

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Motor bensin adalah salah satu jenis motor bertenaga gas (gas powered motor) dimana siklus pembakaran bahan bakarnya dilakukan didalam ruang itu sendiri dengan bantuan kilap dari flash attachment. Konsekuensi dari sistem pembakaran menciptakan atau menghasilkan kemampuan penyalaan untuk menyelesaikan langkah-langkah bisnis. Motor bensin umumnya digunakan karena mereka menikmati lebih banyak keuntungan yang dibandingkan dengan motor diesel, termasuk biaya yang cukup murah, perawatan yang sederhana, dan perubahan motor yang sederhana. Salah satu jenis motor bertenaga gas adalah motor empat fasa. Mengenai bagaimana fungsi motor empat fasa, terdiri dari empat tahap untuk menghasilkan satu tahap.

Bagian-bagian motor dasar menggabungkan kepala ruang(chamber head). Didalam kepala ruang adalah poros bubungan dan instrumen katup.Pada dasarnya, camshaft dimaksudkan untuk membuka katup.Pada saat katup bekerja (valve timing) mempengaruhi jangka waktu pembukaan katup yang memainkan peran utama dalam kelangsungan pembakaran. Hal ini karena mempengaruhi kecukupan siklus konsumsi bahan bakar dan asap gas yang menentukan sifat sistem pembakaran. Dengan demikian, valve timing juga mempengaruhi kekuatan dan kekuatan presentasi motor.Kursus elektronik pedoman waktu katup, yang disesuaikan dengan kecepatan motor, telah diterapkan pada motor, namun belum diterapkan pada kapal penjelajah. Setiap kali kapal bekerja (valve timing) yang berarti mendapatkan daya dan gaya tergantung pada situasinya, cenderung diselesaikan dengan mengontrol timing katup sebelum waktunya (maju) atau dengan menyelesaikan kerja katup setelah waktu (impede).Kontras dengan saat katup bekerja. (waktu katup standar) atau proposal produsen.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang timbul dari perubahan saat kerja katup (*valvetiming*) adalah:

1. Bagaimana pengaruh efektifitas perubahan valve timing ditinjau dari daya dan torsi pada mesin empat langkah sohc 125 cc.
2. Apa pengaruh yang ditimbulkan menggunakan jenis poros nok terhadap variasi saat kerja katup (*valve timing*) yaitu memulai saat kerja katup (*valve timing*) atau *advance camshaft*, mengakhiri saat kerja katup (*valve timing*) atau *retard camshaft*, dan saat kerja katup (*valve timing*) standar atau *stock camshaft*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan efektifitas perubahan *valve timing* ditinjau dari daya dan torsi pada mesin empat langkah 125 cc.
2. Untuk mendapatkan hasil yang ditimbulkan menggunakan jenis poros nok terhadap variasi saat kerja katup (*valve timing*) yaitu memulai saat kerja katup (*valve timing*) atau *advance camshaft*, mengakhiri saat kerja katup (*valve timing*) atau *retard camshaft*, dan saat kerja katup (*valve timing*) standar atau *stock camshaft*.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam hal ini, untuk memperingatkan dan memperjelas suatu penelitian agar dapat dibahas dengan baik dan tidak meluas, maka perlu direncanakan batasan masalah yang terdiri dari:

1. Variasi derajat valve timing adalah *standard*,  $2^0$ (*advance*), dan  $2^0$ (*retard*)
2. Rpm yang digunakan adalah 2500 – 7500
3. Daya dan Torsi ditinjau dengan bahan bakar Pertamina
4. Mesin yang digunakan adalah mesin sepeda motor vario 125

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Motor Bensin Empat Langkah**

Motor bensin empat langkah pertama kali ditemukan oleh seorang ilmuwan asal Jerman bernama Dr.N.A Otto pada tahun 1870. Motor bensin empat langkah merupakan salah satu jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dimana proses pembakaran bahan bakarnya dilakukan di dalam silinder. Adapun cara kerja motor empat langkah yaitu terdiri empat langkah atau dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali langkah usaha.

Satu siklus dalam mesin empat langkah yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang. Proses pembakaran yang terjadi pada motor bensin dikarenakan adanya percikkan bunga api oleh busi pada saat pengapian (*ignition timing*) yang telah ditentukan.

Cara kerja motor bensin empat langkah secara terperinci adalah sebagai berikut :

a) Langkah Hisap (*Intake Stroke*)

Langkah hisap (*intake stroke*) terjadi saat torak bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB), dimana katup masuk terbuka dan katup buang tertutup, sehingga campuran udara dan bahan bakar masuk kedalam silinder karena terjadi selisih tekanan udara luar dengan tekanan didalam silinder.

b) Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Langkah kompresi (*compression stroke*) terjadi saat posisi katup masuk dan keluar tertutup, mengakibatkan udara atau gas dalam ruang bakar terkompresi. Beberapa saat sebelum piston sampai pada posisi TMA, waktu penyalaan (*timing ignition*) terjadi (pada mesin bensin berupa nyala busi sedangkan pada mesin diesel berupa semprotan (suntikan bahan bakar)

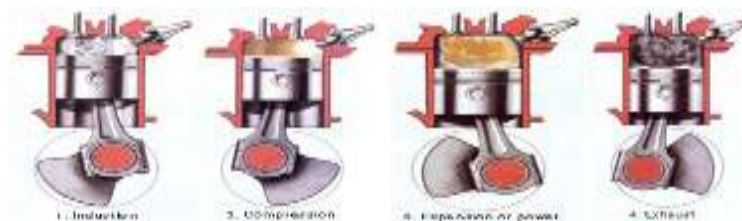
c) Langkah Usaha (*Power Stroke*)

Sesaat sebelum torak mencapai titik mati atas, terjadi percikan bunga api yang menyebabkan terbakarnya campuran bahan bakar dan udara yang bertekanan sehingga mengakibatkan ledakan. Energi pembakaran digunakan untuk mendorong

torak menuju titik mati bawah (TMB).Gerakan terdorongnya torak menuju titik mati bawah inilah yang menghasilkan tenaga motor.

d) Langkah Buang (*Exhaust Stroke*)

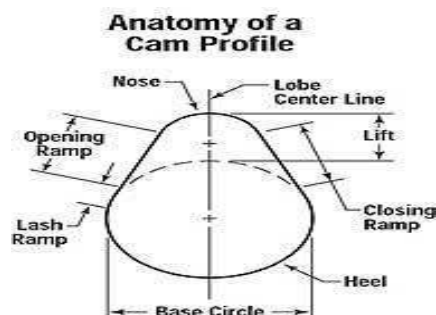
Setelah langkah usaha (*power stroke*), kelembaman pada poros engkol (*crankshaft*) dimana posisi katup masuk tertutup dan keluar terbuka, mendorong sisa gas pembakaran menuju katup keluar yang sedang terbuka untuk diteruskan ke lubang pembuangan.



