

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang motor bensin 4 langkah sudah banyak dilakukan namun tetap saja menjadi topik yang sangat menarik untuk dibahas seperti yang dilakukan oleh Irawan dkk (2011) melakukan penelitian tentang pengaruh diameter *intake valve* terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah. Pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh diameter *intake valve* terhadap unjuk kerja motor bakar empat langkah adalah sebagai berikut. Torsi terbesar dihasilkan oleh mesin dengan penggunaan *intake valve* 28 mm, yaitu sebesar 0,9928 kg.m pada putaran 4000 rpm. Daya efektif terbesar dihasilkan oleh mesin dengan penggunaan *intake valve* 28 mm, yaitu sebesar 7,199 PS pada putaran 6000 rpm. Konsumsi bahan bakar spesifik efektif terkecil dihasilkan oleh mesin dengan penggunaan *intake valve* 26 mm, yaitu sebesar 0,072 kg.Psi 1 pada putaran 2000 rpm.

Emisi gas CO yang terendah dihasilkan oleh mesin dengan penggunaan *intake valve* 25 mm, yaitu sebesar 0,023 % vol pada putaran 1000 rpm. Emisi gas HC yang terendah dihasilkan oleh mesin dengan penggunaan *intake valve* 26 mm, yaitu sebesar 98 ppm vol gas buang pada putaran 5000 rpm. Adapaun penelitian lain yang sejenis yang telah dilakukan oleh Mediana (2007) dengan memodifikasi mesin bensin 4 langkah 200 cc dengan hasil yang didapatkan semakin besarnya rasio kompresi dan volume langkah maka daya dan torsi yang dihasilkan akan semakin besar pula.

Serupa dengan yang dilakukan oleh Raqiburrahman (2011) yang meneliti tentang pengaruh variasi bentuk permukaan piston terhadap kinerja motor bakar 4 langkah 110 cc berbahan bakar campuran premium dan ethanol. Diketahui hasil penelitian tersebut bahwa nilai daya tertinggi dari pengujian didapatkan pada kondisi 2 mengalami kenaikan 2,95% di komposisi E25 pada putaran 9500 terhadap kondisi 1, sedangkan torsi tertinggi terdapat pada komposisi 2 sebesar 7,62% di komposisi E5 pada putaran 4250 rpm mengalami kenaikan terhadap

kondisi 1. Konsumsi bahan bakar mengalami penurunan pada putaran 7000 rpm terdapat di komposisi E15 pada kondisi 2 sebesar 35,8% terhadap kondisi 1 dan SFC pada kondisi 2 lebih efisien pada komposisi E20 di putaran 5000 rpm sebesar 38,3% terhadap kondisi 1.

Purnomo (2013) melakukan penelitian dengan melakukan perubahan volume silinder (Bore up) dengan menggunakan berbagai macam variasi kepala piston dapat meningkatkan performance mesin yang signifikan. Nilai rata-rata presentase kenaikan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan hasil pada motor matic standar. Pada motor matic standar daya maksimal didapat pada 8,2 kW pada putaran mesin 7444 rpm, dan torsi maksimum terdapat pada 12,92 N.m pada putaran mesin 4539 rpm, untuk konsumsi bahan bakar (mf) pada putaran mesin 5000 rpm 0,826 kg/jm. Pada motor matic bore up 180 cc dengan variasi kepala piston 1 (flat) pada pengujian didapatkan daya maksimal 13,9 kW pada putaran 5705 rpm dengan nilai presentase kenaikan 69,51% dan torsi 17,99 N.m pada putaran 5047 rpm dengan kenaikan presentase 39,45 %. Untuk konsumsi bahan bakar (mf) pada putaran mesin 5000 rpm 1,187 kg/jm dengan kenaikan presentase 43,70%. Kinerja motor matic bore up 180 cc dengan variasi kepala piston 2 (dome) pada pengujian didapat daya 14,3 kW pada putaran mesin 6446 rpm dengan prosentase 74,39% dan torsi 17,61 N.m pada putaran 5592 rpm dengan nilai prosentase 36,51%. Untuk konsumsi bahan bakar (mf) pada putaran mesin 5000 rpm 1,033 kg/jm dengan 72,37%.

Penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2011) tentang studi experimental pengaruh pembesaran volume silinder terhadap kinerja motor 4 langkah. dari data yang diperoleh torsi puncak yang merupakan nilai torsi terbesar terjadi pada putaran mesin 8053 rpm sebesar 12,62 N.m dan daya terbesar terjadi pada putaran mesin 10018 rpm yang nilainya 17,42 HP.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori menjadi landasan dalam penulisan laporan, pada bagian ini membahas teori-teori tentang unsur yang akan diteliti.

2.2.1. Pengertian Motor Bakar

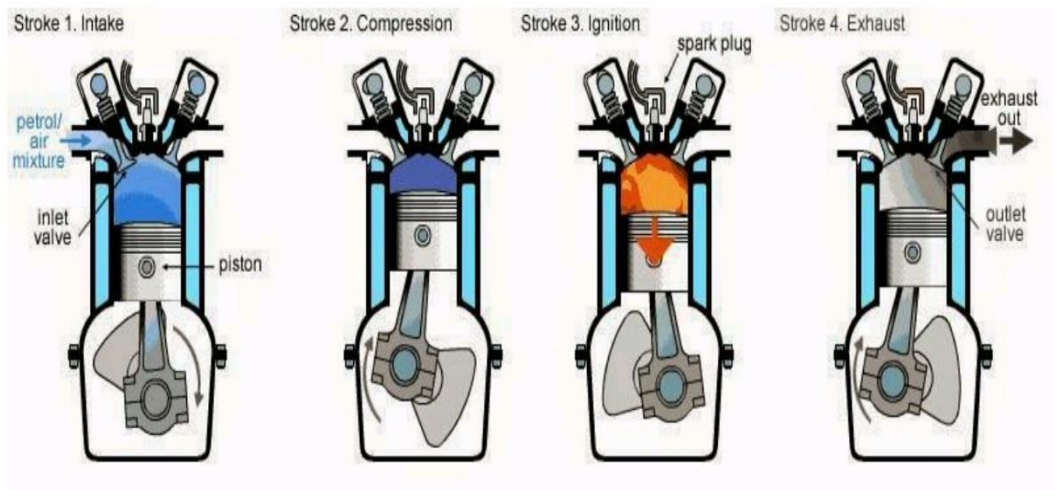
Motor bakar adalah termasuk salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang dapat mengubah *energy thermal* (suhu) untuk melakukan kerja mekanik. Sebelum menjadi tenaga mekanis, *energy* kimia dari campuran bahan bakar dan udara diubah menjadi *energy* panas melalui pembakaran di dalam ruang bakar.

Motor bakar menurut jenisnya ada 2 yang utama, yang pertama adalah motor bakar bensin kemudian yang kedua adalah motor bakar diesel. Perbedaannya adalah *system* pembakarannya. Pembakaran pada motor bakar bensin berasal dari busi yang memercikan bunga api listrik sebelum terjadi pemadatan bahan bakar, berbeda dengan motor diesel yang terjadinya pembakaran karena tekanan yang sangat tinggi dari piston di dalam silinder kemudian dan bahan bakar yang dibutuhkan disemprotkan melalui *nozzle* ke ruang bakar. Persyaratan ini dapat terpenuhi apabila perbandingan kompresi yang digunakan cukup tinggi, yaitu berkisar 12-25. (Arismunandar, 1998).

2.2.2 Siklus Kerja Motor Bensin Empat Langkah

Motor bensin 4 langkah pada dasarnya memiliki 4 langkah kerja dalam sekali pembakaran yaitu langkah *intake*, *compression*, *power*, dan langkah *exhaust*. *Piston* yang bergerak dari titik tertingginya disebut titik mati atas (TMA) dan titik terendah dari piston ketika bekerja disebut titik mati bawah (TMB). Langkah *piston* dari TMB sampai TMA biasa juga disebut sebagai *stroke* atau langkah *piston*.

