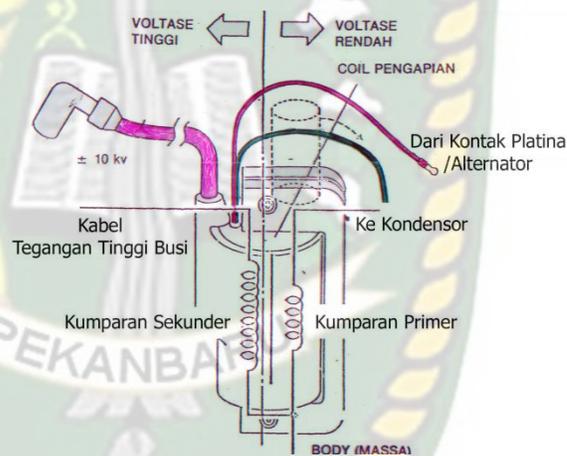


Gambar 2.20. Kunci Kontak Pengapian DC

c) Koil pengapian (*Ignition Coil*), berfungsi untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan (alternator) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian. Dalam koil pengapian terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada tumpukan-tumpukan plat besi tipis. Diameter kawat pada kumparan primer 0,6 – 0,9 mm, dengan jumlah lilitan 200 – 400 kali, sedangkan

diameter kawat pada kumparan sekunder 0,05 – 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 2000 – 15.000 kali.

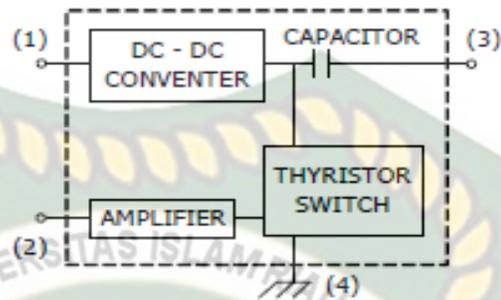
Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder tersebut, dengan cara mengalirkan arus listrik secara terputus-putus pada kumparan primer (sehingga pada kumparan primer timbul/hilang kemagnetan secara tiba-tiba), maka kumparan sekunder akan terinduksi sehingga timbul induksi tegangan tinggi sebesar  $\pm 20.000$  volt



Gambar 2.21. Koil Pengapian

- d) Unit DC-CDI, merupakan serangkaian komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar rangkaian primer pengapian, menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang dimanfaatkan untuk melakukan pengisian (*charge*) dan pengosongan (*discharge*) muatan kapasitor, kemudian dialirkan melalui kumparan primer koil pengapian untuk

menghasilkan arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder dengan cara induksi elektromagnet.



Gambar 2.22. Basic Circuit DC-CDI

Keterangan :

1. Dari Sumber Tegangan (Baterai)
2. Dari Signal Generator (Pick Up Coil)
3. Ke Ignition Coil
4. Massa CDI

Prinsip kerja DC-CDI adalah sebagai berikut :

DC-DC Converter merupakan serangkaian komponen elektronik yang menaikkan tegangan sumber (baterai) dan menyearhkannya lagi untuk dialirkan ke kapasitor. Kapasitor (capacitor) menyimpan energi hasil induksi dari DCDC Converter sampai kapasitas muatannya penuh.

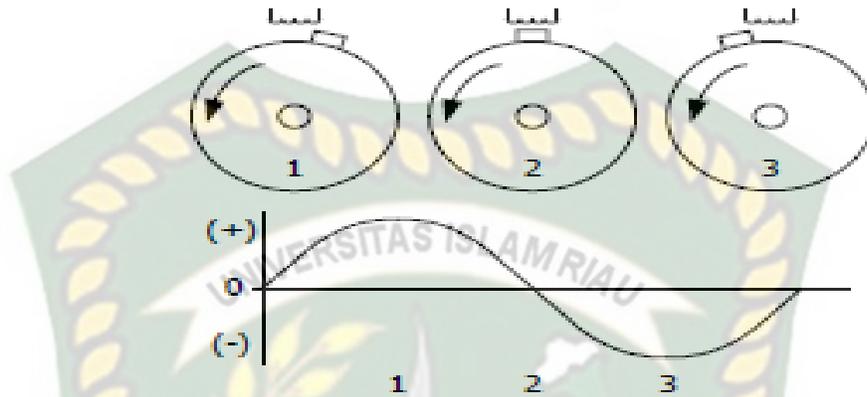
Thyristor switch merupakan saklar elektronik yang akan mengosongkan kapasitor yang sudah bermuatan tersebut, sinyal trigger didapatkan dari arus yang dihasilkan oleh pick up coil yang terlebih

dahulu diperkuat di dalam rangkaian penguat sinyal (amplifier), dialirkan ke kaki Gate (G). Akibatnya Thyristor aktif dan menghubungkan kedua terminal kapasitor melalui terhubungnya terminal Anoda (A) dan Katoda (K) pada Thyristor.

Kapasitor akan melepaskan muatannya secara cepat (*discharge*) melalui kumparan primer koil pengapian (*Ignition Coil*) untuk menghasilkan induksi pada kumparan primer maupun induksi tegangan tinggi pada kumparan sekunder koil pengapian.

- \* ) Thyristor switch merupakan saklar elektronik yang bekerja lebih cepat daripada kontak platina (saklar mekanik) dan kapasitor mendischarge sangat cepat. Karena itu, tegangan tinggi yang dihasilkan semakin besar karena kumparan sekunder koil pengapian terinduksi dengan cepat, sehingga pijaran api yang dihasilkan pada busi menjadi lebih kuat.
  
- e) Kumparan Pembangkit Pulsa (Signal generator/Pick up coil), bekerja bersama reductor sehingga menghasilkan sinyal trigger (pemicu) yang dimanfaatkan oleh Thyristor untuk mendischarge seluruh muatan kapasitor. Pick up coil terdiri dari suatu lilitan kecil yang akan menghasilkan arus listrik AC apabila dilewati oleh perubahan garis gaya magnet yang dilakukan oleh reductor yang terpasang pada rotor

alternator. Prinsip kerja pick up coil dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

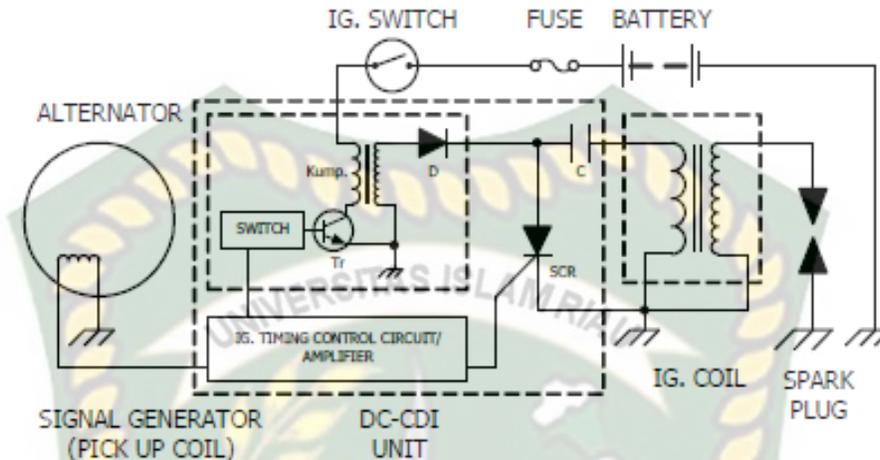


Gambar 2.23. Prinsip Kerja Pick up coil

Keterangan :

1. Reluctor mencapai Pick Up Coil
  2. Reluctor di tengah Pick Up Coil
  3. Reluctor meninggalkan Pick Up Coi
- f) Busi (*Spark Plug*), mengeluarkan arus listrik tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api melalui elektrodanya. Loncatan bunga api terjadi disebabkan adanya perbedaan tegangan diantara kedua kutup elektroda busi ( $\pm 20.000$  volt).

### Skema Sistem Pengapian Baterai Elektronik (DC-CDI)



Gambar 2.24. Skema Sistem Pengapian DC-CDI

#### Proses Kerja Sistem Pengapian Baterai Elektronik (DC-CDI)

1) Saat Kunci Kontak OFF

Hubungan sumber tegangan dengan rangkaian sistem pengapian terputus, tidak ada arus yang mengalir sehingga motor tidak dapat dihidupkan.

