

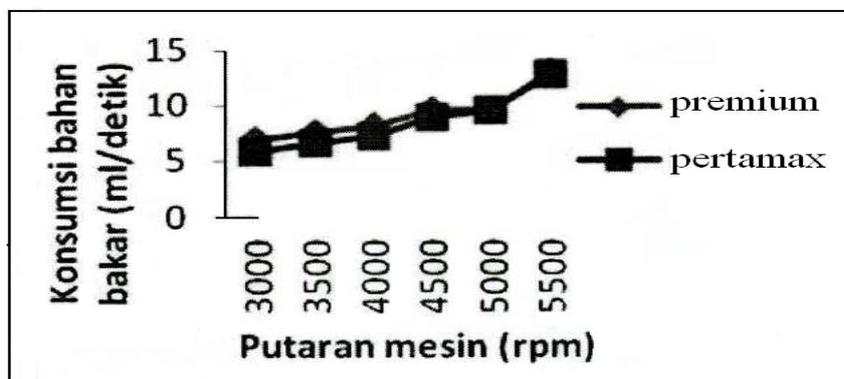
## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Kajian Pustaka

Untuk mendukung berjalannya penelitian Pengaruh Penggunaan CDI Predator Dual Map Terhadap Karakteristik Percikan Bunga Api dan Kinerja Motor 4 Langkah 110 cc Transmisi *automatic* Tahun 2009 Dengan Konsumsi Bahan Bakar Pertamina perlu pengetahuan yang cukup dari penelitian yang dilakukan sebelumnya. Penelitian pendukung untuk penelitian ini diantaranya:

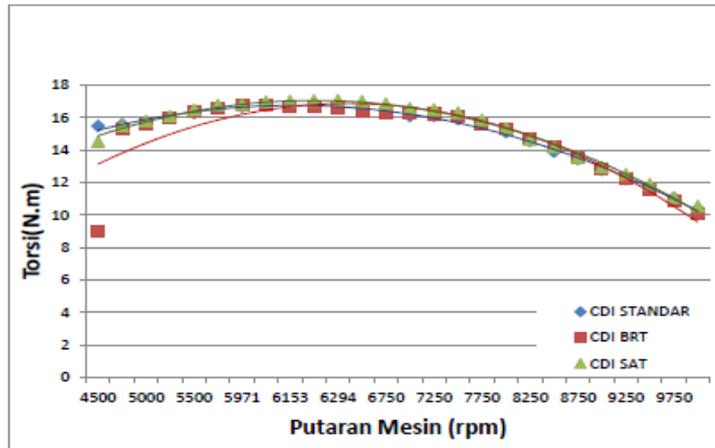
Sukidjo (2011) melakukan Penelitian performa mesin sepeda motor empat langkah dengan penggunaan bahan bakar premium dan pertamax. Hasil dari penelitian disajikan dalam bentuk grafik. Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa laju konsumsi bahan bakar premium lebih banyak dibanding konsumsi pertamax. Nilai oktan premium 88, dan angka oktan pertamax adalah 92. Angka oktan yang lebih tinggi mengakibatkan bahan bakar akan terbakar secara alami (*autoignition*) lebih lambat dari bahan bakar berangka oktan lebih rendah. Akibatnya adalah pembakaran pertamax lebih sempurna. Konsumsi bahan bakar baik premium maupun pertamax meningkat seiring kenaikan putaran mesin. Laju pertamax 0,28 mililiter/detik lebih sedikit di banding laju konsumsi premium. **Gambar 2.1** adalah grafik hasil pengujian Performa sepeda motor 4 langkah dengan konsumsi bahan bakar premium dan pertamax.



**Gambar 2.1** Kinerja mesin motor 4 langkah dengan konsumsi bahan bakar premium dan pertamax. (Sukidjo, 2011)

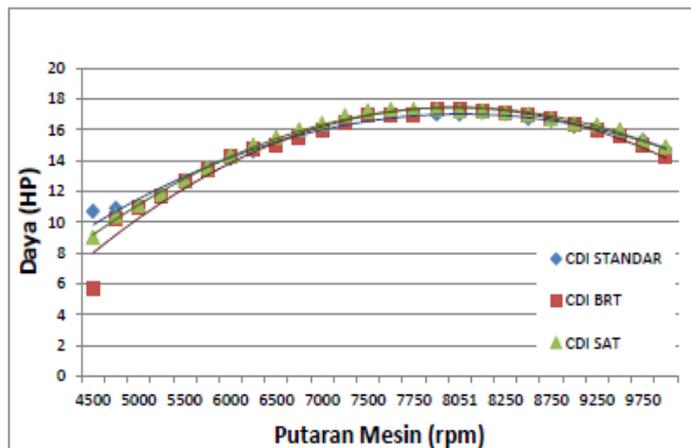
Penelitian yang dilakukan oleh prasetya (2013) pada sepeda motor Honda Megapro 160 cc mampu meningkatkan unjuk kerja pada mesin. Hasil pengujian yang didapatkan adalah penggunaan CDI *Unlimiter* nilai daya tertinggi 13,9 HP pada putaran mesin 8000 rpm sedangkan pada CDI *Limiter* (standar) daya maksimum yang dihasilkan 12,4 HP pada putaran 8000 rpm. Hasil torsi maksimum yang didapat pada pengujian CDI *Unlimiter* sebesar 13,73 N.m pada putaran mesin 6000 rpm, pada CDI Standar didapatkan hasil torsi sebesar 11,73 N.m pada putaran mesin 6000 rpm sedangkan pada CDI Standar didapatkan hasil torsi sebesar 11,60 N.m, dengan konsumsi bahan bakar didapat 21,1 cc/min. Perbedaan torsi dan daya yang dihasilkan oleh dua jenis CDI ini dikarenakan oleh perbedaan besar pengapian yang dihasilkan CDI tersebut dimana hasil pengapian pada CDI standar dibatasi oleh limit pada putaran tinggi, sedangkan pada CDI BRT (*unlimiter*) pengapian yang dapat dihasilkan besar dan stabil pada putaran tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Sumasto (2016) pada motor 4 langkah 200 cc berbahan bakar *pertalite* menghasilkan nilai torsi dan daya yang berbeda. Hasil pengujian didapat CDI Standar memiliki nilai torsi maksimal 16,73 N.m pada putaran mesin 6153 rpm, CDI BRT *Hyperband* memiliki nilai torsi maksimal 16,8 N.m pada putaran mesin 5971 rpm, dan CDI SAT (*Siput Advan Tech*) memiliki nilai torsi maksimal 17,05 N.m pada putaran mesin 6294 rpm. Pada **Gambar 2.2** ditunjukkan hasil perbandingan torsi dengan variasi CDI Standar, BRT dan SAT menggunakan bahan bakar *pertalite*.