Gambar 2.1 Langkah Kerja Motor Bensin Empat Langkah  
(Sumber :Rogers and Mayhew, 1980)

### 2.1.1 Poros Nok (Camshaft)

Poros nok (*camshaft*) adalah penentu kapan saat pembukaan katup dan penutupan katup terjadi serta berapa lama dan berapa lebar pembukaan katup tersebut.Poros nok (*camshaft*) merupakan sebuah poros yang memiliki tonjolan (nok).



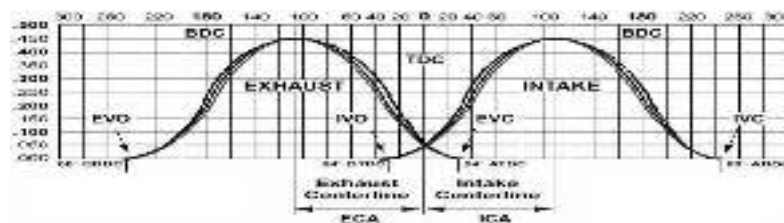
Gambar 2.2 Bentuk Dasar Nok (*Cam*)  
(Sumber: Ricardo and Ikmpson, 1968)

Untuk menggerakkan poros nok (*camshaft*) yang terhubung dengan poros engkol (*crankshaft*) terdapat tiga cara yaitu roda gigi langsung, rantai dan sabuk bergerigi.

➤ Saat Kerja Katup (*Valve Timing*)

Menurut Wardan (1989 : 106), saat kerja katup (*valve timing*) adalah saat membuka dan menutupnya katup serta berapa lama katup tersebut membuka. Dimana perubahannya diatur oleh profil atau bentuk dari poros nok (*camshaft*). Saat kerja katup (*valve timing*) berpengaruh terhadap kinerja mesin karena waktu jumlah campuran bahan bakar dan udara yang masuk mempengaruhi besar energi pembakaran serta pengoptimalan langkah usaha. Sehingga pengaturan saat kerja katup (*valve timing*) dibutuhkan untuk mendapatkan pengisian campuran bahan bakar ke dalam silinder dapat optimal.

Pada dasarnya, saat kerja katup (*valve timing*) terbagi dalam beberapa tahap yaitu katup hisap membuka atau *Intake Valve Opening* (IVO), katup hisap menutup atau *Intake Valve Closing* (IVC), katup buang membuka atau *Exhaust Valve Opening* (EVO), dan katup buang menutup atau *Exhaust Valve Closing* (EVC). Siklus pembukaan katup hisap menunjukkan bahwa katup hisap membuka atau *Intake Valve Opening* (IVO) beberapa derajat sebelum titik mati atas (TMA) dan katup hisap menutup atau *Intake Valve Closing* (IVC) beberapa derajat setelah titik mati bawah. Sedangkan pada siklus pembukaan katup buang, katup buang membuka atau *Exhaust Valve Opening* (EVO) beberapa derajat sebelum titik mati bawah dan katup buang menutup atau *Exhaust Valve Closing* (EVC) beberapa derajat setelah titik mati atas (TMA).



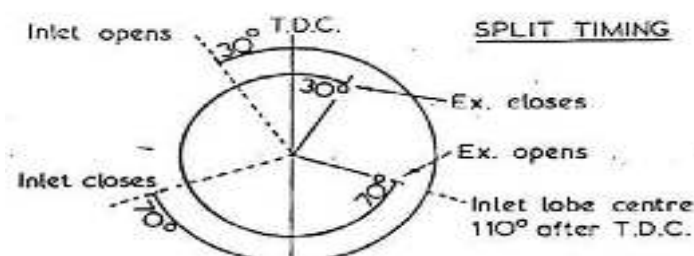
Gambar 2.3. Grafik Saat Kerja Katup (*Valve Timing*)

(Wardan Suyanto, 1989)

Selama proses empat langkah berlangsung, saat kerja katup (*valve timing*) pada katup hisap maupun katup buang sangatlah kritis karena tidak menutup kemungkinan katup hisap maupun katup buang membuka ataupun menutup pada saat yang tepat. Pada saat semua mekanisme katup bergerak pada putaran yang tinggi saat kerja katup (*valve timing*) harus diatur sedemikian rupa untuk mengantisipasi langkah kerja selanjutnya.

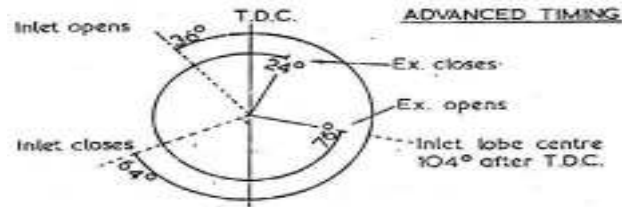
Dengan demikian, katup hisap membuka lebih lambat sebelum dimulainya langkah hisap karena pada saat ini torak berada pada posisi titik mati atas (TMA) sehingga ketika torak bergerak menuju titik mati bawah (TMB) campuran bahan bakar dan udara dapat secara optimal langsung mengisi ruang silinder. Pada saat kerja katup (*valve timing*) buang juga bergerak lebih awal sebelum langkah buang berlangsung, hal ini supaya setelah langkah pembakaran dan termanfaatkannya energi pembakaran dapat langsung terbuang sendiri oleh sisa tekanan pembakaran melalui saluran buang. Saat kerja katup (*valve timing*) diatur dengan tujuan mendapatkan daya dan torsi sesuai dengan kebutuhan atau rentang putaran mesin. Jenis saat kerja katup (*valve timing*) dibagi menjadi tiga, yaitu *Split Timing*, *Advance Timing*, dan *Retard Timing* (Graham Bell, 1998 : 209).

*Split Timing* yaitu saat kerja katup (*valve timing*) dengan perbandingan overlap sama dan biasa disebut jenis split-overlap.



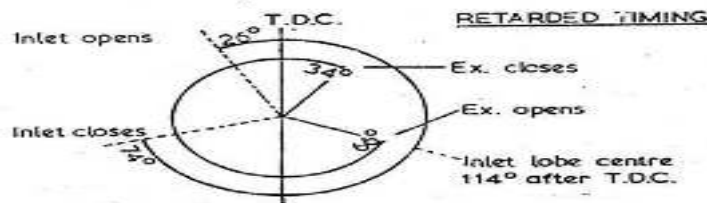
Gambar 2.4 Diagram Saat Kerja Katup (*Valve Timing*) Jenis *Split Timing*  
(Sumber : Graham Bell, 1998)

*Advance timing* yaitu saat kerja katup terlalu awal dibandingkan dengan standar. Pada kondisi ideal, penerapan *Advance Timing* akan menghasilkan torsi atau tenaganya besar pada putaran mesin rendah.



