

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Observasi terhadap analisis pengaruh perubahan profil camshaft terhadap unjuk kerja mesin serta mencari referensi yang memiliki relevansi terhadap judul penelitian. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu sebagai berikut:

Tugas akhir yang ditulis oleh Priyo Andrianto Stevansa yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Camshaft Standart dan Camshaft Racing Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah”. Pada tugas akhir ini membahas tentang Analisa pengaruh penggunaan camshaft terhadap performa mesin menggunakan *dynotest*. Pada camshaft standart menghasilkan daya maksimal sebesar 14.11 HP pada putaran 8000 rpm dan Torsi maksimal sebesar 18.72 N.m pada putaran 6500 rpm. Sedangkan camshaft racing dapat menghasilkan Power maxsimal sebesar 14.77 HP pada putaran 8000 rpm dan Torsi maxsimal sebesar 19.05 N.m pada putaran 7500 rpm.

Jurnal yang ditulis oleh Destiro Estu Wijayanta yang berjudul “Analisa Pengaruh Variasi Lobe Separation Angle (LSA) Pada Camshaft Terhadap Unjuk Kerja Mesin Supra X 125 Tahun 2008”. Pada jurnal ini membahas tentang analisis pengaruh premium terhadap daya dan torsi menggunakan alat *dyno test*. Daya efektif yang dihasilkan oleh camshaft modifikasi  $102^{\circ}$  dan  $103^{\circ}$  mengalami peningkatan rata-rata 25.24% dan

22.52% dari standart 104<sup>0</sup>, sedangkan Torsi yang dihasilkan oleh camshaft modifikasi 102<sup>0</sup> dan 103<sup>0</sup> mengalami peningkatan rata-rata 28.30% dan 23.02% dari standart 104<sup>0</sup>.

Jurnal yang ditulis R.A.T (Racing Automotve Tuning) yang berjudul “Durasi, *Lift*, Efek Desain Noken As”. Pada Jurnal ini membahas tentang Analisis pengaruh Durasi, *Lift*, pada noken as terhadap unjuk kerja mesin menggunakan micron.

Dari beberapa tinjauan pustaka di atas secara keseluruhan mempunyai parameter yang hampir sama yaitu pengaruh buka tutup katup yang di kerjakan oleh camshaft terhadap unjuk kerja mesin. Dynotest sebagai alat untuk mengambil data dari sampel percobaan.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Definisi Motor Bakar**

Menurut Wiranto Arismunandar (1988) Energi diperoleh dengan proses pembakaran. Ditinjau dari cara memperoleh energi termal ini mesin kalor dibagi menjadi 2 golongan, yaitu mesin pembakaran luar dan mesin pembakaran dalam. Pada mesin pembakaran luar proses pembakaran terjadi di luar mesin energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah. Mesin pembakaran dalam pada umumnya dikenal dengan nama motor bakar. Proses pembakaran berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis.

Motor bakar torak mempergunakan beberapa silinder didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak balik). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penghubung (batang penggerak) dihubungkan dengan poros engkol. Gerak translasi torak tadi menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol menimbulkan gerak translasi pada torak. Pada motor bakar tidak terdapat proses perpindahan kalor dari gas pembakaran ke fluida kerja karena itulah komponen motor bakar lebih sedikit daripada komponen mesin uap. (Arismunandar. W, 1988)

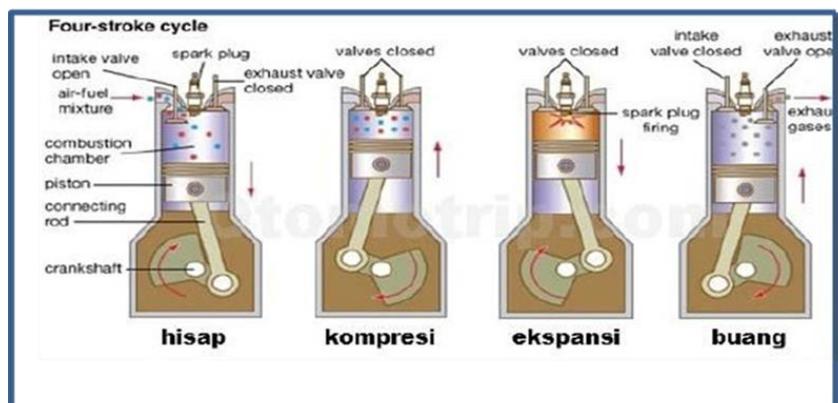
### **2.2.2 Mesin Berbahan Bakar Bensin**

