

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Motor Bensin

Motor bensin merupakan mesin pembangkit tenaga yang mengubah bahan bakar bensin menjadi tenaga panas dan akhirnya menjadi tenaga mekanik. Secara garis besar motor bensin tersusun oleh beberapa komponen utama meliputi; blok silinder (*cylinder block*), kepala silinder (*cylinder head*), poros engkol (*crankshaft*), piston, batang piston (*connecting rod*), roda penerus (*fly wheel*), poros cam (*cam shaft*), dan mekanik katup (*valve mechanic*). Blok silinder adalah komponen motor yang paling besar, sebagai tempat pemasangan komponen mekanik dan sistem - sistem lainnya. Blok silinder mempunyai lubang silinder tempat piston bekerja. Di bagian bawahnya terdapat ruang engkol (*crank case*), mempunyai dudukan bantalan (*bearing*) untuk pemasangan poros engkol. Bagian silinder dikelilingi oleh lubang - lubang saluran air pendingin dan lubang oli. Kepala silinder dipasang di bagian atas blok silinder, dan di kepala silinder terdapat ruang bakar, mempunyai saluran masuk dan buang, sebagai tempat pemasangan mekanisme katup. Poros engkol dipasang pada dudukan blok silinder bawah yang diikat dengan bantalan. Dipasang pula dengan batang piston bersama piston dan kelengkapannya. Sedangkan roda penerus dipasang pada pangkal poros engkol (*flens crank shaft*). Roda penerus dapat menyimpan tenaga, membawa piston dalam siklus kerja motor, menyeimbangkan putaran dan mengurangi getaran mesin.

Perubahan tenaga panas menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik dapat dijelaskan sebagai berikut: ketika katup hisap terbuka, campuran bahan bakar dan udara masuk melalui saluran intake manifold ke dalam ruang bakar. Campuran bahan bakar dan udara tersebut dimampatkan atau dikompresikan oleh torak dan saat posisi torak sebelum mencapai titik mati atas (TMA), busi memercikan bunga api dan menimbulkan ledakan. Ledakan dari pembakaran kemudian mendorong torak turun ke bawah. Fenomena ini disebut dengan langkah usaha atau ekspansi. Saat torak terdorong turun oleh ledakan hasil pembakaran tersebut, diteruskan ke poros engkol oleh batang torak dan poros engkol mengubah menjadi gerakan putar. Ketika katup buang membuka selanjutnya gas panas hasil pembakaran didorong oleh gerakan torak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) ke udara luar melalui knalpot.

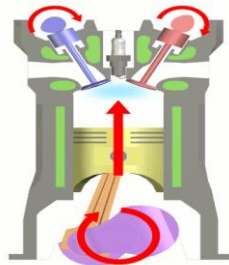
Pada motor 4 tak, untuk menghasilkan 1 kali usaha dibutuhkan 4 kali langkah naik turun torak dari TMA ke TMB, 2 kali gerak putar poros engkol dan 1 kali putaran poros cam. 4 langkah torak yaitu, langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang. Adapun proses yang terjadi pada langkah - langkah tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1. Siklus kerja mesin 4 langkah

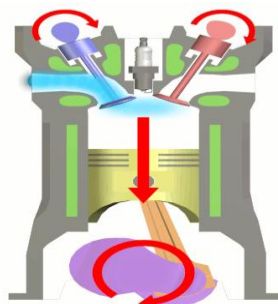
a. Langkah hisap

Pada langkah ini katup hisap (*intake valve*) terbuka dan katup buang (*exhaust valve*) tertutup. Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) porol engkol (*crankshaft*) bergerak 180° . gerakan tersebut menciptakan kevakuman di dalam ruang silinder yang berakibat terjadinya perbedaan tekanan antara udara di dalam silinder dan diluar silinder. Hal ini menyebabkan tekanan di dalam silinder sangat rendah dan mengakibatkan campuran udara - bahan bakar terhisap masuk ke dalam silinder melalui saluran masuk (*intake manifold*). Ketika piston bergerak sampai ke titik mati bawah (TMB) katup hisap tertutup. (Marsudi, 2010:8)



