

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Motor Bakar

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energy 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 (Wardono, 2004).

2.2 Prinsip Kerja Motor Bensin

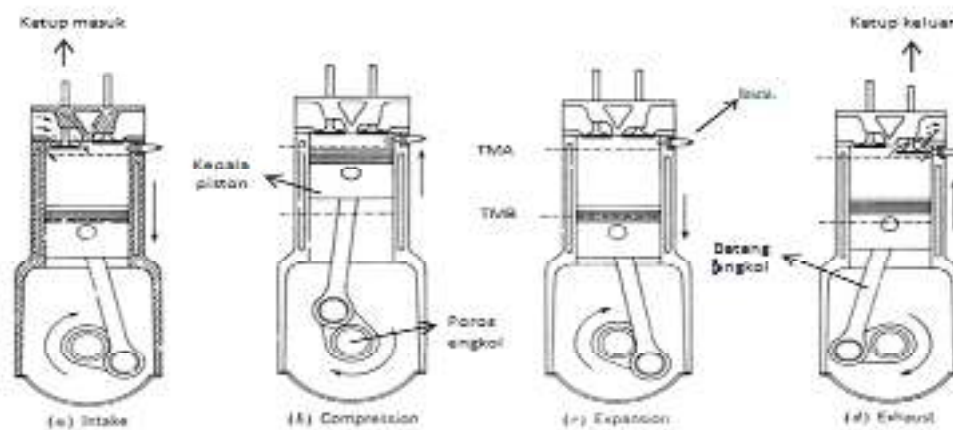
Prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi hasil gas panas atau hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran terjadi didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas (Hidayat,2012:14)

Motor bensin jenis torak yang gerakan torak merupakan gerakan bolak-balik (translasi) diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Gerak putar atau rotasi lebih mudah untuk digunakan sebagai kebutuhan manusia.

2.3 Motor bensin Empat Langkah (4 Tak)

Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol jadi dalam satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan (Heywood,1998). Dibandingkan dengan motor 2tak

,motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya. Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas (TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB). Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB, maka siklus motor 4 (empat) langkah dapat diterangkan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Siklus motor bakar 4 langkah

(Sumber: Heywood, 1998)

2.4 Siklus Otto Siklus udara Volume Konstan

Siklus Otto pada mesin bensin disebut juga dengan siklus volume konstan, dimana pembakaran terjadi pada saat volume konstan. Pada mesin bensin dengan siklus Otto dikenal dua jenis mesin, yaitu mesin 4 langkah (*four stroke*) dan 2 langkah (*two stroke*). Untuk mesin 4 langkah terdapat 4 kali gerakan piston atau 2 kali putaran poros engkol (*crank shaft*) untuk tiap siklus pembakaran, sedangkan

untuk mesin 2 langkah terdapat 2 kali gerakan piston atau 1 kali putaran poros engkol untuk tiap siklus pembakaran. Sementara yang dimaksud langkah adalah gerakan piston dari TMA (TitikMatiAtas) atau *TDC (Top Death Center)* sampai TMB (TitikMatiBawah) atau *BDC (Bottom Death Center)* maupun sebaliknya dari TMB ke TMA, dapat dilihat pada gambar 2.7 diagram P-V:



Gambar 2.2 Diagram p-v siklus Otto

(Sumber : wiranto Arismunandar. 2002 penggerak mula motor bakar)

Pada diagram terlihat proses dari gerakan piston motor bensin dimana proses yang terjadi adalah sebagai berikut :

0-1: Proses langkah hisap (Isentropic)

Pemasukan udara dan bahan bakar (Isentropic) dimana volume berubah sedangkan tekanan konstan.

1-2 : Proses langkah kompresi (*Adiabatis*), tekanan meningkat dan volume mengecil.

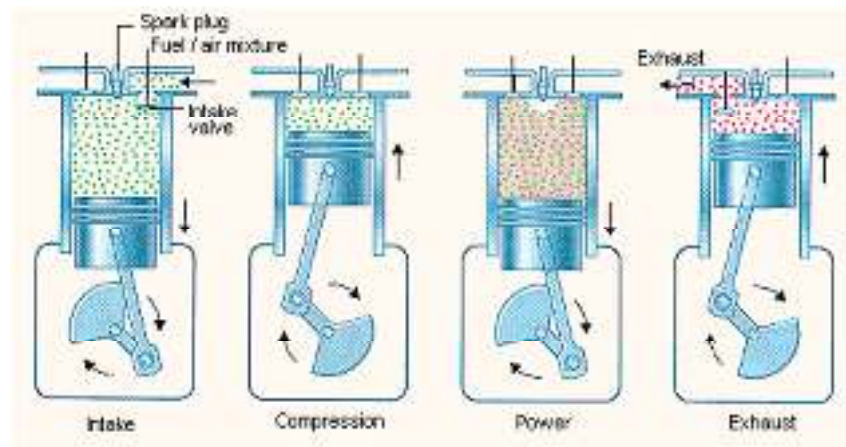
2-3: Proses langkah pemasukan kalor (*Isokhorik*) atau dimana busi memercikkan bunga api pada volume konstan dan tekanan meningkat.