2) Saat Kunci Kontak ON

Kunci kontak menghubungkan sumber tegangan ((+) baterai) dengan rangkaian sistem pengapian, sehingga arus listrik dari baterai dapat disalurkan ke unit CDI (DC-DC Converter).

Ketika rotor alternator (magnet) berputar, reluctor ikut berputar. Pada saat reluctor mulai mencapai lilitan pick up coil, lilitan pick up coil akan

menghasilkan sinyal listrik yang dimanfaatkan untuk mengaktifkan Switch Transistor (Tr) pada DC-DC Converter. Kumparan primer dan sekunder (Kump.) pada DC-DC Converter akan bekerja secara induksi menaikkan tegangan sumber  $\Rightarrow$  disearahkan lagi oleh dioda (D)  $\Rightarrow$  mengisi kapasitor (C) sehingga muatan kapasitor penuh.

\*) Sinyal yang dihasilkan lilitan pick up coil tersebut belum mampu membuka gerbang (Gate) Thyristor switch (SCR) sehingga SCR belum bekerja.

Pada saat yang hampir bersamaan (saat pengapian), arus sinyal yang dihasilkan oleh signal generator (pick up coil) mampu membuka gerbang SCR sehingga SCR menjadi aktif dan membuka hubungan arus listrik dari kaki Anoda (A)  $\Rightarrow$  Katoda (K). Hal ini akan menyebabkan kapasitor terdischarge (dikosongkan muatannya) dengan cepat  $\Rightarrow$  melalui kumparan primer koil pengapian  $\Rightarrow$  massa koil pengapian. Pada kumparan primer koil pengapian dihasilkan tegangan induksi sendiri sebesar 200 – 300 V. Akhirnya pada kumparan sekunder koil pengapian akan timbul induksi tegangan tinggi sebesar  $\pm 20$  KVolt  $\Rightarrow$  disalurkan melalui kabel busi ke busi untuk diubah menjadi pijaran api listrik.

## 2.6 Jenis-jenis CDI

### 2.6.1 CDI standart motor

CDI standar merupakan CDI yang digunakan untuk penelitian yang pertama. CDI ini sudah di program dari pabrikan YAMAHA sesuai dengan karakter pabrikan. CDI standar bisa di lihat pada Gambar (2.25) di bawah ini.



Gambar 2.25. CDI Standard Yamaha vega zr

### 2.6.2 CDI BRT

Digital CDI *Hyper Band* merupakan pengembangan pertama yang berbasis digital dengan kurva pengapian terprogram untuk menghasilkan powerband yang sangat lebar hingga mencapai lebih dari 20.000 rpm tanpa adanya batasan (*limiter*) (BRT: 2019).



Gambar 2.26. CDI BRT

### 2.6.3 CDI DSK

Digital CDI dsk adalah CDI Digital pengembangan kami ciptakan untuk keperluan Standard, Tune Up, Racing dan kompetisi. Dengan teknologi Dual Band, kami menggabungkan seluruh keperluan pemakaian sepeda motor yaitu “Standard & Tune Up, Tune Up & Racing dan Racing & Competition”.

CDI dsk terdiri dari dua kurva pengapian yang telah diprogram secara permanen dan disesuaikan dengan kebutuhan di atas. Kurva-kurva pengapian tersebut dibuat berdasarkan hasil penelitian dan percobaan yang dilakukan secara sistematis melalui team Balap



Gambar 2.27. CDI DSK

#### 2.6.4 CDI GOMEXX

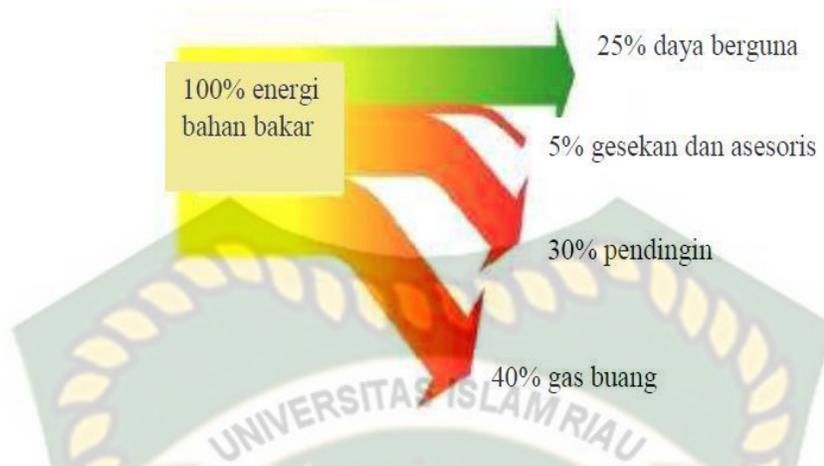
CDI gomaxx CDI ini merupakan CDI *racing unlimited* juga dikenal memiliki karakter yang sangat lembut. CDI gomaxx bisa diprogram dengan komputer atau laptop, selain itu dapat menyimpan 16 map dan bisa disimpan dalam bentuk file di komputer dan dapat dibuka oleh program yang sama, pengaturan bisa dimulai dari 250 rpm sampai 20.000 rpm. CDI gomaxx dapat dilihat pada Gambar (2.28) di bawah ini.



Gambar 2.28. CDI GOMAXX

## 2.7 Unjuk Kerja Mesin

Unjuk kerja mesin merupakan kekuatan mesin kalor dalam mengkonversi energi masuk adalah dari bahan bakar sehingga mengakibatkan tenaga yang bermanfaat. Pada motor torak tidak bisa merubah semua energy bahan bakar menjadi energy yang bermanfaat. Dari seratus persen bahan bakar hanya menciptakan 25 persen energi dipakai dan daya sebagian akan digunakan untuk menjalankan asesoris, sentuhan serta yang lainnya tersampingkan sebagai kalor gas sisa dan melewati air penyejuk. Jika digambarkan dengan hukum termodinamika kedua yaitu “tidak bisa membuat sebuah mesin yang mengkonversi semua energy kalor yang masuk menjadi tenaga”, (Raharjo dan Karnowo, 2008:93).



Gambar 2.29. Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar

(Sumber : Raharjo dan Karnowo, 2008:93).

Pada dasarnya Torsi sejalan dengan Volume langkah sedangkan Daya sejalan dengan besar torak. Torsi dan Daya mesin atau kekuatan mesin dipengaruhi oleh sebagian aspek, diantaranya rasio kompresi, volume ruang bakar, efektivitas volumetrik, serta mutu bahan bakar. Indikator tersebut relatif harus dipakai pada motor bakar yang berdaya kerja dengan perbedaan kecepatan kerja dan besar pembebanan. Torsi poros pada kecepatan tertentu menandakan kekuatan untuk mendapatkan aliran bahan bakar dan juga udara yang besar ke dalam motor bakar pada kecepatan tersebut. Sedangkan Daya tertinggi adalah sebagai kekuatan tertinggi yang bisa diproduksi oleh suatu motor bakar. Sementara suatu motor bakar berkerja pada jangka waktu yang lama, maka pemakaian bahan bakar dan juga efektivitas motor bakar menjadi hal yang sangat berpengaruh.

Berikut ini parameter yang digunakan untuk menunjukkan Unjuk kerja mesin :

### 2.7.1 Torsi Mesin

Torsi adalah besar kekuatan mesin untuk menghasilkan kerja, kuantitas torsi adalah total turunan yang biasa dipakai untuk memperkirakan tenaga yang diproduksi dari benda yang berputar pada sumbunya, digunakan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{N}{\omega} \quad (N.m) \quad \dots\dots\dots (pers. 2.1)$$

Dimana

T = Torsi Mesin (N.m)

Ne = Daya (Watt)

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} \quad (rad/s)$$

n = Putaran Mesin (rpm)

(Sumber : Karnowo, Sunyoto dkk. 2008. *Penggera Teknik Mesin Industri*. Edisi Kedua).