Gambar 2.2. Langkah hisap

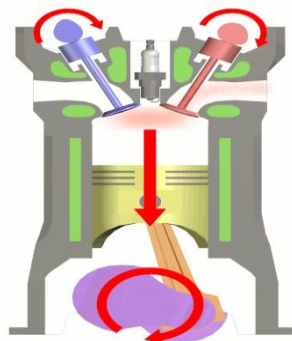
b. Langkah kompresi



Gambar 2.3. Langkah kompresi

Setelah torak menyelesaikan langkah hisap, posisi piston yang berada di TMB (titik mati bawah) bergerak ke TMA (titik mati atas) dan *crankshaft* berputar 180° , katup masuk menutup begitupun katup buang masih dalam keadaan menutup. Gerakan piston ke atas menyebabkan campuran udara yang berada di dalam silinder dikompresikan atau dimampatkan. Selaras dengan aksi kompresi tersebut, selama proses kompresi, suhu campuran udara dan bahan bakar meningkat mencapai ratusan derajat, hal ini sangat penting dan mempengaruhi pembakaran campuran udara dan bahan bakar. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA, busi memercikan bunga api sehingga gas yang telah mencapai temperatur dan tekanan tinggi itu akan terbakar.

c. Langkah usaha



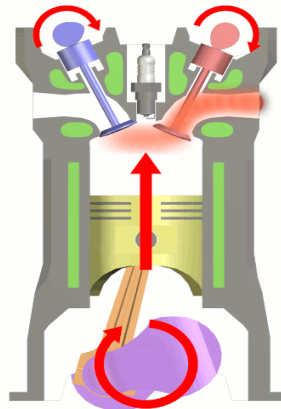
Gambar 2.4. Langkah usaha

Pada langkah usaha atau ekspansi terjadi proses kerja sebagai berikut. Torak bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah), poros engkol berputar setengah putaran 180° , posisi katup hisap dan katup buang masih dalam keadaan tertutup karena pembakaran tersebut bertekanan dan temperatur di dalam silinder menjadi tinggi sehingga mendorong piston bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah). Saat inilah tenaga panas dirubah menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik sehingga menghasilkan usaha atau ekspansi, tenaga gerak piston disalurkan batang piston ke poros engkol dan diubah menjadi tenaga gerak berputar, saat piston berada TMB (titik mati bawah), katup hisap masih dalam keadaan tertutup sehingga katup buang mulai terbuka.

d. Langkah buang

Pada langkah buang terjadi proses kerja sebagai berikut. Torak bergerak dari TMB (titik mati bawah) ke TMA (titik mati atas), poros engkol (*crankshaft*) berputar setengah lingkaran 180° dan katup hisap masih dalam keadaan tertutup dan katup buang terbuka, piston mendorong gas sisa pembakaran keluar dari ruang silinder melalui saluran buang terus ke udara luar melalui knalpot.

Setelah langkah buang selesai, yaitu pada saat piston berada di TMA (titik mati atas) katup hisap mulai terbuka dan katup buang kembali tertutup. Siklus berikutnya dimulai lagi dengan mengulangi langkah – langkah yang sama pada siklus diatas (Marsudi, 2010:8)



Gambar 2.5. Langkah buang

2.2. Faktor – faktor yang mempengaruhi kinerja mesin

Yang dimaksud dengan kinerja mesin adalah prestasi dari suatu mesin dimana prestasi tersebut erat hubungannya dengan daya mesin yang dihasilkan serta daya guna dari mesin tersebut.

Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi kemampuan mesin yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Volume langkah total

Volume langkah total dari seluruh silinder dari suatu mesin dihitung dari titik mati atas (TMA) sampai titik mati bawah (TMB). Volume langkah ini akan mempengaruhi volume gas yang masuk keseluruhan silinder.

Gas yang masuk akan menghasilkan energi pembakaran setelah gas tersebut dibakar. Apabila gas yang masuk jumlahnya besar maka hasil energi pembakarannya juga akan besar. Apabila volume langkahnya kecil maka gas yang masuk juga sedikit dan energi hasil pembakarannya juga akan kecil.

