

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Daya efektif yang besar, efisiensi yang tinggi serta kadar emisi gas buang yang relatif kecil sangat diharapkan dalam suatu mesin. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan daya dan efisiensi mesin serta memperbaiki emisi gas buang tersebut. Sukijo (2008) melakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Durasi *Camshaft* terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Torsi dan Daya pada mesin bensin". Adapun hasil penelitian pada durasi katup sampai 290° diperoleh hasil sebagai berikut: konsumsi bahan bakar lebih banyak 3,32 mililiter/HP jam pada sudut 210° menjadi 5,48 mililiter/HP jam pada sudut 290° . Konsentrasi CO_2 dan IIC menurun pada putaran 7000 RPM sampai putaran 10000 RPM. Konsentrasi CO_2 meningkat seiring kenaikan putaran mesin dan durasi *camshaft*, hal ini menandakan bahwa poros pembakaran semakin baik. Daya mesin dan torsi meningkat. Daya mesin terbesar 7,3 HP pada putaran 10.000 RPM dengan durasi *camshaft* 290° .

Taufiq (2010) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dan emisi gas buang dengan menggunakan variasi celah katup dan menggunakan bahan bakar bensin premium. Variasi celah katup, yaitu : celah katup masuk (0,10; 0,15; 0,20; 0,25 dan 0,30 mm) dan celah katup buang (0,20; 0,25; 0,30; 0,35 dan 0,40 mm). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa unjuk kerja dapat ditingkatkan dan emisi gas buang yang baik dengan menggunakan variasi celah katup yang tepat. Celah katup yang paling tepat untuk mesin 1300 cc dan menggunakan bahan bakar bensin premium adalah menggunakan celah katup masuk 0,25 mm dan celah katup buang 0,35 mm. Karena pada celah katup ini menghasilkan momen torsi terbesar 11,80 kg.fm, daya efektif (BHP) terbesar 41,17 hp, tekanan efektif rata-rata (BMEP) terbesar 11,49 kg.flem² , konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC) kecil 0,26 kg.f.jam/HP, dan efisiensi thermal (BTE) terbesar 24,20 %. Untuk emisi gas yang dihasilkan, yaitu : CO sebesar 2,0 % dan

CO₂ terbesar 13,1 % vol.; HC yang relatif lebih kecil 153 ppm; dan O₂ juga relatif lebih kecil 0,48 % vol.

Hendy (2012) melakukan penelitian yang membahas pengaruh dan variasi derajat pengapian terhadap efisiensi termal dan konsumsi bahan bakar pada *Otto Engine* BE50. Variasi derajat pengapian kondisi setengah bukaan katup dari 9°, 12°, 15° BTDC. Derajat pengapian kondisi setengah bukaan katup yang menunjukkan waktu optimal bensin adalah 9° dan BE50 waktu optimalnya 12° BTDC. Kinerja mesin berbahan bakar BE50 pada waktu pengapian optimal dibandingkan dengan bahan bakar bensin adalah SFC 40 % dan efisiensi termal 5,61 %. Hasil tersebut menandakan bahwa penambahan Bioethanol 50 % pada bahan bakar bensin dapat digunakan dengan merubah waktu pengapian dan posisi jarum skep pada karburator.

Ardi (2013) melakukan penelitian tentang perubahan volume silinder dengan transmisi *matic* 113,7 cc menjadi 180 cc dengan menggunakan variasi *camshaft* berdurasi 241° dan 232°. Hasil penelitian menunjukkan pada motor *matic* standard daya tertinggi yang dihasilkan 6,065 kW pada 7000 rpm, dan torsi 12,400 N.m pada 3830 rpm, dengan konsumsi bahan bakar pada 5000 rpm sebanyak 0,826 kg/jam. Pada motor *matic* bore up 180 cc yang menggunakan *camshaft* berdurasi 241° daya tertinggi yang dihasilkan 11,086 kW pada 5318 rpm dengan nilai persentase kenaikan 82,78%, torsi tertinggi 19,990 N.m pada 5088 rpm dengan nilai persentase kenaikan 52,70%, dan konsumsi bahan bakar pada 5000 rpm sebanyak 1,250 kg/jam dengan nilai persentase kenaikan 51,33%. Pada motor *matic* bore up 180 cc yang menggunakan *camshaft* berdurasi 232° daya tertinggi yang dihasilkan 9,470 kW pada 5464 rpm dengan nilai persentase kenaikan 56,14%, torsi tertinggi 19,800 N.m pada 4494 rpm dengan nilai persentase kenaikan 51,38%, dan konsumsi bahan bakar pada 5000 rpm sebanyak 1,187 kg/jam dengan nilai persentase kenaikan 43,70%.

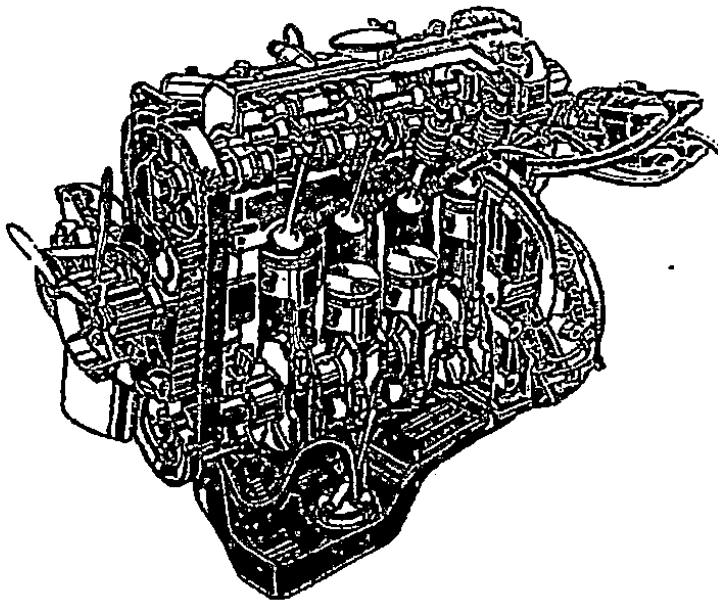
Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, untuk menyempurnakan suatu unjuk kerja mesin perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap penggantian dan penggunaan komponen katup standar pabrik diubah menjadi katup mesin

berdiameter lebih besar pada kendaraan uji, yang mana pada penelitian ini dimaksudkan untuk memperbaiki suatu kinerja motor bensin.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Motor Bakar

Motor bakar (gambar 2.1) adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energi termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara.



Gambar 2.1 Motor Bakar
(Sumber :Daryanto, 2011)

Dan jika ditinjau dari pembakaran bahan bakarnya, motor bakar dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- a. Pembakaran di dalam mesin (*Internal Combustion Engine*)

Pembakaran di dalam mesin merupakan pembakaran bahan bakar yang

terjadi di dalam silinder mesin. Dari pembakaran ini timbul energi potensial

tekanan yang langsung mendorong piston untuk bergerak sehingga terjadi perubahan energi yaitu dari energi potensial menjadi energi mekanik. Misalnya : pada turbin gas, motor bakar torak dan mesin propulsi pancar gas.

b. Pembakaran di luar mesin (*External Combustion Engine*)

Pembakaran di luar mesin merupakan pembakaran bahan bakar yang dilakukan di luar mesin, yang mana dari pembakaran ini menghasilkan energi potensial yang kemudian disalurkan ke dalam mesin, dan setelah itu baru energi potensial tersebut diubah menjadi energi mekanik, sehingga mesin akhirnya dapat menghasilkan tenaga mekanik. Misalnya pada ketel uap dan turbin uap.

Hal-hal yang perlu menjadi perhatian dan pertimbangan dalam menentukan mesin yang akan digunakan adalah :

1. Mesin pembakaran dalam yaitu :

- a. Pemakaian bahan bakar irit.
- b. Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil.
- c. Konstruksi lebih sederhana, karena tidak memerlukan ketel uap, kondensor dan sebagainya.

