

## TIMING SHAFT SEBAGAI PENGGERAK CAM SHAFT DALAM MOTOR SISTEM 4 TAK

Oleh : Wahyu Hidayat

Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin UNISMA Bekasi

### ABSTRACT

*The drive cam shaft is important element from mechanic valve drive on four stroke engine, because useful for connecting rotation from crank shaft to cam shaft. Mechanic valve works to arrange the performance of valves in agreement with stroke engine. The connecting drive valve on modern motor there are two types ; there are timing chain and timing belt. The new innovation can use timing shaft which bevel gears on each of shaft, crank shaft and cam shaft. To use timing shaft, The sistem of mechanic valve have to work effectively.*

**Keyword:** timing shaft, cam shaft, bevel gears, connecting shaft

### I. Pengantar

Berawal dari mekanisme katup yang diterapkan pada motor 4 tak sekarang ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan dalam perbaikan dan pengembangannya. Salah satu komponen mekanisme katup diantaranya adalah penggerak poros bubungan/nok (*cam shaft*), mekanisme ini berfungsi sebagai pengantar/perantara putaran dari poros engkol (*crank shaft*) ke poros nok (*cam shaft*).

Secara teoritis perbandingan putaran antara poros engkol (*crank shaft*) dengan *cam shaft* adalah 2 : 1, sehingga jumlah roda gigi payung/kerucut pada *cam shaft* dan roda gigi payung pada poros engkol (*crank shaft*) maupun be-

sarnya diameter diantara ke dua roda gigi payung tersebut juga berbanding 2 : 1. Sebagai alat penghubung atau pengantar putaran poros engkol ke *cam shaft* pada motor 4 tak sekarang ini, ada 3 jenis, yaitu ; menggunakan langsung antar roda gigi (*timing gears*), menggunakan rantai (*timing chain*) dan menggunakan sabuk (*timing belt*).

Sebagai inovasi baru penggerak *cam shaft* dapat juga menggunakan poros penghubung (*timing shaft*) yang masing-masing ujungnya dipasang roda gigi payung atau roda gigi kerucut. Bila ditinjau dari konstruksinya *timing shaft* ini lebih ringkas dan kuat serta dapat mengantarkan putaran se-

cara langsung ke *cam shaft*. *Timing shaft* ini sangat efektif untuk menggerakkan *cam shaft* pada motor bakar jenis *OHC (Over Head Cam Shaft)* atau jenis *DOHC (Double Over Head Cam Shaft)*. Karena *cam shaft* terpasang di kepala silinder (*cylinder head*), maka kerja pembukaan dan penutupan katup dapat lebih cepat dan efektif. Dengan demikian penggerak *timing shaft* ini cocok untuk motor kecepatan tinggi.

## II. Konstruksi Timing Shaft

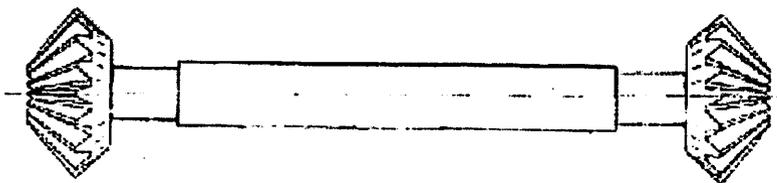
Penghubung atau perantara penggerak *cam shaft* pada motor 4 tak, dapat pula menggunakan poros penghubung (*timing shaft*) yang masing-masing ujungnya dipasang roda gigi payung sebagai pengantar putaran *cam shaft*. Dalam sistem kerja motor 4 langkah/tak poros engkol berputar berasal dari gerak bolak-balik (*translasi*) piston, selanjutnya *cam shaft* akan berputar dengan perbandingan 2 : 1. Perputaran *cam shaft* ini akan menekan pelatuk (*rocker arm*) atau langsung menekan katup-katup (*valves*), untuk mengatur kerja katup isap dan katup buang sesuai langkah kerja motor 4 tak. Konstruksi *timing shaft* ini berupa sebatang poros sil-