**Gambar 2.2** Grafik perbandingan torsi dengan variasi CDI Standar, CDI BRT dan CDI SAT menggunakan bahan bakar Pertalite (Sumasto, 2016)

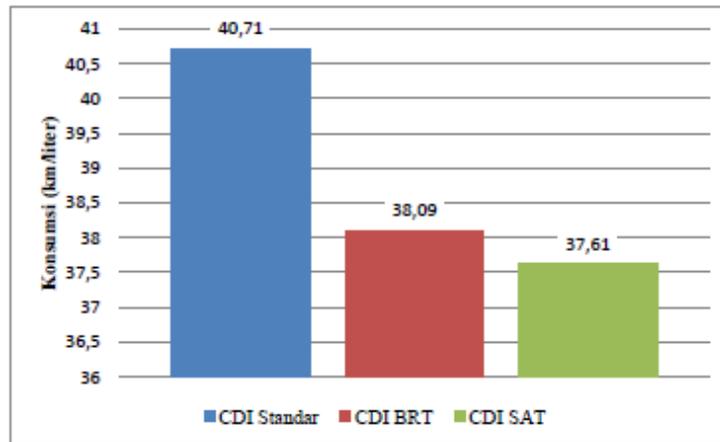
Nilai tertinggi pada penggunaan CDI Standar yaitu 17,1 HP pada putaran mesin 8069 rpm, pada penggunaan CDI BRT *hyperband* nilai daya tertinggi 17,3 HP pada putaran Mesin 8051 rpm, dan Penggunaan CDI SAT nilai daya tertinggi 17,3 HP pada putaran mesin 7660 rpm. **Gambar 2.3** adalah hasil perbandingan daya dengan variasi CDI standar, BRT dan SAT menggunakan bahan bakar *pertalite*.



**Gambar 2.3** Grafik perbandingan daya dengan variasi CDI standar, CDI BRT dan CDI SAT menggunakan bahan bakar pertalite (Sumasto, 2016)

Konsumsi bahan bakar pada penggunaan CDI Standar sebesar 40,71 km/l, sedangkan penggunaan CDI BRT dengan konsumsi bahan bakar sebesar 38,09

km/1 dan penggunaan CDI SAT dengan konsumsi bahan bakar sebesar 37,61 km/1. **Gambar 2.4** adalah hasil dari perbandingan konsumsi bahan bakar dengan variasi CDI Standar, BRT dan SAT menggunakan bahan bakar *pertalite*.



**Gambar 2.4** Grafik Perbandingan konsumsi bahan bakar dengan variasi CDI Standar, CDI BRT dan CDI SAT menggunakan bahan bakar *pertalite* (Sumasto, 2016)

Penggunaan CDI SAT pada motor 4 langkah 200 cc dengan bahan bakar *pertalite* memiliki kinerja yang baik pada performa mesin, karena penggunaan CDI SAT menghasilkan percikan bunga api kebusi lebih besar dan stabil dibandingkan CDI lainnya dan mengakibatkan pembakaran campuran bahan bakar lebih sempurna (Sumasto 2016).

Penelitian dilakukan Awawul M (2016) pada sepeda motor Honda karisma X 125 cc menggunakan CDI BRT *hyperband* dengan variasi jenis busi. Penelitian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja pada sepeda motor. Untuk mendapatkan data dilakukan pengujian dengan alat *dynamometer*. Hasil pengujian didapat nilai Torsi tertinggi pada penggunaan CDI BRT *hyperband* dengan busi DENSO IU27 (*iridium*) dengan nilai 10,54 N.m pada putaran mesin 4547 RPM sementara pada penggunaan CDI BRT *hyperband* dengan busi standar (DENSO U20EPR9) nilai torsi yang didapat adalah 9,62 N.m pada putaran 4455 RPM. Nilai daya tertinggi didapat pada penggunaan CDI BRT dengan memakai busi DENSO IU27 (*iridium*) yaitu sebesar 10,54 HP pada putaran Mesin 4547 RPM, sementara untuk penggunaan CDI BRT *hyperband* dengan busi standar (DENSO U20EPR9)

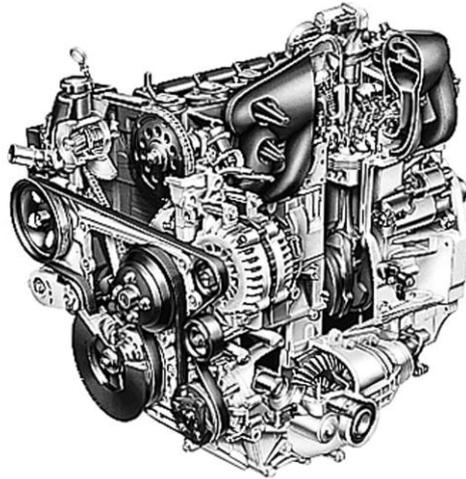
dengan nilai 9,62 HP pada putaran 4455 RPM. konsumsi bahan bakar terbaik terdapat pada penggunaan CDI BRT *hyperband* dengan menggunakan busi DENSO IU27 (*iridium*) dengan jarak tempuh 70,42 km/l. Penggunaan CDI BRT *hyperband* dan busi DENSO IU27 (*iridium*) mampu meningkatkan unjuk kerja pada sepeda motor 125 cc, karena penggunaan CDI BRT *hyperband* dengan busi DENSO IU27 (*iridium*) pengapian yang dihasilkan oleh motor stabil dan limiter pada CDI BRT mencapai 20.000 RPM membuat mesin dapat dipacu hingga mendapatkan kinerja maksimal.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Motor Bakar**

Mesin konversi energi atau mesin kalor yang digunakan untuk mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik berupa putaran poros untuk menghasilkan kerja atau usaha disebut dengan motor bakar. Energi mekanik dihasilkan dari energi kimia bahan bakar yang dirubah melalui proses pembakaran bahan bakar dengan udara menjadi energi *thermal*.

Mesin yang menggunakan silinder tunggal dan silinder ganda atau lebih dari satu silinder biasa disebut motor bakar torak. Pada motor bakar torak, torak digunakan untuk menghasilkan gerakan naik turun akibat pembakaran didalam silinder. Gerakan naik turun tersebut diteruskan melalui batang torak (*connecting road*) untuk dirubah menjadi gerakan mekanis. Motor bakar torak bisa dilihat pada **Gambar 2.5**.



