

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Observasi terhadap mekanisme katup, sistem kerja mesin 4 langkah, analisis pengaruh modifikasi *chamsaft* dan mencari referensi dari beberapa sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil. Berikut beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian yang berbentuk proyek akhir yang ditulis oleh Afri Ardiyono yang berjudul “rekondisi sistem kopling dan modifikasi sistem mekanisme katup, sistem mekanisme mesin dan pengapian sepeda motor honda CG 110 tahun 1979”. Penelitian ini membahas tentang kinerja mesin 4 langkah dan modifikasi sistem mekanisme katup.
2. Penelitian yang berbentuk proyek akhir yang ditulis oleh Yoyok Drajat Siswanto dan Ranto yang berjudul “pengaruh variasi *lobe sparation angle camshaft* dan variasi putaran mesin terhadap daya sepeda motor honda supra x 125cc tahun 2008”.

Dari *literature review* yang ada, telah banyak pembahasan mengenai kinerja dari sistem kerja mesin 4 langkah. Pada *literature review* yang telah disebutkan di atas terdapat tata cara dalam pengujian atau penelitian mengenai pengaruh penggunaan *Camshaft* modifikasi. Namun pada *literature review* belum terdapat tata cara mengenai penggunaan pada mesin honda beat PGM-FI secara rinci. Untuk menindak lanjuti beberapa penelitian yang telah ada, maka penulis melakukan

penelitian perihal “Analisis Pengaruh Modifikasi *Camshaft* Pada Mesin Honda Beat 110cc PGM-FI”.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1. Media Praktikum**

Praktikum adalah subsistem dari perkuliahan yang merupakan kegiatan terstruktur dan terjadwal yang memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman yang nyata dalam rangka meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang teori atau agar mahasiswa menguasai keterampilan tertentu yang berkaitan dengan suatu pengetahuan atau suatu mata kuliah.

Media praktikum adalah alat peraga yang digunakan dalam suatu kegiatan atau percobaan yang dilakukan seperti dalam teori untuk meningkatkan ketrampilan maupun kemampuan mahasiswa di bidang keahliannya terhadap kondisi nyata dilapangan yang berfungsi menggali permasalahan kemudian di analisa dan untuk mengetahui prestasi belajar mahasiswa dalam penguasaan materi selama mengikuti perkuliahan.

### **2.2.2 *Troubleshooting***

*Troubleshooting* adalah sebuah istilah dalam bahasa inggris, yang merujuk kepada sebuah masalah. *Troubleshooting* merupakan pencarian sumber masalah secara sistematis sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan. *Troubleshooting*, kadang-kadang merupakan proses penghilangan masalah, dan juga proses penghilangan penyebab potensial dari sebuah masalah. *Troubleshooting*, pada umumnya digunakan dalam berbagai bidang, seperti halnya dalam bidang sistem mesin sepeda motor dan mesin mobil.

## 2.3. Definisi Motor Bakar

### 2.3.1 Pengertian 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 itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Philip Kristanto, 2015).

### 2.3.2. Mesin Bensin

Motor bensin termasuk kedalam jenis motor bakar torak. Proses pembakaran bahan bakar dan udara di dalam silinder (*Internal Combustion Engine*). Motor bakar bensin dilengkapi dengan busi dan karburator.

Mesin bensin adalah penggerak kendaraan roda dua maupun roda empat yang merupakan perkembangan dan perbaikan mesin yang dulunya dikenal sebagai mesin *otto*. Mesin tersebut dilengkapi dengan (busi), karburator, dan *throttle body*. Busi untuk menghasilkan loncatan bunga api yang menyalakan campuran bahan bakar dan udara segar yang sudah dikompresikan. Karena itulah mesin bensin sering dikenal *Spark Ignition Engine*.

Ada klasifikasi motor bensin dalam motor bakar :

- a) Jenis pembakaran : *Spark Ignition Engine*
- b) Operasi siklus : *Mesin Otto*
- c) Bahan bakar : *Bensin (premium)*
- d) Tipe pengapian : *Baterai dan penyalaan magnet*
- e) Sistem pengapian : *Busi (Spark)*

f) Pencampur bahan bakar : karburator dan *injector*

### 2.3.3. Prinsip Kerja Mesin Empat *Stroke* (4 tak)

Dalam proses pembakaran motor bakar 4 tak atau yang sering disebut (*Internal Combustion Engine*) dua kali putaran poros engkol memutarakan 4 kali putaran *Chamshaft* untuk menghasilkan satu kali tenaga. Dengan gerakan berulang bolak balik piston didalam silinder dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) maka diperoleh tenaga panas yang dihasilkan dari langkah pembakaran yang diubah menjadi tenaga gerak dengan bantuan *connecting rod*.

Pada satu siklus motor empat langkah terdiri dari langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha/tenaga, dan langkah buang (New Step 1, Toyota Astra Motor, 1995).

#### a) Langkah hisap

Piston bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah). Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dihisap ke dalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu piston bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*).

#### b) Langkah kompresi

Piston bergerak dari TMB ke TMA. Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan/dimampatkan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) campuran udara dan bahan bakar yang dihisap tadi

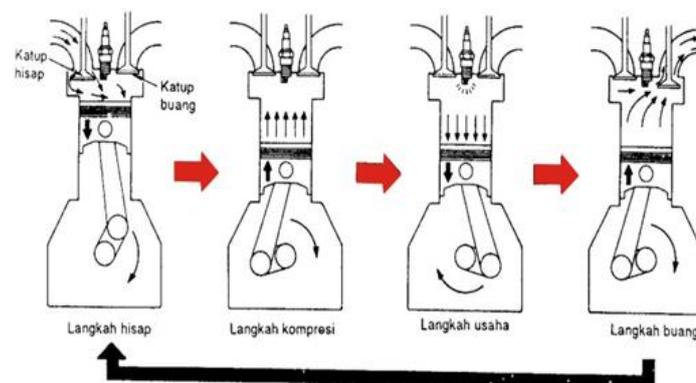
dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar.

c) Langkah usaha

Piston bergerak dari TMA ke TMB. Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberi loncatan bunga api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak kebawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (*engine power*).

d) Langkah buang

Piston bergerak dari TMB ke TMA. Dalam langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, piston bergerak dari TMB ke TMA mendorong gas bekas pembakaran ke luar dari silinder. Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah hisap.