2. Mesin pembakaran luar yaitu :

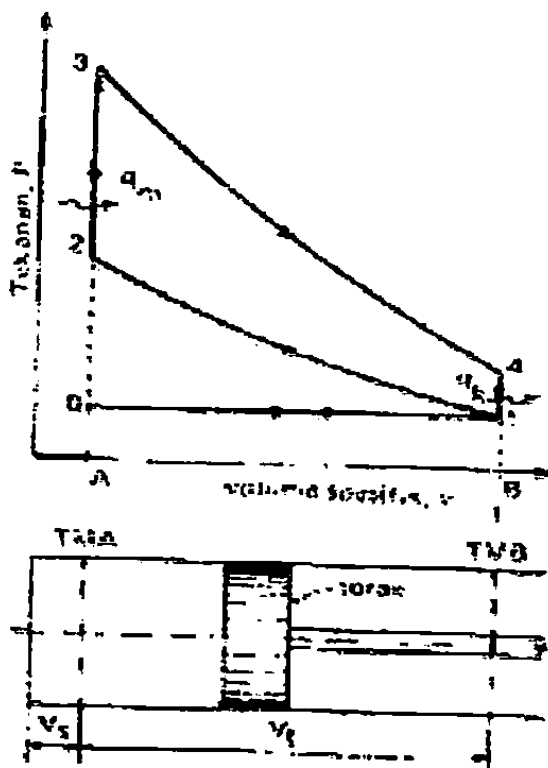
- a. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
- b. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah.
- c. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
- d. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.

Motor pembakaran dalam sendiri terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu Motor Bensin (Otto) dan Motor Diesel. Perbedaan kedua jenis motor tersebut sangat jelas sekali yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin (premium), sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalaannya, di mana pada motor bensin

digunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar.

2.3 Siklus Termodinamika

Siklus Termodinamika (Gambar 2.2) adalah serangkaian perubahan berturut-turut yang dialami oleh sejumlah gas, sehingga dapat kembali ke keadaan semula baik tekanan volume maupun temperaturnya. Untuk motor bensin digunakan siklus Otto (*Otto Cycle*) dimana proses pemasukan kalor berlangsung pada volume konstan. Siklus Otto (ideal) pembakaran tersebut dimisalkan dengan pemasukan panas pada volume konstan.



- P = tekanan fluida kerja, kg/cm^2
- v = volume spesifik, m^3/kg
- q_m = jumlah kalor yang dimasukkan, kcal/kg
- q_k = jumlah kalor yang dikeluarkan, kcal/kg
- V_L = volume langkah torak, m^3 atau cm^3
- V_s = volume sisa, m^3 atau cm^3
- TMA = titik mati atas
- TMB = titik mati bawah

Gambar 2.2 Diagram P vs V dari siklus volume konstan
(Sumber : Arismunandhar, Wiranto, 2005)

Penjelasan :

- a. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
- b. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan-konstan.

- d. Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
- e. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
- f. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
- g. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.

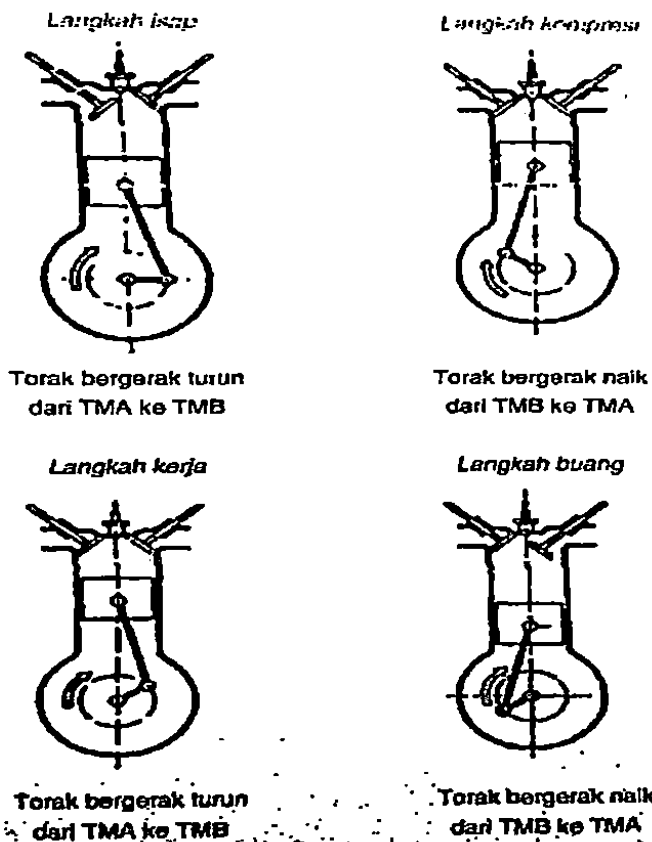
Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang berada didalam silinder pada titik 1 dapat dikeluarkan dari dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida yang sama.

2.4 Prinsip Kerja Motor Bakar Torak

Prinsip kerja motor bakar dibedakan menjadi 2 yaitu motor 4 langkah dan 2 langkah.

2.4.1 Prinsip Kerja Motor 4 Langkah

Motor bensin empat langkah (gambar 2.3) adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan 4 langkah dan 2 kali putaran poros



Gambar 2.3 Skema Gerakan Torak 4 Langkah
(Sumber : Daryanto, 2011)

Langkah isap :

1. Torak bergerak dari TMA ke TMB
2. Katup masuk terbuka, katup buang tertutup.
3. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam silinder melalui katup masuk.
4. Saat torak berada di TMB katup masuk akan tertutup.

Langkah kompresi :

1. Torak bergerak dari TMB ke TMA.
2. Katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas akan naik.
3. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA busi mengeluarkan bunga api.
4. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar

5. Akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.

Langkah kerja / ekspansi :

1. Saat ini kedua katup masih dalam keadaan tertutup.
2. Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan torak turun kebawah dari TMA ke TMB.
3. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak beputar.

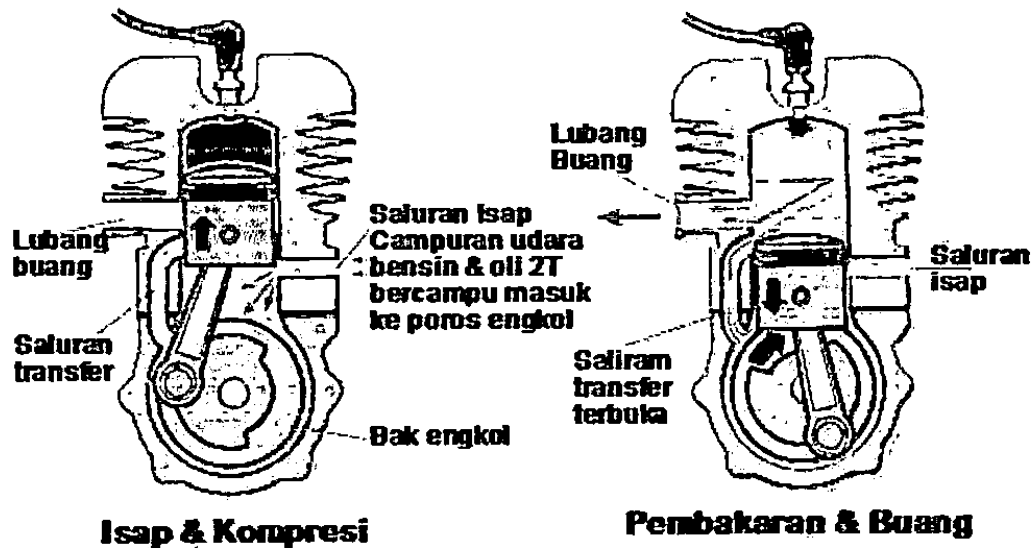
Langkah pembuangan :

1. Katup buang terbuka, katup masuk tertutup.
2. torak bergerak dari TMB ke TMA.
3. Gas sisa pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang.