**Gambar 2.5** Motor Bakar Torak  
(Cengel dan Boles, 2006)

Motor bakar digolongkan menjadi dua jenis yaitu motor bensin dan motor diesel. Perbedaan umum bisa dilihat pada sistem penyalan dan bahan bakar yang digunakan. Penyalan pada motor *diesel* memanfaatkan suhu udara terkompresi tinggi untuk pembakaran bahan bakar yang diinjeksikan oleh *injector* dengan menggunakan bahan bakar solar, biosolar dan Pertamina Dex, sedangkan sistem penyalan pada motor bakar bensin menggunakan sistem pengapian percikan api busi dengan menggunakan bahan bakar seperti *premium*, *pertalite*, *pertamax* dan lain sejenisnya.

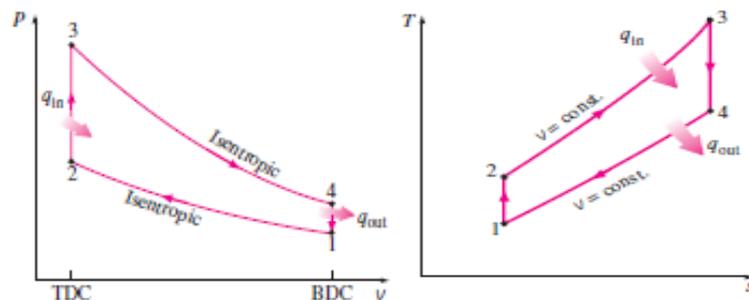
### **2.2.2 Siklus *Thermodynamika***

Proses *thermodynamika* maupun kimia yang terjadi didalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisis. Menurut teori, pada umumnya proses analisis motor bakar digunakan siklus udara sebagai siklus ideal. Siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus sebenarnya dapat berupa urutan proses, pemilihan suhu, perbandingan kompresi, tekanan pada suatu keadaan, dan penambahan kalor yang sama persatuan berat udara (kj). Pada mesin yang ideal proses pembakaran yang dapat dihasilkan gas bertekanan dan ber-*temperature* tinggi merupakan proses pemasukan panas kedalam fluida kerja

dalam silinder (Arismunandar, 2002). Langkah yang ideal pada proses tersebut adalah:

1. Fluida kerja dari awal hingga akhir proses
2. Panas jenis diasumsikan konstan walaupun *temperature* pada udara mengalami perubahan.
3. Proses kompresi maupun ekspansi berlangsung secara adiabatik dan pada dinding silinder tidak terjadi perpindahan kalor gas.
4. Selama siklus berlangsung sifat-sifat kimia fluida kerja tidak mengalami perubahan.
5. Motor 4 langkah memiliki siklus *thermodinamika* yang sama dengan motor 2 langkah.

Diagram T-S dan P-V *thermodinamika* ditunjukkan pada **Gambar 2.6** berikut:



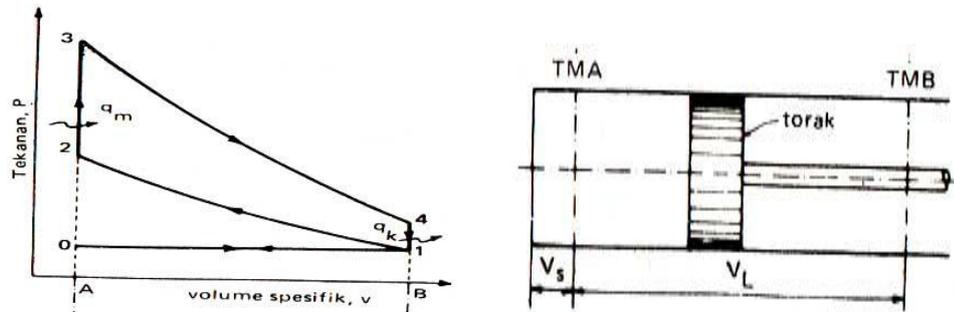
**Gambar 2.6** Diagram P-V dan T-S siklus Otto (Cengel dan Boles, 2006)

### 2.2.3 Siklus Otto (Siklus udara volume konstan)

Siklus *Otto* biasa disebut dengan siklus udara *volume* konstan karena proses pembakarannya terjadi pada volume konstan. Siklus *Otto* merupakan siklus ideal yang banyak digunakan pada mesin torak dengan penyalaan bunga api. Pada mesin torak sistem pembakaran nyala bunga api ini, campuran bahan bakar dan udara dibakar menggunakan percikan bunga api busi.

Siklus *Otto* berlangsung dengan 2 langkah atau 4 langkah. Pada mesin 4 langkah siklus terjadi dengan 4 langkah piston atau 2 kali putaran poros engkol. Langkah pada siklus *Otto* adalah gerakan naik turun piston dari TMA (Titik Mati

Atas) ke posisi TMB (Titik Mati Bawah) di dalam silinder. **Gambar 2.7** ditunjukkan Diagram P-V dan T-S siklus *Otto*.



**Gambar 2.7** diagram P-V siklus *Otto*  
(Arismumandar, 2002)

Keterangan:

- P = Tekanan fluida kerja ( $\text{N/m}^2$ )
- v = Volume spesifik ( $\text{m}^3$ )
- $q_{\text{in}}$  = Jumlah kalor yang dimasukkan (K)
- $q_{\text{out}}$  = Jumlah kalor yang dikeluarkan (K)
- $V_L$  = Volume langkah torak ( $\text{m}^3$ )
- $V_s$  = Volume sisa ( $\text{m}^3$ )
- TMA = Titik Mati Atas
- TMB = Titik Mati Bawah

Langkah-langkah pada siklus *Otto* adalah:

Langkah 1-2: Piston bergerak menuju TMA mengkompresikan udara sebagai volume *clearance* sehingga tekanan dan *temperature* udara naik disebut dengan proses kompresi isentropik (adiabatik reversible).

Langkah 2-3: Proses pemasukan kalor konstan piston sesaat pada TMA bersamaan kalor suplai dari sekelilingnya serta tekanan dan *temperature* meningkat hingga menunjukkan nilai maksimum dalam siklus.

Langkah 3-4: Proses *Isentropik* udara panas pada tekanan tinggi mendorong piston menuju TMB dan energi dilepaskan disekeliling berupa *internal energy*.