Gambar 2.1 Siklus Kerja Mesin 4 Tak

(New Step 1, Toyota Astra Motor, 1995)

e) *Overlap*

*Overlap* adalah kondisi dimana katup masuk dan katup buang berada pada posisi terbuka sedikit secara bersamaan di akhir langkah buang dan di awal langkah hisap. *Overlap* berfungsi sebagai pembilasan ruang bakar, dari sisa-sisa pembakaran, pendingin suhu diruang bakar, dan membantu pelepasan gas buang. Derajat *Overlapping* tergantung dari desain mesin (Philip Kristanto, 2015).

## 2.4. Mesin dan Komponen Utama Sepeda Motor

Mesin merupakan satu kesatuan dari banyak sistem didalamnya yang bekerja bersama-sama guna menghasilkan tenaga putar yang nantinya akan menggerakkan roda. Komponen utama pada mesin sepeda motor yaitu :

- a) Kepala Silinder (*cylinder head*)
- b) Blok Silinder (*cylinder block*)
- c) Bak Engkol Mesin (*crankcase*)

Jadi, ketiga bagian utama tersebut merupakan tulang punggung bagi mesin kendaraan bermotor roda dua.



Gambar 2.2 Komponen Utama Mesin

(<http://www.otosia.com>)

#### **2.4.1 Kepala Silinder (*cylinder head*)**

Bagian paling atas dari konstruksi mesin sepeda motor adalah kepala silinder. Kepala silinder berfungsi sebagai penutup lubang silinder pada blok silinder dan tempat dudukan busi.

Menurut RS Northop (1995) Kepala silinder bertumpu pada bagian atas blok silinder, Titik tumpunya disekat dengan gasket (*packing*) untuk menjaga agar tidak terjadi kebocoran kompresi, disamping itu agar permukaan metal kepala silinder dan permukaan bagian atas blok silinder tidak rusak. Kepala silinder biasanya dibuat dari bahan Aluminium campuran, supaya tahan karat juga tahan pada suhu tinggi serta ringan. Biasanya bagian luar konstruksi kepala silinder bersirip, ini untuk membantu melepaskan panas pada mesin berpendingin udara.

#### **2.4.2 Blok Silinder (*cylinder block*)**

Silinder *liner* dan blok silinder merupakan dua bagian yang melekat satu sama lain. Daya sebuah motor biasanya dinyatakan oleh besarnya isi silinder suatu motor. Silinder *liner* terpasang erat pada blok, dan bahannya tidak sama. Silinder liner di buat dari bahan yang tahan terhadap gesekan dan panas, sedangkan blok di buat dari besi tuang yang tahan panas.

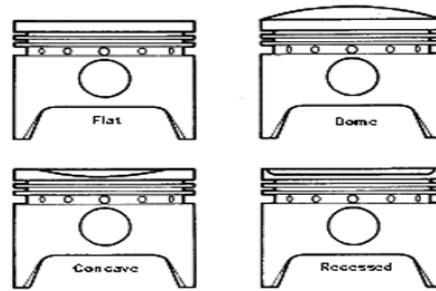
Pada mulanya, ada yang merancang menjadi satu, sekarang sudah jarang ada. Sekarang di buat terpisah berarti silinder *liner* dapat di ganti bila keausannya sudah berlebihan. Bahannya di buat dari besi tuang kelabu. Untuk motor-motor yang ringan seperti pada sepeda motor bahan ini dicampur dengan aluminium. Bahan blok dipilih agar memenuhi syarat-syarat pemakaian yaitu, Tahan terhadap

suhu yang tinggi, dapat menghantarkan panas dengan baik, dan tahan terhadap gesekan.

Konstruksi luar blok silinder dibuat seperti sirip, ini untuk melepaskan panas akibat kerja mesin. Dengan adanya sirip-sirip tersebut, akan terjadi pendinginan terhadap mesin karena udara bisa mengalir diantara sirip-sirip. Sirip juga memperluas bidang pendinginan, sehingga penyerapan panas lebih besar dan suhu motor tidak terlampaui tinggi dan sesuai dengan temperatur kerja. Persyaratan silinder yang baik adalah lobangnya bulat dan licin dari bawah ke atas, setiap dinding-dindingnya tidak terdapat goresan yang biasanya timbul dari pegas ring, pistonnya tidak longgar (tidak melebihi apa yang telah ditentukan), tidak retak ataupun pecah-pecah.

### **2.4.3 Piston**

Fungsi utama piston adalah untuk menerima tekanan pembakaran dan meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol melalui batang piston (*connecting rod*). Piston mempunyai bentuk seperti silinder. Bekerja dan bergerak secara translasi (gerak bolak-balik) di dalam silinder. Piston merupakan sumbu geser yang terpasang presisi di dalam sebuah silinder. Dengan tujuan, baik untuk mengubah volume dari tabung, menekan fluida dalam silinder, membuka-tutup jalur aliran atau pun kombinasi semua itu. Piston terdorong sebagai akibat dari ekspansi tekanan sebagai hasil pembakaran. Piston selalu menerima temperatur dan tekanan yang tinggi, bergerak dengan kecepatan tinggi dan terus menerus.