2.4.2 Prinsip Kerja Motor 2 Langkah

Motor bensin 2 langkah (gambar 2.4) adalah mesin yang proses pembakarannya dilaksanakan dalam satu kali putaran poros engkol atau dalam

MESIN 2 LANGKAH



Gambar 2.4 Skema Gerakan Torak 2 Langkah
(Sumber : <http://2.bp.blogspot.com>)

Langkah Isap (*Up Ward Stroke*)

Pada langkah isap piston bergerak naik dari TMB menuju TMA. Pada saat piston di posisi TMB, bahan bakar yang berada dibawah piston didorong dan keluar dari saluran pembilasan. Proses selanjutnya, bahan baker yang keluar dari saluran pembilasan didorong piston sampai mencapai posisi TMA. Pada saat hampir mencapai TMA, piston menutup saluran pembuangan dan saluran pembilasan. Akibatnya, saluran pemasukan bahan bakar terbuka yang menyebabkan bahan baker secara otomatis masuk melalui saluran pemasukan di bawah piston. Bahan baker yang telah ada di silinder ditekan naik oleh piston sampai mencapai posisi TMA. Tekanan di silinder meningkat, kemudian bunga api dari busi membakare bahan baker dan udara menjadi letusan.

Langkah Buang (*Down Ward Stroke*)

Letusan tersebut menghasilkan tenaga yang digunakan untuk mendorong piston

bahan bakar yang telah berada di bawah piston menuju saluran pembilasan. Saat piston bergerak turun saluran buang dan saluran pembilasan dalam keadaan terbuka. Gas sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui saluran pembuangan menuju knalpot akibat desakan bahan bakar dan udara yang masuk dalam silinder melalui saluran pembilasan. Dengan terbuangnya gas sisa hasil pembakaran, kerja mesin 2 tak selesai untuk satu proses kerja (siklus). Proses *up ward stroke* dan *down ward stroke* akan terus bekerja silih berganti.

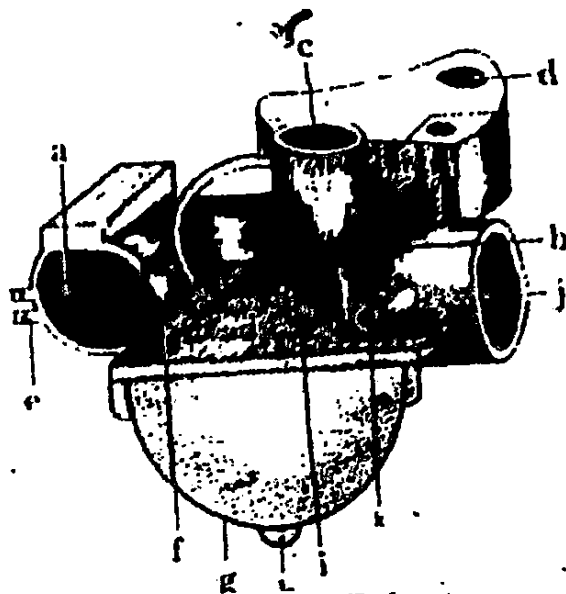
2.5 Bagian-bagian Motor Bakar

2.5.1 Karburator

Karburator (Gambar 2.5) merupakan bagian dari mesin yang bertugas dalam sistem pengabutan (pemasukan bahan bakar ke dalam silinder). Untuk itu fungsi dari karburator antara lain:

1. Untuk mengatur udara dan bahan bakar ke dalam saluran isap.
2. Untuk mengatur perbandingan bahan bakar-udara pada berbagai beban kecepatan motor.
3. Mencampur bahan bakar dan udara secara merata.

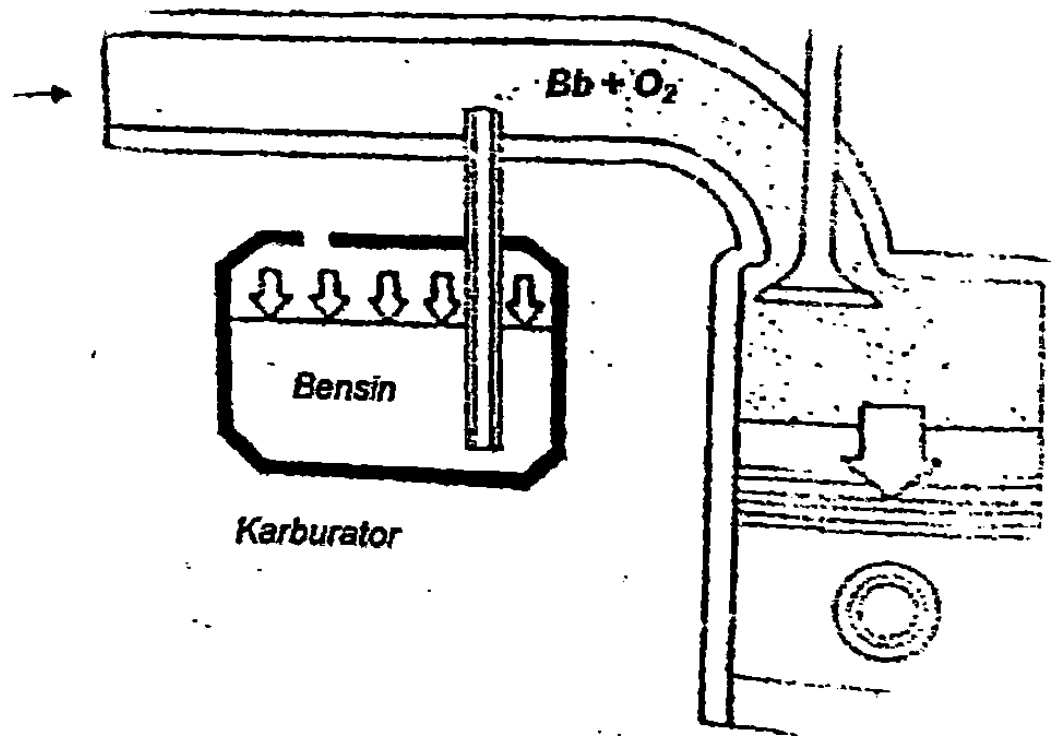
Proses pemasukan bahan bakar ke dalam silinder dinamakan *karburasi*



Gambar 2.5.a Karburator

Keterangan :

- a. Lubang yang dihubungkan pada mesin
- b. Lubang udara
- c. Lubang tempat pegas *throttle*
- d. Lubang tempat pegas cok
- e. Dudukan karburator pada mesin
- f. Lubang masuknya bahan bakar
- g. Tabung pompa/pelampung
- h. Kontrol bahan bakar
- i. Pengatur *throttle*
- j. Lubang masuknya udara



Gambar 2.5.b Mekanisme Karburator
(Sumber : Kiyaku, Yaswaki & Murdhana, DM, 2003)

Satu per satu bagian dari karburator beserta fungsinya:

1. Mangkok karburator (*float chamber*)

Mangkok karburator berfungsi sebagai penyimpan bahan bakar sementara sebelum digunakan.

2. Klep/jarum pelampung (*float valve*)

Jarum pelampung berfungsi mengatur masuknya bahan bakar ke dalam mangkuk karburator.

3. Pelampung (*float*)

Pelampung berfungsi...

4. Skep/katup gas (*throttle valve*)

Skep berfungsi mengatur banyaknya gas yang masuk ke dalam silinder.

5. Pemancar jarum (*main nozzle/needle jet*)

Pemancar jarum berfungsi memancarkan bahan bakar ketika *throttle* ditarik, besarnya diatur oleh terangkatnya jarum skep.

6. Jarum skep/jarum gas (*Needle jet*)

Jarum skep berfungsi mengatur besarnya semprotan bahan bakar dari main nozzle pada saat *throttle* ditarik.

7. Pemancar besar (*main jet*)

Pemancar besar berfungsi memancarkan bahan bakar ketika motor ditarik *throttle* nya secara penuh (tinggi)

8. Pemancar kecil/stationer (*slow jet*)

Pemancar kecil berfungsi memancarkan bahan bakar waktu lamsam/stationer.

9. Sekrup gas/baut gas (*throttle screw*)

Sekrup gas berfungsi menyetel posisi skep sebelum *throttle* ditarik.