Mesin bakar adalah mesin perubah energi panas menjadi energi mekanik, apabila energi panas yang dihasilkan jumlahnya besar, maka energi mekanik mekanik yang dihasilkan juga akan besar.

b. Perbandingan kompresi

Perbandingan kompresi adalah perbandingan volume langkah dan volume ruang bakar dibanding volume volume ruang bakar. Rasio kompresi atau perbandingan kompresi dapat dirumuskan:

$$\epsilon = \frac{V1 + V2}{V1} \dots\dots\dots(1.1)$$

Keterangan:

V1 = volume silinder pada saat piston di TMA (titik mati atas)

V2 = isi silinder

Sedangkan untuk mencari V2 digunakan rumus:

$$\text{Isi silinder} = \frac{1}{4} \times D^2 \times S$$

D = diameter silinder

S = panjang langkah gerak piston (*stroke*)

Harga besaran dari perbandingan kompresi pada suatu mesin sangat tergantung pada besarnya volume ruang bakar. Apabila volume ruang bakar mengecil maka harga perbandingan kompresi akan membesar begitu juga sebaliknya. Apabila harga perbandingan kompresi membesar, maka akan membesar harga tekanan kompresinya yang selanjutnya akan menaikkan tekanan pembakaran. Seperti telah diketahui sebelumnya apabila tekanan pembakaran besar maka daya mesin yang dihasilkan juga akan besar. Jadi apabila akan menaikkan daya dari suatu mesin salah satu caranya adalah menaikkan kompresi melalui perubahan bentuk ruang bakar.

2.3. Indicated power (I.p)

Ini adalah kerja aktual dari piston, untuk rumus yang digunakan (internal combustion engines:47) :

$$i.p. = P_m LAN$$

Dimana N adalah nilai putaran mesin per unit waktu. 1/2 kecepatan putaran untuk mesin 4 tak, dan 1 kecepatan putaran untuk mesin 2 tak

2.4. Brake power

Ini adalah nilai dari output mesin. Untuk rumus yang digunakan ialah (internal combustion engines:47) :

$$b.p. = 2\pi NT$$

Dimana T adalah torsi

2.5. Friction power (f.p.) dan efisiensi mekanis (η_m)

Gesekan yang terjadi pada komponen mesin. Rumus yang digunakan adalah :

$$f.p. = i.p. - b.p.$$

Efisiensi mekanis sebagai berikut :

$$\eta_m = \frac{b.p.}{i.p.}$$

Biasanya antara 80% dan 90%

2.6. specific fuel consumption (sfc)

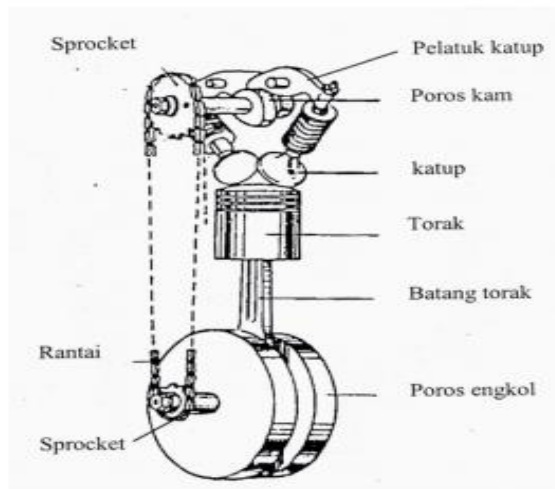
Kebutuhan bahan bakar specific merupakan banyaknya bahan bakar yang diperlukan tiap satu satuan daya tiap jam, ditulis :

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{b.p.} \text{ kg/kWh}$$

\dot{m}_f adalah berat bahan bakar yang dikonsumsi per unit power output per jam

2.7. Sistem katup

Dalam mesin 4 tak, piston bergerak naik turun sebanyak 4 kali untuk menghasilkan 1 usaha. Dalam pergerakan piston tersebut, poros engkol bergerak sebanyak 2 kali dan poros cam/ noken as bergerak sebanyak 1 kali untuk menggerakkan katup hisap dan buang.



Gambar 2.6. Sistem Katup dan Penggerak Poros Nok (Marsudi 2010:41)

a. Poros Nok atau Noken As

Noken as memiliki peranan yang sangat vital di dalam motor 4 tak. Noken as atau poros noken atau camshaft adalah komponen yang terdapat pada mesin 4 tak yang berfungsi mengatur dan menggerakkan katup/ klep (*valve*) dengan cara mendorongnya dengan dua tonjolan (*lift*). Klep in yang terdorong oleh tonjolan (*lift*) noken as akan terbuka sehingga mengalirkan bahan bakar serta udara ke ruang pembakaran. Satu tonjolan lainnya berfungsi untuk mendorong *klep out* agar gas sisa hasil pembakaran dibuang keluar menuju saluran pembuangan.