Langkah 4-1: Proses Pelepasan kalor pada *volume* konstan piston sesaat pada TMB dengan mentansfer kalor ke sekeliling dan kembali menuju pada titik awal.

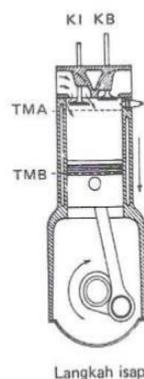
## 2.2.4 Sistem Kerja Motor Bakar

### 2.2.4.1 Motor Bensin 4 langkah

Motor bensin 4 langkah merupakan motor yang setiap satu kali melakukan pembakaran bahan bakar memerlukan 2 kali putaran poros engkol atau 4 langkah terdiri dari langkah hisap, kompresi, ekspansi, dan buang. Adapun prinsip kerja motor 4 langkah adalah:

1. Langkah Hisap

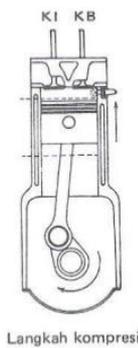
Langkah hisap akan terjadi apabila posisi piston dari TMA menuju ke TMB. Pada saat langkah hisap, posisi katup hisap akan terbuka dan posisi katup Buang tertutup. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah dikabutkan oleh karburator masuk kedalam silinder melalui katup hisap. Saat piston berada dalam posisi TMB, maka katup isap akan tertutup. **Gambar 2.8** menunjukkan langkah isap pada mesin 4 langkah.



**Gambar 2.8** Langkah Hisap  
(Arismunandar, 2002)

## 2. Langkah Kompresi

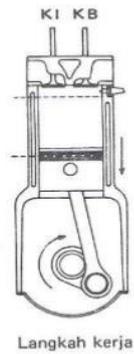
Langkah kompresi yaitu langkah piston dari TMB menuju TMA didalamnya campuran bahan bakar dengan udara ditekan oleh gerakan piston naik pada saat langkah kompresi katup hisap dan katup buang tertutup. **Gambar 2.9** menunjukkan keadaan langkah kompresi.



**Gambar 2.9** Langkah kompresi  
(Arismunandar, 2002)

## 3. Langkah ekspansi

Langkah ekspansi yaitu keadaan katup masuk dan katup buang dalam kondisi tertutup, saat proses pembakaran akan terjadi ledakan dimana ledakan tersebut akan mendorong piston dari posisi TMA menuju ke TMB. Ledakan yang terjadi karena campuran bahan bakar dengan udara yang telah terkompresi terbakar akibat adanya percikan api busi pada saat pengapian beberapa derajat sebelum TMA. Turunnya TMB dimanfaatkan sebagai penerus tenaga yang disalurkan dengan batang torak (*connecting road*) menuju poros engkol (*crank shaft*). **Gambar 2.10** menunjukkan langkah ekspansi pada motor 4 langkah.

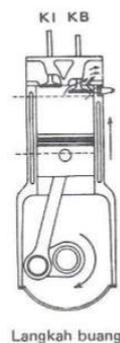


**Gambar 2.10** Langkah kerja atau Ekspansi  
(Arismunandar, 2002)

#### 4. Langkah Buang

Langkah buang yaitu keadaan posisi katup hisap tertutup dan katup buang terbuka. Piston bergerak dari posisi TMB menuju keposisi TMA keadaan tersebut bertujuan membuang gas sisa pembakaran yang disalurkan menuju knalpot (*exhaust system*) melalui katup buang.

Langkah buang diharapkan gas sisa dari pembakaran dapat terbangun semua sehingga tidak tercampur dengan campuran bahan bakar dengan udara baru yang akan dihisap pada langkah hisap. **Gambar 2.11** menunjukkan proses langkah buang pada mesin 4 langkah.



**Gambar 2.11** Langkah Buang  
(Arismunandar, 2002)

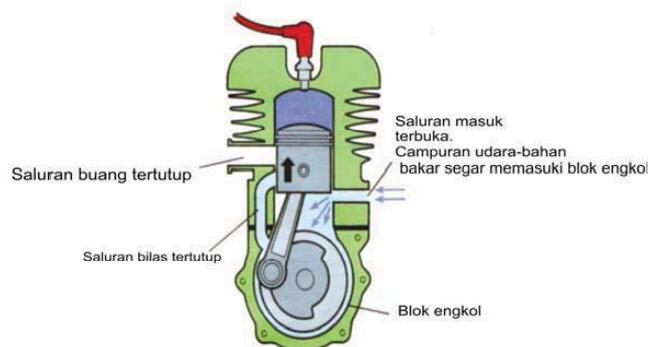
#### 2.2.4.2 Motor Bensin 2 Langkah

Untuk memperoleh energi pada proses motor bensin 2 langkah membutuhkan 1 putaran poros engkol atau 2 kali gerakan piston yang terdiri dari langkah hisap, kompresi, ekspansi, dan buang. Prinsip kerja motor 2 langkah terbagi menjadi dua, yaitu:

##### 1. Langkah Hisap dan kompresi

Langkah hisap dan kompresi terjadi pada saat piston bergerak dari TMB menuju ke TMA. Proses yang terjadi di atas piston adalah saluran masuk dan saluran terbuka tertutup oleh piston, akibat gerakan piston keatas campuran bahan bakar dengan udara dikompresikan diruang bakar. Langkah kompresi adalah keadaan jarak derajat sebelum akhir langkah kompresi busi memercikkan bunga api dan terjadi proses pembakaran.

Langkah hisap adalah proses kerja yang terjadi dibawah piston ketika piston bergerak ke TMA, volume pembakaran pada ruang engkol akan mengalami peningkatan dikarenakan piston bergerak keatas sehingga pada ruang engkol menjadi vakum, saluran masuk akan terbuka dikarenakan piston bergerak keatas, maka bahan bakar masuk keruang engkol tersebut. **Gambar 2.12** adalah Proses langkah hisap dan usaha.