10. Sekrup udara/baut udara (*air screw*)

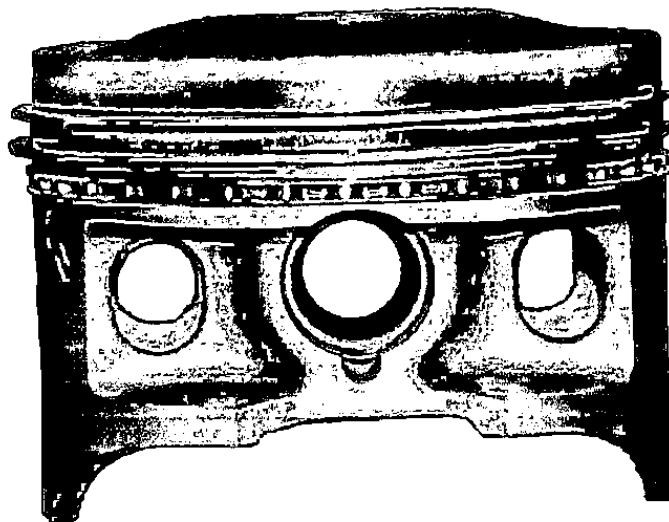
Sekrup udara berfungsi mengatur banyaknya udara yang akan dicampur dengan bahan bakar.

11. Katup cuk (*choke valve*)

Katup cuk berfungsi menutup udara luar yang akan masuk ke dalam karburator sehingga gas menjadi kaya digunakan pada waktu start

2.5.2 Piston (Torak)

Piston (Gambar 2.6) pada mesin pembakaran dalam digunakan untuk melakukan langkah kerja yaitu langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang. Piston bergerak didalam silinder secara naik turun, gerakan naik turun ini diubah menjadi gerak putar oleh *crankshaft*, piston ini dihubungkan ke *crankshaft* oleh batang piston dan pena torak. Karena piston bekerja pada tekanan tinggi, maka piston dibuat dari campuran aluminium, piston juga dilengkapi dengan cincin/ ring kompresi dan ring oli, cincin ini tetap dan mengikuti gerakan piston, fungsi dari ring piston adalah untuk mencegah terjadinya kebocoran oli atau dan kebocoran kompresi.



Gambar 2.6 Piston

Piston merupakan salah satu komponen penting yang berfungsi untuk :

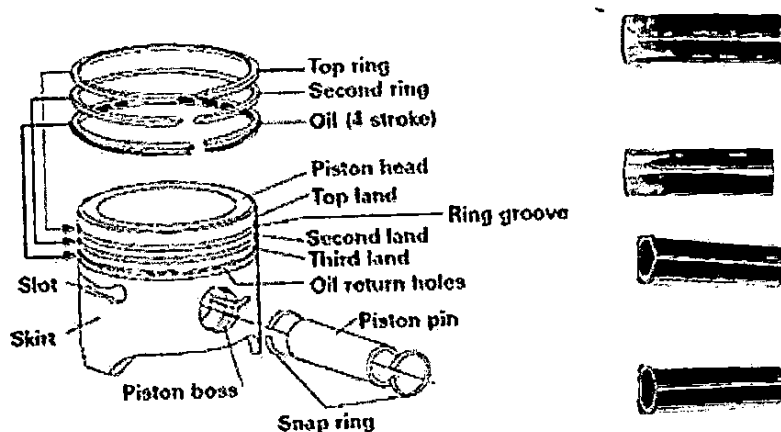
- Penerima tenaga pembakaran
- Meneruskan tenaga pembakaran
- Membawa cincin torak sebagai pengikat dan menyapu dinding silinder

Proses kerja torak/ piston adalah bergerak secara translasi didalam silinder untuk melakukan langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang. Juga

dilengkapi dengan cincin torak yang terdiri dari cincin oli dan cincin kompresi yang terletak di bagian atas torak. Torak dihubungkan ke *crank journal* oleh batang torak yang terhubung ke torak melalui pena torak. Torak terbuat dari paduan aluminium, sehingga torak jadi lebih ringan tapi sensitif terhadap pemuaian, jadi lebih sering digunakan pada motor bensin. Sedangkan untuk motor diesel terbuat dari besi tuang kelabu. Dari bentuknya torak dibedakan menjadi tiga yaitu, torak berkepala cekung, tidak beraturan (*irregular head*) dan kepala rata. Celah antara torak dan silinder secara umum adalah 0,02-0,05 mm, bila terlalu kecil torak akan bergesekan dengan dinding silinder dan mengakibatkan kerusakan, sebaliknya jika terlalu besar akan terjadi kebocoran ke ruang engkol hal ini disebut dengan *blow by*.

2.5.3 Pen Piston (*Piston Pin*)

Pena torak (*piston pin*) (Gambar 2.7) menghubungkan torak-torak dengan bagian ujung yang kecil (*small end*) pada batang torak dan meneruskan tekanan pembakaran yang berlaku pada torak ke batang torak. Pena Torak berlubang di dalamnya untuk mengurangi berat yang berlebihan dan kedua ujung ditahan oleh bushing pena torak (*piston pin boss*).



Gambar 2.7 Pen Piston
(Sumber :<http://kemeroh.blogspot.com>)

Torak dan batang torak (*connecting rod*) dihubungkan secara khusus seperti diperlihatkan pada gambar. Pada model *Full Floating*, pena torak tidak terikat pada *bushing torak* atau batang torak, sehingga dapat bergerak bebas. Pada kedua ujung pena ditahan oleh 2 buah pegas pengunci (*snap ring*). Pada model semi floating, pena torak dipasang dan dibaut pada batang torak untuk mencegah lepas keluar, atau bagian ujungnya yang kecil pada batang torak terbagi dalam dua bagian dan pena torak dibuat diantara keduanya. Pada model lainnya adalah tipe *fixet*, salah satu ujung penanya dibautkan pada torak.

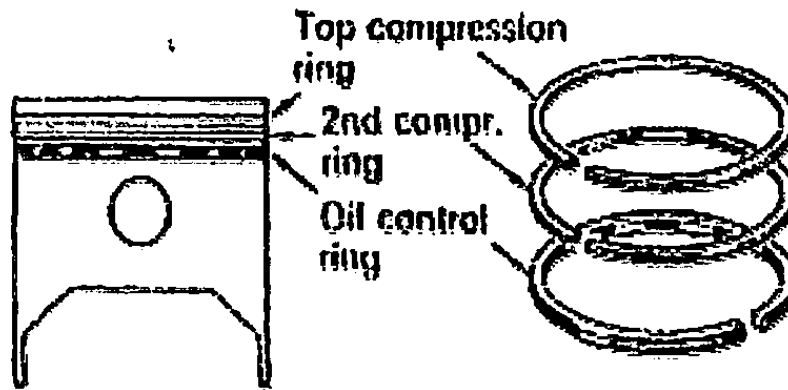
2.5.4 Ring Piston (Pegas Torak)

Pegas torak (Gambar 2.8) dipasang pada alur ring (*ring groove*). Diameter luar torak dibuat lebih besar dibanding torak itu sendiri. Karena ring bersifat elastis ketika terpasang akan mengembang sehingga menutup rapat pada dinding silinder. Pegas torak terbuat dari bahan yang special agar kuat terhadap tekanan dan tidak merusak dinding silinder saat saling bergesekan. Jumlah ring torak bervariasi pada tiap jenis kendaraan.