3-4 : proses langkah ekspansi atau langkah kerja (*Adiabatis*) dengan tekanan menurun dan volume membesar.

4-0 : proses langkah pembuangan kalor (*Isokhorik*) dimana tekanan menurun sedangkan volume konstan.

2.5 Sistem kerja motor bakar 4 langkah

Motor bensin 4 langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan 4 langkah torak dan 2 kali putaran poros engkol. Adapun prinsip kerja motor 4 langkah dapat dilihat pada (gambar 2.8) dibawah ini



Gambar 2.3 Skema gerakan torak 4 langkah

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

Prinsip kerja motor 4 langkah dapat dijelaskan sebagai berikut :

2.5.1 Langkah hisap (*Isentropi*)

Langkah hisap ditandai dengan piston bergerak dari TMA menuju TMB dengan tanda katup masuk terbuka dan katub buang tertutup. Saat langkah hisap didalam silinder terjadi kevakuman negatif yang mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara masuk ke silinder (Hidayat,2012).



Gambar 2.4 Langkah hisap

(Sumber:http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php)

Katup masuk pada langkah hisap sudah terbuka sebelum piston bergerak ke TMA dengan tujuan untuk menghasilkan lubang masuk bahan bakar yang lebih lama. Waktu piston bergerak menuju TMB maka akan terjadi kevakuman sehingga akan terjadi tahanan aliran campuran bahan bakar dan udara yang mengakibatkan

volume silinder dibawah 100%. Putaran mesin yang tinggi maka kevakuman tersebut akan rendah sehingga volume bahan bakar dan udara yang masuk juga sedikit dan daya mesin akan berkurang pada putaran yang tinggi.

Mesin menggunakan pemasukan bahan bakar dan udara dengan tekanan maka kevakuman yang rendah saat putaran tinggi dapat dihilangkan. Kelemahan dari cara ini adalah sebagian dari gas buang yang berada pada ruang bakar hanya akan di buang oleh energi gerakan.

Peristiwa tersebut dapat dikurangi oleh proses *overlapping* katup, namun akan selalu ada gas buang yang tertinggal didalam silinder (Arends,1980).

2.5.2 Langkah kompresi (*Adiabatis*)

Langkah kompresi secara teori terjadi ketika piston bergerak dari TMB menuju TMA dengan posisi katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup. Kenyataan yang terjadi langkah kompresi dimulai saat katup masuk tertutup.



Gambar 2.5 Langkah kompresi

(Sumber:http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php)

Langkah kompresi mengakibatkan campuran dan bahan bakar dikompres atau ditekan akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga mudah dalam proses pembakaran. Tekanan kompresi akan naik bila ruang bakar diperkecil. Ruang bakar yang semakin kecil terhadap panjang langkah torak maka perbandingan kompresi akan naik.

2.5.3 Langkah kerja/ usaha *ekspansi* (*Isokhorik*)

Penghentian kebakaran gas sebaiknya terjadi pada TMA atau sedikit sesudahnya, ini disebabkan oleh pengembangan gas akibat suhu tertinggi harus terjadi pada volumeter kecil sehingga piston mendapat tekanan terbesar. Ekspansi terjadi diatas piston selama terjadi langkah kerja. Terlihat pada gambar 2.6 Langkah kerja



Gambar 2.6 Langkah kerja

(Sumber:http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php)

2.5.4 Langkah buang (*isokhorik*)

Gerakan piston yang menuju TMA akan mempertinggi tekanan dari gas buang yang akan mengalir melalui katup buang yang akan menuju saluran buang. Seperti apa yang telah dijelaskan pada langkah hisap, sisa dari gas buang tidak akan semuanya terbang, masih ada yang tertinggal di ruang bakar. *Overlapping* katup dapat mengurangi peristiwa tersebut (Arends, 1980).