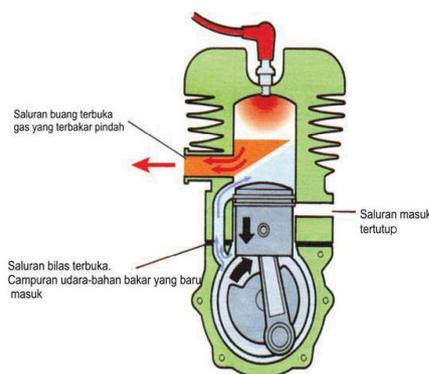
**Gambar 2.12** Langkah Hisap dan Kompresi  
(Jama, 2008)

##### 2. Langkah Buang dan Ekspansi

Langkah buang dan ekspansi adalah keadaan piston bergerak dari TMA menuju ke TMB. Proses kerja yang terjadi diatas piston adalah ketika piston mengkompresikan campuran bahan bakar dan udara busi memercikkan bunga api,

maka terjadi pembakaran yang menghasilkan ledakan dalam ruang bakar. Ledakan yang terjadi di dalam ruang bakar membuat piston terdorong ke TMB atau bisa disebut dengan langkah usaha.

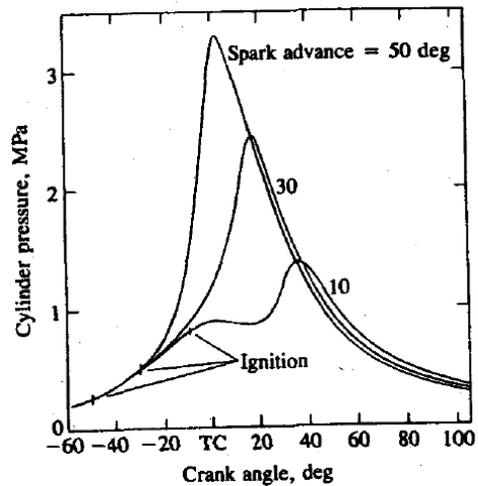
Proses kerja yang terjadi di bawah piston menyebabkan saluran saluran bilas dan buang terbuka. Saluran bilas merupakan saluran yang berfungsi untuk menyalurkan campuran bahan bakar dengan udara dari ruang engkol menuju keruang bakar. Pada saat saluran buang dan bilas terbuka, proses pembuangan gas pembakaran dimulai. Gas baru yang berada diruang engkol terdesak oleh piston kemudian mengalir melalui saluran bilas keruang bakar sekaligus membantu mendorong gas hasil pembakaran keluar melalui saluran buang atau biasa disebut langkah buang. pada **Gambar 2.13** menunjukkan langkah ekspansi dan buang.



**Gambar 2.13** Langkah Ekspansi dan Buang  
(Jama, 2008)

### 2.2.5 Sistem Pengapian

proses pembakaran campuran bahan bakar dengan udara didalam ruang bakar beberapa derajat sebelum akhir langkah kompresi diatur oleh sistem pengapian. Pemicu awal pembakaran pada motor bensin sangat diperlukan karena pada mesin bensin pembakaran tidak terjadi dengan sendirinya. Pembakaran campuran bahan bakar dengan udara terjadi didalam silinder setelah terjadi percikan bunga api dari busi, sehingga diperoleh tenaga akibat pemuain gas (eksplosif) hasil pembakaran dan selanjutnya mendorong piston menuju ke TMB menjadi langkah usaha. **Gambar 2.14** menunjukkan Kondisi derajat pada saat pengapian.



**Gambar 2.14** Tekanan Silinder dan derajat engkol waktu pengapian (Heywood, 1998)

Derajat pengapian sangat menentukan kesempurnaan proses pembakaran pada ruang silinder, sehingga pembakaran bahan bakar harus sangat tepat. Waktu pengapian yang terlalu lama mengakibatkan tekanan hasil pembakaran tidak efektif dan tenaga yang dihasilkan untuk mendorong piston lemah. Namun penggunaan waktu pengapian yang terlalu maju mengakibatkan tekanan maksimal pembakaran yang dihasilkan akan menghambat gerak piston saat kompresi, efek dari hambatan yang diterima oleh piston membuat piston bergetar yang menghasilkan suara ketukan dan meningkatnya *temperature*.

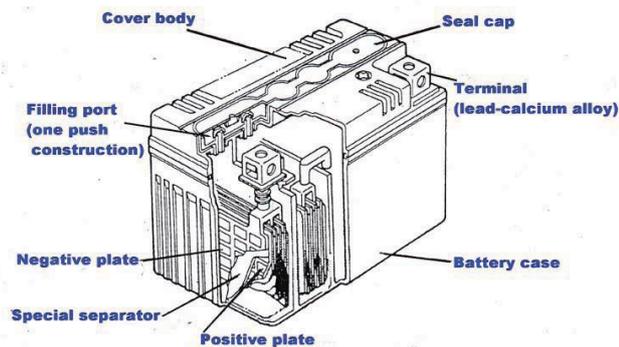
### 2.2.5.1 Komponen Sistem Pengapian

#### 1. Baterai

Baterai (*accumulator*) merupakan komponen kelistrikan pada sepeda motor yang digunakan sebagai sumber tegangan untuk sistem pengapian dan sistem penerangan yang ada pada sepeda motor. Baterai (*accumulator*) terdiri dari sel-sel dengan jumlah tertentu tergantung pada jumlah output tegangan yang dihasilkan antara 6 volt sampai dengan 12 volt.

Pada setiap jenis baterai terdapat 2 buah plat negatif dan plat positif yang terbuat dari unsur kimia *timbale* atau biasa disebut timah hitam ( $P_b$ ). Plat tersebut tersusun secara berdampingan dan dibatasi oleh sekat pada setiap platnya yang biasa disebut dengan separator atau pemisah berupa bahan nonkonduktor pada

jumlah plat negatif lebih banyak dibandingkan plat positif untuk setiap sel baterainya. Plat dalam baterai direndam oleh cairan elektrolit  $H_2SO_4$ . Akibat terjadinya reaksi kimia antara plat dengan cairan elektrolit tersebut akan menghasilkan arus listrik DC (*Direct Current*). **Gambar 2.15** menunjukkan Konstruksi pada baterai.



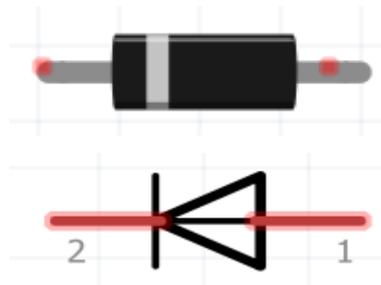
**Gambar 2.15** konstruksi baterai (*accumulator*)  
(Jama, 2008)

## 2. CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) adalah suatu sistem pengatur pengapian pada akhir langkah kompresi. CDI bekerja berdasarkan prinsip elektronika sehingga bekerja tanpa adanya gaya mekanis untuk menghasilkan percikan bunga api. Beberapa komponen yang terdapat pada sistem pengapian CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) adalah sebagai berikut:

### a. Dioda

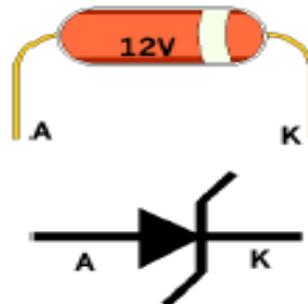
Dioda merupakan suatu komponen semi konduktor yang digunakan untuk mengijinkan arus mengalir didalam sebuah rangkaian hanya dalam satu arah (*forward bias*), yaitu dari anoda ke katoda dan mencegah saat terjadi arus yang berlawanan (*reverse bias*) (Jama, dkk:2008). Dioda beserta simbolnya bisa dilihat pada **Gambar 2.16**.