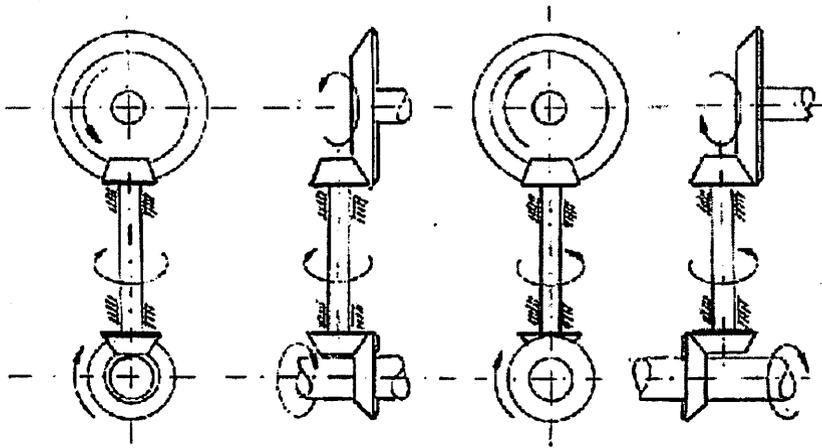
inder yang ujung-ujungnya dipasang roda gigi payung/kerucut. Kelebihan *timing shaft* ini mempunyai konstruksi lebih ringkas, kuat dan tidak memerlukan peralatan penyetelan seperti pada *timing chain* atau *timing belt*, sehingga *timing shaft* dapat bekerja lebih efektif. Pemasangan *timing shaft* ini dapat dilaksanakan dengan dua cara, yaitu ;

- Pemasangan sistem paralel (sejajar)
- Pemasangan sistem seri (silang)

Untuk pemasangan sistem paralel ini, *timing shaft* dipasang diluar kedua roda gigi payung poros engkol dan roda gigi payung *cam shaft* sehingga putaran *cam shaft* akan berlawanan arah dengan putaran poros engkol. Sedangkan pemasangan sistem seri susunan roda-roda gigi payung *timing shaft* dipasang secara bersilangan antara *cam shaft* dengan poros engkol, sehingga putaran *cam shaft* searah dengan putaran poros engkol.

Gambar 1. Konstruksi timing shaft





Pemasangan paralel

Pemasangan seri

Gambar 2. Skema pemasangan timing shaft

Susunan *timing shaft* terdiri dari poros silinder dan roda gigi payung yang dipasang pada ujung-ujung poros serta dudukan poros sebagai rumahnya. Poros merupakan bagian penting yang bekerja untuk meneruskan atau memindahkan putaran sesuai kebutuhan, sehingga dalam perencanaan dan pembuatannya membutuhkan ketelitian tinggi mulai dari pemilihan bahan, perencanaan dan pengerjaannya. Poros untuk mesin umumnya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin dan difinis, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S - C) yang dihasilkan dari ingot yang di "kill" (baja yang di deoksidasikan dengan *ferro silicon* dan di cor kadar carbon terjamin). Pada pemasangannya dapat ditahan oleh dua buah bantalan (*bearing*) atau pemegang poros. Beban yang didukung poros dan beban poros sendiri dapat menyebabkan beban lentur, be-

ban puntir dan beban geser pada poros. Sedangkan roda gigi yang dipilih adalah jenis roda gigi payung, roda gigi payung dipakai untuk memindahkan putaran yang bersilangan atau bersudut dan biasanya sudut yang terbentuk  $90^\circ$ . Dalam definisi roda gigi payung mempunyai kelebihan bila dibanding dengan roda gigi lurus diantaranya, dapat mengantarkan putaran tinggi, daya besar dan tidak berisik.

### III. Persamaan Poros Dan Roda Gigi Payung

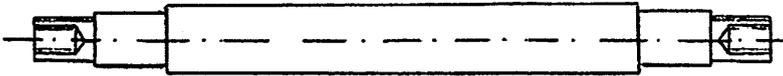
#### III.1. Persamaan Poros

Perhitungan poros dukung didasarkan pada tekanan permukaan tap poros dan tegangan lentur yang terjadi pada penampang normal tap poros atau bagian poros yang mendapat momen lentur terbesar. Akibat beban  $P$ , pada tap poros bekerja gaya reaksi  $R_a$  dan  $R_b$ . Besar gaya reaksi  $R_a$  dan  $R_b$  dihitung dengan keseimbangan momen :

$$\Sigma Ma = 0 \text{ dan } \Sigma Mb = 0 \dots\dots\dots 1)$$

Hukum keseimbangan momen tersebut didapat jika beban dukung P dan

$l_0$  = panjang tap poros (cm)  
 $d_0$  = gaya tap poros (cm)  
 $k$  = tekanan bidang dinamis (Kg/cm<sup>2</sup>)