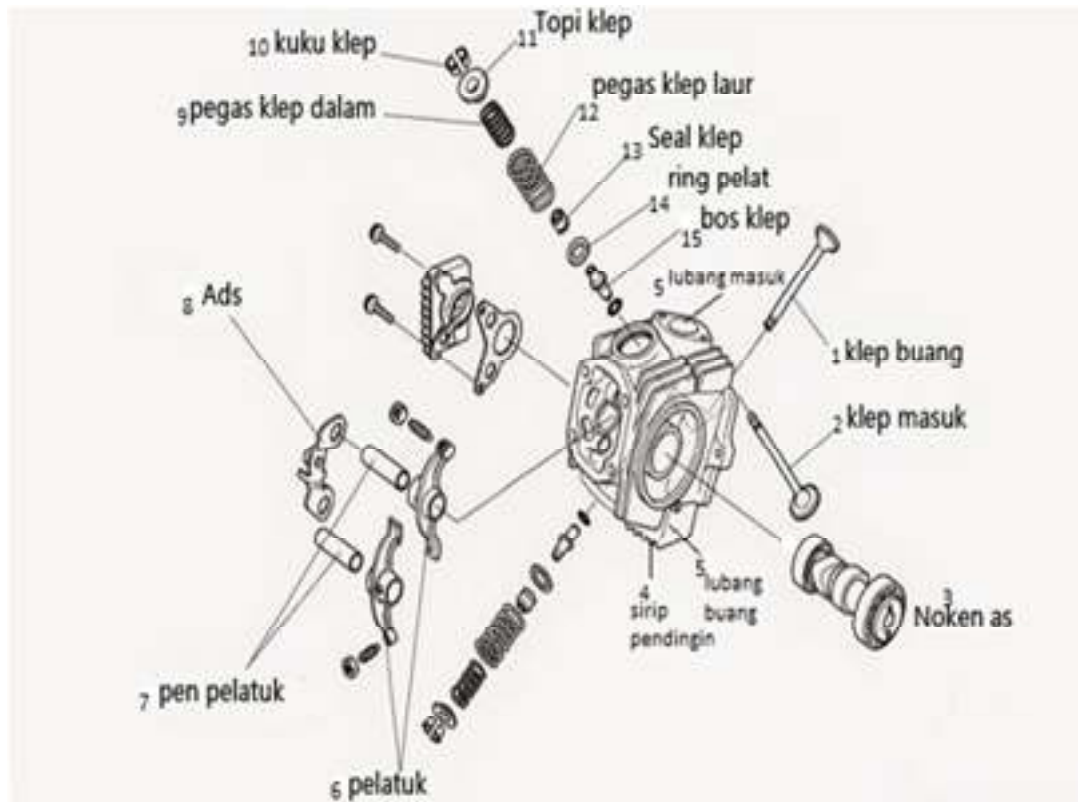


Gambar 2.7 Langkah buang

(Sumber: http://www.isuzu-astra.com/service_engine.php)

2.6 Kepala silinder mesin empat langkah

Kepala silinder mesin empat langkah bentuknya lebih besar bila dibandingkan dengan kepala silinder mesin dua langkah, mana pada konstruksi kepala silinder mesin empat langkah terdapat komponen-komponen seperti gambar 2.8:



Gambar 2.8 Komponen kepala silinder

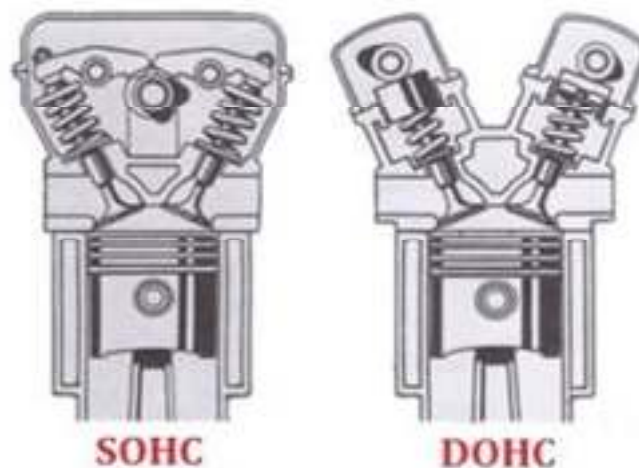
(Sumber: Modul pembekalan mahasiswa mesin 2008 Universitas Negeri Semarang)

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Katup buang | 8. Ads |
| 2. Katup masuk | 9. Pegas klep bagian dalam |
| 3. Noken as (<i>Camshaft</i>) | 10. Kuku klep |
| 4. Sirip pendingin (<i>fin</i>) | 11. Topi klep |
| 5. Lubang masuk (<i>intlet port</i>) dan
lubang pembuangan (<i>exhaust</i>) | 12. Pegas klep luar |
| 6. Pelatuk (<i>rocker arm</i>) | 13. Seal klep |
| 7. Pen pelatuk | 14. Ring plat |
| | 15. Bos klep |

2.7 SOHC (*Single Over Head Camshaft*) dan DOHC (*Double Over Head Camshaft*)

Antara SOHC dengan DOHC memang memiliki perbedaan konsep yang besar. Kedua istilah tersebut berbicara mengenai mekanisme pergerakan katup. SOHC merupakan singkatan dari *SingleOverHeadCamshaft*, sedangkan DOHC adalah kepanjangan dari *Double OverHead Camshaft*. Terlihat dari dari kedua singkatan tersebut ada satu kata yang sama yaitu, camshaft atau noken as. Memang pada noken as inilah terletak perbedaan kedua teknologi tersebut.

Camshaft atau noken as memiliki fungsi untuk membuka tutup katup isap dan katup buang. Katup isap bertugas untuk mengisap campuran bahan bakar udara ke dalam ruang bakar. Sebaliknya, katup buang memiliki tugas untuk menyalurkan sisa pembakaran ke knalpot.



Gambar 2.9 SOHC dan DOHC

(Sumber: <http://www.mekanikmitsubishi.com/apa-perbedaan-dohc-vs-sohc-vs-ohv-dan-kelebihannya.html>)

Berikut penjelasan lebih tentang SOHC dan DOHC:

2.7.1 Pengertian SOHC

SOHC adalah singkatan dari *Single OverHead Camshaft* yaitu merupakan mesin yang menggunakan satu camshaft atau biasa dikenal sebagai *Noken As*, jadi setiap silinder terdapat satu *camshaft* dengan dua katup, yaitu katup isap (*Intake Valves*) yang berfungsi sebagai menghisap campuran udara dan bahan bakar kedalam ruang bakar, kemudian katup buang (*Exhaust valves*) berfungsi sebagai menghisap sisa pembakaran.