Berikut ini merupakan siklus kerja dari motor bensin empat langkah:



Gambar 2.1 Siklus Kerja Motor Bakar 4 Langkah (Arismunandar, 2005)

1. Langkah *intake* (hisap)

Pada langkah pertama (*intake*), campuran udara dan bahan bakar dari luar dihisap menuju ke ruang bakar di dalam silinder pada langkah ini motor bensin 4 langkah ketika langkah hisap katup *in* akan membuka sebagai jalur masuk campuran udara dan bahan bakar bersamaan dengan *piston* yang bergerak dari TMA menuju TMB yang membuat tekanan di dalam silinder menjadi rendah dan campuran bahan bakar dan udara menjadi terhisap. Pada langkah ini katup *ex* masih tertutup seperti pada gambar.

2. Langkah *compression*

Pada langkah kedua dimulai dari piston berada pada TMB kemudian piston menuju TMA pada langkah ini piston akan bekerja memampatkan campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder pada ruang bakar ketika TMA, katup *in* dan katup *ex* pada posisi menutup dan suhu campuran udara dan bahan bakar akan meningkat. Ketika langkah kompresi sesaat sebelum piston mencapai TMA busi memercikan bunga api yang menyebabkan terjadinya ledakan di dalam ruang bakar.

3. Langkah Kerja (*power*)

Pada langkah ketiga yaitu langkah kerja dimulai dari piston berada di posisi TMA menuju TMB, langkah kerja terjadi akibat besarnya tekanan pada ruang bakar setelah melakukan langkah kompresi karena tekanan dan suhu meningkat menyebabkan *piston* mendapat tekanan dan turun kembali pada TMB langkah ini bersamaan dengan terbukanya katup *ex* sesaat sebelum mencapai TMB

4. Langkah Buang (*Exhaust*)

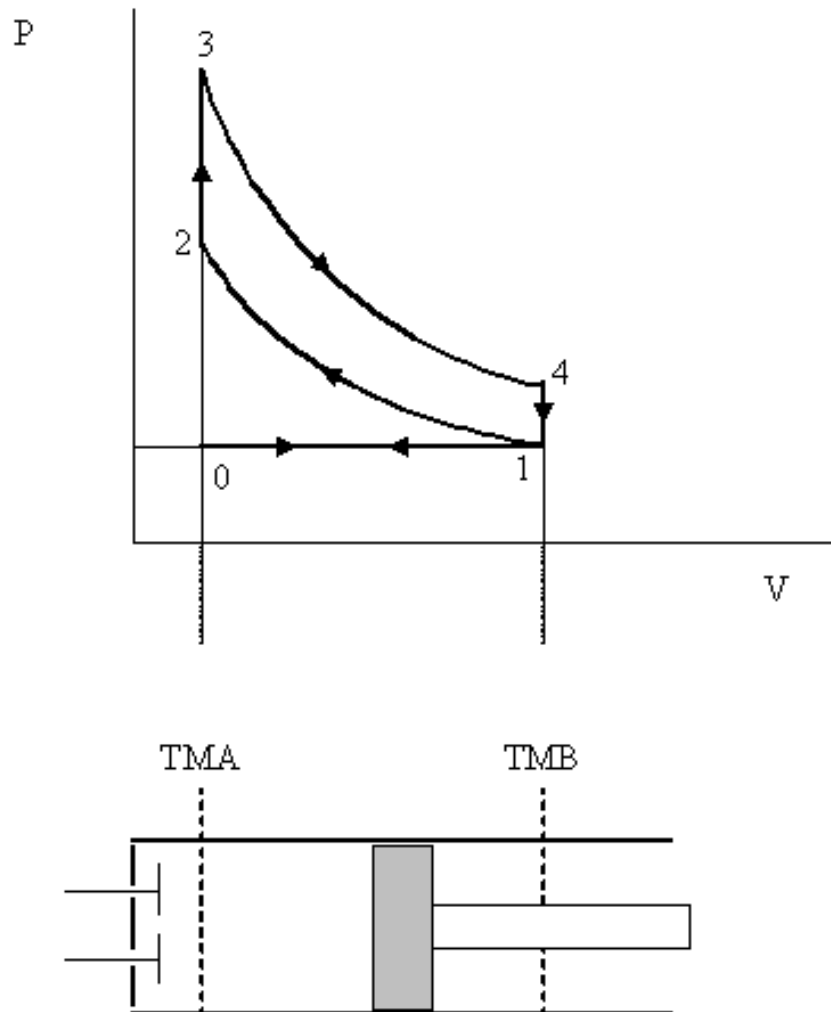
Dalam gerak ini, torak terdorong ke bawah, ke TMB dan naik kembali ke TMA untuk mendorong gas-gas yang telah terbakar dari silinder. Selama gerak ini kerja katup buang saja yang terbuka. Bila torak mencapai TMA sesudah melakukan pekerjaan seperti di atas, torak akan kembali pada keadaan untuk memulai gerak isap. Sekarang motor telah melakukan 4 gerakan penuh, isap-kompresi-kerja-buang. Poros engkol berputar 2 putaran, dan telah menghasilkan satu tenaga. Di dalam mesin sebenarnya, membuka dan menutupnya katup tidak terjadi tepat pada TMA dan TMB, tetapi akan berlaku lebih cepat atau lambat, ini dimaksudkan untuk aliran gas lebih efektif lagi.