Gambar 2.5 Diagram Saat Kerja Katup (*Valve Timing*) Jenis *Advance Timing*  
(Sumber : Graham Bell, 1998)

Sedangkan retard timing, pembukaan katup lebih lambat berdampak pada torsi atau tenaganya besar pada putaran tinggi.



Gambar 2.6 Diagram Saat Kerja Katup (*Valve Timing*), Jenis *Retard Timing*  
(Sumber : Graham Bell, 1998)

Efek perubahan torsi dan daya pada pengaturan seperti ini dapat optimal pada  $20^0$  sampai  $80^0$ , advance maupun retard dari jenis split timing. Efektifitas adalah tingkat kesesuaian pengaruh atau peranannya dari faktor-faktor penentu. Yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah kesesuaian antara daya dan torsi terhadap penggunaannya dalam berkendara.

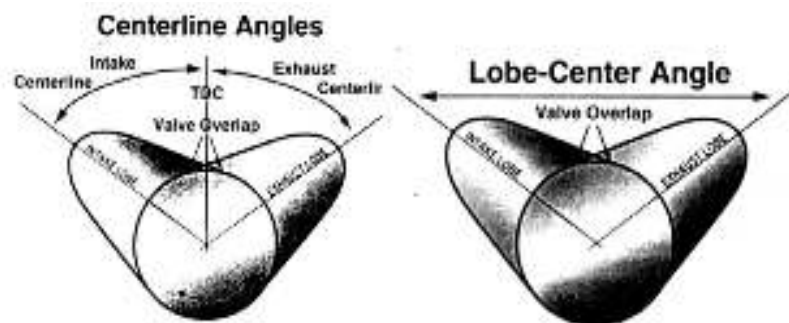
### 2.1.2 Durasi Poros Nok (*Camshaft Duration*)

Durasi poros nok (*camshaft duration*) adalah waktu yang diukur dalam derajat putar poros engkol (*crankshaft*) selama katup membuka. Durasi sangat berpengaruh terhadap tenaga *volumetric efficiency* (VE) karena pengaruhnya pada saat pemasukan campuran bahan dan udara ke dalam silinder. Durasi poros nok 2600 mengandung arti bahwa katup akan membuka selama 2600 putaran poros engkol. Ada pula yang menyatakan durasi poros nok (*camshaft duration*) dalam bentuk inchi (misalnya *duration at 0,050 inch*).

### 2.1.3 Overlap dan Derajat Pusat-Nok (*Lobe-Center Angle*)

Overlap adalah waktu putar poros nok (*camshaft*) sejalan dengan putaran poros engkol ketika kedua katup kedua hisap dan buang terbuka (*Joe Pettitt, 2002 : 64*) dan berlangsung ketika torak torak berada pada sesaat sebelum titik mati atas (TMA) setelah langkah buang dan sesaat sesudah TMA sebelum langkah hisap efektif. *Overlap* berfungsi sebagai langkah pembilasan agar ruang silinder bersih dari gas sisa pembakaran.

Derajat Pusat-Nok (*Lobe-Center Angle*) merupakan jarak dalam derajat antara titik angkat katup tertinggi (*Lobe Centerline Angle*) pada poros nok hisap dengan poros nok buang. Hubungan antara overlap dengan derajat Pusat-Nok (*Lobe Center Angle*) adalah semakin besar derajat Pusat-Nok (*Lobe Center Angle*) maka semakin kecil *overlap* dari *camshaft* tersebut, begitu pula sebaliknya.



Gambar 2.7 Overlap dan Derajat Pusat-Nok (*Lobe CenterAngle*)  
(Sumber : Atherton Larry, 1996)

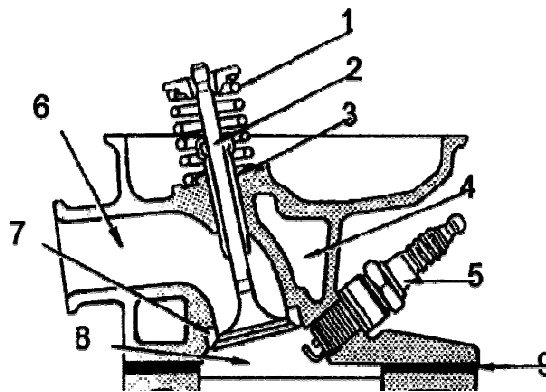
### 2.1.4 Tinggi Angkat Katup (*Valve Lift*)

Bagian poros nok yang berfungsi untuk mengangkat katup saat katup berputar disebut dengan tinggi angkat katup (*valve lift*). Tinggi angkat katup aktual dipengaruhi oleh perbandingan dari pelatuk katup dan besarnya celah katup.



## 2.2 Mekanisme Katup (Valve Train)

Komponen-komponen yang saling berhubungan dalam pergerakan katup disebut dengan mekanisme katup. Mekanisme katup pada mesin empat langkah sekarang ini, pada umumnya terletak dalam kepala silinder atau biasa disebut *Over Head Cam* (OHC). Komponen-komponen tersebut memiliki fungsi dan peranan masing-masing.



Gambar 2.8 Mekanisme Katup  
(Sumber : Moch. Wachyudi, 2000)

Keterangan :

- 1) Pegas katup
- 2) Batang katup
- 3) Pengatur katup
- 4) Ruang pendingin (air)
- 5) Busi
- 6) Saluran masuk
- 7) Dudukan katup
- 8) Ruang bakar
- 9) Paking kepala silinder

Fungsi dan peranan dari tiap-tiap komponen mekanisme katup adalah sebagai berikut :

### **2.2.1 Katup (*Valve*)**

Katup dipasang pada kepala silinder (*cylinder head*) yang terdiri dari katup hisap (*intake valve*) dan katup buang (*exhaust valve*). Katup pada pembakaran ini berbentuk seperti payung. Katup hisap (*intake valve*) merupakan pintu dari saluran hisap atau *intake manifold* ketikalangkah hisap (*intake stroke*) yang membuat campuran bahan bakar dan udara menuju ruang silinder. Sedangkan katup buang (*exhaust valve*) merupakan pintu dari saluran buang atau *exhaust manifold* saat gas sisa pembakaran terdorong keluar ketika langkah buang (*exhaust stroke*) berlangsung. Katup hisap (*intake valve*) dibuat lebih besar dari katup buang (*exhaust valve*), hal ini disebabkan oleh perbedaan tekanan antara gas yang masuk dengan gas yang keluar (Wardan Suyanto, 1989 : 84).