Gambar 3. Penampang Poros dukung

poros simetris terhadap bantalan A dan B, dimana  
 $R_a = R_b \frac{1}{2} P \dots\dots\dots 2)$

Jika berat poros diperhitungkan, maka :  
 $R_a = R_b = \frac{1}{2} P + \frac{1}{2} G = \frac{1}{2} (P + G) \text{ Kg} \dots\dots\dots 3)$

dimana:  $G$  = berat poros (Kg)  
 $P$  = beban dukung (Kg).  
 Gaya aksi yang bekerja pada bantalan (bearing) :

$$P_o = R_a = R_b = \frac{1}{2} (P + G) \text{ Kg} \dots\dots\dots 4)$$

dimana:  $P_o$  = gaya aksi pada bantalan (Kg)  
 Akibat gaya aksi  $P_o$  pada masing-masing tap poros dan bantalan terjadi tekanan permukaan/tekanan bidang sebesar :

$$k = \frac{P_o}{l_0 \cdot d_0} \dots\dots\dots 5)$$

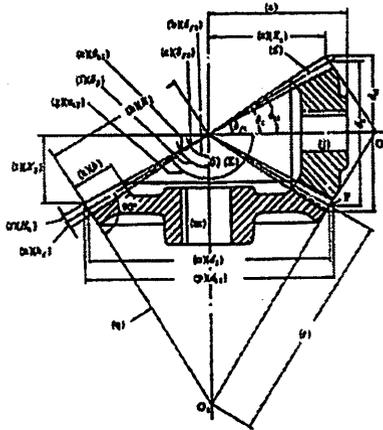
dimana:  
 $P_o$  = gaya aksi pada bantalan (Kg)

### III.2. Persamaan Roda Gigi Payung/kerucut

Untuk sepasang roda gigi payung yang saling berkait dapat diwakili oleh dua buah bidang kerucut/tirus dengan titik puncak yang berimpit dan saling menggelinding tanpa slip. Kedua bidang kerucut ini disebut "kerucut jarak bagi". Besarnya sudut puncak kerucut tersebut merupakan ukuran untuk masing-masing porosnya. Roda gigi kerucut yang alur giginya lurus dan menuju ke puncak kerucut dinamakan roda gigi kerucut lurus.

Sumbu poros roda gigi biasanya berpotongan dengan sudut 90°. Bentuk khusus dari roda gigi payung dapat berupa "roda gigi miter" yang mempunyai sudut kerucut jarak bagi sebesar 45° dan "roda gigi mahkota" dengan sudut kerucut jarak bagi sebesar 90°.

Dari titik  $O_1$  di belakang roda gigi payung, dibuat bidang kerucut dengan puncak  $O_1$  dan memotong tegak lurus



- (a) Jarak sisi belakang
- (b) Sudut kerucut kaki
- (c) Sudut kaki
- (d) Kerucut jarak bagi
- (e) Sudut kepala
- (f) Sudut kerucut jarak bagi
- (g) Sudut kerucut kepala
- (h) Sisi kerucut
- (i) Sudut poros
- (j) Lubang poros
- (k) Lebar muka
- (l) Kepala
- (m) Lubang poros
- (n) Kaki
- (o) Diameter lingkaran jarak bagi
- (p) Diameter lingkaran kepala
- (q) Kerucut belakang
- (r) Jarak kerucut belakang
- (s)(t) Jarak dari puncak kerucut sampai puncak luar gigi

Gambar 4. Penampang dan bagian-bagian roda gigi kerucut/payung

bidang kerucut jarak bagi yang berpuncak di O. Profil sesungguhnya pada ujung luar roda gigi kerucut yang dibentuk dengan profil oktoid. Profil ini merupakan profil pada bidang bola yang berpusat di O dengan jari-jari OA. Jika R adalah panjang sisi kerucut jarak bagi,  $\delta$  adalah sudut kerucut jarak bagi d 1 dan d 2 (mm) adalah diameter lingkaran jarak bagi pada ujung luar masing-masing roda gigi kerucut, maka hubungan antara jumlah gigi yang sebenarnya dari roda gigi kerucut z dan jumlah gigi dari roda gigi lurus khayal z v adalah sebagai berikut :

$$d_1 = 2 R \sin \delta = z m \dots\dots\dots 6)$$

$$d'_1 = 2 R \tan \delta = z v m \dots\dots\dots 7)$$

$$\frac{\sin \delta}{\tan \delta} = \frac{z}{z v} \dots\dots\dots 8)$$

$$z v = \frac{z}{\cos \delta} \dots\dots\dots 9)$$

Perbandingan putaran i dari roda gigi kerucut maupun dari roda gigi lurus khayal

adalah :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{R \sin \delta_2}{R \sin \delta_1} \dots\dots\dots 10)$$