**Gambar 2.16** Dioda dan simbol dioda  
(Prasetya, 2013)

b. Dioda *Zener*

Dioda *ziner* merupakan sebuah jenis rangkaian yang memiliki sifat dioda apabila tegangan kerjanya (beda potensial diantara kedua kakinya) belum melampaui tegangan batasnya (*breakdown voltage*). Apabila arus yang mengalir melebihi tegangan batasnya, jenis dioda ini akan kehilangan sifat ke-diodaannya (Tjatur, 2008). Sifat yang dimiliki dioda *zener* tersebut membedakan dengan dioda biasa pada umumnya yang menyerahkan arus listrik kesuatu rangkaian. **Gambar 2.17** ditunjukkan komponen dioda *zener*.



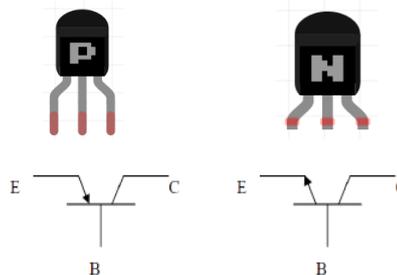
**Gambar 2.17** Dioda *zener* dan simbol  
(Prasetya, 2013)

c. Transistor

*Transfer resistor* atau biasa dikenal dengan transistor merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi mengalirkan dan memutuskan arus listrik yang *relative* kecil, dengan cara merubah resistansi lintasannya (Tjatur, 2008). Transistor memiliki tiga buah terminal yaitu Basis (B),

kolektor (C), Emitor(E). Selain itu, ada dua jenis transistor yaitu PNP dan NPN.

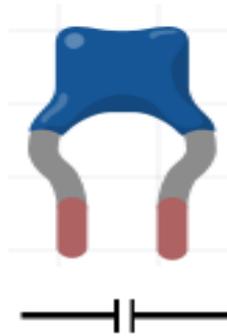
Transistor dalam CDI digunakan sebagai saklar masuk tegangan yang menuju ke kumparan. Prinsip kerja transistor adalah apabila arus mengalir pada basis, maka arus yang lebih besar akan mengalir melalui emitor dan kolektor. Apabila tidak ada arus dari basis maka transistor kolektor maupun emitor tersebut tidak dapat mengalirkan arus listrik. Jenis npn adalah arus mengalir dari kolektor ke emitor sedangkan jenis pnp arus yang mengalir dari emitor ke kolektor. **Gambar 2.18** menunjukkan jenis transistor PNP dan NPN bisa.



**Gambar 2.18** Transistor PNP dan NPN beserta simbolnya (Prasetya, 2013)

d. Kapasitor

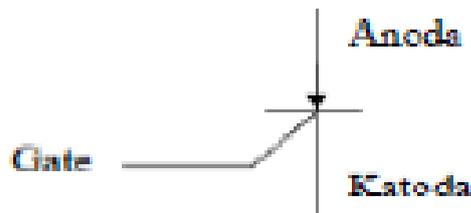
Kapasitor (*Capasitor*) merupakan komponen listrik yang dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu tertentu. (Jama, dkk:2008). Sebuah kapasitor memiliki dua penghantar, dimana kedua penghantar tersebut dipisahkan dengan bahan isolator yang di sebut dengan *dielektrikum*. Kapasitor akan bekerja bila terjadi rangkaian tertutup diantrara kedua kakinya dan akan melepaskan muatan yang disimpannya melalui kaki yang sama pula. Kapasitor melakukan penyimpanan sampai penuh dan setelah kapasitor penuh kapasitor tidak akan melakukan penyimpanan lagi. Besarnya kapasitor tergantung dari luas penghantar, Tebal, dan jenis *dielektrikum* yang dipakai. Simbol kapasitor bisa dilihat pada **Gambar 2.19**.



**Gambar 2.19** Kapasitor dan simbol kapasitor  
(Prasetya, 2013)

e. *Silicon Controller Rectifier (SCR)*

SCR (*Silicon Controller Rectifier*) pada prinsipnya terdiri dari beberapa dioda dengan tambahan satu elektroda yang dinamakan *gate* yang disingkat “G”. Prinsip kerja dari SCR adalah apabila ada arus yang melewati kaki *gate* dan berhubungan dengan katoda, maka kaki anoda dan katoda akan terhubung sehingga SCR tersebut dapat meneruskan arus, jadi fungsi SCR disini adalah sebagai *thyristor switch*. Simbol dari SCR (*Silicon Controler Rectifier*) bisa dilihat pada **Gambar 2.20**.

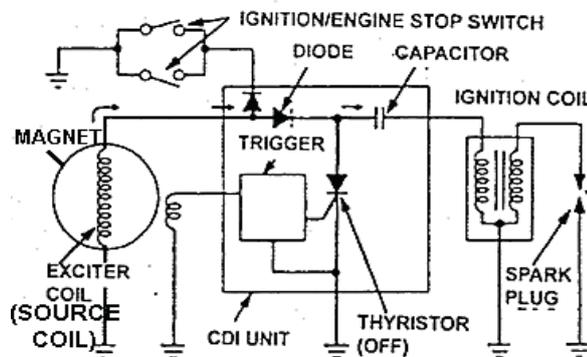


**Gambar 2.20** Simbol SCR (*Silicon Controler Rectifier*).  
(Prasetya, 2013)

Berdasarkan sumber arus tegangan yang digunakan, sistem CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) dibedakan menjadi dua yaitu *Alternating Current (AC)* dan *Direct Current (DC)*. Pada CDI AC menerima suplai tegangan dari *source* koil yang berupa kumparan dan *Flywheel magneto*. Pada saat *flywheel magneto* dan kumparan berputar akan menghasilkan arus AC dalam bentuk induksi listrik. Arus yang dihasilkan selanjutnya

mengalir ke CDI dengan tegangan yang berkisar antara 100-400 volt tegangan tersebut menyesuaikan dengan putaran mesin yang terjadi.