Gambar 2.3 Bentuk Kepala Piston (Northop, 1995)

Keterangan gambar :

- a) Rata
- b) Bentuk kubah
- c) Bentuk berlubang cekung/konkav
- d) Bentuk berlubang rata

Bagian atas piston pada mulanya di buat rata. Namun, untuk meningkatkan efisiensi motor, terutama pada mesin dua langkah, permukaan piston dibuat cembung simetris dan cembung tetapi tidak simetris. Bentuk permukaan yang cembung gunanya untuk menyempurnakan pembilasan campuran udara bahan bakar. Sekaligus, permukaan atas piston juga dirancang untuk melancarkan pembuangan gas sisa pembakaran.

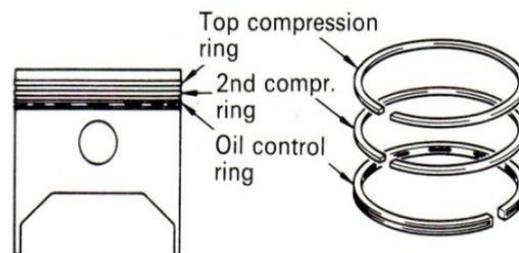
Syarat-Syarat Piston :

Menurut Philip Kristanto (2015) Piston dibuat dari campuran aluminium karena bahan ini dianggap ringan tetapi cukup memenuhi syarat-syarat :

- a) Tahan terhadap temperatur tinggi.
- b) Sanggup menahan tekanan yang bekerja padanya.
- c) Mudah menghantarkan panas pada bagian sekitarnya
- d) Ringan dan kuat.

#### 2.4.4. Ring Piston

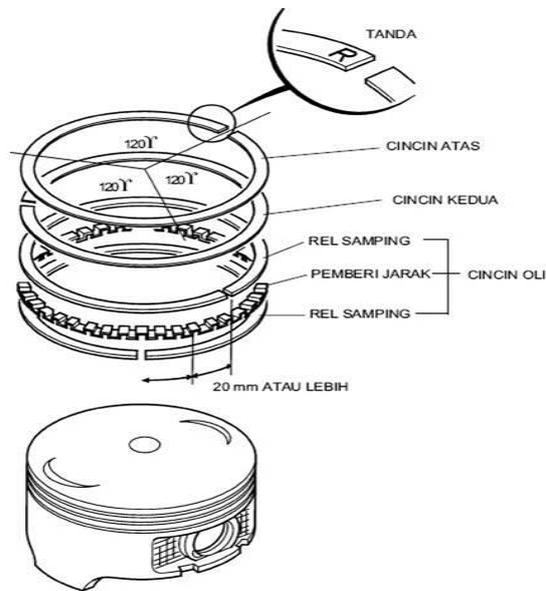
Fungsi ring piston adalah untuk mempertahankan kerapatan antara piston dengan dinding silinder agar tidak ada kebocoran gas dari ruang bakar ke dalam bak mesin. Oleh karena itu, ring piston harus mempunyai kepegasan yang kuat dalam penekanan ke dinding silinder. Piston terdiri dari piston, ring piston dan batang piston. Setiap piston dilengkapi lebih dari satu buah ring piston. Ring tersebut terpasang longgar pada alur ring.



Gambar 2.4 Ring Piston (New Step 1, 1995)

Ring piston di bedakan atas dua macam yaitu:

- a) Ring Kompresi, jumlahnya satu, atau dua dan untuk motor-motor yang lebih besar lebih dari dua. Fungsinya untuk merapatkan antara piston dengan dinding silinder sehingga tidak terjadi kebocoran pada waktu kompresi.
- b) Ring Pelumas, di pasang pada deretan bagian bawah dan bentuknya sedemikian rupa sehingga dengan mudah membawa minyak pelumas untuk melumasi dinding silinder Ring Piston. Fungsi dari ring pelumas adalah untuk membentuk lapisan tipis oli diantara piston dan dinding silinder, meratakan minyak pelumas dan mengikis kelebihan pelumas agar tidak masuk kedalam ruang bakar.



Gambar 2.5 Rangkaian Piston (Astra Honda Motor, 2012)

Pada ring piston mesin empat langkah di mana ring tidak dikunci dengan spi. Bergesernya ring piston mesin empat langkah tidak begitu berbahaya tetapi pada mesin dua langkah ring dapat menyangkut di lubang bilas atau lubang buang sehingga ring dapat patah. Pemasangan ring piston yang baik dan benar adalah dengan memperhatikan tanda-tanda yang ada. Ring piston pertama harus dipasang di bagian paling atas. Biasanya pada permukaan ring piston sudah ada nomornya. Tulisan dan angka pada permukaan ring piston harus ada di bagian atas atau dapat dibaca dari atas.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah penempatan sambungan ring pistonnya. Sambungan ring piston (celah) tidak boleh segaris, artinya jika ada tiga ring piston maka jarak antar sambungan ring piston harus sama yaitu  $120^\circ$ . jika ada dua ring piston jarak antar sambungannya adalah  $180^\circ$ . Di samping itu sambungan ring piston tidak boleh segaris dengan pena pistonnya. Kesemua ini untuk mencegah kebocoran kompresi. Ring piston dipasang pada piston untuk

menyekat gas diatas piston agar proses kompresi dan ekspansi dapat berlangsung dengan sebaik-baiknya, karena saat proses tersebut ruang silinder di atas piston harus betul-betul tertutup rapat, ring piston ini juga membantu mendinginkan piston, dengan cara menyalurkan sejumlah panas dari piston ke dinding silinder.