Jika sudut poros dinotasikan dengan  $\Sigma = \delta_1 + \delta_2$ , maka

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{\sin \delta_2}{\sin (\Sigma - \delta_2)} = \frac{\tan \delta_2}{\sin \Sigma - \cos \Sigma \tan \delta_2} \dots\dots\dots 11)$$

maka  $\tan \delta_2 = \frac{\sin \Sigma}{z_1/z_2 + \cos \Sigma} \dots\dots\dots 12)$

Demikian pula

$$\tan \delta_1 = \frac{\sin \Sigma}{z_1/z_2 + \cos \Sigma} \quad 13)$$

Jika  $\Sigma = 90^\circ$  maka

$$\tan \delta_1 = z_1/z_2 = 1/i, \quad \tan \delta_2 = z_2/z_1 = i \dots\dots\dots 14)$$

**IV. Poros Nok (Cam Shaft)**

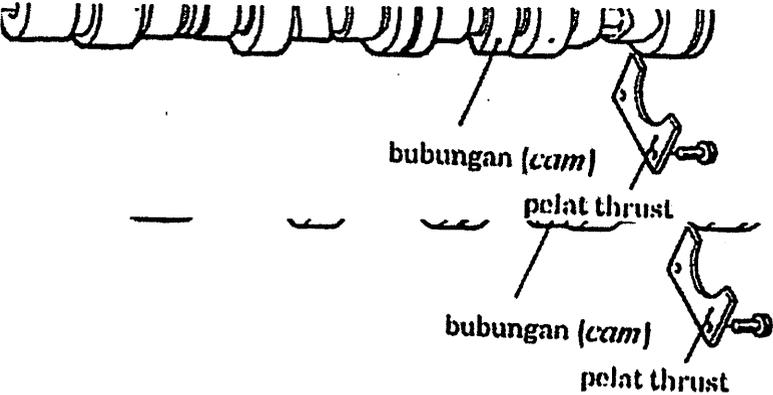
Poros nok (*cam shaft*) adalah bagian dari mekanisme penggerak katup yang langsung menerima putaran dari poros engkol (*crank shaft*) dengan

gatur kerja katup sesuai langkah kerja motor 4 tak, untuk jumlah nok (*cam*) harus sama dengan jumlah katup-katup pada motor 4 tak tersebut.

Gambar 5. Konstruksi poros nok (*cam shaft*)

**V. Kesimpulan**

1. Timing shaft merupakan mekanik penggerak katup yang fungsi dan kerjanya mengantarkan gerakan *cam shaft* secara efektif.
2. Konstruksi timing shaft lebih ringkas dan tidak memerlukan pera-



perantara poros penghubung (*timing shaft*). Fungsi *cam shaft* adalah untuk menerima putaran dari poros engkol (*crank shaft*) dengan perantara *timing shaft* selanjutnya menggerakkan pelatuk (*rocker arm*) untuk mengatur pergerakan katup-katup (*valves*) sesuai langkah kerja motor 4 tak. Perbandingan putaran antara poros engkol dengan *cam shaft* adalah 2 : 1 secara teoritis berfungsi untuk men-

- latan penyetel.
3. *Timing shaft* cocok untuk motor jenis OHC maupun DOHC kecepatan tinggi.

**VI. Saran**

1. Bagi para pembaca kiranya dapat mempelajari dan membandingkan dengan mekanik penggerak *cam shaft* yang sudah ada sekarang seperti *timing chain* maupun *timing belt*.

2. Dunia Otomotif atau Industri Otomotif dapat mengkaji lebih lanjut tentang *timing shaft* sebagai mekanik penggerak *cam shaft*, agar dapat dibuktikan dan direalisasikan sebagai inovasi baru pada motor 4 tak.

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Rohyana, Solih, 1999, ***Bagian-bagian Mesin I***, Penerbit Armico Bandung.
- Suga, Kiyokatsu, Sularso, 2002, ***Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin***, Penerbit Pratnya Paramita, Jakarta.
- G. Niemann, Winter.H, Budiman, Anton, Dipl. Ing., 1992, ***Elemen Mesin Jilid 2***, Penerbit Erlangga, Jakarta.