### 2.7.2 Daya Poros Efektif (Ne)

Daya sebagai efek dari operasi atau arti lain daya adalah kerja atau tenaga yang diproduksi motor per satuan waktu motor itu sedang berkerja. Daya yang dihasilkan di reaksi pembakaran umumnya disebut daya parameter. Daya tadi kemudian diteruskan pada piston yang bergerak bolak-balik di dalam ruang bakar. Didalam ruang bakar berlangsung transformasi energi dari energi

kimia bahan nyala dengan reaksi pembakaran menjadi energi gerakan pada piston. Sehingga dalam pengukuran tenaga menyertakan perhitungan Torsi atau gaya serta kecepatan. Penjumlahan dilakukan dengan memakai tachometer dan dynamometer atau alat lain memiliki manfaat yang sama. Untuk menghitung besar tenaga pada motor empat langkah digunakan rumus sebagai berikut :

$$Ne = \frac{2\pi \cdot T \cdot n}{60 \times 1000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (\text{pers. 2.2})$$

Dimana

Ne = Daya poros efektif (kW)

T = Torsi Mesin (N.m)

n = Putaran mesin (rpm)

(Sumber : Arismunandar, Wiranto. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Edisi Kelima Cetakan Kesatu, Bandung : ITB).

### 2.7.3 Tekanan Efektif Rata-rata (Pe)

Tekanan efektif rata-rata adalah tekanan dari zat alir kerja pada torak selama langkah untuk memproduksi kerja persiklus dibagi dengan volume langkah persiklus. Untuk menghitung Tekanan efektif rata-rata di gunakan rumus sebagai berikut :

$$Pe = \frac{6,28 \times n_R \times T}{V_l} \text{ (kPa)} \dots\dots\dots (\text{pers. 2.3})$$

Dimana

Pe = Tekanan efektif rata-rata (kPa)

T = Torsi Mesin (N.m)

$n_R$  = Jumlah putaran poros engkol dalam 1 kali siklus

$V_l$  = Volume langkah piston ( $m^3$ )

(Sumber : Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York : McGraw-Hill, Inc).

#### 2.7.4 Konsumsi Bahan Bakar ( $M_f$ )

Pemakaian bahan bakar dapat dihitung untuk menentukan waktu dibutuhkan oleh motor bakar untuk pemakaian bahan bakar dalam satuan volume yang dipengaruhi oleh masa jenis bahan bakar tersebut, konsumsi bahan bakar dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$M_f = \frac{V_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000} \text{ (kg/jam)} \dots\dots\dots \text{(pers. 2.4)}$$

Dimana

$M_f$  = Konsumsi bahan bakar yang di butuhkan (kg/jam)

$V_{bb}$  = Volume bahan bakar (ml)

$\rho_{bb}$  = Kerapatan bahan bakar (kg/m<sup>3</sup>)

t = Waktu untuk pemakaian bahan bakar (s)

(Sumber :. 2018. Modul Prestasi Mesin. Pekanbaru : Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR).

### 2.7.5 Konsumsi Bahan Bakar spesifik (Be)

Dalam kinerja motor, penggunaan bahan bakar spesifik merupakan ukuran bagaimana motor memakai bahan bakar yang tersedia secara efisien untuk memproduksi tenaga, yang dinyatakan sebagai kecepatan arus massa bahan bakar per satuan keluaran daya. Maka pemakaian bahan bakar diukur sebagai kecepatan arus massa bahan bakar persatuan waktu. Penggunaan bahan bakar spesifik adalah indikasi efektivitas mesin dalam memproduksi tenaga dari reaksi pembakaran. Pemakaian bahan nyala dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$B_e = \frac{M_f}{N_e} \left( \frac{kg}{jam} \cdot kW \right) \dots\dots\dots (pers. 2.5)$$

Dimana

Be = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.kW)

M<sub>f</sub> = Konsumsi bahan bakar yang di butuhkan (kg/jam)

Ne = Daya Poros Efektif ( kW)

(Sumber : 2018. Modul Prestasi Mesin. Pekanbaru : Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UIR)

### 2.7.6 Efisiensi Keseluruhan (η<sub>k</sub>)

Efisiensi keseluruhan menyatakan perbandingan antara daya poros yang dihasilkan terhadap daya bahan bakar yang diperlukan untuk jangka waktu tertentu.

Sebelum mencari efisiensi keseluruhan, terlebih dahulu mencari nilai daya bahan bakar menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N_{B.bakar} = M_f \text{ (kg/jam)} \times LHV_{bb} \text{ (kJ/kg)} \text{ (kW)}$$

Dimana

$N_{B.bakar}$  = Daya masuk dari bahan bakar (kW)

$M_f$  = Konsumsi bahan bakar yang di butuhkan (kg/jam)

$LHV_{bb}$  = Nilai Kalor bahan baka terendah (kJ/kg)

Setelah daya masuk bahan bakar diketahui, maka dapat dilanjutkan untuk menghitung efisiensi keseluruhan, maka efisiensi keseluruhan adalah :

$$\eta_k = \frac{N_{Poros} \times 3600}{N_{B.bakar}} \times 100\%$$

Dimana

$\eta_k$  = Efisiensi keseluruhan %

$N_{Poros}$  = Daya poros efektif (kW)

$N_{B.bakar}$  = Daya masuk dari bahan bakar (kW)

$LHV_{bb}$  = Nilai Kalor bahan baka terendah (kJ/kg)

(Sumber : Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York : McGraw-Hill, Inc).

### 2.7.7 Dynamometer

Dynamometer adalah suatu alat yang dipakai untuk mengukur perfoma suatu motor bakar dengan mengukur Torsi dan Daya. Menurut cara analisisnya dynamometer bisa dibagi menjadi 2 macam yaitu *Chassis Dynamometer* serta *Engine Dynamometer*. Cara perhitungan dengan untuk

CD perhitungan tenaga melewati roda penggerak alat transportasi, sebaliknya Dynamometer type ED adalah poros keluar mesin disambungkan terus dengan Dynamometer. *Dynamometer Chassis* adalah menguji tenaga yang dipindahkan melalui bidang *drive roller* yang digerakan oleh roda penggerak yang sedang diuji.

*Dynamometer* mengapsorsi daya yang dihasilkan dari motor bakar dengan prosedur pengereman tertahap dari mesin dalam kondisi *idle* hingga sampai putaran tertinggi. *Dynamometer* yang dipindahkan pada roda berguling yang terletak pada batang sehingga ikut berputar saat motor diukur diatas *roll*. pemakaian *Chassis Dynamometer* didukung oleh sebagian sensor asesoris untuk memudahkan pengutipan data, serta melindungi keamanan alat transportasi saat dipengukuran (Nisa, 2017).



