BAB 5

POROS (SHAFT)

Definisi.

Poros adalah suatu bagian stasioner yang beputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley, flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya. (Josep Edward Shigley,1983).

Pembagian Poros.

1. Berdasarkan Pembebanannya

A. Poros transmisi *(transmission shafts)*

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan shaft. Shaft akan mengalami beban putar berulang, beban lentur berganti ataupun kedua-duanya. Pada shaft, daya dapat ditransmisikan melalui *gear, belt pulley, sprocket* rantai, dll.

B. Gandar

Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.

C. Poros spindle

Poros spindle merupakan poros transmisi yang relatip pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur *(axial load).* Poros spindle dapat digunakan secara efektip apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

2. Berdasar Bentuknya

A. Poros lurus

B. Poros engkol sebagai penggerak utama pada silinder mesin

Ditinjau dari segi besarnya transmisi daya yang mampu ditransmisikan, poros merupakan elemen mesin yang cocok untuk mentransmisikan daya yang kecil hal ini dimaksudkan agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah (arah momen putar).

Hal-hal yang harus diperhatikan.

1. Kekuatan Poros

Poros transmisi akan menerima beban puntir (twisting moment), beban lentur (bending moment) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur.
Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya : kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

2. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktelitian (pada mesin perkakas), getaran mesin *(vibration)* dan suara *(noise).*
Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

3. Putaran Kritis

Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (vibration) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dll. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya.

4. Korosi

Apabila terjadi kontak langsung antara poros dengan fluida korosif maka dapat mengakibatkan korosi pada poros tersebut, misalnya propeller shaft pada pompa air. Oleh karena itu pemilihan bahan-bahan poros (plastik) dari bahan yang tahan korosi perlu mendapat prioritas utama.

5. Material Poros

Poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan *(alloy steel)* dengan proses pengerasan kulit *(case hardening)* sehingga tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molebdenum, baja khrom, baja khrom molibden, dll. Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses heat treatment yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai.

Perhitungan Diameter Poros.

1. Pembebanan Tetap (*constant loads)*

A. Poros yang hanya terdapat momen puntir saja.

Untuk menghitung diameter poros yang hanya terdapat momen puntir saja *(twisting moment only)* dapat diperoleh dari persamaan berikut :

$$\frac{T}{J} = \frac{r}{\tau}$$

Dimana : T = Momen puntir pada poros

r = Jari – jari poros

J = Momen Inersia Polar

Selain dengan persamaan diatas, besarnya momen puntir pada poros *(twisting moment)* juga dapat diperoleh dari hubungan persamaan dengan variable-variable lainnya, misalnya :

1. Daya yang ditransmisikan :

$$T = \frac{Px60}{2x\pi xn}$$

Sabuk penggerak (belt drive) : T = (T1 – T2) x R

dimana T1 = tarikan yang terjadi pada sisi kencang

T2 = tarikan yang terjadi pada sisi kendor

R = jari-jari pulley

B. Poros yang hanya terdapat momen lentur saja.

Untuk menghitung diameter poros yang hanya terdapat momen lentur saja (bending moment only), dapat diperoleh dari persamaan berikut :

$$\frac{M}{I} = \frac{\sigma}{y}$$

dimana : M = Momen lentur pada poros

I = Momen Inersia

y = jari-jari poros

σ = Bending stress

Untuk poros yang berbentuk bulat padat besarnya momen Inersia dirumuskan :

$$I = \frac{\pi}{64} xd4$$

C. Poros dengan kombinasi momen lentur dan momen puntir.

Jika pada poros tersebut terdapat kombinasi antara momen lentur dan momen puntir maka perancangan poros harus didasarkan pada kedua momen tersebut. Banyak teori telah diterapkan untuk menghitung elastic failure dari material ketika dikenai momen lentur dan momen puntir.

1. Maximum shear stress theory atau Guest's theory

Teori ini digunakan untuk material yang dapat diregangkan (ductile), misalnya baja lunak (mild steel).