Piston bersama-sama dengan ring piston berfungsi sebagai berikut:

- a) Mengisap dan mengkompresi muatan segar di dalam silinder.
- b) Mengubah tenaga gas (selama ekspansi) menjadi usaha mekanis.
- c) Menyekat hubungan gas di atas dan di bawah piston.

#### **2.4.5. Pena Piston**

Pena piston berfungsi untuk mengikat piston terhadap batang piston. Selain itu, pena piston juga berfungsi sebagai pemindah tenaga dari piston ke batang piston agar gerak bolak-balik dari piston dapat diubah menjadi gerak berputar pada poros engkol. Walaupun ringan bentuknya tetapi pena piston dibuat dari bahan baja paduan yang bermutu tinggi agar tahan terhadap beban yang sangat besar.

#### **2.4.6. Batang Piston**

Bagian lain dari piston yaitu batang piston sering juga disebut dengan setang piston, ia berfungsi menghubungkan piston dengan poros engkol. Jadi batang piston meneruskan gerakan piston ke poros engkol. Dimana gerak bolak-balik piston dalam ruang silinder diteruskan oleh batang piston menjadi gerak putaran (*rotary*) pada poros engkol. Ini berarti jika piston bergerak naik turun, poros engkol akan berputar. Pada umumnya panjang batang penggerak kira-kira sebesar dua kali langkah gerak torak. Batang piston dibuat dari bahan baja atau besi tuang.

### Gerakan Langkah Piston :

- a) Untuk menjamin agar mesin tetap beroperasi, piston harus selalu bergerak secara berkesinambungan, gerakan piston akan berhenti di TMA (Titik Mati Atas) atau di TMB (Titik Mati Bawah).
- b) Kedua titik ini disebut dead center. Ketika piston bergerak keatas, dari TMB ke TMA, atau bergerak turun dari TMA ke TMB, satu kali gerak tunggal dari piston dinamakan "langkah", jarak pergerakan piston ini diukur dengan satuan mm.

Gerakan langkah piston dalam ruang silinder merupakan gerakan lurus atau linear. Untuk memanfaatkan gerakan linear itu, maka gerakan tersebut harus diubah menjadi gerakan berputar (*rotary*). Perubahan itu dilakukan oleh gerakan poros engkol (Daryanto dan Ismanto : 2014).

Katup (*Valve*) Katup digerakkan oleh mekanisme katup, yang terdiri atas :

- a) Poros cam
- b) Batang penekan
- c) Pegas penutup
- d) Rol baut penyetel

Katup hanya terdapat pada motor empat langkah, sedangkan motor dua langkah umumnya tidak memakai katup. Katup pada motor empat langkah terpasang pada kepala silinder. Tugas katup untuk membuka dan menutup ruang bakar. Setiap silinder dilengkapi dengan dua jenis katup (hisap dan buang) Pembukaan dan penutupan kedua katup ini diatur dengan sebuah poros yang disebut poros cam (*camshaft*).

Sehingga silinder motor empat langkah memerlukan dua cam, yaitu cam katup masuk dan cam katup buang. Poros cam diputar oleh poros engkol melalui transmisi roda gigi atau rantai. Poros cam berputar dengan kecepatan setengah putaran poros engkol. Jadi, diameter roda gigi pada poros cam adalah dua kali diameter roda gigi pada poros engkol. Sebab itu lintasan pena engkol setengah kali lintasan poros cam.

Fungsi katup sebenarnya untuk memutuskan dan menghubungkan ruang silinder di atas piston dengan udara luar pada saat yang dibutuhkan. Karena proses pembakaran gas dalam silinder mesin harus berlangsung dalam ruang bakar yang tertutup rapat. Jika sampai terjadi kebocoran gas meski sedikit, maka proses pembakaran akan terganggu. Oleh karenanya katup-katup harus tertutup rapat pada saat pembakaran gas berlangsung.

#### **2.4.7. Bak Engkol Mesin (*crankcase*)**

Bak engkol fungsinya sebagai rumah dari komponen yang ada di bagian dalamnya, yaitu komponen:

- a) Pompa oli
- b) Poros engkol dan bantalan peluru
- c) Sebagai penampung oli pelumas

#### **2.4.8. Poros Engkol (*crankshaft*)**

Fungsi poros engkol adalah mengubah gerakan piston menjadi gerakan putar (mesin) dan meneruskan gaya kopel (momen gaya) yang dihasilkan motor ke alat pemindah tenaga sampai ke roda. Poros engkol umumnya ditahan dengan bantalan luncur yang ditetapkan pada ruang engkol.

Menurut Philip Kristanto (2015) poros engkol dibuat dari baja karbon dengan tingkatan serta mempunyai daya tahan yang tinggi. Bantalan poros engkol biasa disebut bantalan utama.

## **2.5. Torsi dan Daya**

### 2.5.1. Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja yakni menggerakkan atau memindahkan mobil atau motor dari kondisi diam hingga berjalan. Untuk itu torsi berkaitan dengan akselerasi dan putaran bawah mesin (Nurliansyah, dkk, 2014 : 4).

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar  $F$ , benda berputar pada porosnya dengan jari jari sebagai  $l$ , dengan data tersebut torsinya adalah (Basyirun, dkk, 2008 : 23).

$$T = F \times l \text{ (N.m)} \quad (2.1)$$

Dengan :

$T$  = Torsi benda berputar (N.m)

$F$  = gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

$l$  = jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan. (Basyirun, dkk, 2014: 23)

#### 2.5.1. Daya

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik di dalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. (Basyirun, dkk, 2008 : 25).

Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin. Mesin selama bekerja mempunyai komponen-komponen yang saling berkaitan satu dengan lainnya membentuk kesatuan yang kompak. Komponen-komponen mesin juga merupakan beban yang harus diatasi daya indikator. Sebagai contoh pompa air untuk sistim pendingin, pompa pelumas untuk sistem pelumasan, kipas radiator, dan lain lain, komponen ini biasa disebut asesoris mesin. Asesoris ini dianggap parasit bagi mesin karena mengambil daya dari daya indikator. (Basyirun, dkk, 2008 : 25).

Disamping komponen-komponen mesin yang menjadi beban, kerugian karena gesekan antar komponen pada mesin juga merupakan parasit bagi mesin, dengan alasan yang sama dengan asesoris mesin yaitu mengambil daya indikator. Untuk lebih mudah pemahaman dibawah ini dalah perumusan dari masing masing daya.

Satuan daya menggunakan HP( *horse power* ) (Basyirun, dkk, 2008: 25).

Rumus untuk mencari daya adalah sebagai berikut :

$$P = n.T \quad (2.2)$$

Dimana :

P = daya (watt)

$n = \text{putaran} \left( \frac{1}{\text{sekon}} \right)$

T = torsi

Dengan rumus di atas dapat diambil data *power* dan torsi dari sebuah kendaraan.

## 2.6. Mekanisme Katup

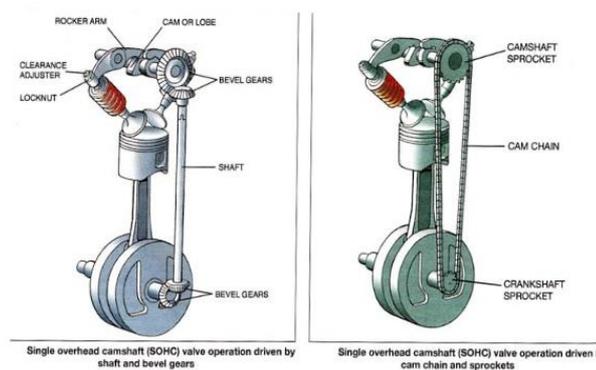
Mekanisme katup adalah konsep kerja penggerakan katup untuk membuka dan menutup pada waktu tertentu sesuai dengan siklus motor 4 langkah dapat dibedakan berdasarkan inovasi penempatan katup, seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi yang diterapkan atau diciptakan (New Step 1, Toyota Astra Motor, 1995).

Inovasi mesin sepeda motor dilakukan untuk mengantisipasi kecepatan tinggi, penambahan tenaga output dan upaya konstruksi seringan mungkin.

### 2.5.1. SOHC (*Single Over Head Camshaft*)

Pada tipe ini batang penekan tidak ada, sehingga gerakan balik dapat dinetralisir. Posisi cam berada diatas silinder yaitu ditengahnya, cam digerakkan oleh rantai penggerak yang langsung memutar *Camshaft* sehingga cam menekan *rocker arm*. Poros *Camshaft* berfungsi untuk menggerakkan katup masuk (IN) dan

katup buang (EX), agar membuka dan menutup sesuai dengan proses yang terjadi dalam ruang bakar mesin. Tipe ini komponennya sedikit sehingga pada putaran tinggi tetap stabil. Disebut *single over head camshaft* karena hanya menggunakan satu *Camshaft* pada desainnya atau SOHC adalah sistem poros tunggal di kepala silinder.



Gambar 2.6 Sistem Katup *Single Over Head Camshaft* (Northop, 1995).

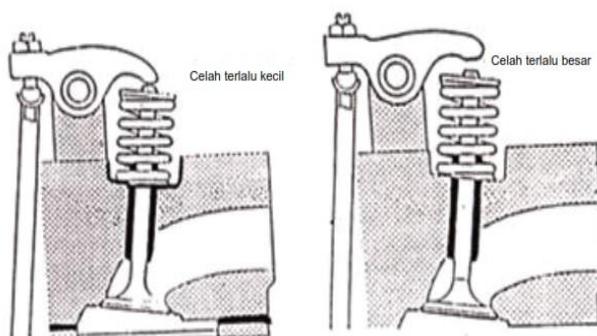
### 2.5.2. Kerenggangan Katup

Tekanan kompresi di dalam ruang bakar sangat dipengaruhi oleh penyeterelan celah katup. Jika celah katup lebih kecil dari standar berarti katup cepat membuka dan lebih lama menutup, pembukaan yang lebih lama membuat gas lebih banyak masuk. Akibatnya bensin lebih boros dan akibat dari keterlambatan katup menutup adalah tekanan kompresi menjadi bocor karena pada saat terjadi langkah kompresi (saat piston bergerak dari bawah keatas), katup belum menutup padahal seharusnya pada saat itu katup harus menutup rapat hal ini mengakibatkan tenaga mesin berkurang. Mesin tidak bisa stasioner, dan sulit dihidupkan, selain itu akibat celah katup terlalu sempit dapat terjadi ledakan pada karburator.

Selanjutnya apabila celah katup lebih besar dari standar berarti katup terlambat membuka dan cepat menutup. Apabila hal ini terjadi pada katup masuk

maka pemasukan campuran bahan bakar udara berlangsung cepat sehingga jumlah campuran yang masuk sedikit. Tekanan kompresi menjadi rendah karena jumlah campuran bensin dan udara yang dikompresikan sedikit. Jika tekanan kompresi rendah maka akan berakibat tenaga motor menjadi berkurang. Akibat selanjutnya adalah mesin sulit dihidupkan. Setelah hidup maka suara mesin pun berisik sekali. Karena pemasukan gasnya kurang, mesin akan tersendat-sendat pada putaran tinggi. Sementara itu mesin tidak dapat berputar stasioner. Itulah sebabnya celah katup harus disetel dengan tepat.