Tekanan hisap pada saat langkah hisap hanya didasarkan pada perbedaan tekanan udara di dalam silinder akibat gerakan perbesaran volume ruang di dalam silinder, sedangkan pada langkah buang terdapat tekanan sisa pembakaran yang mampu untuk mendorong gas sisa pembakaran terdorong keluar.

### **2.2.2 Dudukan Katup (*Valve Seat*)**

Dudukan katup adalah bagian dari kepala silinder tempat menempelnya katup ketika menutup. Fungsi terpenting dari dudukan katup yaitu dapat memberikan kerapatan optimal saat katup hisap menutup atau *intake valve closing* (IVC) dan katup buang menutup atau *exhaust valve closing* (EVC).

### **2.2.3 Bantalan Batang Katup**

Bantalan pegas katup adalah bantalan berlubang untuk batang katup ketika Bergeraknya katup yang berada pada kepala silinder dengan cara memegang katup (Wardan Suyanto, 1989 : 90). Selain itu, bantalan ini juga dilengkapi “O” ring sebagai perapat oli atau *oil sealer* antara ruang gerak mekanisme katup dengan saluran masuk maupun saluran buang.

### **2.2.4 Pegas Katup (*Valve Spring*)**

Pegas katup berfungsi untuk mengembalikan katup pada posisi menutup ketika tidak dalam keadaan membuka. Pegas katup dibutuhkan yang memiliki

kekuatan yang cukup agar katup dapat menutup rapat ketika keadaan katup menutup (*valve closing*) dan tepatnya saat penutupan katup berlangsung.

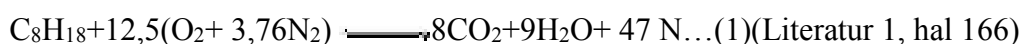
### 2.3 Proses Pembakaran

Proses pembakaran adalah proses persenyawaan antara hydrocarbon (HC) yang terkandung dalam bahan bakar dengan udara di dalam silinder yang diikuti dengan timbulnya panas. Panas dan tekanan pembakaran ini selanjutnya digunakan sebagai langkah usaha. Pada proses pembakaran dalam mesin bensin menggunakan bahan bakar diambil dari bahan bakar hidrokarbon *benzena* ( $C_8H_{18}$ ) yang akan bereaksi dengan udara (oksigen) dengan rumus kimia  $O_2$ .

Ada dua kemungkinan yang dapat terjadi dalam pembakaran gas motor bensin, yaitu:

#### 2.3.1 Pembakaran Sempurna

Pembakaran dimana bahan bakar dapat terbakar secara keseluruhan atau tuntas pada saat yang dikehendaki disebut pembakaran sempurna. Telah dijelaskan bahwa rumus kimia dari benzena adalah  $C_8H_{18}$  dan udara (oksigen) adalah  $O_2$ . Di dalam udara bebas setiap 1 mol udara (oksigen) akan bersama dengan 3,76 mol nitrogen ( $N_2$ ), sehingga persamaan kimia dari pembakaran sempurna adalah:

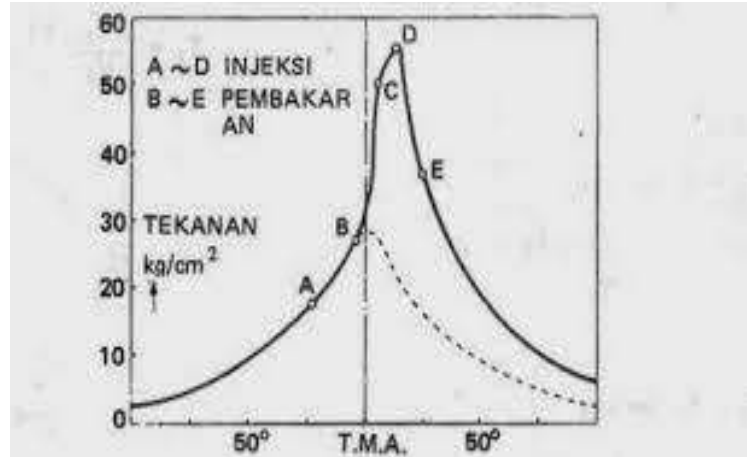


Persamaan di atas menunjukkan persamaan reaksi dari proses pembakaran dimana hidrokarbon dapat bereaksi seluruhnya menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  yang sering disebut pembakaran sempurna.

Panas dan tekanan pembakaran ini selanjutnya digunakan sebagai langkah usaha.

Pada proses pembakaran dalam mesin bensin menggunakan bahan bakar diambil dari bahan bakar hidrokarbon benzene ( $C_8H_{18}$ ) yang akan bereaksi dengan udara (oksigen) dengan rumus kimia  $O_2$

Pada keadaan yang sebenarnya mekanisme pembakaran di dalam motor bensin bersifat kompleks karena berlangsungnya melalui beberapa fase seperti yang digambarkan pada diagram/kurva proses pembakaran berikut.



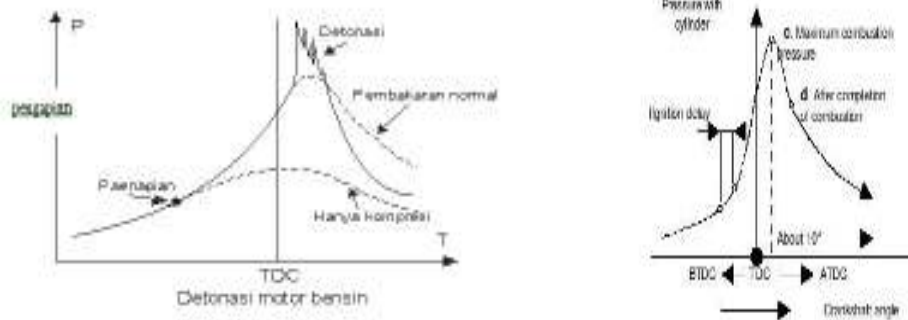
Gambar 2.9 Kurva Pembakaran Normal  
(Sumber : Satria Adhy, 2014)

Busi memercikkan bunga api pada titik A sampai titik B. Bahan bakar mulai terbakar titik B bersamaan dengan naiknya tekanan di dalam silinder. Hal ini disebabkan karena sempitnya ruang bakar akibat dari langkah kompresi dan panas pembakaran ini akan mengakibatkan naiknya tekanan di dalam silinder. Tekanan pembakaran akan mencapai titik tertinggi pada beberapa saat setelah piston melewati TMA. Berbagai cara dilakukan agar tekanan pembakaran maksimum dapat tercapai pada sekitar  $10^0$  setelah TMA yang berlangsung sampai pada titik D diantaranya adalah dengan mengatur saat pengapian, perbandingan kompresi dan jenis bahan bakar.