Pegas torak mempunyai 3 peranan penting bagi mesin, pertama mencegah kebocoran campuran udara dan bahan bakar selama langkah kompresi, kedua mencegah mengalirnya oli kedalam silinder agar tidak ikut terbakar, ketiga yaitu memindahkan panas dari piston kedinding silinder.

a. Pegas Kompresi 1

Pegas kompresi berfungsi untuk mencegah kebocoran kompresi dari ruang bakar kedalam bak engkol selama langkah kompresi dan langkah usaha. Pegas kompresi umumnya berjumlah 2 pegas, yang pertama disebut "*top compression ring*" dan yang kedua disebut "*second compression ring*". Tepi bagian atas ring dibuat agak tirus tujuannya untuk menjamin agar dapat menutup



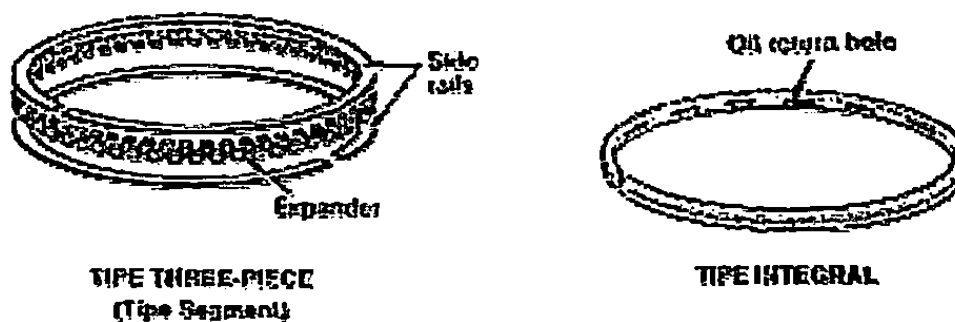
Gambar 2.8 Pegas Kompresi
(Sumber :<http://4.bp.blogspot.com>)

b. Pegas Kompresi 2

Pegas ini juga berfungsi sebagai pegas kompresi. Lebih tepatnya, berfungsi sebagai sil kompresi, yaitu untuk menjaga dan menahan dari kebocoran. Selain itu, pegas kedua juga berfungsi untuk menyapu pelumas di *liner*. Jadi, tidak ada pelumas yang diperbolehkan naik ke atas dan melebihi pegas 1.

c. Pegas Pengontrol Oli

Pegas (Gambar 2.9) ini diperlukan untuk membentuk lapisan oli pada dinding silinder, selain itu mencegah masuknya oli kedalam ruang bakar. Ada 2 tipe pegas pengontrol oli.



Gambar 19. Tipe Pegas

Gambar 2.9 Pegas Pengontrol Oli

1. Tipe Integral

Tipe ini dilengkapi beberapa lubang yang menembus pada alur pegas torak yang berfungsi sebagai lubang pengembalian oli.

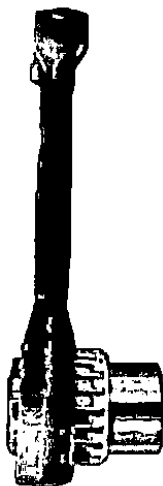
2. Tipe Three-piece

Tipe ini terdiri dari side rail yang berfungsi mengikis oli, dan expander yang berfungsi untuk menekan side rail agar menempel pada dinding silinder, fungsinya sama dengan tipe integral.

2.5.5 Batang Torak (*Connecting Rod*)

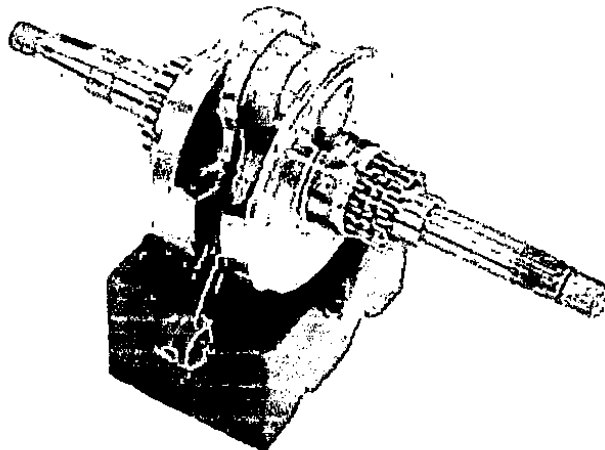
Batang torak (*connecting rod*) (Gambar 2.10) menghubungkan torak ke poros engkol dan selanjutnya menruskan tenaga yang dihasilkan oleh torak ke poros engkol. Bagian ujung batang torak yang berhubungan dengan pena torak disebut *small end*. Sedang yang lainnya yang berhubungan dengan poros engkol disebut *big end*.

Crank pin berputar pada kecepatan tinggi didalam *big end* dan mengakibatkan temperatur menjadi tinggi. Untuk menghindari hal tersebut yang diakibatkan panas, *metal* dipasangkan didalam *big end*. *Metal* ini dilumasi dengan oli dan sebagian dari oli ini dipercikkan dari lubang oli ke bagian dalam torak untuk mendinginkan torak.



2.5.6 Poros Engkol (*Crank Shaft*)

Poros engkol (Gambar 2.11) berfungsi merubah gerak turun naik piston melalui batang piston untuk selanjutnya dirubah menjadi gerak putar, tenaga inilah yang dipakai kendaraan untuk bisa berjalan.



Gambar 2.11 Poros Engkol
(Sumber :ahmadsujoko, 2012)

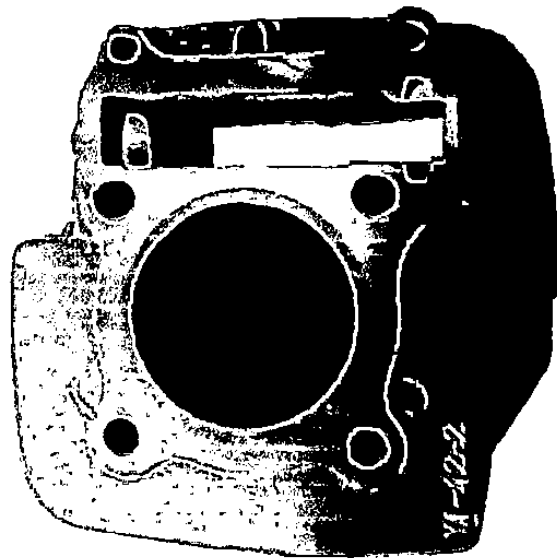
Poros engkol menerima beban yang berat selama beroperasi, dengan alasan ini maka poros engkol dibuat dari bahan baja carbon khusus sehingga memiliki daya tahan tinggi.

Crank pin terpasang tidak segaris dengan poros, oleh karena itu poros engkol perlu ditambahkan *counterbalance weight* untuk menghindari getaran selama mesin berputar.

2.5.7 Blok Silinder (*Cylinder Block*)

Blok Silinder (Gambar 2.12) merupakan inti dari pada mesin, yang terbuat dari besi tuang. Belakangan ada beberapa blok silinder yang terbuat dari paduan Aluminium. Dengan bahan Aluminium lebih ringan dan meradiasikan panas lebih efisien dibandingkan dengan besi tuang. Blok Silinder dilengkapi rangka pada bagian dinding luar untuk memberikan kekuatan pada mesin dan membantu meradiasikan panas. Blok silinder terdiri dari beberapa lubang tabung silinder, yang di dalamnya terdapat torak yang bergerak turun-naik. Silinder-silinder ditutup bagian atasnya oleh kepala silinder yang dijamin oleh gasket

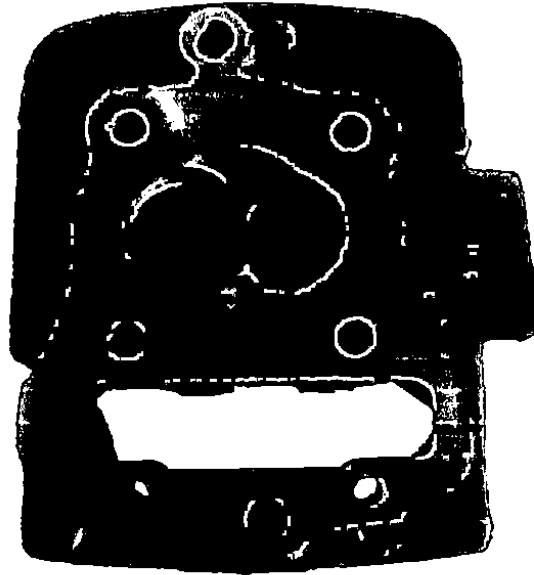
Crankcase terpasang dibagian bawah blok silinder dan poros engkol dan bak oli termasuk di dalam blok silinder, hanya pada tipe OHV (Over Head valve). Pada mesin yang modern poros nok berada di dalam kepala silinder. Silinder-silinder dikelilingi oleh mantel pendingin (water jacket) untuk membantu pendinginan. Perlengkapan lainnya seperti starter, alternator, pompa bensin, distributor dipasangkan pada bagian samping blok silinder.