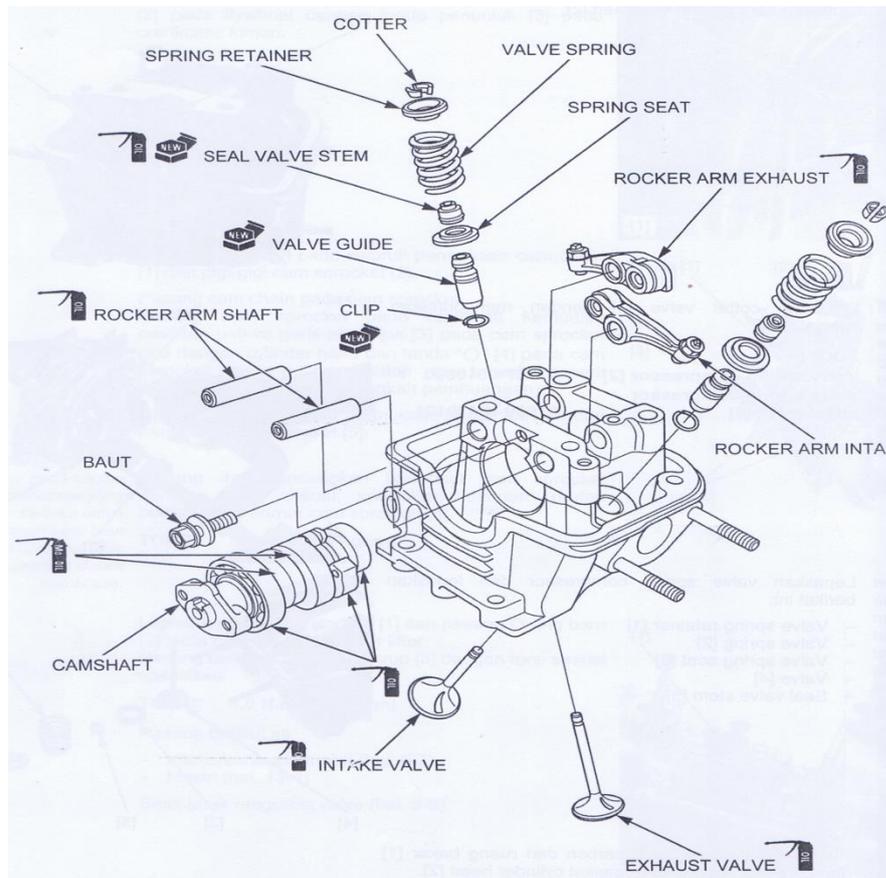
Biasanya besar kerenggangan celah katup masuk dan katup buang sekitar 0,04 – 0,07 mm.



Gambar 2.7 Kerenggangan Katup (Northop, 1995)

### 2.5.3. Komponen Utama Mekanisme Katup

Mekanisme katup terdiri dari komponen utama yang penting kerjanya bagi sistem ini. Adapapun nama komponennya adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8 Komponen Mekanisme Katup (Astra Honda Motor, 2012)

a) *Camshaft*

*Camshaft* adalah sebuah alat yang digunakan dalam mesin untuk menjalankan *poppet valve*. *Camshaft* membuka katup dengan menekannya, atau dengan mekanisme bantuan lainnya, ketika mereka berputar. Hubungan antara perputaran *camshaft* dengan perputaran poros engkol sangat penting. Karena katup mengontrol aliran masukan bahan bakar dan pengeluarannya, mereka harus dibuka dan ditutup pada saat yang tepat selama langkah piston.

b) Pelatuk (*rocker arm*)

*Rocker arm* dipasang pada *rocker arm shaft*. Bila *rocker arm* ditekan ke atas oleh nok, maka katup akan tertekan dan membuka. *Rocker arm* dilengkapi

dengan sekrup dan mur pengunci (*lock nut*) untuk penyetelan celah katup. Pelatuk diukur dengan cara mengukur diameter dalam lubang porosnya, kemudian untuk poros pelatuk diukur pada diameter luarnya.

c) Katup

Katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran masuk dan saluran buang. Pengukuran katup dilakukan dalam beberapa tahap diantaranya adalah diameter batang katup dan ketebalan pinggir kepala katup.

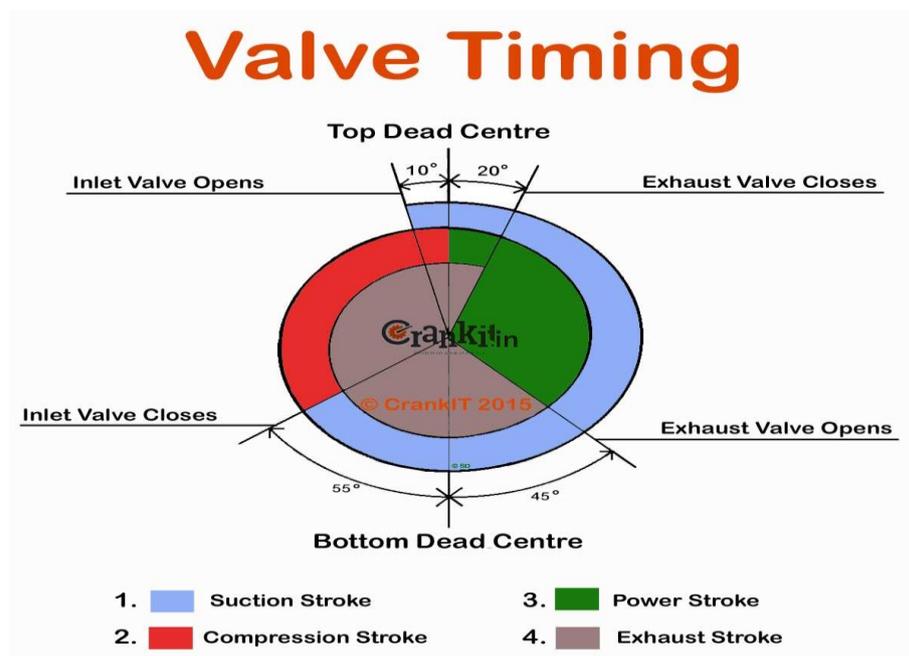
d) Pegas Katup

Pegas katup berfungsi untuk mengembalikan posisi katup setelah terbuka agar katup dapat menutup saluran masuk ataupun saluran buang. Pengukuran pegas katup adalah dengan mengukur panjang bebas pegas katup.