### 2.3.2 Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran tidak sempurna terjadi karena adanya sebagian bahan bakar yang tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar bersama pada saat yang dikehendaki. Salah satu pembakaran tidak diharapkan terjadi pada mesin bensin adalah terjadinya *pre-ignition*. *Pre-ignition* adalah proses pembakaran dimana bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari kenaikan tekanan dan suhu yang tinggi sebelum busi menyala. Gas baru yang belum terbakar terdesak oleh

gas yang telah terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik sampai keadaan hampir terbakar.



Gambar 2.10 Kurva Pembakaran Tidak Sempurna  
(Sumber : Satria Adhy, 2014)

Sehingga, gas tersebut terbakar dengan sendirinya maka akan timbul ledakan (detonasi) yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan (*knocking noise*). Fluktuasi tekanan yang besar dan cepat terjadi pada saat akhir pembakaran sehingga akan menyebabkan tenaga mesin menurun.

## 2.4 Daya

Daya motor adalah besarnya kerja motor selama waktu tertentu. Campuran bahan bakar dan udara yang terbakar dalam ruang bakar akan menghasilkan gas pembakaran yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Gas ini akan mendorong piston ke bawah dan menghasilkan daya yang disalurkan keporos engkol melalui batang piston. Tenaga gerak yang dihasilkan mesin berasal dari energi panas hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Energi panas yang dihasilkan pada langkah ekspansi tidak semuanya diubah menjadi tenaga gerak. Untuk motor bensin, energi yang digunakan secara efektif besarnya sekitar 25 %.

Sebagian dari daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan mekanis, misalnya gesekan antara piston dengan silinder. Daya indikator juga berkurang akibat kerugian kerugian yang lain diantaranya kerugian proses pemampatan (kompresi) bahan bakar, kerugian pendinginan, kerugian pembuangan.

Secara teoritis daya efektif (Ne) mesin dirumuskan :

$$N_e = \frac{\pi \cdot S^2 \cdot D^2 \cdot n}{4 \cdot 60 \cdot 75 \cdot 100} \dots \dots (2) \text{ (Literatur 1, hal 201)}$$

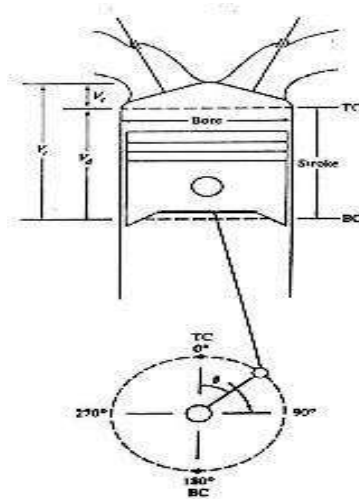
Keterangan:

- Ne = daya efektif (KW)
- S = langkah piston (cm)
- D = diameter silinder (cm)
- n = putaran mesin (rpm)
- Pe = tekanan efektif rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)
- a = faktor putaran (4T = 2, 2T = 1)
- z = jumlah silinder
- 1 Hp = 0,735 Kw

Daya pada sebuah motor dapat dipengaruhi oleh ukuran diameter silinder, langkah torak, perbandingan kompresi, dan rendemen/efisiensi.

#### 2.4.1 Volume Silinder (*Displacement*)

Volume silinder yang ditentukan oleh diameter silinder dan langkah piston merupakan dua factor penting dalam menentukan kemampuan motor, karena semakin besar diameter silinder dan langkah piston berarti semakin banyak pula bahan bakar yang dapat dibakar, sehingga tenaga yang dihasilkan akan semakin besar. Langkah piston dihitung sebagai jarak antara titik mati atas (TMA) dengan titik mati bawah (TMB). Sedangkan diameter silinder dapat diukur dengan menggunakan alat pengukur diameter silinder atau disebut dengan *Cylinder Bore Gage*.



Gambar 2.11 Diameter dan Langkah Piston  
(Sumber : Heywood, John B, 1989)

#### 2.4.2 Perbandingan Kompresi (*Compression ratio*)

Perbandingan kompresi merupakan perbandingan antara volume campuran bahan bakar dan udara yang dapat masuk ke dalam silinder selama langkah hisap sampai torak mencapai titik mati bawah dengan volume sisa pada bagian atas silinder saat torak mencapai titik mati atas disebut volume ruang bakar. Maka, perbandingan kompresi (*compression ratio*) adalah perbandingan antara volume silinder ditambah volume ruang bakar yang dibagi dengan volume ruang bakar.

$$\text{perbandingan kompresi} = \frac{V_s + V_c}{V_c} \dots (3) \text{(Literatur 1, hal 205)}$$

Keterangan:

$V_s$  = Swept volume ( $\text{cm}^3$ )

$V_c$  = Clearance volume ( $\text{cm}^3$ )

Perbandingan dapat diperbesar sehingga tekanan pembakaran akan bertambah besar yang menghasilkan daya yang semakin besar pula, tetapi tidak boleh melewati batasan tertentu karena akan menyebabkan terjadinya *knocking*/detonasi yang mengakibatkan turunnya daya mesin. Perbandingan kompresi untuk motor bensin yaitu 8 – 11.

### 2.4.3 Efisiensi Volumetric dan Efisiensi Pengisian (*Volumetric Efficiency and Charging Efficiency*)

Besarnya tenaga hasil pembakaran dipengaruhi oleh jumlah campuran udara dan bahan bakar yang dapat masuk ke dalam silinder selama langkah hisap. Pada kenyataannya jumlah campuran yang dihisap oleh motor berbeda dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: tekanan, suhu, gas sisa, dan saat kerja katup (*valve timing*). Hal ini yang menyebabkan perencanaan kemampuan pemasukan yang sesungguhnya (*actual intake performance*), efisiensi volumetrik, dan efisiensi pengisian digunakan sebagai ukuran rata-rata. Bila suhu absolut dan tekanan masing-masing adalah T dan P dan keadaan standar  $T_0 = 15^0$  dan  $P_0 = 760$  mmHg, efisiensi volumetrik dan efisiensi pengisiannya yaitu :

$$\eta_{vol} = \frac{P_1 V_1}{P_0 V_0} = \frac{P_1 V_1}{P_0 V_0} \dots (4) \text{ (Literatur 1, hal 215)}$$

$$= \frac{P_1 V_1}{P_0 V_0} \dots$$

$$\eta_{ch} = \frac{P_1 V_1}{P_0 V_0} = \frac{P_1 V_1}{P_0 V_0} \dots (5) \text{ (Literatur 1, hal 215)}$$

Hasil perhitungan efisiensi volumetrik tidak akan diperoleh tanpa terlebih dahulu mengetahui tekanan dan suhu dari keadaan pemasukan, tetapi pada efisiensi pengisian volume absolut campuran udara dan bensin dapat diselesaikan sebab kondisi standarnya telah diketahui.