Noken as digerakkan oleh *timing chain* (rantai kamprat) yang dihubungkan dengan as kruk (*crankshaft*). Rantai kamprat tersebut bertugas untuk menjaga ritme putaran noken as agar sesuai dengan putaran as kruk dimana 1 kali putaran noken as sama dengan 2 putaran as kruk.

Peran vital noken as dalam performa mesin sepeda motor 4 tak terletak pada fungsinya yang mengatur kapan klep terbuka sehingga *timing* bahan bakar dan udara yang masuk ke *head cylinder* tepat sesuai dengan langkah piston (*stroke*).

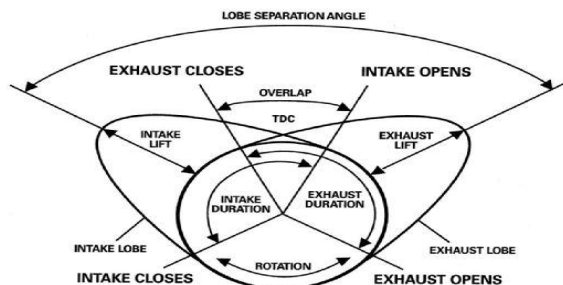
Dalam hal performa mesin, *timing* buka tutup klep tersebut dapat diatur untuk mendapatkan torsi. Jika menginginkan torsi pada putaran (rpm) rendah, maka *timing* buka tutup klep bisa dimajukan. Sebaliknya, jika menginginkan torsi pada rpm atas, maka *timing* buka tutup klep harus dimundurkan. Dikarenakan performa mesin sepeda motor 4 tak ditentukan oleh mekanisme *timing* buka tutup klep, dan proses tersebut diatur oleh noken as (*camshaft*), tak heran jika peran noken as sangat signifikan. Modifikasi atau ubahan pada lift noken as akan mempengaruhi keseluruhan proses tersebut, durasi buka tutup klep pun juga dapat diperpanjang atau diperpendek sehingga mesin sepeda motor pun menghasilkan power yang diinginkan.



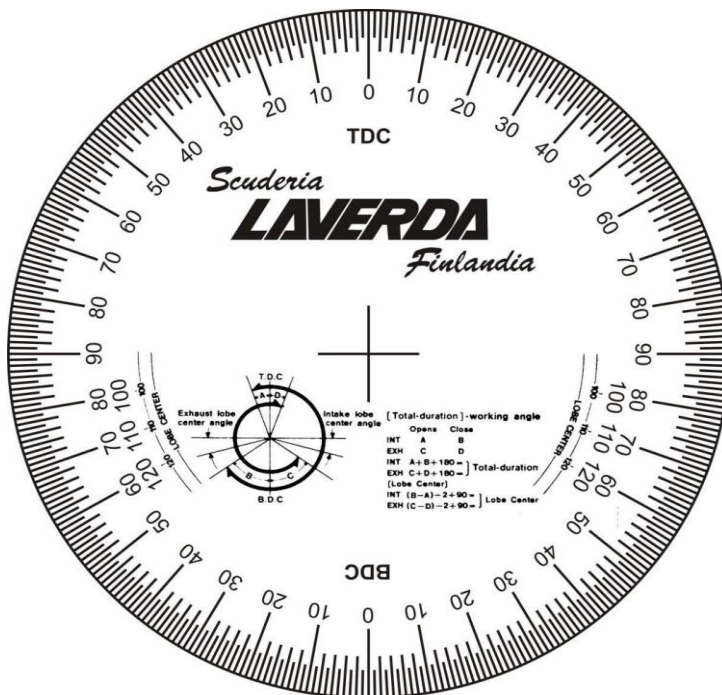
Gambar 2.7. *Camshaft vixion*

b. *Lobe separation angle*

Lobe separation angle adalah angka derajat jarak antara titik tengah pucuk *cam lobe intake* dan pucuk *cam lobe exhaust* yang dapat mempengaruhi emisi, kinerja dan efisiensi mesin motor. Pengukuran *lobe separation angle* dilakukan dengan roda derajat yang dipasang pada crankshaft dan dial indikator pada cam. Pengukuran terjadi antara maximum lift dari katup hisap dan katup buang.