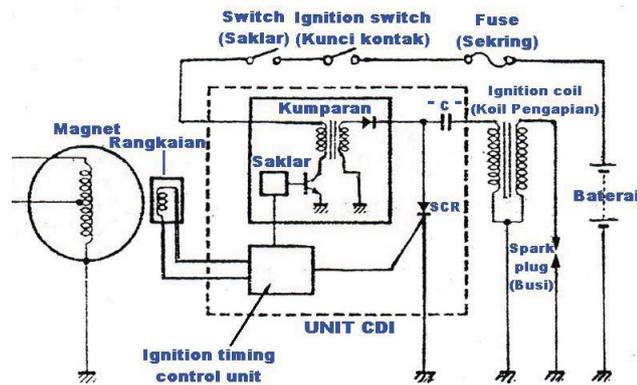
Arus AC “arus bolak balik” yang berasal dari kumparan dirubah menjadi arus DC “arus searah” oleh dioda dan selanjutnya disimpan kedalam kapasitor pada unit CDI. Kapasitor akan bekerja jika SCR (*Sillicon Controlled Rectifier*) menerima sinyal dari kumparan atau *pulser* CDI (*pulser generator*) yang memberitahukan saatnya pengapian. Ketika SCR (*Sillicon Controlled Rectifier*) menerima sinyal kapasitor akan melepaskan arus (*discharge*) dengan cepat ke koil dan mengalir melalui kumparan primer koil pengapian dengan tegangan 100-200 volt, kemudian di induksikan dalam kumparan skunder dengan tegangan sebesar 15-20 KV. Tegangan yang dihasilkan tersebut kemudian mengalir ke busi yang menghasilkan loncatan bunga api untuk proses pembakaran. Rangkaian cara kerja CDI-AC ditunjukkan pada **Gambar 2.21**.



**Gambar 2.21** Cara kerja CDI-AC  
(Jama, 2008)

Pada CDI-DC (*Direct current*) sumber tegangan yang diperoleh berasal dari baterai (*accumulator*). CDI-AC dan CDI-DC mempunyai cara kerja yang hampir sama, yaitu dengan memanfaatkan pulser sebagai penerima sinyal dari tonjolan pada rotor magnet (*pick up*) pada sudut tertentu untuk dialirkan menuju CDI, kemudian CDI menerima sinyal untuk mengalirkan tegangan menuju koil untuk dialirkan menuju busi pada saat akhir langkah kompresi. Batrai mempunyai suplai tegangan 12 V ke

*inverter* pada unit CDI. Tegangan yang diterima *inverter* selanjutnya dinaikkan menjadi  $\pm 350$  volt, yang selanjutnya dialirkan kedalam kondensor atau kapasitor. Arus akan dialirkan ke koil jika SCR menerima sinyal dari pulser CDI. Rangkaian dan cara kerja CDI-DC dapat dilihat pada **Gambar 2.22**.



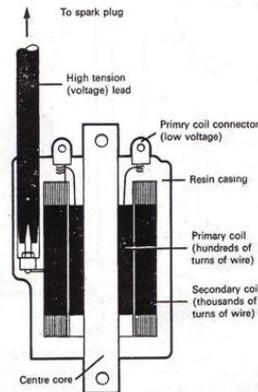
**Gambar 2.22** Cara Kerja CDI-DC  
(Jama, 2008)

### 3. Koil

Koil adalah pembangkit tegangan rendah dari 12 volt pada baterai di naikkan menjadi 10.000 volt atau lebih yang kemudian disalurkan ke busi untuk menghasilkan percikan bunga api. Koil memiliki inti besi yang dililitkan oleh 2 (dua) jenis gulungan kawat yaitu kumparan primer dan kumparan skunder. Pada kumparan skunder jumlah lilitan pada kawat tersebut kurang lebih 20.000 lilitan dengan diameter 0,05-0,08 mm. Salah satu ujung lilitan dihubungkan dengan busi sebagai tegangan termal tegangan tinggi sedangkan untuk ujung yang lainnya disambungkan dengan kumparan primer.

Pada lilitan primer jumlah lilitan sebanyak 200 lilitan yang berdiameter 0,6-0,9 mm yang digulung pada bagian luar kumparan skunder. Perbedaan jumlah lilitan kumparan primer dan sekunder akan menimbulkan tegangan kurang lebih 10.000 volt. Ada dan tidak adanya medan magnet secara tiba-tiba diakibatkan oleh terputus-putusnya arus pada kumparan primer. Hal tersebut akan mengakibatkan terinduksinya arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder. Arus tegangan tinggi tidak hanya terjadi pada kumparan sekunder melainkan kumparan primer juga dapat menghasilkan medan magnet yang besar sekitar 300-400 volt yang

disebabkan oleh adanya induksi sendiri. Konstruksi koil bisa dilihat pada **Gambar 2.23**.



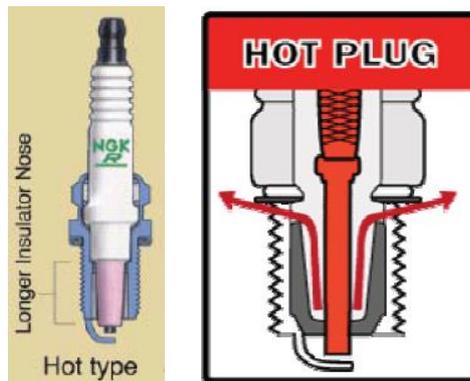
**Gambar 2.23** Koil (Jama,2008)

#### 4. Busi

Busi (*spark plug*) adalah penghasil listrik tegangan tinggi yang diperoleh dari kumparan sekunder koil pengapian dan akan dikeluarkan diantara tengah elektroda positif dan negatif yang akan menghasilkan percikan bunga api setelah melalui kabel tegangan tinggi pada koil. Tujuan penggunaan busi pada hal ini adalah untuk mengalirkan arus bertegangan tinggi dari tutup (terminal) busi bagian elektroda tengah ke elektroda sisi melewati celah udara dan berakhir ke masa (*ground*). Berdasarkan kemampuan mentransfer panas busi dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