2.2.3 Siklus Termodinamika

Proses termodinamika dan kimia terjadi didalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisis menurut teori, pada umumnya proses analisis motor bakar digunakan *siklus udara* sebagai siklus yang ideal. Siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus sebenarnya dapat berupa urutan proses, perbandingan kompresi, pemilihan temperatur dan tekanan pada suatu keadaan, dan penambahan kalor yang sama per satuan berat udara.

Pada mesin yang ideal proses pembakaran yang dapat menghasilkan gas bertekanan dan bertemperatur tinggi merupakan proses pemasukan panas ke dalam fluida kerja dalam silinder. (Arismunandar, 2005)

Siklus udara volume konstan (siklus otto) dapat digambarkan dengan grafik P dan v seperti pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Diagram P dan V dari Siklus Volume Konstan (Arismunandar, 2005)

P = Tekanan fluida kerja (kg/m^2)

v = Volume spesifik (m^3/kg)

qm = Jumlah kalor yang dimasukkan (J/kg)

q_k = Jumlah kalor yang dikeluarkan (J/kg)

V_L = Volume langkah torak (m^3)

V_s = Volume sisa (m^3)

TMA = Titik mati atas

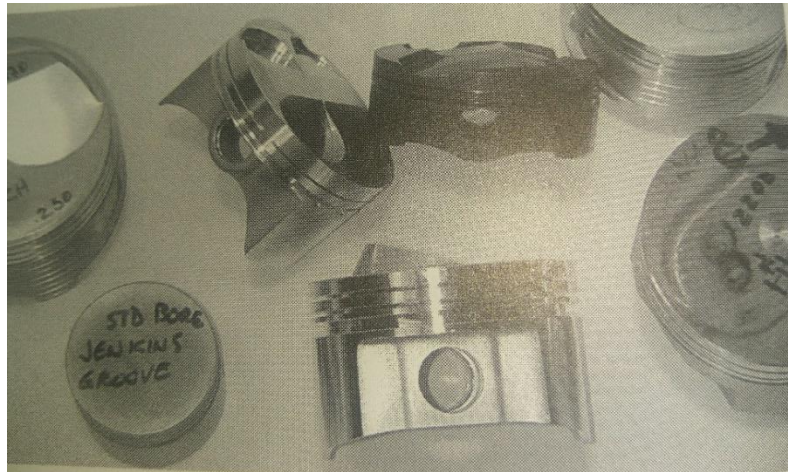
TMB = Titik mati bawah

Penjelasan:

1. Fluida kerja dianggap gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) ialah isentropic.
4. Proses pembakaran (2-3) dianggap sebagai proses pemasukkan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropic.
6. Proses pembuatan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
7. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.
8. Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama atau gas yang berada di dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.