Gambar 2.12 Blok Silinder (*Cylinder Block*)

2.5.8 Kepala Silinder (*Cylinder Head*)

Kepala silinder (Gambar 2.13) memiliki fungsi sebagai penutup silinder atas dan ruang bakar kerja motor. Bentuk ruang bakar ada yang datar/rata, tirus, lengkung atau gabungandari bentuk-bentuk tersebut. Pada kepala silinder terdapat lubang katup-katup, saluran masuk, saluran buang, lubang busi, lubang saluran air pendingin, saluran oli dan tempat pemasangan mekanik katup. Di bagian atas kepala silinder dipasang tutup pelindung, berguna untuk melindungi komponen mekanik katup, mencegah debu agar tidak masuk dan mencegah oli supaya tidak

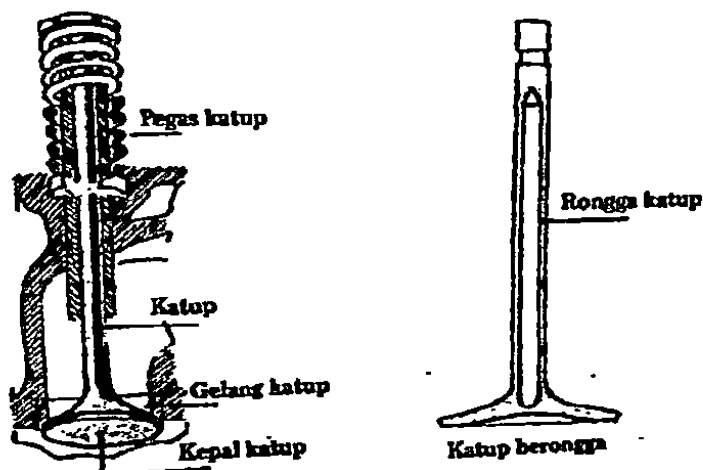


Gambar 2.13 Kepala Silinder (Cylinder Head)

2.5.9 Katup

Katup (Gambar 2.14) digerakkan oleh mekanisme katup, yang terdiri atas:

- Poros cam
- Batang penekan
- Pegas penutup
- Rol baut penysetel



Gambar 2.14 Katup

Katup hanya terdapat pada motor empat langkah, sedangkan motor dua langkah umumnya tidak memakai katup. Katup pada motor empat langkah terpasang pada kepala silinder. Tugas katup untuk membuka dan menutup ruang bakar. Setiap silinder dilengkapi dengan dua jenis katup (isap dan buang). Pembukaan dan penutupan kedua katup ini diatur dengan sebuah poros yang disebut poros cam (*camshaft*). Sehingga silinder motor empat langkah memerlukan dua cam, yaitu cam katup masuk dan cam katup buang. Poros cam diputar oleh poros engkol melalui transmisi roda gigi atau rantai. Poros cam berputar dengan kecepatan setengah putaran poros engkol. Jadi, diameter roda gigi pada poros cam adalah dua kali diameter roda gigi pada poros engkol. Sebab itu lintasan pena engkol setengah kali lintasan poros cam. Katup dibuat dari bahan yang keras dan mudah menghantarkan panas. Katup menerima panas dan tekanan yang tinggi dan selalu bergerak naik dan turun, sehingga memerlukan kekuatan yang tinggi. Selain itu hendaknya katup tahan terhadap panas dan gesekan

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

Katup masuk dan katup buang berbentuk cendawan (*mushroom*) dan disebut "*poppet valve*". Katup masuk menerima panas pembakaran, dengan demikian katup mengalami pemuaian yang tidak merata yang akan berakibat dapat mengurangi efektivitas kerapatan pada kedudukan katup. Untuk meningkatkan efisiensi biasanya lubang pemasukan dibuat sebesar mungkin. Sementara itu katup buang juga menerima tekanan panas, tekanan panas yang diterima lebih tinggi, hal ini akan mengurangi efektivitas kerapatan juga, sehingga akibatnya pada kedudukan katup mudah terjadi keausan. Untuk menghindari hal tersebut, kelonggaran (*clearance*) antara stem katup dan kepala stem dibuat lebih besar. Untuk membedakan katup masuk dengan katup buang dapat dilihat pada diameter

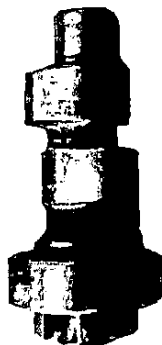
Kepala katup mempunyai peranan yang sangat penting, karena ia harus tetap bekerja baik, walaupun temperturnya berubah-ubah. Bidang atas kepala katup ini disebut tameng. Bentuknya ada yang cekung dan ada yang cembung. Tameng cekung disebut tameng terompet dan biasanya dipakai sebagai katup masuk. Sedangkan tameng cembung dipakai sebagai katup buang karena kekuatannya yang lebih tinggi. Pada katup juga terpasang pegas-pegas. Pegas-pegas katup ditugaskan untuk menutup katup sesuai dengan gerak tuas ungkit menjauhi ujung batang katup.

2.5.10 Noken As (*Camshaft*)

Noken As (*Camshaft*) (Gambar 2.15) adalah sebuah alat yang digunakan dalam mesin untuk menjalankan *poppet valve*. Dia terdiri dari batangan silinder. Cam membuka katup dengan menekannya, atau dengan mekanisme bantuan lainnya, ketika mereka berputar.

Hubungan antara perputaran *camshaft* dengan perputaran poros engkol sangat penting. Karena katup mengontrol aliran masukan bahan bakar dan pengeluarannya, mereka harus dibuka dan ditutup pada saat yang tepat selama langkah piston. Untuk alasan ini, *camshaft* dihubungkan dengan *crankshaft* secara langsung (melalui mekanisme *gear*) atau secara tidak langsung melalui rantai yang disebut "rantai waktu".

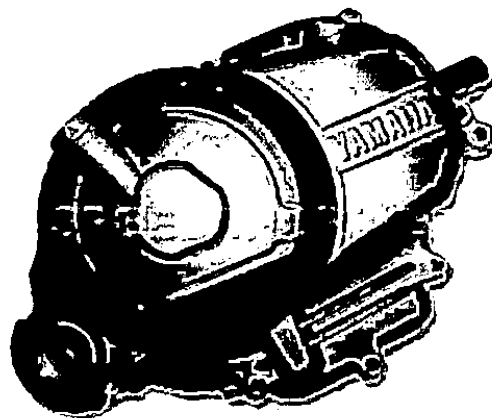
Dalam mesin empat langkah katup-katup akan membuka setengah lebih sedikit, oleh karena itu dua putaran penuh *crankshaft* terjadi disetiap putaran *camshaft*.



Gambar 2.15 Noken As (*Camshaft*)

2.5.11 Bak Oli (*Oil Pan*) Karter

Bagian bawah dari pada blok silinder disebut juga bak engkol (*crank-case*). Bak oli (*oil pan*) (Gambar 2.16) dibaut pada bak engkol dengan diberi *packing seal* atau *gasket*. Bak oli dibuat dari baja yang dicetak dan dilengkapi dengan penyekat (*separator*) untuk menjaga agar permukaan oli tetap rata ketika kendaraan pada posisi miring. Selain itu juga dirancang sedemikian rupa agar oli mesin tidak berpindah (berubah posisi permukaan) pada saat kendaraan berhenti secara tiba-tiba, dan menjamin bekerjanya pompa oli dan tidak akan berkurangnya oli pada setiap saat. Penyumbat oli (*drain plug*) letaknya dibagian bawah bak oli dan fungsinya mengeluarkan oli mesin bekas.