Cara kerja silinder head SOHC ini *camshaft* berada di atas *silinder head* yaitu ditengah nya, *camshaft* digerakkan oleh rantai penggerak yang langsung memutar camshaft sehingga *camshaft* menekan rocker arm. Poros *camshaft* berfungsi untuk menggerakkan katup masuk (IN) dan katup buang (EX), agar membuka dan menutup sesuai dengan proses yang terjadi di ruang bakar mesin. Tipe *silinder head* SOHC ini komponennya sedikit sehingga pada putaran tinggi tetap stabil. Disebut *Single Over Head Camshaft* karena hanya menggunakan satu camshaft pada setiap silindernya

2.7.2 Pengertian DOHC

DOHC adalah singkatan *Double Over Head Camshaft*, dimana *camshaft* yang mempunyai *Over head doble* atau lebih jelasnya yaitu mesin yang dalam satu buah

piston mempunyai dua pasang *over head*. Sehingga mesin tersebut mempunyai 4 katup, dimana dua katup untuk mengatur pemasukan campuran bahan bakar dan udara, dua katup (*valves*) lainnya untuk mengatur pengeluaran sisa gas bakarmenuju lubang buang. Dan mesin jenis ini mempunyai dua buah *camshaft* yang terdapat di *silinder head* nya.

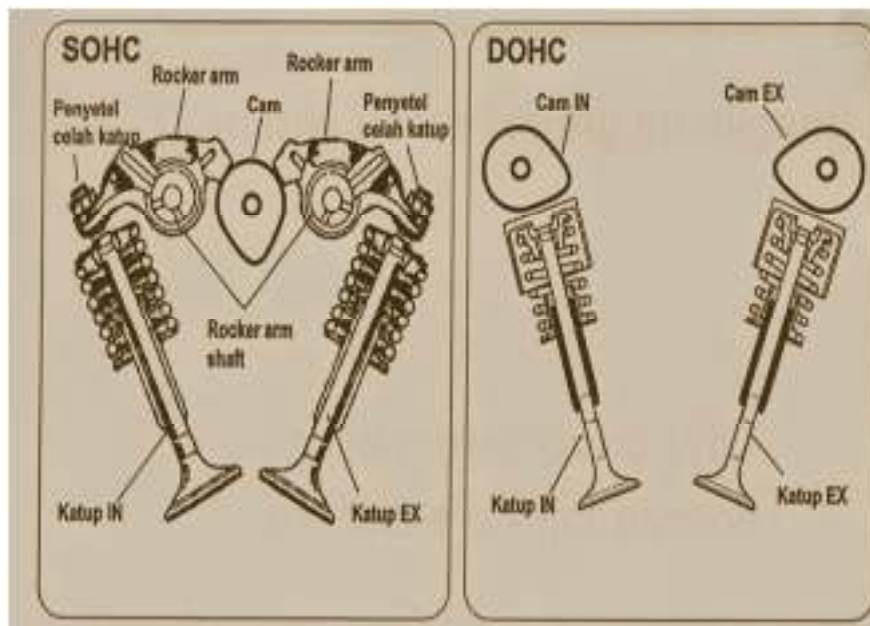
Cara kerja DOHC, langkah pertama piston bergerak dari TMA ke TMB, Posisi katup masuk terbuka dan katup keluar menutup, mengakibatkan udara dan bahan bakar masuk keruang bakar. Selanjutnya piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas, posisi katup masuk dan keluar tertutup, mengakibatkan udara 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. Langkah ini adalah proses yang akan menghasilkan tenaga.

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.

2.7.3 Perbedaan SOHC dan DOHC

Pada dasarnya, hal yang membedakan antara SOHC dan DOHC terletak pada jumlah *over head camshaft* di dalamnya. SOHC atau *Single Over Head Camshaft* memiliki 1 *overhead / camshaft* 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.

Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 2.10 :



Gambar 2.10 Mekanisme SOHC dan DOHC

(Sumber: Wahyu hidayat, 2012. *Motor bensin modern*)

Berikut ini penjelasan mengenai keunggulan dan kekurangan dari masing-masing jenis mesin tersebut:

- a. Keunggulan dan kekurangan SOHC

1. Terdiri dari 1 pasang over head
 2. Umumnya memiliki 2 katup dan 1 *camshaft* (meskipun ada yang memiliki 4 katup)
 3. Top speed tidak terlalu tinggi (RPM lebih Rendah)
 4. Biaya perawatan lebih murah
 5. Suku cadang lebih simple (Mudah didapat)
 6. Relatif lebih irit bahan bakar
 7. Mesin lebih ringan (Torsi bekerja lebih baik pada kecepatan rendah/low-end torque)
- b. Keunggulan dan kekurangan DOHC
1. Terdiri 2 pasang *over head*
 2. Umumnya tenaga yang dihasilkan lebih besar (karena memiliki 4 katup dan 2 *camshaft*)
 3. Nilai RPM (Rotation per Minute) dan *top speed* lebih tinggi
 4. Biaya produksi dan perawatan lebih tinggi
 5. Suku cadang dan proses reparasi lebih kompleks
 6. Relatif lebih boros bahan bakar
 7. Mesin lebih berat (torsi bekerja baik pada kecepatan tinggi/ top-end power)

2.8 Poros *Cam*

Poros *cam* merupakan proyeksi eksentrik pada poros yang berputar yang digunakan untuk mengatur pembukaan dan penutupan katup dengan berbagai perantara mekanik seperti yang disebutkan diatas. Bentuk atau profil dari cam menentukan titik pergerakan, kecepatan pembukaan dan penutupan katup, serta besarnya pengangkatan katup dari dudukannya.