Gambar 2.8. Diagram *lobe separation angle*



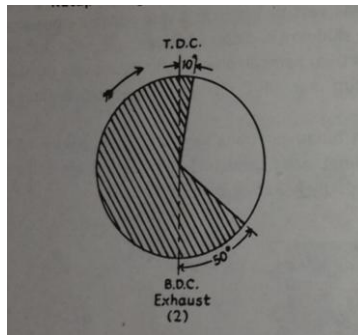
Gambar 2.9. Roda derajat

c. Masa kerja katup (*valve timing*)

Membuka dan menutup katup sesuai dengan langkah - langkah piston yaitu dari titik mati atas sampai titik mati bawah dan dari titik mati bawah sampai titik mati atas tergantung dari langkahnya. Jadi setiap langkah piston berarti poros engkol berputar 180° atau setengah lingkaran.

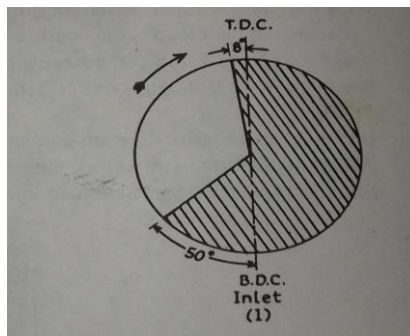
Pada keadaan sebenarnya apabila langkah piston adalah 180° engkol maka akan terjadi kekurangsempurnaan dalam tiap langkah piston misalnya untuk langkah hisap, apabila katup isap di buka pada saat piston berada pada titik mati atas dan di tutup pada saat piston berada pada titik mati bawah, pemasukan gas selanjutnya akan sedikit karena mendapat hambatan yang besar pada saluran-saluran isap termasuk tinggi pembukaan katup. Begitu juga untuk langkah buang, apabila katup buang di buka pada saat piston berada pada titik mati bawah dan di tutup pada saat piston berada pada titik mati atas, maka akan terjadi kekurangan sempurna dalam pembuangan gas bekas yang mana tidak seluruhnya gas buang dapat dibuang keluar.

Kedua jenis ketidaksempurnaan ini dapat di perbaiki dengan jalan mengatur saat dan lamanya pembukan katup. Untuk katup buang karena tekanan gas lebih tinggi dari tekanan udara luar maka katup buang mulai di buka pada saat piston hampir mencapai titik mati bawah. Pada keadaan ini gas buang akan segera keluar dengan mudah. Selanjutnya gas buang ini di tutup pada saat piston berada pada titik mati atas. Ini dimaksudkan agar gas bekas benar-benar dapat keluar semuanya. Saat membuka dan menutupnya katup buanmg ini dapat dilihat dari diagram gambar 2.10.



