

BAB 7 P A S A K

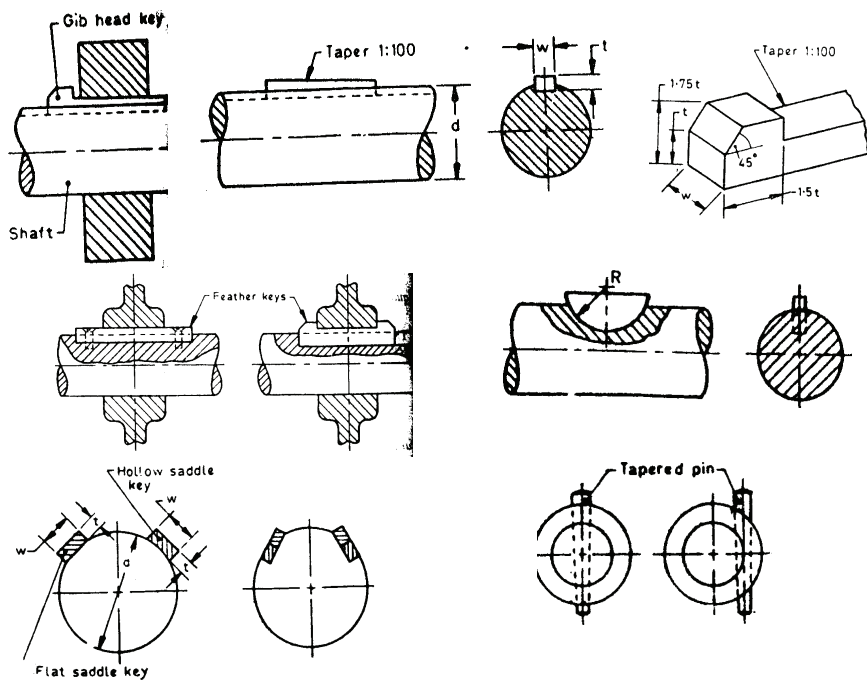
Pasak atau *keys* merupakan elemen mesin yang digunakan untuk menetapkan atau mengunci bagian-bagian mesin seperti : roda gigi, puli, kopling dan *sprocket* pada poros, sehingga bagian-bagian tersebut ikut berputar dengan poros.

Fungsi yang sama juga dilakukan oleh poros bintang (*spline*).

1. Desain Pasak

Jenis-jenis pasak yang biasa digunakan dalam suatu mesin :

- Pasak pelana
- Pasak rata
- Pasak benam
- Pasak singgung



Gambar 1. Jenis-Jenis Pasak

Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam mendesain sebuah pasak sebagai berikut :

- a. Bahan pasak dipilih lebih lemah daripada bahan poros atau bahan elemen mesin yang harus ditahan oleh pasak.
- b. Gaya tangensial yang bekerja :

$$T = F_t \cdot \frac{d}{2}$$

dengan

T : torsi (N mm)

F_t : gaya tangensial (N)

d : diameter poros (mm)

- c. Tegangan geser yang timbul :

$$\tau = \frac{F_s}{A_s}$$

F_s : gaya geser

A_s : luas bidang geser yang tergantung pada jenis pasak

Misalnya untuk : pasak benam segi empat berikut :

b : lebar (mm)

L : panjang (mm)

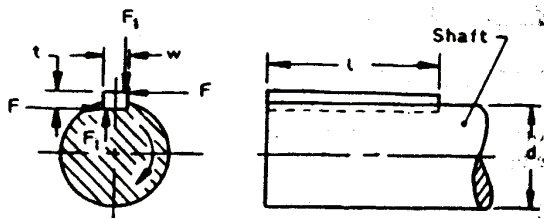
$$A_s = b \cdot L$$

$$\text{Maka : } \tau = \frac{F_s}{A_s} = \frac{F_s}{b \cdot L}$$

d. Jika tegangan geser bahan pasak (τ) dan angka keamanan (SF), maka $\bar{\tau} = \frac{\tau}{SF}$

e. Untuk keamanan : $\tau_{act} < \bar{\tau}$

2. Panjang Pasak



t : tebal = $\frac{2}{3} b$
 b : lebar = $\frac{d}{4}$
 L : panjang (mm)
 d : diameter poros
 τ : tegangan geser pasak