Gambar 2.10 Alat Uji Dynotest

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

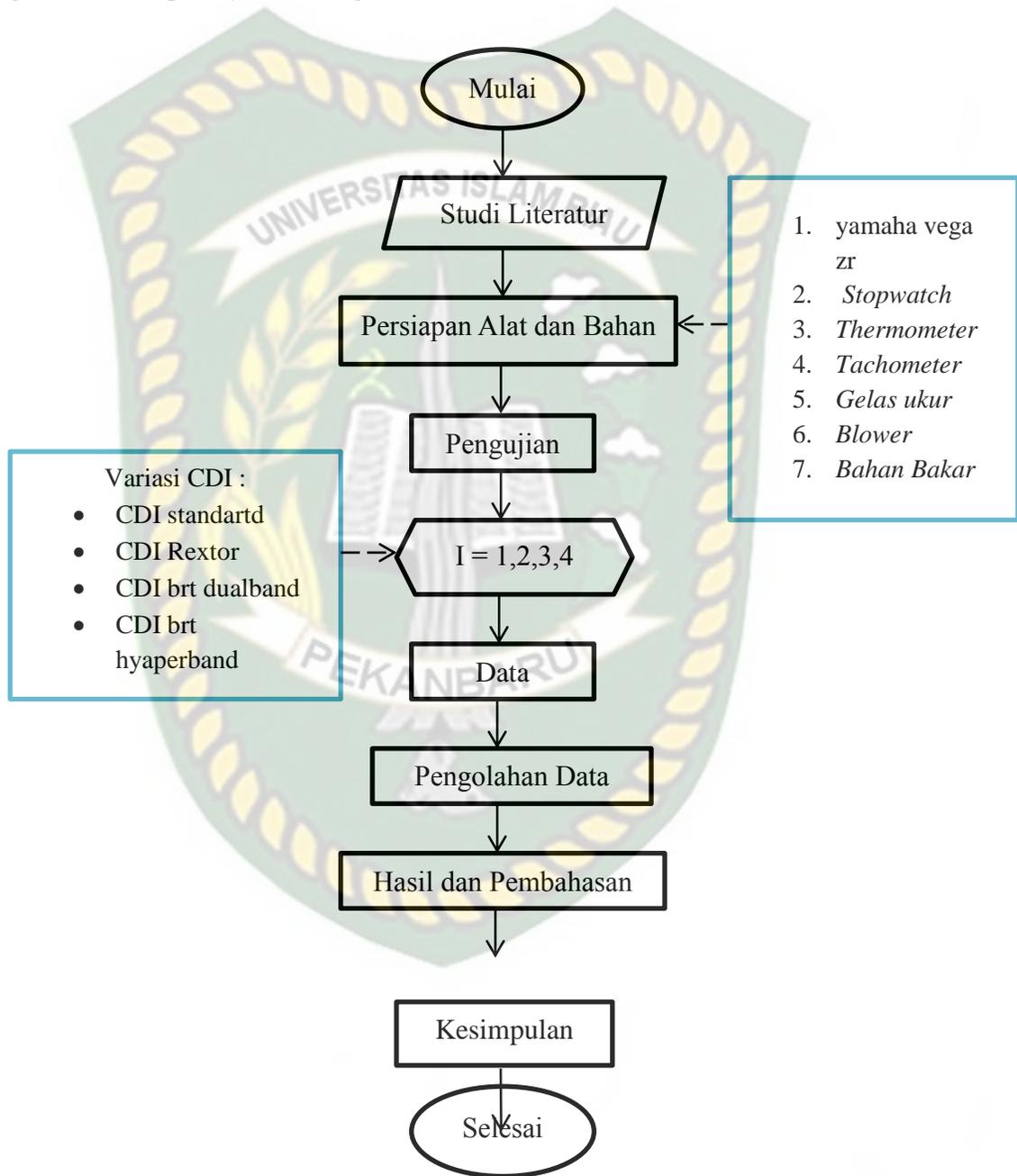
Penelitian Pengaruh Variasi CDI Terhadap Unjuk kerja Mesin Sepeda Motor Vega ZR 110 CC untuk Pengujian unjuk kerja di lakukan di Draco motor pekanbaru yang beralamat di jl. Durian No 21 C Labuan baru timur kota pekanbaru dan waktu pelaksanaanya di lakukan pada tanggal 10 maret 2021 sampai dengan selesai.



Gambar 3.1 Tempat Pengujian Dynotest

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir berfungsi sebagai alur dalam penelitian, proses ini digambarkan seperti *flowchart* gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Alat Dan Bahan

#### 3.3.1 Alat-alat

Didalam penelitian ini peralatan yang dipakai adalah :

##### 1. Mesin Uji

Objek yang di gunakan pada pengujian ini adalah motor bensin YAMAHA VEGA ZR , seperti terlihat pada gambar 3.3 dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 3.3 Mesin Uji

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| 1. Pabrik          | : Honda                      |
| 2. Mesin           | : 4 strock, 1 cylinder, SCHC |
| 3. Bore x stroke   | : 50.0 x 57.9 mm             |
| 4. Kapasitas mesin | : 113,7 cc                   |
| 5. Daya Max        | : 6,0 Hp / 7,500 rpm         |
| 6. Torsi Max       | : 8,3 Nm / 4,500 rpm         |

- 7. Sistem Pembakaran : Karburator
- 8. Transmisi : 4 Speed (N-1-2-3-4)
- 9. Drive : chain (rantai)
- 10. Pengapian : CDI

#### Demensi

- 1. Panjang x lebar x tinggi : 1930 x 675 x 1055 mm
- 2. Jarak sumbu roda : 1235mm
- 3. Jarak ke tanah : 126mm
- 4. Tangka BBM : 4.2 liter
- 5. Berat : 97.0 kg

#### Suspension

- 1. Depan : telescopic
- 2. Belakang : swing arm

#### Rem

- 1. Depan : cakram
- 2. Belakang : drum (tromol)

#### Ban

- 1. Depan : 70/80-17M/C38P

2. Belakang : 80/90-17M/C44P

Velg : Spoked (jari-jari)

## 2. *Dynamometer*

Dyno test adalah sebuah perangkat mesin yang berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui kinerja maksimal dari torsi dan power yang dihasilkan mesin. Besarnya Daya, Torsi dan putaran poros yang dihasilkan oleh mesin diukur dengan menggunakan alat *dynamometer*. Adapun alat dan spesifikasi dynotest dapat dilihat pada gambar 3.4.

- *Name* : *rextor technology indonesia*
- *Model* : *DYNOJET 250i*
- *Serial No* : *DP-1404-002*
- *Displacement compensation* : *COMP.ISO 1582/2535*  
(*temperature and humidity*)



Gambar 3.4 *Dynamometer*

### 3. Blower

Blower berfungsi sebagai penambahan udara pada saat pengujian berlangsung agar panas pada mesin tidak berlebihan atau over heating, yang dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Blower

#### 4. Gelas Ukur

Banyaknya pemakaian bahan bakar pada saat pengujian berlangsung akan diukur dengan alat gelas ukur. Gelas ukur yang digunakan yaitu gelas ukur yang berkapasitas isi sebanyak 1 liter, gelas ukur ini banyak digunakan oleh industri-industri farmasi, yang dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Gelas Ukur

#### 5. Tachometer

Untuk mengukur putaran dimesin pada saat pengujian dapat menggunakan ini dengan satuan untuk putaran mesin adalah rpm, untuk alat uji rpm tester dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Tachometer

#### 6. Stopwatch

Alat ini digunakan untuk mengetahui waktu yang diperlukan oleh mesin untuk menghabiskan bahan bakar dalam jumlah tertentu. Waktu yang diperlukan ini diukur dalam satuan detik (s) seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Stopwatch

### 3.3.2 Bahan Penelitian

#### 1. Bahan Bakar Pertamina Turbo

Bahan bakar yang akan digunakan untuk pengujian variasi CDI adalah Pertamina Turbo. Pertamina Turbo adalah bahan bakar terbaru dari Pertamina dengan RON 98 dan Ignition Boost Formula yang dirilis di Indonesia pada tanggal 11 Agustus 2016 pada pergelaran pameran otomotif GIIAS di ACE BSD, Tangerang. Sebelum Pertamina Turbo di rilis pertama kali di Italia dan di uji coba langsung oleh salah satu perusahaan mobil mewah terkemuka, Lamborghini. RON 98 atau yang bisa kita sebut oktan 98 termaksud dalam katagori bahan bakar beroktan tinggi (mulai dari RON 95 ke atas) yang banyak di jual di negara-negara Eropa dan negara-negara maju di Asia mempunyai sifat terbakar lebih lambat yang cocok untuk kendaraan dengan rasio kompresi 11:1 ke-atas. Bahan bakar ini bisa juga di gunakan pada mobil dan motor biasa untuk keperluan sehari-hari. Terlihat pada gambar 3.11 Pertamina Turbo



Gambar 3.9 Bahan Bakar Pertamina Turbo

### 3.4 Prosedur Pengujian

Adapun peroses pengujian dilakukan untuk mempersiapkan alat-alat dan langkah pengujian yang dilakukan, berikut persiapan dan langkah-langkah dari pada pengujian

#### 3.4.1 Persiapan Pengujian

Perlu adanya persiapan sebelum melakukan pengujian agar data yang didapatkan dari hasil pengujian merupakan data yang kongkrit. Persiapan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan kondisi mesin uji yang meliputi kondisi minyak pelumas mesin, busi, kabel CDI, kabel oli, dan sistem kabel-kabel kelistrikan lainnya.
2. Melakukan pemeriksaan dan menyeting ulang motor agar dengan settingan standar serta memastikan kondisi motor benar-benar pada kondisi prima, agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan perhitungan yang dilakukan minimal mendekati atau mempunyai karakter yang sama.
3. Mempersiapkan dan memeriksa alat ukur dan alat-alat tambahan lainnya.
4. Mempersiapkan seluruh bahan yang di perlukan pada peroses pengujian yaitu pertamax turbo dan 4 (empat) buah CDI.