### 2.4.4 Efisiensi Thermis (Thermal Efficiency)

Efisiensi thermis merupakan perbandingan antara panas yang berguna dengan panas masuk. Misalnya panas yang dihasilkan dari pembakaran campuran bahan bakar yang dimasukkan ke dalam silinder adalah Q1 dan panas yang hilang (panas keluar) pada dinding silinder serta bagian-bagian lainnya adalah Q2.

$$\eta_{th} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \dots (6) \text{ (Literatur 1, hal 216)}$$

Keterangan : Q1 = Panas yang masuk  
 Q2 = Panas yang keluar





Gambar 2.12 Diagram Kesetimbangan Panas Motor

(Sumber : Budiman, 2006)

### 2.4.5 Efisiensi Mekanis (Mechanical Efficiency)

Sebagian gaya indikator tiap langkah kerja digunakan untuk proses motor tersebut. Pemakaian tenaga lain untuk melawan tahanan gesek dari bantalan, piston, dan komponen mesin yang lain. Semua tenaga yang hilang akibat gaya-gaya di atas disebut kerugian gesek ( $N_f$ ) dimana:

$$N_e = N_i - N_f \dots\dots(7)(\text{Literatur 2, hal 110})$$

Dimana :

$N_e$  = Daya efektif

$N_i$  = Daya Indikatif

$N_f$  = Kehilangan daya indikatif

Perbandingan tenaga pengereman yang dihasilkan mesin dan daya indikator disebut efisiensi mekanik ( $\eta_m$ ). Kerja efektif mesin yang terukur mempunyai nilai lebih kecil dari pembakaran yang sesungguhnya (kerja indikator), karena adanya kerugian yang ditimbulkan karena gesekan, pendinginan, dan gas buang.

## 2.5 Pengertian Dari SOHC & DOHC

### 2.5.1 Pengertian SOHC

SOHC adalah singkatan dari *Single OverHead Camshaft* yaitu merupakan mesin yang menggunakan satu Camshaft atau yang bisa dikenal dengan noken as, jadi setiap silinder terdapat satu noken as dengan 2 katup, yaitu katup isap (*intake valves*) yang mempunyai fungsi sebagai menghisap campuran udara dan bahan bakar kedalam ruang bakar dan katup buang (*exhaust valves*) yang berfungsi sebagai mengisap sisa pembakaran ke knalpot.

### ➤ Cara Kerja SOHC

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 cam sehingga cam menekan rocker arm. Poros cam 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 cam pada desainnya. Atau SOHC adalah system poros tunggal di kepala silinder.

### 2.5.2 Pengertian DOHC

DOHC adalah singkatan dari *Double Over Head Camshaft*, adalah *Camshaft* yang mempunyai *Over Head double* atau lebih jelasnya yaitu mesin yang dalam satu piston mempunyai dua pasang *over head*. Sehingga mesin tersebut mempunyai empat klep, dimana dua klep untuk mengatur masukan bahan bakar dan dua klep untuk mengatur keluaran gas buang (menuju knalpot).

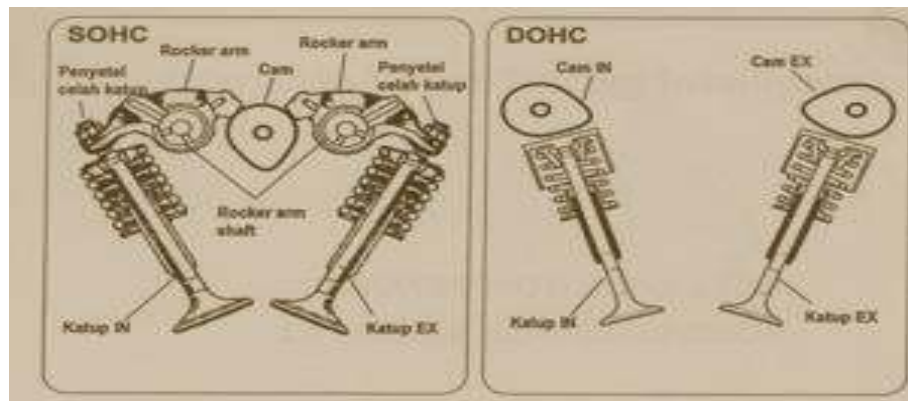
### ➤ Cara Kerja DOHC

Langkah pertama piston bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah, posisi katup masuk terbuka dan katup keluar tertutup, mengakibatkan udara atau gas terhisap masuk ke dalam ruang bakar. Proses udara atau gas sebelum masuk ke ruang bakar dapat dilihat pada sistem pemasukan.

Selanjutnya piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas, posisi katup masuk dan keluar tertutup, mengakibatkan udara atau gas dalam ruang bakar terkompresi. Beberapa saat sebelum piston sampai pada posisi titik mati atas, waktu penyalaan (*timing ignition*) terjadi pada mesin bensin berupa nyala busi. Dan gas yang terbakar dalam ruang bakar akan meningkatkan tekanan dalam ruang bakar, mengakibatkan piston terdorong dari titik mati atas ke titik mati bawah. Proses terakhir yaitu piston bergerak dari titik mati bawah dan titik mati atas, posisi katup masuk tertutup dan katup keluar terbuka, mendorong sisa gas pembakaran menuju ke katup keluar yang sedang terbuka untuk diteruskan ke lubang pembuangan.

### 2.5.3 Perbedaan antara SOHC dan DOHC

Pada dasarnya, hal yang membedakan antara SOHC dan DOHC terletak pada jumlah *overhead camshaft* di dalamnya. SOHC atau *Single Over Head Camshaft* memiliki 1 overhead / nokren as yang di dalamnya terdapat 2 klep (untuk masukan gas [intake] dan buangan gas [exhaust]). Sedangkan DOHC atau *Double Over Head Camshaft* memiliki 2 nokren as yang masing-masing melayani 2 klep untuk intake dan exhaust di tiap nokrennya.