e) Rantai *Camshaft* dan Peregangannya

Agar pembukaan katup-katup sesuai dengan proses yang terjadi dalam ruang bakar maka mekanisme pembukaan dan penutupan katup-katup tersebut digerakkan oleh putaran poros engkol. Ada tiga macam mekanisme penggerak katup, yaitu dengan batang pendorong, roda gigi, dan rantai (*rantai camshaft*).

Pada motor 4 langkah waktu (durasi) dalam tiap-tiap langkah dalam satu siklus berbeda-beda. Hal tersebut disesuaikan agar tenaga yang dihasilkan dapat maksimal. Menurut RS. Northop (1995) waktu membuka dan menutupnya katup-katup tersebut disebut dengan valve timing dan valve timing tersebut akan berbeda-beda sesuai dengan jenis mesinnya dan sesuai dengan rancangan kebutuhan tersebut.



Gambar 2.9 Diagram *Valve Timing* (Northop, 1995)

Pada diagram *valve timing* di atas terdapat saat katup isap dan katup buang keduanya membuka bersama pada waktu akhir langkah buang sebelum TMA. Pada posisi tersebut dinamai dengan *valve overlap* menurut RS Northop (1995) *valve overlap* berfungsi agar campuran udara dan bahan bakar mendorong keluar gas sisa pembakaran yang masih tertinggal sehingga menambah efisiensi pengeluaran dan pada waktu yang sama inersia gas segar menambah efisiensi pemasukan.

#### 2.5.4. Prinsip Kerja *Camshaft*

Pada motor bensin empat langkah, bahan bakar masuk ke ruang silinder setelah dicampur dengan udara di karburator atau *throttle body*. Masuknya bahan bakar diatur oleh terbuka dan tertutupnya katup hisap dan katup buang. Katup ini terbuka dan tertutup karena kerja dari *camshaft* yang digerakkan oleh poros engkol (*crankshaft*). Mekanisme katup ini dirancang sedemikian rupa sehingga

*camshaft* berputar satu kali untuk menggerakkan katup hisap dan katup buang setiap dua kali berputarnya poros engkol.

Pada sebuah *camshaft* terdapat bagian-bagian yang masing-masing mempunyai peranan penting. Bagian-bagian *camshaft* seperti *valve lift* (jarak angkat katup), *valve lift duration* (lama angkat katup), *valve lift timing* (waktu angkat katup), *lobe separation angle* (LSA) dan *overlap* akan mempengaruhi banyak sedikitnya campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam ruang bakar.

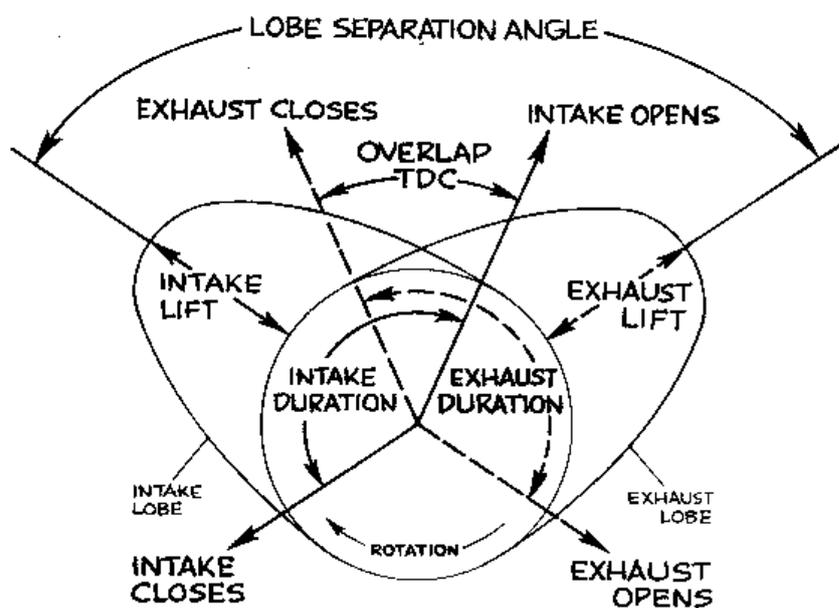
Pada saat bersambungannya akhir gerakan membuang akan dimulai gerakan menghisap, maka pada saat torak berada di TMA kedua katupnya berada dalam keadaan membuka. Keadaan dimana kedua katup terbuka secara bersamaan tersebut dinamakan *overlap*. Terbukanya katup-katup pada saat pemindahan gerakan dari gerakan kerja ke gerakan menghisap, supaya gas yang telah terbakar dapat ke luar seluruhnya, sehingga pemasukan gas baru tidak bercampur dengan gas bekas di dalam silinder.

Melalui modifikasi *camshaft* maka dapat mengubah waktu membuka dan menutupnya katup. Tujuan akhir dalam modifikasi *camshaft* yaitu untuk merubah karakter tenaga dan torsi mesin. Di harapkan dengan berubahnya karakter tenaga dan torsi mesin dapat beroperasi lebih optimal di medan tertentu.