5. Mengganti aliran bahan bakar dari tangki diganti dengan tempat gelas ukur yang diberi selang dari gelas ukur ke karburator.
6. Mempersiapkan alat tulis untuk mencatat hasil pengujian.

#### 3.4.2 Prosedur Pengujian Torsi dan Daya

Pengujian torsi dan daya memakai alat *Dynotest*, langkah-langkah menguji kendaraan memakai *Dynotest* sebagai berikut :

1. Menyiapkan kendaraan VEGA ZR 110 cc.
2. Melepaskan cover body bagian main pipe cover.
3. Menaikan sepeda motor diatas dynotest, dan mengatur stoper roda depan.
4. Mengikat sepeda motor pada dynotest dengan menggunakan tie down.
5. Memasang kabel sensor putaran mesin pada input koil pengapian.
6. Memasang selang buret tetes pada lubang masuk bahan bakar pada karburator. Kemudian mengisi buret tetes dengan pertamax turbo
7. Memanaskan motor hingga mendekati suhu kerja mesin selama (2-3 menit) yaitu  $\pm 80^{\circ}$  C.
8. Setelah proses pemanasan diatas selesai, lalu memindahkan transmisi ke gigi 4. Dikarenakan pada posisi gigi 4 power motor lebih luas atau besar dan tenaga puncak lebih cepat terasa.

9. Mengatur putaran mesin dengan membuka katub gas hingga pada tachometer digital menunjukkan angka 4000 rpm kemudian melakukan pengambilan data pengukuran daya, torsi dan konsumsi bahan bakar.
10. Mencatat data besar konsumsi bahan bakar bersamaan dengan pengujian daya dan torsi, konsumsi bahan bakar diukur dari banyak bahan bakar yang digunakan oleh sepeda motor dalam waktu 1 menit dengan menggunakan alat buret ukur dan stopwatch.
11. Setelah mencatat data yang di peroleh, kemudian melakukan pengamatan juga pada putaran mesin 6000 rpm dan 8000 rpm. Setelah selesai mencatat data, kurangi putaran mesin sedikit demi sedikit sehingga mencapai putaran stansioner, dan kemudian matikan mesin selama  $\pm 15$  menit untuk pendinginan mesin.
12. Pengujian kembali di lakukan dengan mengulang langkah-langkah pengujian awal dengan menggunakan CDI yang berbeda.

### 3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang pengaruh kecepatan udara yang melewati blok silinder terhadap unjuk kerja motor bensin dengan menggunakan beberapa jenis bahan bakar

dan *blower* ini dapat berjalan optimal sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada table 3.1 dibawah ini.

Tabel .1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan – ke															
		1				2				3				4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembuatan Proposal	■															
2	Studi Literatur	■	■	■	■												
3	Persiapan alat dan bahan					■	■	■	■								
4	Pengujian dan pengumpulan data									■	■	■	■				
5	Analisi data													■	■	■	■
6	Hasil akhir dan presentasi																■

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

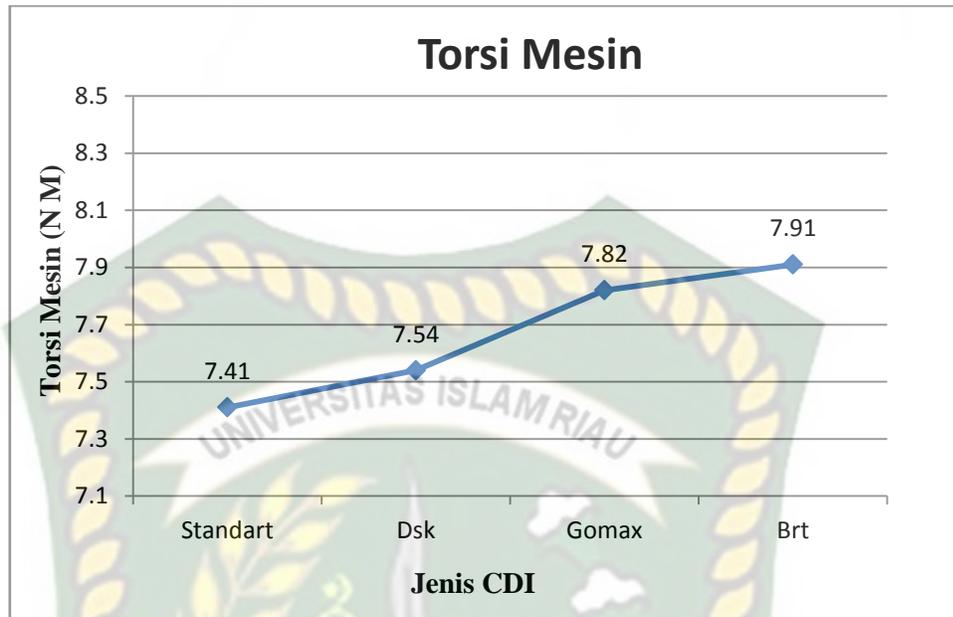
#### 4.1 Hubungan Pengaruh Variasi CDI terhadap Torsi Mesin

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa pengaruh variasi CDI memiliki pengaruh terhadap Torsi Mesin pada mesin sepeda motor. Bahwa penggunaan pada jenis pengapian cdi Standart memiliki Torsi Mesin sebesar 7,41 Nm, selanjutnya pada jenis pengapian cdi Dsk memiliki Torsi Mesin sebesar 7,54 Nm dan dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.1** Tabel Torsi Mesin pada variasi jenis pengapian cdi

Jenis CDI	Torsi
Standart	7,41
Dsk	7,54
Gomax	7,82
Brt	7,91

Dan pada jenis pengapian cdi Gomax memiliki Torsi Mesin sebesar 7,82 Nm, Serta pada jenis pengapian Brt memiliki Torsi Mesin sebesar 7,91 Nm



Gambar 4. 1 Grafik hubungan jenis Cdi terhadap Torsi

Gambar 4.1 grafik di atas bahwa hasil penelitian, menunjukkan torsi yang dihasilkan oleh Cdi brt memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart. Perbedaan torsi yang diperoleh dari keempat buah cdi dikarenakan besar pengapian yang menggunakan cdi brt lebih besar dibandingkan menggunakan cdi gomax dan pengapian menggunakan cdi gomax lebih besar di bandingkan menggunakan cdi dsk dan pengapian menggunakan cdi dsk lebih besar dibandingkan menggunakan cdi standart. Perbedaan besarnya pengapian dikarenakan ada perbedaan komponen yang terdapat di dalam cdi, sehingga membuat tegangan yang dihasilkan oleh cdi menjadi berbeda, karena tegangan yang dihasilkan berbeda sehingga percikan yang dikeluarkan cdi pun menjadi berbeda. Besarnya pengapian yang dihasilkan oleh cdi sangat mempengaruhi besar kecilnya torsi yang

dihasilkan pada sepeda motor yang menggunakan cdi brt, cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart, karena hal ini berhubungan dengan gaya tekan pembakaran yang dihasilkan pada silinder piston.

Gaya tekan pembakaran akan maksimal manakala percikan bunga api yang dihasilkan oleh busi lebih besar, sehingga campuran bahan bakar yang telah disemprotkan ke dalam ruang bakar akan terbakar sempurna dan gaya tekan pembakaran akan maksimal. Pada Cdi Brt pengapian yang dihasilkan lebih besar dari pada pengapian yang dihasilkan oleh cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart, sehingga motor yang menggunakan Cdi Brt menghasilkan torsi lebih besar dari pada motor yang menggunakan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart.