Gambar 2. Dimensi Pasak

- Gaya tangensial (F_t) = gaya geser (F_s)

$$F_t = L \cdot b \cdot \tau$$

- Torsi yang ditransmisikan oleh poros :

$$T = F_t \cdot \frac{d}{2} = L \cdot b \cdot \tau \cdot \frac{d}{2}$$

- Gaya tangensial akibat *crushing* (terjadi kerusakan) σ_c : tegangan *crushing*

$$F_t = L \times \frac{t}{2} \times \sigma_c$$

$$T = F_t \times \frac{d}{2} = L \times \frac{t}{2} \times \sigma_c \times \frac{d}{2}$$

- Torsi akibat gaya geser = torsi akibat *crushing*.

$$L \times b \times \tau \times \frac{d}{2} = L \times \frac{t}{2} \times \sigma_c \times \frac{d}{2}$$

$$\frac{b}{t} = \frac{\sigma_c}{2\tau}$$

- Torsi vs tegangan geser pada pasak.

$$T = L \times b \times \tau_k \times \frac{d}{2}, \text{ dengan } \tau_k = \text{tegangan geser bahan pasak}$$

- Torsi vs *torsional shear strength* pada pasak.

$$T = \frac{\pi}{16} \tau_s d^3, \text{ dengan } \tau_s = \text{tegangan geser bahan poros}$$

maka :

$$L \cdot b \cdot \tau_k \cdot \frac{d}{2} = \frac{\pi}{16} \cdot \tau_s \cdot d^3$$

$$L = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{\tau_s \cdot d^2}{b \cdot \tau_k}$$

$$= \frac{\pi \cdot d}{2} \cdot \frac{\tau_s}{\tau_k}, \text{ jika } b = \frac{d}{4}$$

a. Panjang pasak , $L = 1,571 d \cdot \frac{\tau_s}{\tau_k}$

τ_s : bahan poros, τ_k : bahan pasak

Jika bahan pasak sama bahan poros atau $\tau_s = \tau_k = \tau$

Maka $L = \frac{\pi \cdot d^2}{8 \cdot b} = 1,57 d$ (untuk b : lebar = $d/4$)

b. Jika lebar pasak hasil perhitungan terlalu kecil dan tidak ada di tabel pasak, maka lebar pasak dihitung menggunakan hubungan :

$$b = \frac{d}{4} \text{ mm, dengan } d : \text{ diameter poros dalam mm.}$$

Dalam desain pasak harus dicari panjang pasak berdasarkan tegangan geser yang terjadi (*shearing stress*) dan tegangan *crushing* (*crushing stress*) kemudian diambil panjang terbesarnya.

Panjang pasak yang direkomendasikan dalam satuan mm adalah 6, 8, 10, 14, 16, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400

Tabel Pasak Standar

Shaft diameter (mm) upto and including	Key cross-section		Shaft diameter (mm) upto and including	Key cross-section	
	Width (mm)	Thickness (mm)		Width (mm)	Thickness (mm)
6	2	2	85	25	14
8	3	3	95	28	16
10	4	4	110	32	18
12	5	5	130	36	20
17	6	6	150	40	22
22	8	7	170	45	25
30	10	8	200	50	28
38	12	8	230	56	32
44	14	9	260	63	32
50	16	10	290	70	36
58	18	11	330	80	40
65	20	12	380	90	45
75	22	14	440	100	50

3. Contoh soal

1. Pasak persegi panjang dipasang pada poros dengan diameter 50 mm, tegangan geser yang diijinkan tidak melebihi : 4200 N/cm^2 dan *crushing stress* tidak melebihi : 7000 N/cm^2 . Carilah panjang pasak yang paling aman.