2.2.4 Piston (Torak)

Piston adalah suatu komponen motor bakar yang melakukan kerja pemadatan dalam ruang pembakaran. *Piston* memiliki banyak bentuk, Contoh beberapa bentuk piston ditunjukkan pada **gambar 2.3** di bawah ini.



Gambar 2.3 Bentuk- Bentuk Piston (Bettes, 2010)

2.2.4.1 Pengertian *Piston*

Torak adalah komponen mesin yang paling pertama menerima energi dari pembakaran. Energi tersebut kemudian diteruskan dengan batang torak. Pada bagian piston memiliki ring yang biasanya berjumlah 3 ring untuk motor bakar 4 langkah, dua ring sebagai ring penahan kompresi agar tidak bocor dan satu ring sebagai ring pelumas pada piston.

Piston bekerja pada suhu yang sangat tinggi maka di perlukan adanya ring pelumas pada piston agar tidak terjadi aus antara piston dan silinder. Selain ring pelumas untuk mengatasi kondisi aus antara dinding silinder dan piston yang bersentuhan diberi jarak (*clearance*) agar mengurangi adanya gesekan yang merugikan ketika piston bekerja dan mengalami pemuaian dan kontak langsung antara piston dan silinder dapat dihindari.

2.2.4.2 Jenis-Jenis Piston

1. *Piston Dome*

Seperti namanya *piston* ini memiliki bagian atas seperti kubah, *piston dome* mengacu pada jumlah volume tambahan di atas *piston* dibandingkan *piston flat*. Volume tambahan ini meningkatkan rasio kompresi karena itu pastinya meningkatkan kinerja. Namun, tergantung pada bentuk ruang bakar di kepala silinder, *piston* yang mempunyai *dome* lebih tinggi dapat menciptakan ruang pembakaran yang cepat dan efisien. Reliabilitas optimal antara rasio kompresi yang lebih tinggi dan bentuk ruang kubah atau pembakaran hanya dapat ditentukan dengan trial and error pada *dynotest*.

Dome piston juga digunakan pada mesin 2 tak, sebagian besar untuk membelokkan muatan *inlet* ke arah busi, dan tidak membiarkannya mengalir langsung ke *port* knalpot.

2. *Piston Bowl*

Piston mangkuk biasanya digunakan untuk mengurangi rasio kompresi karena ditambahkan volume mangkuk ke volume pembakaran. Karena mengurangi kompresi rasio, *piston* mangkuk dapat digunakan pada mesin *turbo charged* atau *super charged* untuk membantu menghindari peledakan (percikan api) di bawah kondisi yang meningkat.

3. *Piston Flat*

Piston ini memiliki bagian atas yang datar pada umumnya *piston* ini digunakan pada mesin yang diproduksi secara massal. Piston ini *relative* lebih ringan dibandingkan jenis *dome*, *piston* ini paling mudah untuk diproduksi dan membuat biaya mesin lebih rendah.

4. *Piston Flat Top* dengan *Valve Relief*

Piston flat top dengan *relief* pada dasarnya adalah *piston flat* namun mereka memiliki sejumlah kecil bagian yang dikurangi atau dihilangkan agar katup tidak menyentuh *piston* saat katup (*valve*) *intake* dan *exhaust* dibuka atau ditutup. Hal ini memungkinkan untuk rasio kompresi yang lebih tinggi dengan membiarkan *piston* naik lebih tinggi ke kepala silinder.