Profil dari cam umumnya ada tiga macam yaitu, sisi lurus(tangensial), sisi cekung, dan sisi cembung.

a) *Camshaft* Sisi Lurus

Untuk sisi *camshaft* lurus biasanya digunakan untuk mesin dengan kecepatan rendah,dalam hal ini garis kerja cam ditarik lurus menyinggung lingkaran dasar sebesar sudut yang mengapit sudut kerja.



Gambar 2.11 *Camshaft* sisi lurus

(Sumber: Hidayat,2012:45)

b) *Camshaft* Sisi Cekung

Camshaft dengan sisi cekung jarang dipakai diakibatkan pembukaan terlalu besar. Pembukaan yang terlalu besar akan membuat gaya percepatan yang besar pada sisi cam sehingga keausan akan besar.



Gambar 2.12 *Camshaft* sisi cekung

(Sumber: Hidayat, 2012:45)

Camshaft tipe ini juga mengakibatkan pembukaan katup yang terlalu lebar sehingga gaya kelembamannya besar, dengan hal tersebut maka akan timbul kerusakan, suara yang berisik dan katup cepat haus.

c) *Camshaft* Sisi Cembung

Camshaft dengan sisi cembung akan menghasilkan kecepatan yang kecil dibandingkan dengan sisi cekung. Cam ini lebih baik karena pembukaan dan penutupan katup dilakukan dengan cepat dan tepat. Cam jenis ini banyak digunakan karena dapat bekerja pada motor dengan kecepatan yang tinggi.



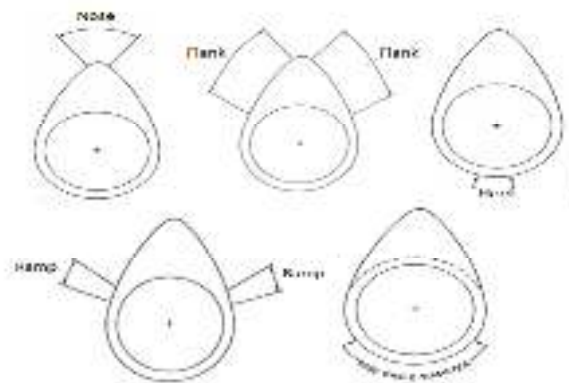
Gambar 2.13 *Camshaft* sisi cembung

(Sumber: Hidayat,2012:45)

2.9 *Camshaft profile*

Camshaft profile atau bentuk camshaft merupakan satu hal yang punya peranan penting dalam unjuk kerja mesin hal ini dikarenakan profil atau bentuk camshaft adalah semacam rel tempat berjalannya rocker arm. Sehingga jika dilihat dalam bentuk grafik, profil camshaft merupakan pembentuk kurva durasi buka tutup katub.

Fungsi dari *camshaft* ini adalah sebagai pengatur pembukaan dan penutupan katup masuk/hisap dan katup buang. Menurut *Des hammill (How to choose camshaft and time them for maximum power,1998)*, ada beberapa bagian lobe pada individu *camshaft* yang harus dibedakan antara satu dengan yang lain, Karena *lobe* dibagi menjadi masing-masing bidang yang berbeda, yaitu: *heel* (tumit), *nose* (hidung), *base circle* (lingkaran dasar), *opening and closing ramps* (titik waktu buka dan tutup) dan *flanks* (sayap). Seperti pada gambar 2.14 Bagian-bagian *camshaft*

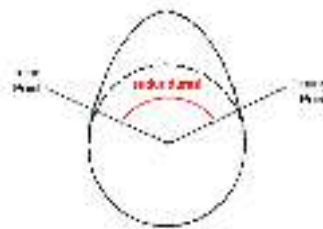


Gambar 2.14 Bagian-bagian camshaft
(Sumber: *Des hammill (How to choose camshaft and time them for maximum power,1998)*)

Istilah-istilah yang dipakai pada camshaft menurut *Des hammill (How to choose camshaft and time them for maximum power,1998)*, yaitu:

a. *Duration*

Duration atau durasi adalah angka derajat yang menunjukkan lama bukaan katup membuka atau saat dimana katup terangkat dari kedudukan katupnya didalam mesin empat langkah. Derajat durasi *camshaft* selalu diukur dalam derajat putaran *camshaft*. Terlihat pada gambar 2.15