Jawab :

$$d = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$$

$$\tau = 4200 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_c = 7000 \text{ N/cm}^2$$

- Untuk $d = 50 \text{ mm}$ berdasarkan tabel pasak diperoleh : $b = 16 \text{ mm} = 1,6 \text{ cm}$ dan $t = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$

- Torsi akibat tegangan geser (pasak):

$$T = L \times b \times \tau_k \cdot \frac{d}{2}$$

- Torsi akibat tegangan geser torsional (poros):

$$T = \frac{\pi}{16} \cdot \tau_s \cdot d^3$$

- Jika diasumsikan bahan pasak sama dengan bahan poros maka panjang pasak akibat geseran :

$$T = L \cdot b \cdot \tau_k \cdot \frac{d}{2} = \frac{\pi}{16} \cdot \tau_s \cdot d^3$$

$$L = \frac{\pi \cdot d^2}{8 \cdot b} = \frac{\pi \cdot 5^2}{8 \cdot 1,6} = 6,14 \text{ cm}$$

- Panjang pasak akibat *crushing stress*.

$$T = L \cdot \frac{t}{2} \cdot \sigma_c \cdot \frac{d}{2} = \frac{\pi}{16} \cdot \tau_s \cdot d^3$$

$$L = \frac{\pi \cdot \tau_s \cdot d^2}{4 \cdot t \cdot \sigma_c} = \frac{\pi \cdot 4200 \cdot (5)^2}{4 \cdot 1 \cdot 7000} = 11,8 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

- Dimensi pasak yang diperoleh :

$$b = 16 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$L = 12 \text{ mm}$$

2. Sebuah motor listrik dengan daya 20 hp dan putaran 960 r/min, mempunyai poros yang terbuat dari *mild steel* dengan diameter 4 cm dan panjang bentangan 7,5 cm. Tegangan ijin bahan $\tau = 5600 \text{ N/cm}^2$ dan $\sigma_c = 11200 \text{ N/cm}^2$. Hitung dimensi pasak yang diperlukan dan periksa apakah kekuatan geser pasak dan kekuatan normal poros masih memenuhi

persamaan : $\frac{\sigma_c}{\tau} = 2$

Jawab :

$$P = 20 \text{ hp} = 15 \text{ kW} = 15000 \text{ W}$$

$$n = 960 \text{ r/min}$$

$$d = 4 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} L &= 7,5 \text{ cm} \\ \tau_k &= 5\,600 \text{ N/cm}^2 \\ \sigma_c &= 11\,200 \text{ N/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{15000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 960} = 149,2 \text{ Nm} = 14\,920 \text{ Ncm}$$

- Torsi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} T &= L \cdot b \cdot \tau_k \cdot \frac{d}{2} \\ 14\,920 &= 7,5 \cdot b \cdot 5\,600 \cdot \frac{4}{2} \end{aligned}$$

$$b = \frac{14920 \cdot 2}{7,5 \times 5600 \cdot 4} = 0,17 \text{ cm}$$

$$b = 1,7 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan diperoleh lebar pasak (b) = 1,7 mm. Harga ini sangat kecil. Jika dilihat pada tabel pasak, maka harga b terkecil yang direkomendasikan adalah 2 mm untuk diameter poros 6 mm. Oleh karena itu, untuk diameter poros = 40 mm, tidak mungkin menggunakan lebar pasak $b = 1,7$ mm.

Maka digunakan hubungan : $b = \frac{d}{4} = \frac{4}{4} = 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$, sehingga lebar pasak yang diambil adalah : 10 mm.

- Pengecekan kekuatan geser dan kekuatan normal.

$$\begin{aligned} \frac{\text{Kekuatan geser}}{\text{Kekuatan normal}} &= \frac{L \cdot b \cdot \tau_k \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{16} \tau_s \cdot d^3} \text{ dengan } \tau_k = \tau_s \\ &= \frac{8 \cdot L \cdot b}{\pi d^2} = \frac{8 \cdot 7,5 \cdot 1}{\pi \cdot (4)^2} = 1,2 \end{aligned}$$

Syarat keamanan $\frac{\sigma_c}{\tau} = 2$, maka desain pasak aman

Soal Latihan

1. Sebuah poros dengan diameter 30 mm meneruskan daya pada tegangan geser maksimum 80 MPa. Sebuah pulley dipasang pada poros tersebut dengan bantuan pasak. Hitung dimensi pasak jika tegangan pada pasak tidak boleh melebihi 50 MPa dan panjang pasak didesain 4 x lebar pasak ($L = 4b$).