Putaran mesin akan mempengaruhi putaran *camshaft*, semakin tinggi putaran mesin akan mengakibatkan putaran *camshaft* semakin meningkat pula. Putaran *camshaft* yang semakin tinggi akan berdampak pada pembukaan dan penutupan katup yang semakin cepat. Dalam desain *camshaft* perlu diperhatikan

penggunaan mesin, digunakan pada putaran mesin rendah atau pada putaran mesin tinggi.

Di dalam desain sebuah *camshaft* terdapat berbagai bagian yang memiliki fungsi sendiri-sendiri yang akan mempengaruhi variasi buka-tutup dari katup masuk dan buang.



Gambar 2.10 Bagian-Bagian *Camshaft* (Yoyok Drajat, 2011)

LSA berhubungan dengan overlap, LSA dengan overlap berbanding terbalik, dengan catatan *duration* tetap. Dengan memperbesar LSA sama dengan memperkecil *overlap*, sebaliknya menyempitkan LSA memperbesar overlap.

Pada saat bersambungannya akhir gerakan membuang akan dimulai gerakan mengisap, maka pada saat torak berada di TMA kedua katupnya berada dalam keadaan membuka. LSA pada *Camshaft* Untuk mendapatkan torsi dan daya yang maksimal dapat dilihat dari tekanan kompresi yang dihasilkan, untuk mendapatkan tekanan kompresi yang tinggi, pembukaan katup isap (*in open*)

dipercepat sebelum titik mati atas (TMA) dan penutupan katup isap (*in close*) diperlambat setelah titik mati bawah (TMB). LSA dan *overlap* saling berhubungan, dengan memperlebar LSA akan mengurangi jarak *overlap* dan sebaliknya jika mempersempit LSA akan menambah jarak *overlap* dengan catatan *lift duration* yang digunakan tetap. Untuk mengetahui besarnya LSA harus mengetahui terlebih dahulu waktu pembukaan dan penutupan katup (*in open, in close, ex open, ex close*). Setelah diperoleh datanya dapat dicari besar LSA nya.

**Tabel 2.1 Typical Efek Chamshaft**

<b>Cam Change</b>	<b>Typical Effect</b>
Durasi Tinggi	Menggeser rentang ke RPM atas.
Durasi Rendah	Menambah torsi putaran bawah
Overlapping Besar	Meningkatkan bakar bakar keruang bakar, Boros Konsumsi Bahan Bakar.
Overlapping Kecil	Meningkatkan respon pada RPM bawah.
Menambah LSA	<i>Powerband</i> lebih lebar, <i>Power</i> memuncak stasioner lembut.
Mengurangi LSA	Meningkatkan torsi menengah, Akselerasi cepat, <i>Powerband</i> lebih sempit.

### 2.5.5. Cara Pengukuran Buka Tutup Katup

Pengukuran durasi *Camshaft* dimulai saat klep mulai terangkat dan saat klep mulai menutup. Ada 3 teknik pengukuran durasi *Camshaft* (*seat to seat* (STS), Inggris dan Jepang) yang bisa dipakai buat mengukur berapa durasi kem. Untuk

STS, penghitungannya dimulai saat klep terbuka 0,02 mm sampai 0,02 mm sebelum klep tertutup. Sementara teknik Inggris yang mulai ukurannya dari 1,25 mm (klep terbuka) dan selesai 1,25 mm sebelum klep tertutup. Teknik ke-3 (Jepang), pencatatannya diawali setelah klep baru menganga 1 mm dan berakhir 1 mm sebelum klep tertutup (Hendriyansah, 2015).

Cara yang digunakan untuk mengukur durasi *Camshaft* yaitu teknik jepang durasi dihitung saat klep mulai terangkat 1mm sampai 1mm sebelum menutup.

Rumus untuk menghitungnya adalah :

$$\text{Durasi Intake (klep IN)} = in\ open + 180^\circ + in\ close$$

$$\text{Durasi Exhaust (klep EX)} = ex\ open + 180^\circ + ex\ close$$

Angka  $180^\circ$  adalah sudut yang dihasilkan dari putaran as kruk dalam sekali siklus hisap maupun buang ( $180^\circ$ ). Contoh : Bila diketahui, klep *Intake (in open)* membuka  $23^\circ$  sebelum TMA dan (*in close*) menutup  $47^\circ$  setelah TMB dan klep *Exhaust (ex open)* membuka  $47^\circ$  sebelum TMB dan (*ex close*) menutup  $23^\circ$  setelah TMA maka:

$$\text{Durasi klep Intake} = 23^\circ + 180^\circ + 47^\circ = 250^\circ$$

$$\text{Durasi klep Exhaust} = 47^\circ + 180^\circ + 23^\circ = 250^\circ$$

Derajat *Center* (pusat bubungan)

$$\text{Derajat Lobe Center Intake (LC)} = \text{Durasi klep Intake} / 2 - \text{Buka Intake}$$

$$\text{Derajat Lobe Center Exhaust (LC)} = \text{Durasi klep Exhaust} / 2 - \text{Tutup Exhaust}$$

Derajat *Center* (pusat bubunga)

$$\text{Derajat Center Intake} = 250 / 2 - 23 = 102^\circ$$

$$\text{Derajat Center Exhaust} = 250 / 2 - 23 = 102^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{LSA} &= \text{Derajat Lobe Center Intake} + \text{Derajat Lobe Center Exhaust} / 2 \\ &= 102^\circ + 102^\circ / 2 \end{aligned}$$

$$\text{LSA} = 102^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Overlapping} &= \text{Buka Intake} + \text{Tutup Exhaust} \\ &= 23^\circ + 23^\circ = \text{Overlapping } 46^\circ \end{aligned}$$