2. Maximum normal stress theory atau Rankine's theory

Teori ini digunakan untuk material yang keras dan getas (brittle), misalnya besi cor (*cast iron).* Pada pembahasan selanjutnya, cakupan pembahasan akan lebih terfokus pada pembahasan baja lunak *(mild steel)* karena menggunakan material S45C sebagai material poros. Terkait dengan Maximum shear stress theory atau Guest's theory bahwa besarnya maximum shear stress pada poros dirumuskan :

$$\tau_{max} = \sqrt{\sigma^2 + 4xr^2/2}$$

Dengan mensubsitusikan ke persamaan akan diperolah :

$$\tau_{max} = \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{M}{W_1}\right)^2 + \left(\frac{T}{W_2}\right)^2}$$

Tegangan geser yang diizinkan untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dari berbagai cara, salah satu cara diantaranya dengan menggunakan perhitungan berdasarkan kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira 45% dari kekuatan tarik. Jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik, sesuai dengan standar ASME. Untuk harga 18% ini faktor keamanan diambil sebesar . Harga 5,6 ini diambil untuk bahan SF dengan kekuatan yang dijamin dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa dan baja paduan. Faktor ini dinyatakan dengan . Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Pengaruh kekasaran permukaan juga harus diperhatikan. Untuk memasukan pengaruh ini kedalam perhitungan perlu diambil faktor yang dinyatakan dalam yang besarnya 1,3 sampai 3,0 (Sularso dan Kiyokatsu suga, 1994: 8).

2. Pembebanan Berubah-ubah (fluctuating loads)

Pada pembahasan sebelumnya telah dijelaskan mengenai pembebanan tetap (constant loads) yang terjadi pada poros. Dan pada kenyataannya bahwa poros justru akan mengalami pembebanan puntir dan pembebanan lentur yang berubah-ubah. Dengan mempertimbangkan jenis beban, sifat beban, dll. yang terjadi pada poros maka ASME (*American Society of Mechanical Engineers)* menganjurkan dalam perhitungan untuk menentukan diameter poros yang dapat diterima (aman) perlu memperhitungkan pengaruh kelelahan karena beban berulang.

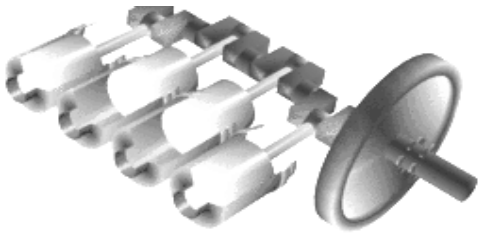
Jenis pembebanan	K_m	K_t
1. Poros tetap		
a. Beban perlahan	1,0	1,0
b. Beban tiba-tiba	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0
2. Poros yang berputar		
a. Beban perlahan atau pun tetap	1,5	1,0
b. Beban tiba-tiba – kejutan ringan	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0
c. Beban tiba-tiba – kejutan berat	2,0 – 3,0	1,5 – 3,0

Besarnya *equivalent twisting moment* pada pembebanan yang berubah-ubah (*fluctuating loads*) dinyatakan :