#### 4.2 Hubungan Pengaruh Variasi CDI terhadap Daya Poros Efektif.

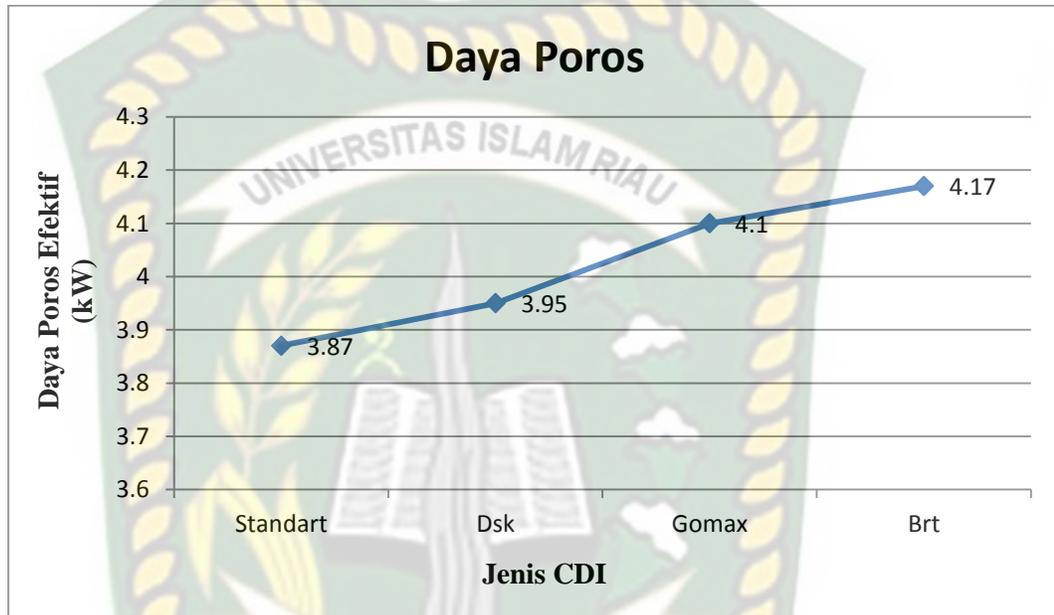
Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa jenis variasi pengapian cdi memiliki pengaruh terhadap Daya Poros Efektif pada mesin sepeda motor. Bahwa penggunaan pada jenis cdi standart memiliki Daya Poros Efektif sebesar 3,87 kW, selanjutnya pada jenis cdi dsk memiliki Daya Poros Efektif sebesar 3,95 kW dan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

**Tabel 4.2** Tabel Daya Poros Efektif pada variasi system pengapian cdi.

Jenis CDI	Daya poros
Standart	3,87
Dsk	3,95
Gomax	4,10

Br	4,17
----	------

Dan pada jenis pengapian gomax memiliki Daya Poros Efektif sebesar 4,10 kW  
 Serta pada jenis pengapian cdi brt memiliki Daya Poros Efektif sebesar 4,17 kW,



Gambar 4. 2 Grafik hubungan jenis CDI terhadap Daya

Gambar 4.2 grafik di atas bahwa hasil penelitian, menunjukkan daya yang dihasilkan oleh cdi brt memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart. Perbedaan daya yang diperoleh dari keempat buah cdi tersebut, dikarenakan besar pengapian yang menggunakan cdi brt lebih besar dibandingkan menggunakan cdi gomax dan pengapian menggunakan cdi gomax lebih besar di bandingkan menggunakan cdi dsk dan pengapian menggunakan cdi dsk lebih besar dibandingkan menggunakan cdi standart.

Perbedaan besarnya pengapian dikarenakan ada perbedaan komponen yang terdapat di dalam cdi, sehingga membuat tegangan yang dihasilkan oleh cdi menjadi berbeda, karena tegangan yang dihasilkan berbeda sehingga percikan bunga api yang dihasilkan cdi pun menjadi berbeda, sehingga daya yang dihasilkan pun menjadi berbeda. Daya yang dihasilkan pada motor sangat dipengaruhi oleh besarnya bunga api yang dihasilkan oleh busi, karena semakin besar pengapian yang dihasilkan maka pembakaran yang dihasilkan pada silinder menjadi lebih baik.

Percikan bunga api yang tinggi juga akan terhindar dari *detonasi (knocking)* sehingga daya yang dihasilkan juga akan maksimal. Cdi brt memiliki pengapian yang lebih besar dari pada cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart, oleh sebab itu daya yang dihasilkan oleh cdi brt lebih tinggi dari pada daya yang dihasilkan oleh cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart. Pengapian yang rendah memungkinkan untuk terjadinya *detonasi (knocking)* karena bahan bakar terbakar sebelum waktunya sehingga akan mengalami penurunan daya.

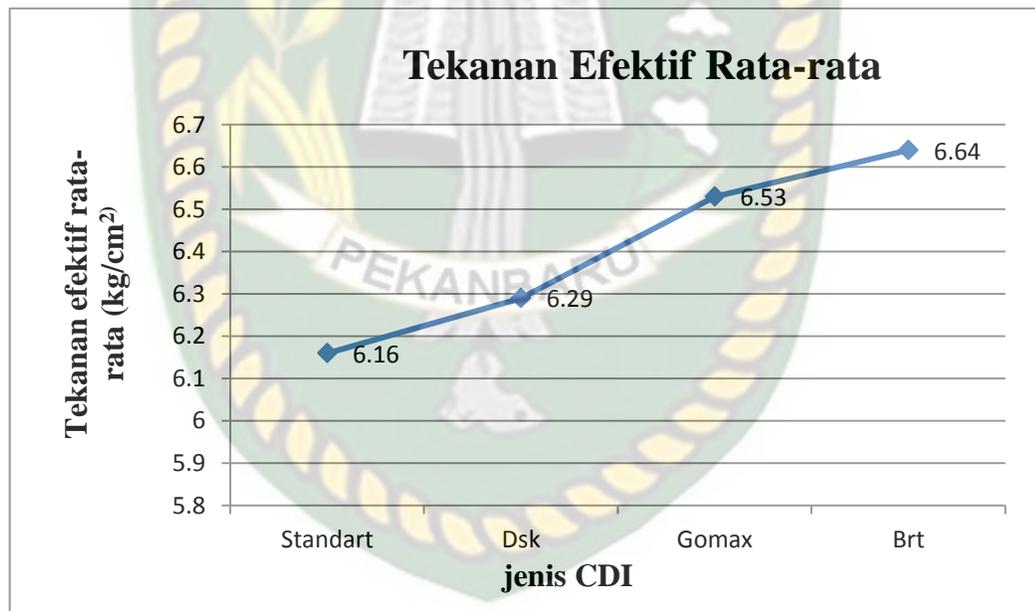
#### **4.3 Hubungan Pengaruh Variasi CDI terhadap Tekanan Efektif Rata-rata**

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa jenis variasi pengapian Cdi memiliki pengaruh terhadap Tekanan Efektif Rata-rata pada mesin sepeda motor. Bahwa penggunaan pada jenis Cdi standart memiliki Tekanan Efektif Rata-rata sebesar 6,16 (kg/cm<sup>2</sup>), selanjutnya pada jenis Cdi dsk memiliki Tekanan Efektif Rata-rata sebesar 6,29 (kg/cm<sup>2</sup>) dan dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

**Tabel 4.3** Tabel Tekanan Efektif Rata-rata pada variasi jenis CDI

Jenis CDI	Tekanan Efektif Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
Standart	6,16
Dsk	6,29
Gomax	6,53
Brt	6,64

Dan pada jenis pengapian gomax memiliki Tekanan Efektif Rata-rata 6,53 (kg/cm<sup>2</sup>), Serta pada jenis pengapian Cdi Brt memiliki Tekanan Efektif Rata-rata 6,64 (kg/cm<sup>2</sup>).



Gambar 4. 3 Grafik Tekanan Efektif Rata-Rata Terhadap Variasi Cdi

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan Tekanan Efektif Rata-Rata yang diperoleh

pada motor yang mempergunakan cdi brt dengan motor yang mempergunakan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart. Gambar grafik di atas menunjukkan bawah hasil penelitian menunjukkan Tekanan Efektif Rata-Rata yang dihasilkan pada cdi brt memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart.

Hal tersebut terjadi karena campuran bahan bakar dengan menggunakan cdi brt memiliki nilai kalor serta nilai Torsi Mesin yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart. Nilai kalor memiliki pengaruh terhadap Tekanan Efektif Rata-rata, dimana semakin tinggi nilai kalor maka nilai Tekanan Efektif Rata-rata juga akan semakin tinggi. Sehingga Tekanan Efektif Rata-rata dengan menggunakan cdi brt memiliki Tekanan Efektif Rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan cdi gomax, cdi dsk dan cdi standart.