2.2.4.3 Fungsi *Piston*

Fungsi utama *piston* adalah untuk menerima tekanan hasil pembakaran campuran gas dan meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol (*crank shaft*) melalui batang *piston* (*connecting rod*). Namun *piston* juga memiliki beberapa fungsi lain, fungsi tersebut yaitu:

1. Menghisap, mengkompresi campuran udara dan bahan bakar yang baru, dan membuang gas buang. Di dalam silinder torak akan naik sebanyak dua kali dan demikian juga akan turun dua kali. *Piston* mula-mula akan turun untuk menghisap campuran udara dan bahan bakar, kemudian akan mengkompresinya dengan gerakan keatas, setelah itu terjadi langkah usaha menyebabkan *piston* turun lagi untuk mendorong gas buang keluar dari silinder.
2. Merubah tekanan hasil pembakaran menjadi gaya dorong pada batang torak. *Piston* akan menerima secara langsung tekanan hasil pembakaran ketika langkah usaha, gaya tekan dorong gas hasil langkah usaha ini kemudian diteruskan oleh torak ke batang torak dan selanjutnya gaya kebawah ini diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Gerak putar ini akan disalurkan lagi melalui sisem pemindah tenaga yang pada akhirnya sampai ke roda-roda kendaraan bermotor, inilah yang menyebabkan motor dapat berjalan.

3. Mengatur pemasukan dan pembuangan gas pada motor 2 tak. Pada motor 2 tak tidak terdapat katup masuk dan buang melainkan hanya berupa lubang yang dibuka dan ditutup oleh *piston* ketika naik turun.

2.2.5 Valve (katup)

Pada setiap motor bakar 4 langkah pasti memiliki klep yang berfungsi sebagai pengatur jalur masuk dan keluarnya campuran bahan bakar dan sisa-sisa gas pembakaran. Berikut contoh bentuk *valve* pada suatu motor bakar yang ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Contoh *valve* pada motor bakar (Bettes, 2010)

2.2.5.1 Pengertian katup (*valve*)

Katup atau biasa di sebut dengan *valve* atau juga bisa dikatakan klep berfungsi sebagai pengatur masuknya campuran bahan bakar dan udara dan keluarnya sisa-sisa gas buang pada ruang bakar. Tugas katup juga termasuk bagian vital pada motor bakar karena jika ada gangguan atau kebocoran pada katup akan ada kemungkinan penurunan performa mesin terjadi. Katup hanya terdapat pada motor empat langkah, setiap kepala silinder memiliki dua jenis katup (hisap dan buang).

Pada klep in dan klep out biasanya memiliki bentuk cendawan (*mushroom*) dan disebut "*poppet valve*". Untuk membedakan antara katup masuk dan katup buang dapat dilihat pada perbedaan diameter tiap katup, katup

in memiliki diameter lebih besar dibandingkan dengan diameter katup *ex*. Perbedaan antar katup *in* dan *ex* juga bisa dilihat pada bahan katup, biasanya katup *ex* memiliki bahan yang lebih keras daripada *in* hal ini disebabkan karena pada saat bekerja klep mengalami pemuaian pada tekanan panas yang tinggi tetapi dibanding klep *in* klep *ex* menerima tekanan lebih tinggi karena merupakan jalur buang setelah pembakaran. Hal ini juga menyebabkan terjadinya keausan pada *sitting* klep padahal kerapatan pada klep dan *sitting* harus dijaga agar tidak ada kebocoran. Untuk menghindari hal tersebut baiknya memberi kelonggaran lebih besar antara kepala stem dan stem katup.

2.2.5.2 Mekanisme Katup

Secara umum mesin empat langkah mempunyai satu atau dua katup masuk dan katup buang pada setiap ruang bakarnya. Mekanisme membuka dan menutup katup-katup disebut juga mekanisme katup. Berikut beberapa mekanisme katup yaitu:

1. Tipe *Over Head Valve*

Pada tipe ini penempatan *camshaft* nya pada blok silinder, dibantu dengan *valve lifter* dan *push rod* antara *rocker arm*.