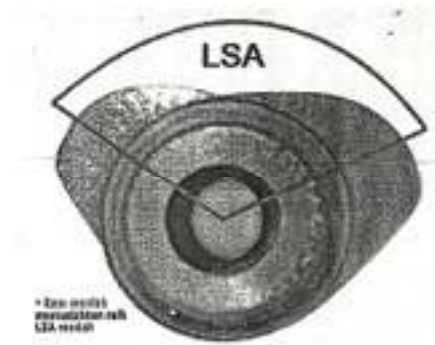


Gambar 2.15. Titik durasi pada *camshaft*

(Sumber: *Des hammill (How to choose camshaft and time them for maximum power,1998)*)

b. *Phasing*

Phasing adalah *lobe centre angle* (LCA) atau *lobe separation angle* (LSA), yaitu sudut antara titik penuh katup hisap dan titik angkat penuh katup buang. Terlihat pada gambar 2.16

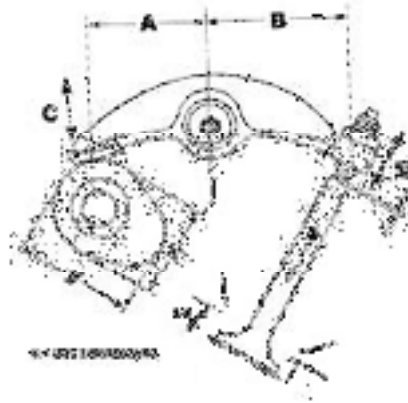


Gambar 2.16 Derajat sudut *camshaft* / *Lobe Separation Angle*

(Sumber: Hidayat,2012:99)

c. *Valve lift*

Valve lift yaitu maksimum tinggi angkatan katup (jarak maksimum antara katup dan dudukan katup). Hal ini sangat bervariasi antara profil *camshaft* satu dengan lainnya, dari tipe mesin satu dengan tipe mesin lainnya. Terlihat pada gambar 2.17.

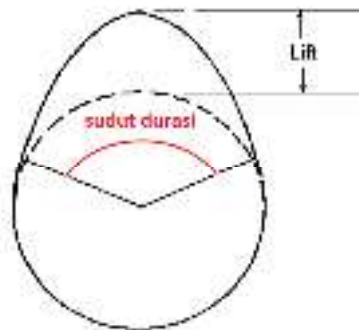


Gambar 2.17. Valve lift

(Sumber: *Des hammill (How to choose camshaft and time them for maximum power,1998)*)

d. *Camshaft lobe lift*

Camshaft lobe lift adalah maksimum tinggi angkatan pada camshaft. Tinggi angkatan pada camshaft (*camshaft lobe lift*) tidak sama dengan tinggi angkatan katup (*valve lift*), walaupun untuk tipe-tipe tertentu ada yang sama dikarenakan adanya sistem pada rasio *rocker arm*. Terlihat pada gambar 2.18



Gambar 2.18 *Camshaft lobe lift*

(Sumber: *Des hammill (How to choose camshaft and time them for maximum power,1998)*)

e. *Overlap*

Overlap adalah waktu dimana posisi katup hisap dan katub buang terbuka bersamaan. *Overlap* terjadi pada saat katup buang akan menutup dan katup hisap mulai membuka yaitu di akhir langkah buang dan di awal langkah hisap.

Terlihat pada gambar 2.19



Gambar 2.19 Bagian-bagian camshaft (*overlap*)

(Sumber: Des hamill (*How to choose camshaft and time them for maximum power*,1998)

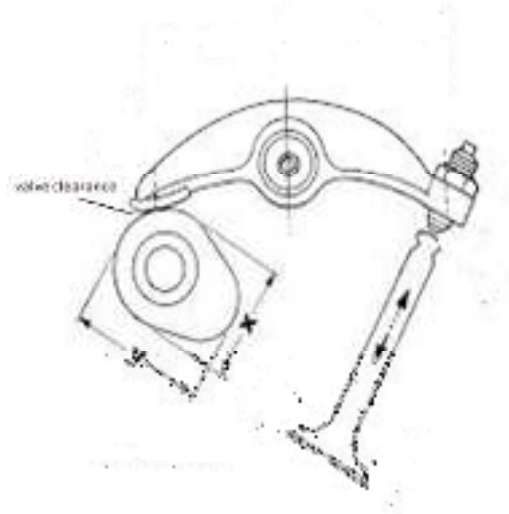
f. *Lift rate*

Lift rate adalah kecepatan rata-rata katup terangkat dari dudukannya dan kemudian kembali pada dudukannya per derajat putaran *camshaft*.

g. *Valve clearance*

Valve clearance adalah jarak yang terjadi antara *camshaft* dengan rocker arm. Biasanya pada pemasangan perlu di setting untuk mengetahui jarak yang baik untuk setiap *camshaft* menggunakan alat yang biasa di sebut puller, dengan

ketebalan tertentu. kebisingan pada silinder head biasanya diakibatkan oleh settingan *valve clearance* ini. Berikut gambar 2.20.



Gambar 2.20. *Valve clearance*

(Sumber: *Des hammill (How to choose camshaft and time them for maximum power, 1998)*)

h. *Full lift*

Full lift adalah tinggi angkatan penuh camshaft. Apabila dilihat dari profil *camshaft* maka tinggi angkatan *camshaft* berada pada titik tengah nose (hidung). Tinggi angkatan *camshaft* berhubungan dengan tinggi angkatan katup. Terlihat pada gambar 2.14.