Motor bakar torak dibagi menjadi dua jenis yaitu motor bensin (Otto) dan Mesin Diesel. Perbedaannya yang utama terletak pada sistem penyalannya. Bahan bakar pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan api listrik diantara kedua elektroda busi. Karena itu motor bensin dinamai juga Spark Ignition Engines. (Arismunandar W, 1988) Mesin bensin adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk

proses pembakaran (Spark Ignition), dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis. Karakteristik dari bensin yang memiliki temperature auto-ignition yang lebih tinggi dari solar sehingga bensin membutuhkan busi pembakaran untuk memulai pembakaran. Sedangkan yang dimaksud dengan temperature auto-ignition sendiri adalah temperatur dimana fraksi akan menimbulkan api dengan sendirinya tanpa adanya sumber api atau percikan api, oleh karena itu diperlukan tekanan kompresi yang lebih rendah dibanding Mesin Diesel, karena pada Mesin Diesel memulai pembakaran hanya dengan meningkatkan kompresi.

### 2.2.3 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat langkah piston. Mesin 4 tak memiliki 4 langkah piston antara lain; langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang.



Gambar 2.1. Motor bakar 4 langkah.

Langkah hisap atau intake stroke adalah posisi katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup, piston bergerak dari Titik Mati Atas

(TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB). Gerakan piston menyebabkan ruang didalam silinder menjadi vakum, sehingga campuran bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder.

Langkah kompresi atau compression stroke adalah langkah dimana campuran bahan bakar dan udara dikompresikan atau ditekan di dalam silinder. Proses yang terjadi pada langkah hisap adalah posisi katup hisap dan katup buang tertutup, piston bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju ke Titik Mati Atas (TMA). Karena gerakan piston, volume ruang bakar mengecil sehingga membuat tekanan dan temperatur campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder naik.

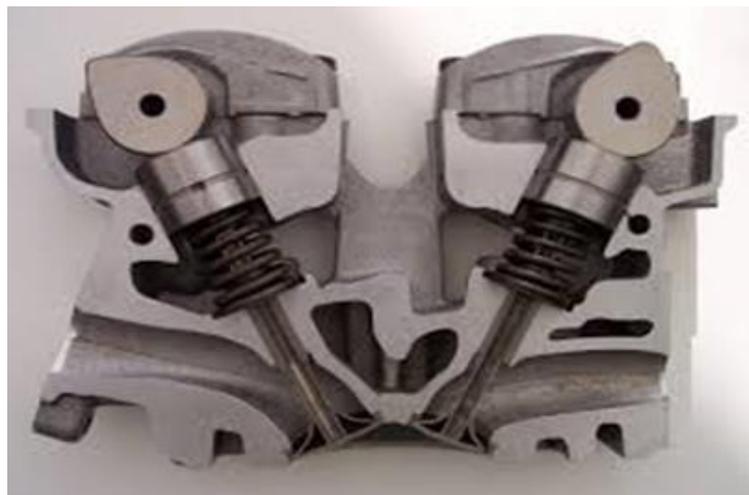
Langkah kerja atau combustion stroke adalah langkah dihasilkannya kerja dari energi pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Posisi kedua katup tertutup, beberapa saat sebelum piston mencapai TMA busi memercikan bunga api pada campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresi dan terjadi pembakaran. Terjadinya pembakaran menyebabkan gas didalam silinder mengembang, tekanan dan suhu naik. Tekanan pembakaran mendorong piston bergerak ke TMB, gerakan inilah yang menjadi tenaga motor.

Langkah buang atau exhaust stroke adalah langkah dimana gas sisa pembakaran dikeluarkan dari silinder. Katup hisap tertutup dan katup buang terbuka, piston bergerak dari TMB menuju ke TMA, gas sisa hasil pembakaran akan terdorong ke luar dari dalam silinder melalui saluran

katup buang. Ketika piston sudah mencapai TMA poros engkol sudah berputar dua kali.