2. Tipe *Single Over Head Camshaft*

Mekanisme katup ini lebih rumit dibandingkan OHV. Karena cara kerja tipe ini langsung dari poros engkol yang disalurkan melalui rantai menuju ke *chamshaft*. Setelah dari *chamshaft* langsung bersentuhan dengan roker arm yang langsung bersentuhan dengan katup. Sehingga tipe ini tidak membutuhkan *push rod*. Cara kerja ini semakin efisien karena mengvurangi beban *chamshaft*. Dan memiliki kemampuan yang cukup baik pada kecepatan tinggi, karena membuka dan menutupnya katup lebih cepat. Pada tipe *chamshaft* ini peletaknya berada diatas kepala silinder.

Pada tipe ini memiliki beberapa keunggulan yaitu:

1. Mesin lebih ringan
2. Irit bahan bakar.
3. Biaya perawatan dan produksi murah.

4. Torsi baik pada putaran bawah.

Namun tipe ini juga memiliki beberapa kekurangan yaitu:

1. Mesin yang lebih berisik.
2. Rmp rendah
3. Torsi tinggi.

3. Tipe *Double Over Head Camshaft*

Pada tipe ini, mesin memiliki dua *chamshaft*, digerakkan menggunakan rantai yang terhubung ke gigi pada kedua *chamshaft*. Pada model ini ada beberapa kelebihan dengan bahan bakar yang melimpah yang menyebabkan power mesin lebih besar dan stabil. Pada tipe ini memiliki volume *displacement* yang sangat baik atau bisa dikatakan lebih efisien dari pada tipe-tipe yang lain dan torsi yang bekerja baik di putaran mesin tinggi

Namun pada tipe ini juga memiliki kekurangan yaitu:

1. Boros bahan bakar.
2. Biaya produksi dan perawatan lebih tinggi.
3. Suku cadang dan proses reparasi lebih banyak.
4. Putaran bawah mesin berat karena menggerakkan dua *camshaft*.

2.2.5.3 Teknologi Klep

Walaupun secara kasat mata bentuk klep tetap sama namun kemajuan teknologi dan pesatnya persaingan kompetisi balap di arena mendorong *manufacturing* teknologi partnya, teknologi *manufacturing* klep tersebut yaitu:

1. *Hard Chrome Plating Valve*

Klep dengan teknologi ini digunakan untuk mesin berkinerja tinggi karna memiliki batang katup dengan koefisien gesek yang rendah, permukaan yang keras dan tahan aus. *Hard chrome* adalah pilihan terbaik untuk aplikasi mesin ekstrim dengan memberikan sifat pelumasan yang lebih tinggi dan perpindahan panas yang lebih baik dari batang klep.

2. *Sodium Filled-Hollow valves*

Klep ini adalah model klep yang memiliki rongga di dalamnya dan berisi cairan natrium, keuntungannya adalah beban yang berkurang karena klep yang berongga dan suhu dari daun yang berkurang menuju batangnya. Namun ketika natrium mencapai suhu diatas 1650 derajat celcius akan menjadi gas yang sangat beracun

3. *Bimetalic Forged Valves*

Katup bimetal adalah salah satu klep canggih untuk aplikasi katup ekstrim yang biasa bekerja pada temperatur suhu yang tinggi, katup *bimetal* pada dasarnya dibuat dari dua batang baja paduan berbeda, yang digabungkan dengan pengelasan menjadi satu komponen.

4. *Titanium Valve*

Katup ini mempunyai kelebihan yaitu dari bahannya yang *ultra* ringan dan kuat, bahan ini membuat tinggi fluktuasi suhu antara asupan udara dan gas buang menjadi lebih rendah. Klep ini digunakan untuk mesin yang memiliki karakter RPM tinggi.

5. *Coatings Valve*

Metode *coating* klep ini membuat lapisan luar dari valve menjadi lebih rendah di tekanan tinggi dan membuat permukaan lebih keras 30-40%.