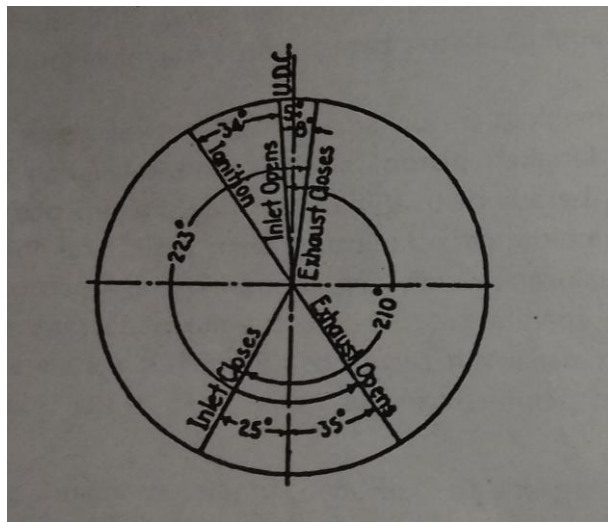
Gambar 2.10. Diagram katup buang

Untuk langkah hisap, karena pada saat langkah buang dimana katup buang masih terbuka walaupun piston telah melewati titik mati atas. Hal ini akan terjadi dan tepat sekali untuk langkah isap. Karenanya sebelum piston mencapai titik mati atas dimana kecepatan gas keluar sangat tinggi yang menyebabkan kevakuman tersebut, katup isap sudah mulai dibuka agar terjadi pembersihan gas pada ruang bakar dan pemasukan bersih dapat segera dimulai. Selanjutnya dengan bergerak piston menuju titik mati bawah, akan terjadi lagi kecepatan gas masuk yang cenderung meninggi sehingga walaupun piston telah melewati titik mati bawah, gas bersih masih cenderung untuk mengalir masuk kedalam silinder. Karenanya katup isap ditutup setelah piston melewati beberapa derajat dari titik mati bawah. Ini dimaksudkan agar pemasukan gas bersih dapat dilakukan sebanyak mungkin agar efisiensi pengisian dapat sebesar mungkin. Diagram dari katup isap ini dapat dilihat pada gambar 2.11.

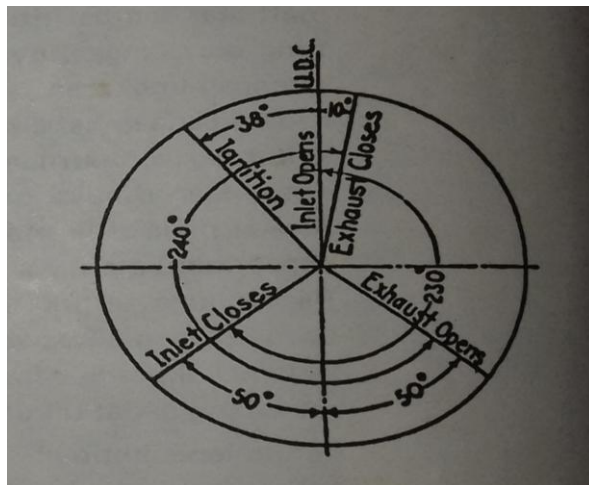


Gambar 2.11. Diagram katup hisap

Apabila kedua diagram ini digabungkan, maka akan terlihat suatu diagram kerja dari katup isap dan katup buang dan diagram ini disebut diagram kerja katup. Keadaan dimana katup isap dan katup buang sama-sama terbuka dikenal dengan istilah “*overlap*”. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa keadaan ini bertujuan agar terjadi pembilasan gas yang lebih sempurna.



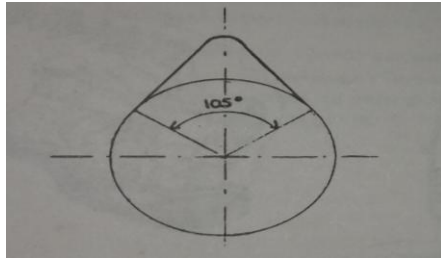
Gambar 2.12. Diagram Katup untuk mesin kecepatan rendah



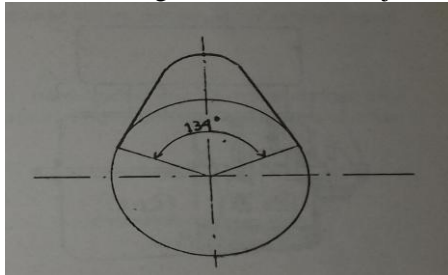
Gambar 2.13. Diagram katup untuk kecepatan tinggi

Derajat pembukaan ini tergantung dari kebutuhan dan jenis mesinnya. Misalnya untuk mesin kecepatan rendah, derajat pembukaan katup di buat lebih sedikit dari mesin-mesin kecepatan tinggi. Begitu juga *overlap* katup dibuat lebih kecil dari mesin-mesin kecepatan tinggi seperti terlihat pada gambar 2.12. dan 2.13.

Masa kerja katup ini diatur oleh bentuk bubungan (*cam*) dimana untuk masa kerja katup yang singkat, bentuk dan bubungannya lancip sedangkan untuk masa kerja yang lama (panjang), bentuk dari bubungan tumpul seperti terlihat pada gambar 2.14. dan 2.15.



Gambar 2.14. Bubungan untuk masa kerja katup singkat



Gambar 2.15. Bubungan untuk masa kerja katup panjang