Syarat mesin berjalan dengan maksimal harus memenuhi kriteria pembakaran yang baik yaitu kompresi tinggi, pengapian pada waktu yang tepat, penyalaan bunga api pada busi kuat atau besar serta campuran bahan bakar dan udara tepat.

DOHC (Double Over Head Camshaft) yaitu dua camshaft ditempatkan pada kepala silinder, satu untuk menggerakkan katup masuk dan yang lainnya untuk menggerakkan katup buang. Camshaft membuka dan menutup katup langsung, tidak memerlukan rocker arm. DOHC ditandai dengan dua camshaft yang terletak pada satu kepala silinder. setiap silinder memiliki 4 buah katup, dua buah katup hisap dan dua buah katup buang. Desain DOHC memiliki camshaft yang berada lurus diatas katup. DOHC memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain;



Gambar 2.2 Mesin DOHC.



Gambar 2.3 Mesin Suzuki Satria F150CC.

Kekurangan:

1. Memiliki berat yang lebih besar dibanding SOHC
2. Pengaturan celah katup harus mengganti shim, pada SOHC hanya mengatur baut penyetel pada *rocker arm*.
3. Bahan bakar relatif lebih boros

Kelebihan:

1. Tidak menggunakan rocker arm, sehingga pemuaian yang terjadi pada rocker arm dapat dihilangkan.
2. Stabil pada rpm tinggi
3. Camshaft DOHC lebih mudah diolah daripada camshaft SOHC, karena memiliki camshaft yang terpisah antara buang dan hisap.

### 2.3 Prinsip kerja camshaft

Pada motor bensin empat langkah, bahan bakar masuk ke ruang silinder setelah dicampur dengan udara di karburator. 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. Camshaft dapat diibaratkan seperti jantung manusia, yaitu sebagai pengatur sirkulasi darah dan suplai makanan yang diperlukan bagi tubuh manusia. Pada camshaft yang diatur adalah sirkulasi bahan bakar dan udara (O<sub>2</sub>) yang diperlukan untuk pembakaran yang menghasilkan tenaga.

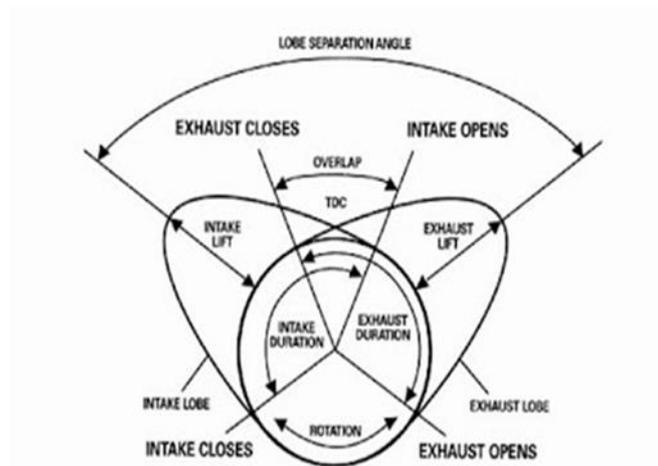
Gambar 2,4 Camshaft Suzuki Satria F 150cc.



Gambar 2.4 Chamshaft Camshaft Suzuki Satria F 150cc

Pada sebuah camshaft terdapat bagian-bagian yang masing-masing mempunyai peranan penting. Bagian-bagian camshaft seperti *IN open* (waktu buka valve in), *IN close* (waktu tutup valve in), *EX open* (waktu buka valve ex), *EX close* (waktu tutup valve ex ), *lobe separation angle* (LSA) dan *overlap* mempengaruhi banyak Sedikitnya campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar.

Proses mengatur ulang buka tutup camshaft memerlukan ketelitian yang lebih, untuk mendapatkan debit aliran udara dan bahan bakar yang maksimal ke ruang bakar. Maka diperlukan pengaturan yang tepat terhadap *valve lift*, *valve lift duration*, dan *valve lift timing*. Selain variabel-variabel tersebut, *lobe separation angle* (LSA) juga berperan besar terhadap peningkatan kesempurnaan pembakaran. LSA merupakan jarak pemisah antara puncak durasi intake dengan puncak durasi exhaust. Dapat d ilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5. Bagian-bagian *Chamshaft*

Keterangan gambar:

- a. Intake Open Lift
- b. Exhaust Open Lift
- c. Intake Close Duration
- d. Exhaust Close Duration
- e. Overlap
- f. Lobe Separation Angle (LSA)



Gambar 2.6 Titik LSA (lobe separation angle)

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 meningkatkan *overlap* dapat dilakukan dengan cara mempersempit LSA hal ini akan mengurangi kevakuman di dalam *intakemanifold* pada putaran bawah. 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 LSAny.