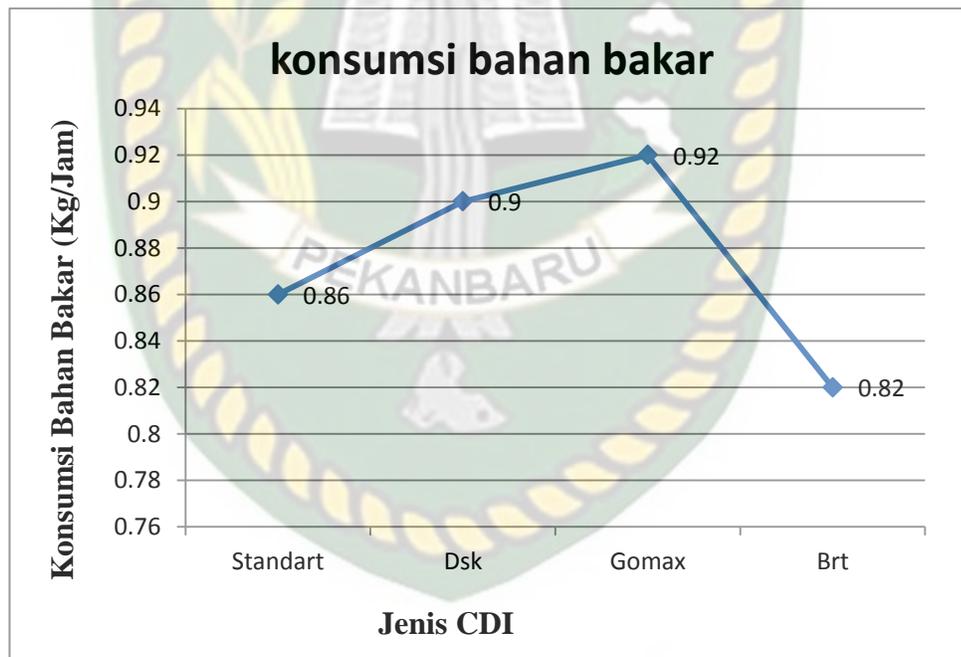
#### **4.4 Hubungan Pengaruh Variasi CDI terhadap Pemakaian Bahan Bakar ( mf )**

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa jenis variasi pengapian cdi memiliki pengaruh terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada mesin sepeda motor. Bahwa penggunaan pada jenis Cdi standart memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,86 (kg/jam), selanjutnya pada jenis Cdi Dsk memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,90 (kg/jam) dan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

**Tabel 4.4** Tabel Konsumsi Bahan Bakar pada variasi jenis CDI.

Jenis CDI	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)
Standart	0,86
Dsk	0,90
Gomax	0,92
Brt	0,82

Dan pada Cdi gomax memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,92 kg/jam Serta pada Cdi brt memiliki Konsumsi Bahan Bakar sebesar 0,82 kg/jam.



Gambar 4. 4 Grafik Pemakaian Bahan Bakar Terhadap variasi Cdi

Table 4.4 Pemakaian Bahan Bakar Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa bahan bakar pertamax torbo Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang telah

dilakukan, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan konsumsi bahan bakar yang diperoleh pada motor yang mempergunakan cdi standart, cdi dsk, cdi gomax dan cdi brt. Gambar grafik di atas menunjukkan bahwa hasil penelitian, menunjukkan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada cdi brt memiliki nilai rata-rata yang lebih rendah jika dibandingkan dengan cdi gomax, cdi dsk dan cdi standart.

Perbedaan laju konsumsi bahan bakar yang diperoleh dari keempat buah Cdi dikarenakan pengapian yang dihasilkan oleh cdi brt lebih besar dari pada cdi gomax, cdi dsk dan cdi standart. Besarnya pengapian dikarenakan ada perbedaan komponen yang terdapat di dalam Cdi sehingga membuat tegangan yang dihasilkan oleh Cdi menjadi berbeda, karena tegangan yang dihasilkan berbeda sehingga percikan yang dikeluarkan Cdi pun menjadi berbeda.

Besarnya pengapian yang dihasilkan oleh Cdi sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar, karena dengan pengapian yang lebih baik (besar) campuran bahan bakar yang terdapat di ruang bakar akan terbakar dengan sempurna, sehingga tenaga yang dihasilkan akan lebih besar, karena lebih besar maka konsumsi bahan bakar akan lebih irit. Apabila pengapian yang kecil (buruk) maka campuran bahan bakar yang terdapat di ruang bakar akan terbakar tidak sempurna, sehingga tenaga yang dihasilkan tidak maksimal, dan tenaga yang dihasilkan pun tidak maksimal sehingga konsumsi bahan bakar akan lebih banyak (boros). Dengan pengapian yang kurang maksimal dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya detonasi (*knocking*) karena campuran bahan bakar tidak dapat terbakar secara sempurna.

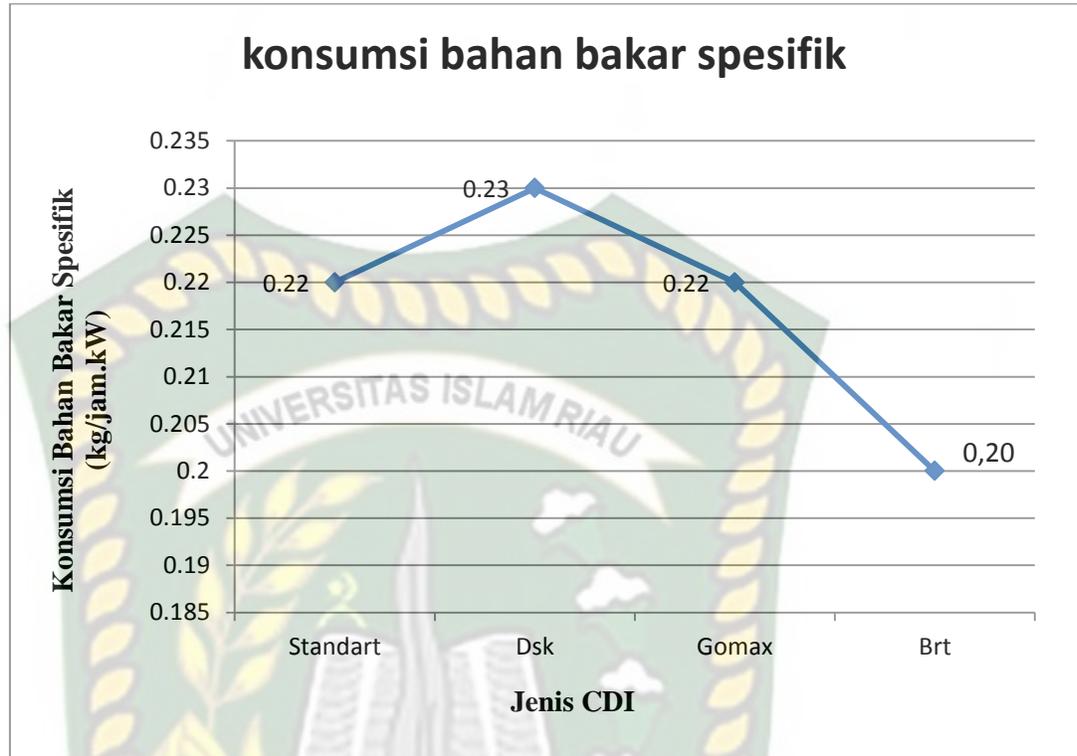
#### 4.5 Hubungan Pengaruh jenis CDI Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa pengaruh sistem pengapian memiliki pengaruh terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada mesin sepeda motor. Bahwa penggunaan pada sistem pengapian Cdi Standart memiliki Konsumsi Bahan Bakar Spesifik sebesar  $0,22 \frac{kg}{jam} . kW$ , selanjutnya sistem pengapian Cdi Dsk memiliki Konsumsi Bahan Bakar Spesifik sebesar  $0,23 \frac{kg}{jam} . kW$  dan dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

**Tabel 4.5** Tabel Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada variasi sistem pengapian.

Jenis Pengapian	Konsumsi Bahan Bakar spesifik ( $\frac{kg}{jam} . kW$ )
Standart	0,22
Dsk	0,23
Gomax	0,22
Brt	0,20

Dan sistem pengapian Cdi Gomax memiliki Konsumsi Bahan Bakar Spesifik sebesar  $0,22 \frac{kg}{jam} . kW$  Serta sistem pengapian Cdi Brt memiliki Konsumsi Bahan Bakar Spesifik sebesar  $0,20 \frac{kg}{jam} . kW$ .