2.2.6 Rasio Kompresi

2.2.6.1 Pengertian rasio kompresi

Kompresi (pemadatan) adalah ketika gas dan udara dalam silinder dipadatkan volumenya menjadi sangat kecil. Hal ini terjadi dalam proses pergerakan piston ke atas sebelum campuran udara dan bahan bakar dibakar oleh busi bersama bahan bakar di ruang bakar. Rasio kompresi berarti perbandingan antara volume silinder ketika *piston* berada di titik terendah dengan posisi *piston* pada titik paling atas. Semakin tinggi perbandingan berarti udara yang terkompresi makin banyak, dan bahan bakar yang terbakar bisa semakin banyak.

Perbandingan kompresi rendah berarti ruang bakar otomatis luas, tapi bila tinggi berarti ruang bakar sempit. Torsi akan membesar saat perbandingan rasio

makin tinggi, efisiensi makin meningkat dengan jumlah bahan bakar yang sama (Ari Tristanto, 2016).

Rasio kompresi menentukan kandungan *research octan number* (RON) dalam bahan bakar yang wajib digunakan. Semakin tinggi maka butuh RON semakin besar, bila tidak sesuai maka rentan terjadi *knocking* atau *detonasi*. Perbandingan rasio kompresi dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Compression ratio} = (\text{cylinder vol} + \text{compressed vol}) \div \text{compressed vol}$$

Cylinder volume dapat dicari dengan rumus:

$$\text{Cylinder volume} = (\pi \div 4) \cdot \text{bore} \cdot \text{bore} \cdot \text{stroke}$$

(Lawlor & Hancock, 1991)

2.2.7 Parameter Unjuk Kerja Mesin

2.2.7.1 Torsi Mesin

Momen Putar (Torsi) adalah perkalian antara gaya dengan jarak. Selama proses usaha maka tekanan-tekanan yang terjadi di dalam silinder motor menimbulkan suatu gaya yang luar biasa kuatnya pada torak. Gaya tersebut dipindahkan kepada pena engkol melalui batang torak dan mengakibatkan adanya momen putar atau torsi pada poros engkol. Besarnya torsi mesin dapat dihitung dengan rumus:

$$M = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r$$

Dimana:

M= Momen putar/ torsi (N.M)

F = Gaya di atas torak (N)

R= Jari-jari poros engkol (M)

(Arend & Berenschot, 1996)

2.2.7.2 Daya Mesin

Daya mesin adalah kemampuan mesin untuk melakukan kerja yang dinyatakan dalam satuan Nm/s, Watt, atau HP. Untuk menghitung besarnya daya

harus diketahui besarnya tekanan rata-rata dalam silinder selama langkah kerja. Besarnya tekanan rata-rata motor bensin empat langkah adalah 6-9 MPa. Besarnya daya mesin dapat dihitung dengan rumus:

$$P_i = \pi \cdot A \cdot s \cdot n$$

Pada motor empat langkah, setiap dua kali putaran poros engkol terjadi sekali langkah usaha. Maka rumus daya mesin untuk motor empat langkah adalah

$$P_i = \pi \cdot A \cdot s \cdot n/2$$

Dimana:

P_i = daya indikator dalam (watt)

π = tekanan rata-rata indicator dalam paskal (N/m^2)

A = luas piston dalam (m^2)

S = langkah piston dalam (m)

n = frekuensi putar dalam hertz (Hz)

2.2.7.3 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan ukuran bahan bakar yang dikonsumsi motor untuk menghasilkan tenaga mekanis, laju pemakaian bahan bakar tiap detiknya dapat ditentukan dengan rumus:

$$(\dot{M}_f) = \dot{M}_b \Delta$$

(M_f) = Konsumsi bahan bakar (gr/dt)

(M_b) = Massa bahan bakar (gr)

(Δt) = Waktu disaat kendaraan diakselerasi (detik)