$$T_e = \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \qquad (2.18)$$

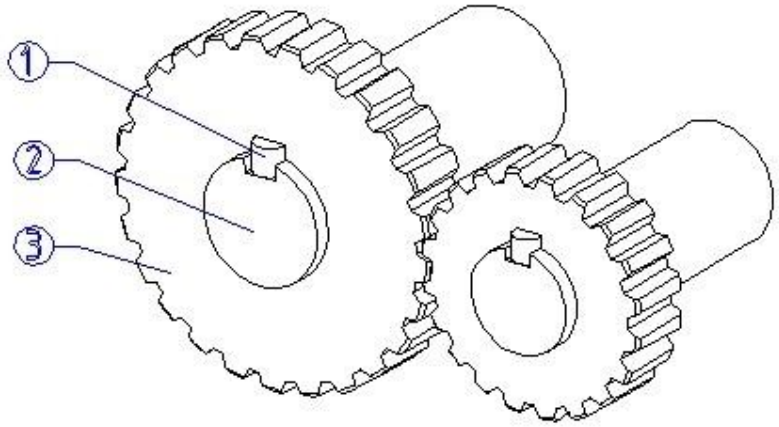
POROS ENGKOL

Poros engkol (bahasa Inggris: *crankshaft*, biasanya mekanik juga menyebutnya *kruk as*) adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak vertikal/horizontal dari piston menjadi gerak rotasi (putaran). Untuk mengubahnya, sebuah crankshaft membutuhkan pena engkol (*crankpin*), sebuah bearing tambahan yang diletakkan di ujung batang penggerak pada setiap silndernya. Ruang engkol (*crankcase*) akan dihubungkan ke roda gila (*flywheel*) atau roda mobil sehingga mobil bisa bergerak.



PASAK

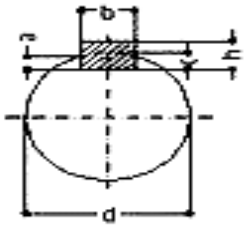
Gambar dibawah ini adalah ilustrasi dari penggunaan pasak/spie yang di pasang antara shaft dengan gear:



Keterangan :

1. Pasak (Spie)
2. Shaft
3. Gear (Roda Gigi)

Pasak adalah bagian dari mesin yang berfungsi untuk penahan/pengikat benda yang berputar. Bagian ini biasanya berupa Shaft yang berfungsi sebagai transfer daya dengan Gear/roda gigi maupun pulley yang berfungsi untuk mengatur perbandingan putaran. Dengan pasak inilah akan di peroleh sambungan yang kuat dan fleksibel/mudah untuk di pasang dan di lepas. Adapun besar ukuran pasak dapat anda lihat table di bawah ini :



Keterangan;
1. d: Garis tengah sumbu
2. b: Lebar pasak
3. h: Tinggi pasak
4. a: Dalam alur pasak diukur ditepi luar
5. c: Dalam alur pasak diukur dalam sumbu

ukuran dalam mm

no	diameter(d) min	max	b	h	a	c
01	13	17	5	5	2.5	3
02	18	22	6	6	3	3.5
03	24	30	8	7	3.5	4
04	32	38	10	8	4	4.5
05	40	44	12	8	3.5	4.5
06	45	50	14	9	4	5
07	52	58	16	10	4	5
08	60	68	18	11	4.5	6
09	70	78	20	12	4.5	6
10	80	92	24	14	5.5	7
11	95	110	28	16	6	8
12	115	130	32	18	6.5	9
13	135	150	36	20	7.5	10
14	155	170	40	22	8.5	11
15	170	200	45	25	10.5	13
16	210	230	50	28	11	14
17	240	260	55	30	12	15
18	270	290	60	32	12.5	16
19	300	330	70	36	14	18

Created by Edy Susanto

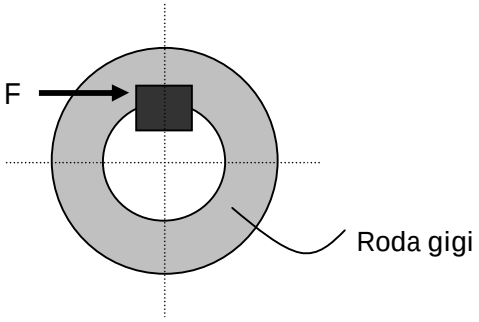
Catatan :

Dalam beberapa kasus sering ditemukan ukuran pasak yang tidak sesuai dengan table diatas, hal itu biasanya di temukan pada shaft diameter lebih dari 90mm.

Contoh kasus yang sudah ditemukan:

1. Dalam table d:95mm lebar pasak 28mm ditemukan actual lebar pasak 25mm
2. Dalam table d:110mm lebar pasak 28mm ditemukan actual lebar pasak 26mm

SOAL :

Diketahui : T = 1300 kg/cm
t1 = t2 = 7 cm
l = 0,75 . d
h = 40 cm
d = BP inchi

Ditanya : (a). gaya yang bekerja pada pasak
(b). Tegangan yang terjadi pada pasak
(c). Tekanan pada pasak terhadap roda gigi