##### a. Busi Panas

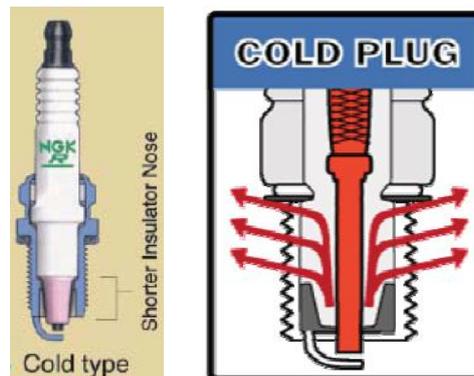
Busi panas adalah busi dengan kemampuan mentransfer panas yang diterima lebih lambat. Jenis busi panas lebih cepat mencapai temperatur kerja yang optimal. Busi memiliki ukuran panas tertentu. Ukuran panas busi bisa juga di sebut ukuran beban *thermal*. Bila penggunaan beban *thermal* busi tipe ini terlalu besar maka akan berakibat pada panas yang diterima busi tidak cepat ditransfer menyebabkan isolator terlalu panas dan terjadi detonasi pada saat pembakaran (*knocking*). bentuk busi paas bisa dilihat pada **Gambar 2.24**.



**Gambar 2.24** Busi Panas (Jama, 2008)

b. Busi Dingin

Busi dingin adalah busi dengan kemampuan mentransfer panas yang lebih cepat ke bagian kepala silinder. Kemampuan transfer panas yang baik pada jenis busi ini dipengaruhi karena mempunyai isolator yang lebih pendek sehingga permukaan yang terhubung dengan api sangat kecil dan penyebaran panasnya lebih pendek. Busi jenis ini biasa diaplikasikan pada kendaraan dengan pembebanan *thermal* yang lebih besar. Bentuk busi dingin bisa dilihat pada **Gambar 2.25**.



**Gambar 2.25** Busi Dingin (Jama, 2008)

Pada tiap jenis busi memiliki percikan bunga api yang berbeda-beda hal ini tergantung dari jenis bahan elektroda, celah busi, dan bentuk elektroda busi tersebut. Bunga api yang dihasilkan oleh tiap jenis busi mempunyai warna yang berbeda dan hal tersebut menentukan temperatur

yang dihasilkan oleh busi. Warna yang menunjukkan tingkat temperatur bisa dilihat pada **Gambar 2.26**.



**Gambar 2.26** *Temperature colour chart* (Prasetya, 2013)

## 2.2.6 Bahan Bakar

### 2.2.6.1 Pertamax

*Pertamax* adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi yang dihasilkan dengan penambahan zat adiktif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Bahan bakar pertamax pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti *premix 98* karena unsur MTBE yang berbahaya bagi lingkungan. *Pertamax* (RON 92), *Pertamax* ditunjukkan untuk kendaraan yang mensyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi tanpa timbal (*unleaded*). *Pertamax* juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection*.

### 2.2.6.2 Nilai Oktan Bahan Bakar

Nilai oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan, atau yang lebih dikenal dengan kata lain *denotasi (knocking)*. Angka oktan pada bahan bakar menunjukkan seberapa besar tekanan yang diberikan sebelum bahan bakar terbakar secara spontan. Penggunaan bahan bakar beroktan rendah pada mesin dengan kompresi yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya ketukan (ledakan)

hebat yang berpengaruh terhadap kondisi mesin. Akibat yang ditimbulkan dapat merusak mesin dan mengurangi umur pakai mesin. Nilai oktan dari beberapa jenis bahan bakar ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2.2** Jenis Bahan Bakar dan Nilai Oktan

No	Jenis Bahan Bakar	Nilai Oktan/Ron
1	Premium	88
2	<i>Pertalite</i>	90
3	<i>Pertamax</i>	92
4	<i>Pertamax Plus</i>	95

## 2.2.7 Parameter Perhitungan

### 2.2.7.1 Torsi

Torsi merupakan indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja. Torsi didefinisikan sebagai daya yang bekerja pada jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan dengan persamaan (Heywood, 1988).

$$T = F \times L \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- T= Torsi (N.m)
- F= Gaya yang terukur pada *dynometer* (m)
- L= Panjang langkah pada *dynometer* (m)
- 1kgf.m= 9,807 N.m= 7,233 lbf.ft

### 2.2.7.2 Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan oleh persamaan (Heywood, 1998).

$$P = \frac{N \times T}{5252} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- P = Daya (HP)
- N = Putaran mesin (RPM)
- T =Torsi (lbf.ft)

Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam satuan (kW) dan satuan HP dapat digunakan, dimana:

- 1 HP = 0,7457 Kw
- 1kW = 1,341 HP
- 1 HP = 1,01 PS

### 2.2.7.3 Konsumsi Bahan Bakar

Besar konsumsi bahan bakar diambil dengan cara pengujian jalan dengan menggunakan tangki mini yang telah dimodifikasi dan dilakukan uji jalan dengan jarak tempuh sama pada setiap sampel yaitu 4 km, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$K_{bb} = \frac{s}{v} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- Kbb = Konsumsi bahan bakar (km/l)
- v = Volume bahan bakar terpakai (Km/l)
- s = Jarak tempuh (km)

### 2.2.8 Transmisi Otomatis

Transmisi *automatic* adalah suatu jenis transmisi yang dapat memindahkan gigi percepatan dengan sendirinya yang disesuaikan dengan beban misalnya apabila sebuah kendaraan yang berjalan pada keadaan mendatar kemudian akan melalui jalan yang menanjak maka pengemudi tidak perlu lagi memindahkan percepatannya, karena pada transmisi *automatic* akan menyesuaikan dengan kebutuhan dari beban yang diterima oleh kendaraan tersebut.

Pada kendaraan yang bertransmisi *automatic* tidak dijumpai pedal kopling, perpindahan kegigi tinggi ataupun kegigi yang lebih rendah terjadi secara otomatis sesuai dengan besarnya penekanan pada pedal akselerator dan kecepatan kendaraan. Sistem penyalur tenaga secara otomatis dengan bantuan gaya sentrifugal (gaya dorong yang disebabkan oleh putaran) biasa disebut CVT (*Continue Variable Transmision*). CVT bekerja melalui 2 buah puley (piringan pemutar v-belt). Semakin kecil diameter puley akan membentuk jarak semakin

lebar dan sebaliknya, semakin besar diameter puley akan membentuk jarak yang semakin sempit. Mekanisme CVT ditunjukkan pada **Gambar 2.27**



**Gambar 2.27** Mekanisme CVT (*Continue Variable Transmision*)  
(Novriza, 2012)