2.10 Mengukur ulang profil *camshaft* dan Rasio kompresi

Dengan dilakukannya perubahan dari segi bentuk dan ukuran pada bagian-bagian yang ada pada *camshaft* akan dapat merubah kinerja pada mesin, oleh karena itu, diperlukannya mengukur ulang *camshaft* yang akan digunakan untuk pengujian analisa performance motor bakar empat langkah satu silinder, agar dapat mengetahui perbedaan yang terjadi pada kinerja mesin yang akan di uji.

Berikut adalah bagian-bagian pada profil *camshaft* yang akan di ukur kembali :

2.10.1 *Duration camshaft*

Dalam mengukur durasi pada *camshaft* diharuskan mengetahui batasan dari durasi *camshaft* tersebut terlebih dahulu, durasi *camshaft* mempunyai maksud agar bukaan katup lebih lama. Namun jika katup membuka terlalu lama membuat kinerja mesin menjadi menurun. Batasan atau patokan dari durasi bukaan katub harus didapat dari pengujian. Namun jika penelitian sendiri tentu memerlukan biaya yang besar. Oleh karena itu menurut *Herman lo dan Ibnu Sambodo* (Panduan Merancang Mesin Balap Skubek Motor Plus) 2010, untuk mesin 110 cc, katup isap membuka 34-35° sebelum TMA (Titik Mati Atas) dan menutup 58 -60° sesudah TMB (Titik Mati Bawah). Sedangkan katub buang membuka 59° sebelum TMB dan menutup 31-33° setelah TMA. Semakin kecil durasi semakin bagus kinerja mesin pada putaran bawah akan semakin baik, begitu sebaliknya.

Untuk mengukur durasi dari *camshaft* memerlukan beberapa alat sebagai berikut:

1. Dial gauge / dial indicator
2. Adaptor / dudukan dari dial gauge
3. Busur derajat

Dapat dilihat pada gambar 2.22 dial indicator adaptor dan busur derajat.



Gambar 2.21 Dial indicator, adaptor dial indikator, busur derajat

(Sumber: koleksi pribadi diambil tanggal 1 januari 2018)

2.10.2 *Phasing/ lobe separation angle (LSA)*

Phasing / lobe separation angle (LSA) yaitu sudut antara bubungan katup isap dan katup buang. Bubungan atau benjolan pada camshaft yaitu permukaan tertinggi pada poros camshaft. LSA sama halnya dengan durasi, mempengaruhi karakter mesin *Ibnu Sambodo (Panduan Merancang Mesin Balap Skubek Motor Plus) 2010*, sebaiknya rentang dari pada LSA tersebut 102-108°. LSA sempit memberikan kinerja pada putaran atas atau Rpm tinggi, dimana overlap atau kondisi pada saat katup isap dan katup buang sama-sama terbuka memberikan bilasan gas baru terhadap gas bekas menuju lubang buang .

Phasing/Lobe separation angle (LSA) menurut (*Panduan Merancang Mesin Balap Skubek Motor Plus) 2010*, dapat diukur menggunakan Dial gauge/ dial indicator.

2.10.3 *Valve lift*

Dalam mengukur lift atau tinggi angkatan katup dengan akurat adalah dengan menggunakan dial gauge/ dial indicator atau mengukur dengan jangka sorong/ sismat pada saat camshaft dan katup terpasang pada kepala silinder. Dengan menggunakan dial gauge dapat dilihat pada jarum penunjuk, yang berskala 1 putaran jarum penunjuk sama dengan 1 mm.

2.11 Sistem pengapian

Sistem pengapian merupakan system yang digunakan untuk menghasilkan percikan bunga api, guna melakukan pembakaran terhadap campuran bahan bakar dan udara yang ada didalam ruang pembakaran dengan waktu pengapian (*timing ignition*) yang telah di tentukan. Untuk tercapainya loncatan bunga api pada busi, maka harus ada tegangan listrik yang cukup tinggi yang berkisar antara 5000 volt sampai lebih 10.000 volt.

System pengapian ini memiliki beberapa komponen yang sangat penting untuk tercapainya bunga api pada saat pembakaran, diantara nya adalah :

1. Magnet

Magnet ditempatkan pada roda penerus yang dipasangkan pada poros engkol. Inti besi ditempatkan sebagai stator. Magnet berputar bersama-sama dengan putaran poros engkol dan antara inti besi dan magnet terdapat celah kecil. Karena putaran magnet ini akan menimbulkan listrik dalam lilitan primer pada inti besi. Akibat gerakan tonjolan pulsar yang terdapat pada magnet mengirimkan signal kepada busi dank oil pengapian maka akan terjadi arus listrik tegangan tinggi yang memungkinkan terjadinya loncatan bunga api pada busi.

2. Busi (*spark plug*)

Busi merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menciptakan loncatan bunga api saat dialiri arus listrik tegangan tinggi. Kedua elektroda pada busi dipisahkan oleh isolator agar loncatan listrik hanya terjadi diantara ujung elektroda. Bahan isolator itu sendiri haruslah memiliki tahanan listrik yang tinggi, tidak rapuh terhadap kejutan mekanik dan panas. Isolator ini juga harus merupakan konduktor panas yang baik serta tidak bereaksi kimia dengan gas pembakaran.