Tabel 2.1 Efek dari perubahan camshaft.

Cam Change	Typical Effect
Durasi Tinggi	Menggeser rentang ke RPM atas.
Durasi Rendah	Menambah torsi putaran bawah
Overlapping Besar	Dapat menjaga Suhu mesin, meningkatkan power pada rpm atas
Overlapping Kecil	Meningkatkan Respon Pada RPM Bawah, suhu mesin sangat cepat panas
Mengurangi LSA	Meningkatkan torsi, Akselerasi cepat, Powerban lebih sempit
Menambah LSA	Powerband lebih lebar, Power memuncak stasioner lembut.

## 2.4 Cara pengukuran buka tutup katup

Pengukuran durasi noken as dimulai saat klep mulai terangkat dan saat klep mulai menutup.

Ada tiga cara dalam mengukur durasi noken as;

- 1 .Tehnik STS durasi dihitung saat klep mulai terangkat 0,02 mm sampai 0.02mm sebelum menutup.
- 2 .Tehnik Inggris durasi dihitung saat klep mulai terangkat 1,25mm sampai 1,25mm sebelum menutup.
3. Tehnik Jepang durasi dihitung saat klep mulai terangkat 1mm sampai 1mm sebelum menutup.

Kita bisa memakai salah satu dari ketiga tehnik diatas, asalkan kita mencantumkan tehnik mana yang kita gunakan. Kebanyakan mekanik-mekanik di tanah air sering menggunakan teknik jepang, yaitu durasi diukur mulai klep membuka pada angkatan 1mm.

Rumus untuk menghitungnya adalah,

**Durasi Intake (klep IN) = in open + 180° + in close**

**Durasi Exhaust (klep EX) = ex open + 180° + ex close**

**Total Durasi = Durasi Intake + Durasi Exhaust / 2**

Angka 180° adalah sudut yang dihasilkan dari putaran as kruk dalam sekali siklus hisap maupun buang 180°.

contoh cara menghitung durasi dengan menggunakan rumus tersebut;

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:

1. Durasi klep Intake =  $23^\circ + 180^\circ + 47^\circ = 250^\circ$

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

2. Total durasi = Durasi klep Intake + Durasi klep Exhaust dibagi 2

Total Durasi =  $250^\circ + 250^\circ / 2$

Total Durasi =  $250^\circ$

3. Derajat Center (pusat bubungan)

Derajat Center Intake = Durasi klep Intake / 2 - Buka Intake

Derajat Center Exhaust = Durasi klep Exhaust / 2 - Tutup Exhaust

4. Derajat Center (pusat bubunga)

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

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

5. LSA = Derajat Center Intake + Derajat Center Exhaust / 2

=  $102^\circ + 102^\circ / 2$

LSA =  $102^\circ$

6. Overlapping = Buka Intake + Tutup Exhaust

=  $23^\circ + 23^\circ = 46^\circ$

Overlapping =  $46^\circ$

## 2.5 Cara pengukuran konsumsi bahan bakar

Yaitu menggunakan wadah bekas oli samping yang sudah dibersihkan kemudian di pasang pada bagian (lebh tinggi dari karbulator )

1. sambungkan dengan selang yang langsung menyalur pada karbulator.
2. Kemudian takar bahan bakar menggunakan gelas ukur 500 ml
3. Masukkan bahan bakar kedalam gelas ukur.
4. Lihat kilometer awal dan catat
5. Motor di kendarai dengan kecepatan konstan 50 dan 80 km/jam
6. Selalu lihat kilometer jika sudah mencapai 10 km maka langsung lakukan pemberhentian motor dan matikan mesin
7. Kuras bahan bakar dari wadah, langsung masukan kedalam gelas ukur
8. Lihat pengurangan bahan bakar yang semula 500 ml kemudian lakukan perhitungan dengan cara data awal d kurang data akhir.
9. Maka di dapat 10 km/ml.



Gambar 2.7 Gelas ukur 1000ml