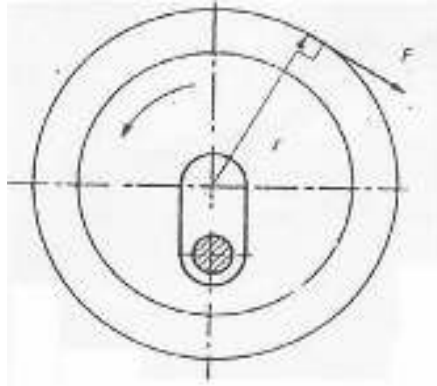


Gambar 2.13 Perbedaan SHOC (kiri) dan DOHC (kanan)  
(Sumber : Waluyo, 2014)

### 2.6 Torsi

Torsi adalah gaya untuk menggerakkan, menarik atau menjalankan sesuatu. Torsi dihasilkan dengan mengalikan gaya ( $F$ ) dengan jarak ( $r$ ). Pada suatu motor gerakan torak yang naik turun akan diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Gerakan putar pada poros engkol akan membentuk suatu lintasan yang berbentuk lingkaran. Gaya putar pada poros engkol inilah yang disebut momen putar (torsi) pada motor. Besarnya nilai torsi pada motor akan tergantung pada besarnya daya ( $P$ ) yang dihasilkan oleh motor tersebut. Hubungan antara daya dan torsi akan ditunjukkan sebagai berikut :

Misalkan suatu gaya F Newton bekerja pada tuas sepanjang r meter yang diikatkan pada ujung poros engkol misalkan pada roda penerus.



Gambar 2.14 Momen Putar Adalah Gaya Kali Jarak ( $M=F.r$ )  
(Sumber : Arends, 1992)

Dianggap gaya F berdiri tegak lurus pada tuas dan bekerja berlawanan dengan arah putaran motor. Maksudnya untuk menentukan besarnya gaya F yang diperlukan untuk mengatasi kerja motor yang arahnya berlawanan arah. Bila gaya F berputar sekali mengelilingi lingkaran, maka F telah melakukan lintasan sejauh keliling lingkaran, yaitu :

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r \dots\dots\dots (8) \text{(Literatur 3, hal 110)}$$

Dimana,

S = keliling lingkaran dalam meter

r = jari-jari lingkaran dalam meter

Besarnya kerja (W) menjadi:

$$W = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (9) \text{(Literatur 3, hal 210)}$$

Dalam hal ini:

W = kerja dalam Nm

F = gaya dalam Newton

r = jari-jari dalam meter

Bila motor mempunyai n putaran per detik, maka kerja tiap detik atau sering disebut daya (P) adalah:

$$(1) \quad P = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \text{ (Nm/s atau Watt) } \dots\dots(10) \text{ (Literatur 3, hal 166)}$$

Karena  $F \cdot r$  membentuk momen putar atau torsi (T), maka rumusnya menjadi:

$$(2) \quad P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot T \text{ (Nm/s atau Watt) } \dots\dots(11) \text{ (Literatur 3, hal 170)}$$

Dalam hal ini:

P= daya dalam Watt

n= putaran per detik

T= torsi dalam Nm

Bila yang diminta besarnya momen putar atau torsi, maka dipakai rumus:

$$T = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} \text{ (Nm) } \dots\dots\dots(12) \text{ (Literatur 3, hal 179)}$$

Putaran mesin biasanya dalam satuan RPM (putaran per menit) maka untuk mencari torsi maka n dibagi 60 agar menjadi putaran dalam detik, sehingga rumusnya menjadi:

$$T = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}} \text{ atau } T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} \text{ (Nm) } \dots\dots\dots(13) \text{ (Literatur 3, hal 189)}$$

Berdasarkan rumus di atas dapat diketahui besarnya torsi bila telah diketahui besarnya daya (P) dan putaran mesin (n) yang dihasilkan motor tersebut.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

**Metode penelitian adalah Metode Eksperimental**

### **3.1 Tempat dan waktu**

#### **3.1.1 Tempat**

Tempat pelaksanaan pengujian di Jl. Jendral Besar A.H Nasution No. 84 c, Pangkalan Mashyur, Kec Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3.1 Lokasi

#### **3.1.2 Waktu Penelitian**

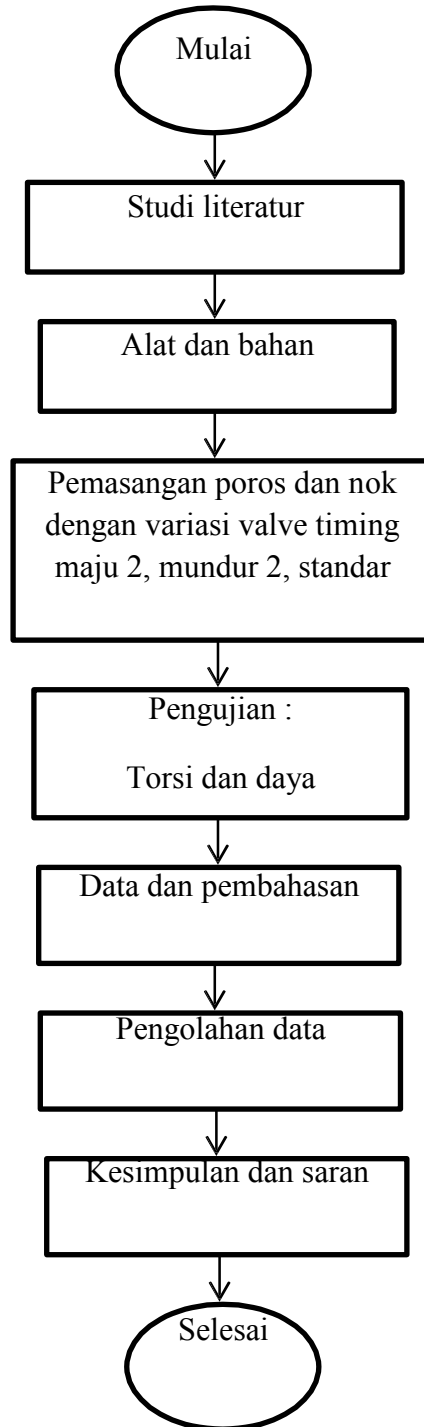
Kegiatan penelitian yang diusulkan ini akan dilakukan dalam waktu 4 bulan atau Mei sampai Agustus 2022, seperti yang sudah diperlihatkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian Mei - Agustus 2022

No	KEGIATAN PENELITIAN	BULAN KE			
		1	2	3	4
1	Membuat dan mengadakan seminar proposal penelitian				
2	Mengadakan dan pemasangan perangkat keras penelitian				
3	Melakukan Eksperimen				
4	Penyusunan draft laporan				
5	Mengadakan seminar hasil penelitian				
6	Pembuatan laporan dan penggandaan hasil penelitian				

### 3.2. Diagram Alir Metode Eksperimental

Untuk mempermudah dalam penelitian ini maka digunakan diagram alir pada gambar 3.2 yang tertera dibawah ini. **Diagram Alir**