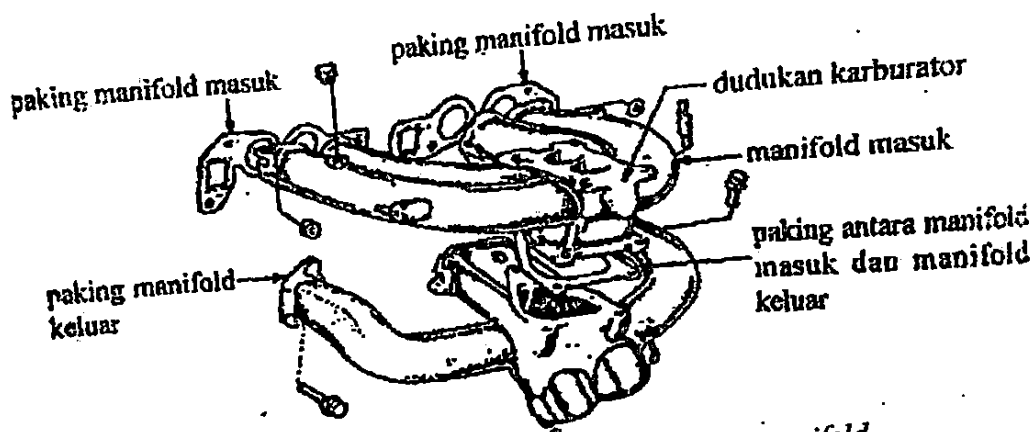


Gambar 2.16 Bak Oli (*Oil Pan*)

2.5.12 Saluran Masuk (*Intake Manifold*) dan Saluran Buang (*Exhaust Manifold*)

Saluran masuk (*intake manifold*) pada (Gambar 2.17) merupakan saluran untuk mengalirkan gas baru yang masuk ke dalam silinder. Saluran buang (*exhaust manifold*) pada (Gambar 2.17) merupakan saluran untuk mengalirkan sisa pembakaran dari dalam silinder. Saluran masuk ditempatkan diantara kebuatan dengan lubang katup masuk pada kepala silinder. Sedangkan saluran

buang ditempatkan di antara lubang katup buang dengan knalpot. Untuk membantu penguapan bensin yang masuk ke dalam silinder, posisi saluran masuk diletakkan dekat saluran buang agar panas yang terpancar dapat dimanfaatkan untuk membantu gas campuran bensin dan udara masuk ke dalam silinder agar efisiensi panas dapat menjadi lebih baik. Dalam upaya pemanfaatan panas tersebut, maka bahan bakar yang dikonsumsi, saluran buang harus memiliki sifat tahan panas dan sekaligus *reflector* terhadap panas. Bahan yang sesuai untuk pembuatan saluran buang tersebut ialah paduan aluminium. Sebaliknya, saluran masuk harus memiliki sifat menyerap panas dan penghantar panas yang baik; bahan yang sesuai ialah aluminium.



Gambar 2.17 Intake manifold dan Exhaust manifold
(Sumber : Hidayat, Wahyudi, 2012)

2.5.13 Knalpot

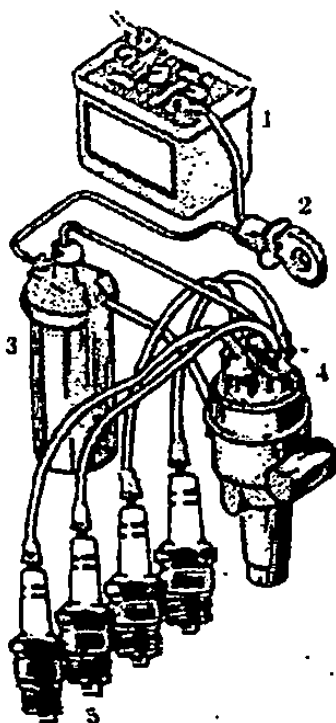
Fungsi knalpot (*muffler*) adalah sebagai peredam suara dan mengatur arah aliran gas-gas hasil pembakaran agar mengalir dengan teratur. Pengaturan gas yang baik dapat meningkatkan tenaga yang dihasilkan oleh mesin sehingga setiap motor dirancang dengan knalpot yang sesuai dengan kapasitas mesin. Apabila desain tidak tepat maka akan terjadi penurunan tenaga yang dihasilkan mesin. Knalpot dapat meningkatkan performa mesin sekitar 10% sampai 30%. Kriteria untuk menentukan kinerja mekanik dan sifat material dari knalpot. Sistem ini

untuk memastikan bahwa knalpot bisa tahan lama dan membutuhkan sedikit pemeliharaan ketika dilakukan perawatan.

2.6 Sistem Pengapian

Sistem kelistrikan mesin merupakan sistem yang dipergunakan untuk menghidupkan mesin dan mempertahankan agar mesin tersebut dalam keadaan hidup. Bagian-bagiannya terdiri dari baterai yang mensuplai listrik ke komponen listrik lainnya, sistem pengisian yang mensuplai listrik ke baterai, sistem starter yang memutar mesin pertama kali dan sistem pengapian membakar bahan bakar dalam ruang bakar yang dihisap ke dalam silinder.

Sistem pengapian (Gambar 2.18) merupakan salah satu sistem yang sangat penting pada motor bensin. Adapun pengertian dari sistem pengapian itu sendiri adalah sistem yang bertugas menyediakan bunga api dan sekaligus mengatur pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan di dalam silinder.



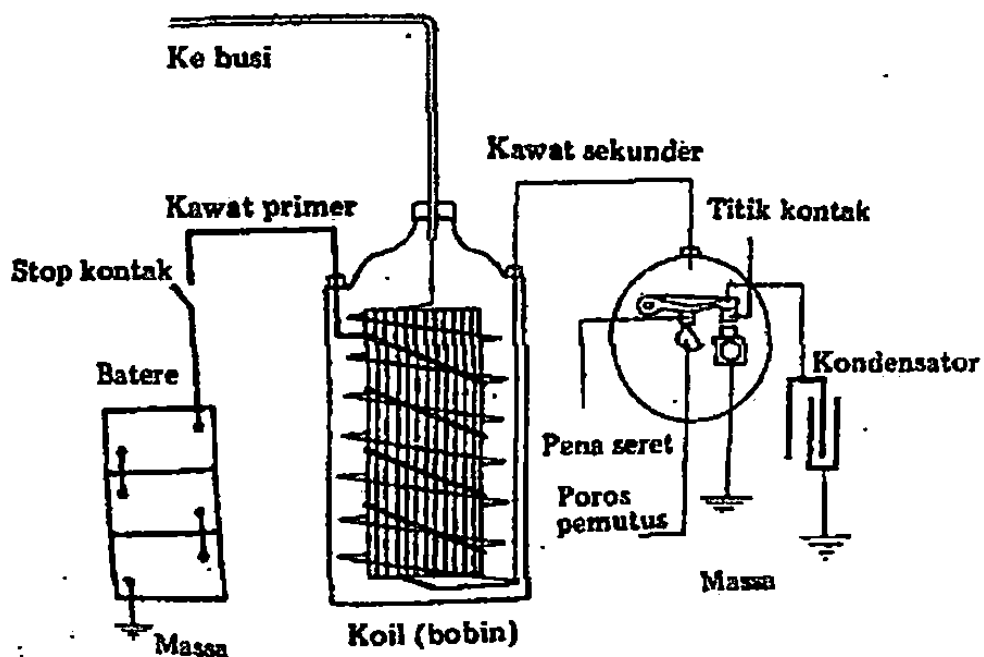
Gambar 2.18 Sistem Pengapian

Keterangan :

1. Batere
2. Kontak pemutus arus
3. Koil
4. Kondensator dan distributor
5. Busi

2.6.1 Baterai

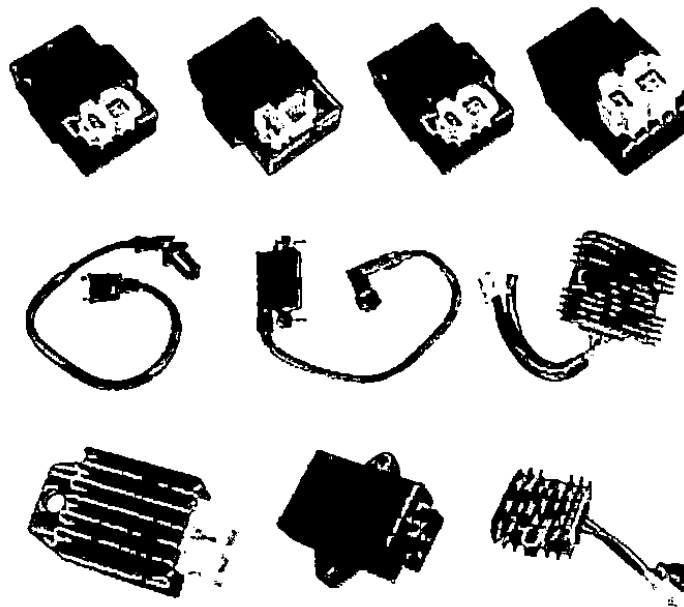
Baterai (Gambar 2.19) merupakan penyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh sistem pengisian, energi listrik diubah kedalam bentuk energi kimia. Baterai juga berfungsi sebagai penyedia tenaga listrik sementara (dalam bentuk tegangan DC) yang diperlukan oleh sistem-sistem kelistrikan sepeda motor, dengan didukung oleh sistem pengisian.