3. Koil pengapian (*ignition coil*)

Koil pengapian mengubah sumber tegangan rendah baterai atau koil sumber (*12 volt*) menjadi sumber tegangan yang tinggi (*10 kVolt* atau lebih) yang diperlukan untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi dalam system pengapian.

4. CDI dan Pulser

CDI (*Capacitive Discharge Ignition*) merupakan sebuah perangkat elektronik sebagai pengatur pengapian (*Igniton*) dan kelistrikan (*Electricity*) yang terdapat pada sebuah sepeda motor dan berperan membaca sensor yang mengatur waktu pengapian yang terdapat pada mesin lalu diolah secara digital dalam CDI. Hasil pemrosesa CDI berupa output yang akan mengatur waktu yang akan mengatur perangkat

pengapian untuk melakukan pembakaran (*Combustion*) bahan bakar didalam ruang bakar (*Combustion chamber*) sebuah mesin sepeda motor.

Sensor pengatur waktu (*timing*) pengapian terdapat pada bagian ruang magnet sebuah mesin. Sensor berupa pulser (*pick-up coil*) akan membaca tonjolan (*trigger magnet*) yang terdapat pada sisi luar plat dudukan (*sitting*) magnet. Magnet yang terhubung dengan crankshaft akan berputar sesuai dengan putaran mesin, semakin tinggi pula putaran magnet yang akan berpengaruh terhadap pembacaan pulsar terhadap pembacaan pulser terhadap tonjolan sisi luar *sitting plate* magnet.

CDI menggandakan pulser (*pick-up coil*). Pulser ini member signal berdasarkan putaran magnet. Signal itu dikirim ke CDI, kemudian disalurkan ke koil dan busi menembakkan listrik atau bunga api. Dalam CDI, Signal pulser diterima dioda penyearah arus, lalu dicekal resistor dan diterima beberapa kapasitor, sebelum dilepas ke koil yang kemudian menyentrum busi.

2.12 Derajat Pengapian (*ignition timing*)

Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi bunga api untuk merambat di dalam ruang bakar. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit kelambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Dengan demikian, agar diperoleh output maksimum pada

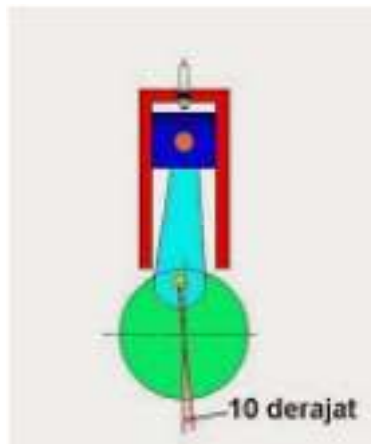
engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (sekitar 10° setelah TMA), periode perlambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*ignition timing*) untuk memperoleh output mesin yang semaksimal mungkin. Akan tetapi karena diperlukan waktu untuk perambatan api, maka campuran udara-bahan bakar harus dibakar sebelum TMA.

Saat ini disebut dengan saat pengapian (*ignition timing*). Loncatan bunga api terjadi sesaat torak mencapai titik mati atas (TMA). Bila Proses pembakaran dimulai dari awal sebelum TMA (menjauhi TMA), tekanan hasil pembakaran meningkat, sehingga gaya dorong piston meningkat (kerja piston menuju gas pada ruang bakar). Jika proses sudut penyalaan dimundurkan mendekati TMA, maka tekanan hasil pembakaran maksimum lebih rendah, bila dibandingkan tekanan hasil pembakaran maksimum, bila sudut penyalaan dimulai normal. Hal ini dikarenakan, pada saat sudut penyalaan terlalu dekat dengan TMA, pada saat busi memercikkan bunga api dan api mulai merambat, gerakan piston sudah melewati TMA sehingga volume ruang bakar mulai membesar. Sehingga walaupun terjadi kenaikan tekanan hasil pembakaran, sebagian telah diubah menjadi perubahan volume ruang bakar. Efek yang terjadi adalah kecilnya kerja ekspansi yang diterima oleh piston.

Pengertian waktu pengapian/ Timing ignition waktu pengapian umumnya terjadi antara 5 sampai 15 derajat sebelum TMA pada RPM rendah. Tidak semua mesin memiliki waktu pengapian yang sama, tergantung pada spesifikasi standar dari pabrik pembuatnya. Ada mesin yang pengapian yang sama, tergantung pada

mesin yang pengapian standarnya 7 derajat sebelum TMA, atau 8 derajat sebelum TMA.

Jadi setiap mesin mempunyai waktu pengapian masing-masing, namun cara perhitungan derajatnya tetap sama misalkan ketika piston menuju TMA, kemudian busi memercikkan bunga api saat posisi piston 10 derajat sebelum mencapai titik nol derajat TMA, sehingga waktu busi memercikkan api bias disebut waktu pengapian. Seperti pada gambar 2.22 waktu pengapian 10 derajat sebelum TMA



Gambar 2.22 Waktu pengapian 10 derajat sebelum TMA