Gambar 4. 5 Grafik Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Pada Variasi jenis Cdi

Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa penggunaan cdi brt terhadap bahan bakar lebih rendah (irit) di bandingkan dengan menggunakan cdi gomax, cdi dsk dan cdi standart. karna terjadinya pembakaran sempurna sehingga tekanan gas hasil pembakaran bisa maksimal menekan torak sehingga torsi semakin besar, karna torsi mengalami peningkatan daya yang di hasilkan juga besar. Oleh karna itu bahan bakar spesifik mengalami penurunan.

#### 4.6 Hubungan Pengaruh Jenis CDI Terhadap Efisiensi Keseluruhan.

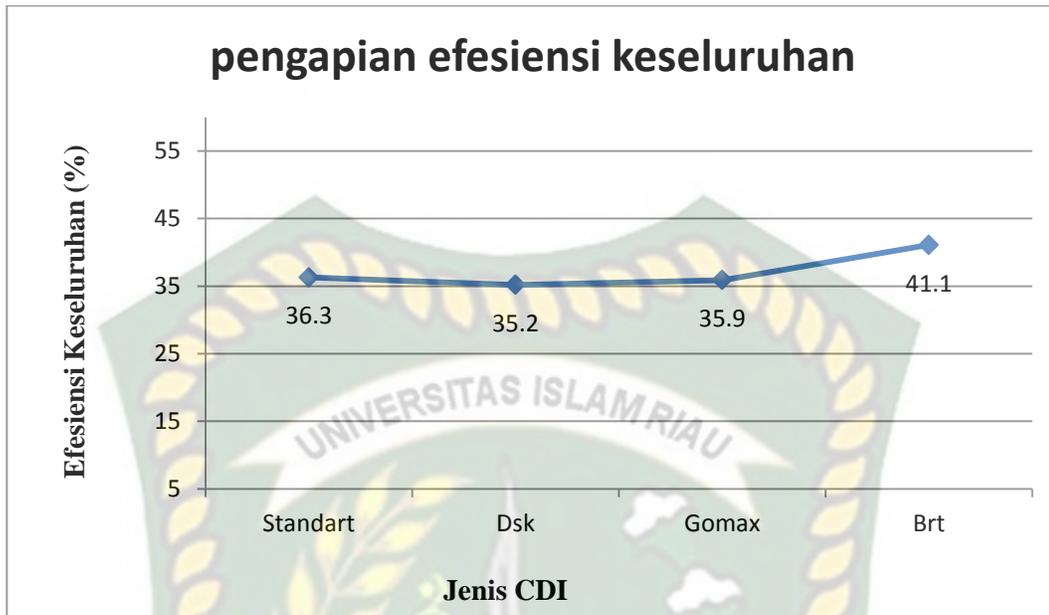
Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa jenis variasi pengapian cdi memiliki pengaruh terhadap Efisiensi Keseluruhan pada mesin sepeda motor. Bahwa penggunaan pada jenis cdi standart memiliki Efisiensi Keseluruhan sebesar 36,3 (%), selanjutnya pada jenis cdi dsk memiliki Efisiensi Keseluruhan sebesar 35,2 (%) dan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

**Tabel 4.6** Tabel Efisiensi Keseluruhan pada variasi sistem pengapian.

Jenis CDI	Efisiensi Keseluruhan (%)
Standart	36,3
Dsk	35,2
Gomax	35,9
Brt	41,1

Dan pada jenis pengapian gomax memiliki Efisiensi Keseluruhan sebesar 35,9 (%) Serta pada jenis pengapian cdi brt memiliki Efisiensi Keseluruhan sebesar 41,1 (%),

### **pengapian efisiensi keseluruhan**



Gambar 4. 6 Grafik Sistem Pengapian Terhadap Efisiensi Keseluruhan

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan Efisiensi Keseluruhan yang diperoleh pada motor yang mempergunakan cdi brt dengan motor yang mempergunakan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart. Gambar grafik di atas menunjukkan bawah hasil penelitian menunjukkan Efisiensi Keseluruhan yang dihasilkan pada cdi brt memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan cdi gomax, cdi dsk, dan cdi standart.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, pengaruh variasi cdi terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor vega zr 110 cc unjuk kerja dapat disimpulkan bahwa :

1. Variasi jenis cdi memiliki pengaruh terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor vega zr 110cc. Dimana yang di hasilkan cdi brt memiliki unjuk kerja yang lebih baik di bandingkan dengan menggunakan cdi gomax, cdi dsk dan cdi standart.
2. Jenis cdi yang paling baik digunakan adalah cdi brt dimana diperoleh nilai unjuk kerjanya lebih baik dari pada menggunakan cdi gomax, cdi dsk dan cdi standart. Dimana data yang di peroleh dari penggunaan cdi btr adalah: Torsi 7.91 Nm, Daya 4.17, kW, Tekanan efektif rata-rata 6.64 kg/cm<sup>2</sup>, Konsumsi bahan bakar 0.82 kg/jam, Konsusmi bahan bakar spesifik  $0.20 \frac{kg}{jam} \cdot kW$ , Efisiensi keseluruhan 41.1%

## 5.2 Saran

1. Sebelum mengganti CDI harus di perhatikan terlebih dahulu tujuan dari penggantian CDI tersebut karena penggantian CDI dapat merubah unjuk kerja *engine* berbeda satu dengan yang lainnya, sehingga dapat memilih CDI yang paling sesuai untuk mencapai tujuan tersebut. Bila perlu lakukan penelitian tau pengetesan unjuk kerja *engine* untuk mengetahui apakah dengan penggantian *part* tersebut sudah sesuai dengan tujuan.
2. Sebaiknya lebih cermat dalam pemilihan pembelian CDI, karena banyak sekali macam CDI yang di jual di pasaran tetapi belum sesuai dengan tujuan dan keinginan masing-masing.
3. Pengguna sepeda motor Yamaha vega zr 110 cc 1 silinder hendaknya menggunakan CDI *BRT* bila menginginkan performa mesin yang lebih maksimal.
4. Pengguna sepeda motor Yamaha vega zr 110 cc 1 silinder hendaknya menggunakan CDI *BRT* bila menginginkan konsumsi bahan bakar mesin yang lebih irit.
5. Pengujian selanjutnya perlu meneliti emisi dari penggunaan variasi cdi untuk menentukan proses pembakaran yang lebih sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM dan H. Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta : Erlangga
- Haryono, G. 1989. *Uraian Peraktis Mengenal Motor Bakar Torak*. Semarang: Aneka Ilmu
- Jama, Jalius dan Wagino.2008a. *Teknik sepeda motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah kejuruan, Direktorat Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Jama, Jalius dan Wagino.2008a. *Teknik sepeda motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah kejuruan, Direktorat Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Hidayat, Wahyu. 2012 *Motor Bensin Modern*. Jakarta: Renske Cipta
- Wardono. 2004. Definisi Motor Bakar
- Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi. Nomor : 3674K/24/DJM/2006. Tentang Standar dan Mutu (Sepesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang Dipasarkan si dalam Negeri.
- Modul, 2005, Peratikum fenomena dan Perestasi Mesin Bensin 4 Silinder, Pekanbaru: Program Studi Teknik Mesin-UIR.
- Machmud, Syachril dan Untoro Budi Surono dan Leydon Sitorus. 2003. Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian terhadap Kerja Mesin. *Jurnal Teknik Vol.3 No.1 Hal, 58-64*
- Yamaha, 2009, *Manual Book Mesin Vega Zr*, Jakarta: Yamaha Cooperation.

Tirtoatmodjo, Raharjo, Wiliyanto & Slamet Basuki. 2000. Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah dengan Penggunaan Busi Dua Elektrode dan Busi Tiga Elektrode. *Jurnal Teknik Mesin Vol. 2, No. 1 Hal, 15-21.*

Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: Penerbit ITB

Daryanto. 2002. *Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta : Bumi Aksara.

Soenarta, Nakoela dan Sochi Furuham. 1995. *Motor Serba Guna*. Jakarta : Pradnya Paramita.