Gambar 2.19 Batere
(Sumber: Dorvanto, 2011)

2.6.2 CDI

CDI atau *Capacitor Discharge Ignition* (Gambar 2.20) adalah sistem pengapian pada mesin pembakaran dalam dengan memanfaatkan energi yang disimpan di dalam kapasitor yang digunakan untuk menghasilkan tegangan tinggi ke koil pengapian sehingga dengan output tegangan tinggi koil akan menghasilkan spark di busi. Besarnya energi yang tersimpan didalam kapasitor inilah yang sangat menentukan seberapa kuat spark dari busi untuk memantik campuran gas di dalam ruang bakar. Semakin besar energi yang tersimpan didalam kapasitor maka semakin kuat spark yang dihasilkan di busi untuk memantik campuran gas bakar dengan catatan diukur pada penggunaan koil yang sama. Energi yang besar juga akan memudahkan spark menembus kompresi yang tinggi ataupun campuran gas bakar yang banyak akibat dari pembukaan *throttle* yang lebih besar.



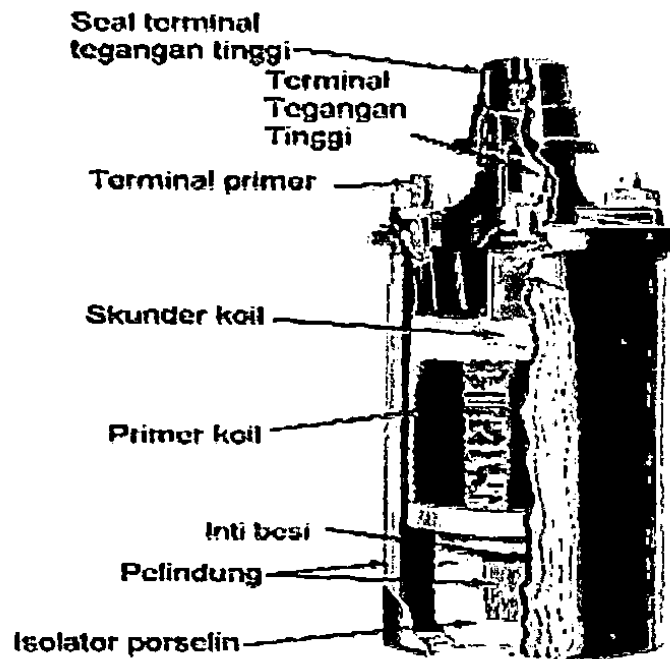
Gambar 2.20 CDI

(Sumber :<http://www.best-b2b.com>)

2.6.3 Koil

Koil (Gambar 2.21) merupakan Sebuah kumparan elektromagnetik (*transformator*) yang terdiri dari sebuah kabel tembaga terisolasi yang solid

kumparan sekunder. Koil merupakan transformator stepup yang berfungsi menaikkan tegangan kecil 12 volt dari kumparan primer menjadi tegangan tinggi 15.000 volt pada kumparan sekunder.



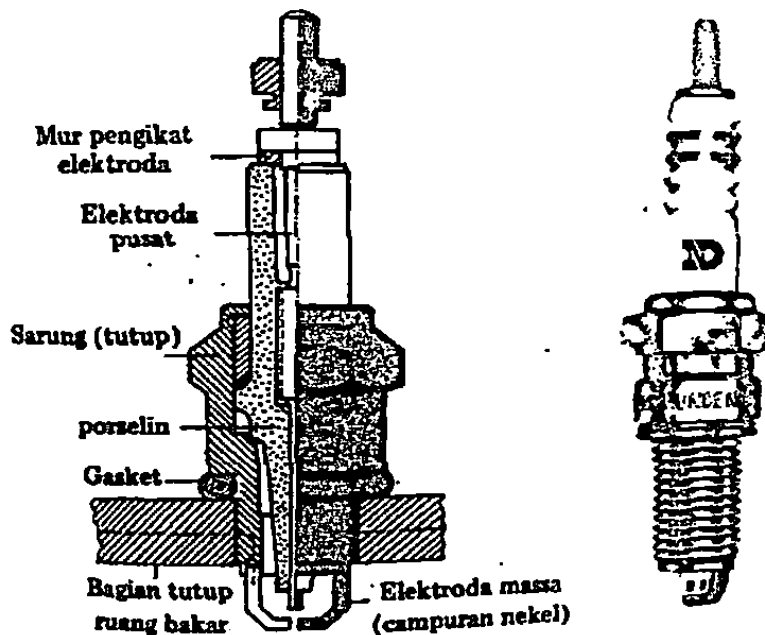
Gambar 2.21 Koil
(Sumber <http://2.bp.blogspot.com>)

2.6.4 Busi

Busi (dari bahasa Belanda *bougie*) (Gambar 2.22) adalah suatu suku cadang yang dipasang pada mesin pembakaran dalam dengan ujung elektrode pada ruang bakar. Busi dipasang untuk membakar bensin yang telah dikompres oleh piston. Percikan busi berupa percikan elektrik. Pada bagian tengah busi terdapat elektrode yang dihubungkan dengan kabel ke koil pengapian (*ignition coil*) di luar busi, dan dengan ground pada bagian bawah busi, membentuk suatu celah percikan di dalam silinder. Hak paten untuk busi diberikan secara terpisah kepada Nikola Tesla, Richard Simms, dan Robert Bosch. Karl Benz juga merupakan salah satu yang dianggap sebagai perancang busi.

Mesin pembakaran internal dapat dibagi menjadi mesin dengan percikan, yang memerlukan busi untuk memercikkan campuran antara bensin dan udara, dan mesin kompresi (mesin Diesel), yang tanpa percikan, mengompresi

campuran bensin dan udara sampai terjadi percikan dengan sendirinya (jadi tidak memerlukan busi).



Gambar 2.22 Busi
(Sumber : Kiyaku, Yaswaki & Murdhana, DM, 2003)

2.7 Angka Oktan pada Bahan Bakar (BBM)

Bilangan oktan adalah angka yang menunjukkan seberapa besar tekanan yang bisa diberikan sebelum bensin terbakar secara spontan. Di dalam mesin, campuran udara dan bensin (dalam bentuk gas) ditekan oleh piston sampai dengan volume yang sangat kecil dan kemudian dibakar oleh percikan api yang dihasilkan busi. Karena besarnya tekanan ini, campuran udara dan bensin juga bisa terbakar secara spontan sebelum percikan api dari busi keluar. Jika campuran gas ini terbakar karena tekanan yang tinggi (dan bukan karena percikan api dari busi), maka akan terjadi *knocking* atau ketukan di dalam mesin. Knocking ini akan menyebabkan mesin cepat rusak, sehingga sebisa mungkin harus kita hindari.

Nama oktan pada (Tabel 2.1) berasal dari oktana (C_8), karena dari seluruh molekul penyusun bensin, oktana yang memiliki sifat kompresi paling

pembakaran spontan, tidak seperti yang terjadi pada heptana, misalnya, yang dapat terbakar spontan meskipun baru ditekan sedikit.

Tabel 2.1 Nilai Oktan Gasolin Indonesia

No	Jenis	Angka Oktan Minimum
1	Premium 88	88
2	Pertamax	94
3	Pertamax Plus	95
4	Bensol	98