Gambar 3.2 Diagram Alir



### 3.3 Bahan, Alat dan Mesin

Sebelum melakukan pengujian bahan dan peralatan harus disiapkan, agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang sesuai. Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah motor empat langkah tipe Honda Vario 125 CBS ISS dengan spesifikasi sebagai berikut :

#### 3.3.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian tersebut:

1. Pertamax



Gambar 3.3 Bahan Bakar Pertamax

Pertamax merupakan salah satu bahan bakar bensin yang cukup mahal dan salah satu bahan bakar yang baik digunakan, Spesifikasi umumnya sebagai berikut:

- Warna biru
- RON 92
- Berat jenis pada suhu  $15^{\circ}$  ( $715 \text{ kg/m}^3 - 770 \text{ kg/m}^3$ )
- Harga 14.500 /liter

2. Oli sebagai pelumas yang digunakan pada pengujian



Gambar 3.4 Oli

### 3.3.2 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Tachometer* berfungsi sebagai alat untuk mengukur kecepatan putaran mesin (RPM), alat ini digunakan pada putaran crankshaft mesin.



Gambar 3.5 Tachometer

2. *Dial indicator* sebagai indicator pada pengukuran saat kerja katup (*timing valve*). Alat ini digunakan pada katup hisap dan katup buang.



Gambar 3.6 Dial indicator

3. Busur Putar ( $360^{\circ}$ ) untuk mengukur durasi dan saat kerja katup (*timing valve*). Alat ini diletakan pada bagian magnet.



Gambar 3.7 Busur Putar ( $360^{\circ}$ )

4. *Feeler gauge* untuk mengukur kelonggaran katup. Alat ini digunakan pada bagian katup buang dan katup hisap.



Gambar 3.8 *Feeler gauge*

5. *Compression tester*, untuk mengukur tekanan kompresi. Alat digunakan pada bagian lubang busi.



Gambar 3.9 *Compression tester*

6. *Infrared* untuk mengukur suhu kerja mesin. Alat digunakan pada bagian mesin.



Gambar 3.10 *Infrared*

7. *Tool set*, untuk membuka atau mengunci komponen mesin. Alat-alat ini digunakan untuk menguatkan dan melonggarkan baut.



Gambar 3.11 *Tool set*

8. Baterai sebagai sumber listrik pada sepeda motor.



Gambar 3.12 Baterai

9. Poros nok (*Camshaft*) sebagai pengatur klep sesuai system firing yang ada.



Gambar 3.13 Poros Nok (*Camshaft*)

10. Blower atau kipas angin sebagai pendingin udara tambahan.



Gambar 3.14 Blower

11. Dynotes berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui torsi atau daya yang dihasilkan mesin motor.

Adapun untuk spesifikasi sebagai berikut :

- Dynotes
  - Sensor : AFR Bosch
  - Kapasitas power : 100 HP
  - Berat roller : 200 Kg
  - Drag roller : 100 Rpm
  - Channel of sensor : Lambada sensor BOSCH LSU 4.9 ADV
  - Konsumsi listrik dynotes : 100 watt
  - Bobot dynotes : 300 – 400 Kg



Gambar 3.15 Dynotes

### 3.3.3. Mesin

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

- Motor Bakar
  - Type mesin : 4-Langkah, SOHC, Pendingin
  - Diameter x langkah : 52,4 x 57,9 mm
  - Daya maksimum : 8,2 Kw (11,1 PS) / 8500 rpm
  - Kapasitas tanki bahan bakar : 5,5 Liter
  - Torsi Maksimum : 10,8 Nm (1,1 kgf.m) / 5000 rpm
  - Perbandingan Kompresi : 11,0 : 1
  - Kapasitas Minyak Pelumas : 0,8 Liter pada penggantian periodic
  - Berat Kendaraan : 111 kg



Gambar 3.16 Honda Vario 125 cc

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan one shoot method atau model pendekatan yang menggunakan satu kali pengumpulan data pada “suatu saat” (Suharsimi Arikunto, 1997 : 72). Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan daya dan torsi dengan menggunakan variasi perubahan poros nok (*camshaft*) dengan variasi saat kerja katup (*valve timing*) *advance*  $2^0$ , *standard*, *retard*  $2^0$ , dan berulang kali pada kondisi yang dibuat sama. Pelaksanaan eksperimen ini dilakukan satu kali pengambilan data, sehingga diharapkan data yang didapat benar-benar valid.

Langkah penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan sebelum pengujian
  - a. Persiapan mesin uji yang meliputi pemasangan poros nok (*camshaft*) dengan variable yang digunakan.
    - Lepas poros nok dari kepala silinder
    - Lepas dudukan timing gear pada poros nok
    - Geser dudukan timing gear sebesar :
      - Sebesar  $2^0$  berlawanan arah jarum jam untuk poros nok
      - Sebesar  $2^0$  searah jarum jam untuk poros nok dengan variasi saat kerja Advance  $2^0$ .
  - b. Pasang kembali poros nok ke dalam kepala silinder dengan cara menepatkan tanda TMA dengan sesuai



## 2. Langkah pengujian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Menggabungkan mesin uji dengan alat penguji (vehicle engine dynamometer).
- b. Hidupkan mesin hingga mencapai suhu kerja mesin kemudian masukkan transmisi pada transmisi ke-3.
- c. Melakukan pengambilan data pada tingkatan putaran yang telah ditentukan.
- d. Melakukan pencatatan hasil pengukuran pada lembar observasi secara benar.
- e. Melakukan pengolahan data yang selanjutnya untuk diambil kesimpulan.
- f. Lakukan pengujian mesin selanjutnya dengan menggunakan variabel bebas yang telah ditentukan.
- g. Melakukan perhitungan dengan benar dan teliti sesuai dari pengujian yang sudah dilakukan dan mengkaji hasil yang perlu diperhatikan dengan seksama.

### **3.5 Variabel Penelitian**

#### 1. Variabel Bebas

Variable bebas dalam penelitian ini adalah poros nok (*camshaft*) dengan variasi saat kerja katup (*valve timing*) *advance*  $2^0$ , *standard*, *retard*  $2^0$  dan serta putaran mesin (rpm).

#### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mesin empat langkah 125 cc.dengan melihat pada besarnya daya dan torsi.

### **3.6 Analisis Data**

Teknik analisis data yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan statistika deskriptif yang dilakukan dengan cara melukiskan dan merangkum pengamatan dari penelitian yang dilakukan. Data yang dihasilkan digambarkan secara grafis dalam histogram atau polygon frekuensi hubungan antara variabel bebas dengan variable terikat.