

BAB 7



BANTALAN (*BEARING*)

Bantalan (*bearing*) adalah Elemen Mesin yang digunakan untuk menumpu poros yang berbeban, sehingga putaran atau gesekan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan tahan atau *memisahkan antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam*. Bantalan tersebut dapat memikul beban radial, aksial dan kombinasi serta harus kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh system akan menurun atau tidak dapat bekerja secara baik. Jadi, bantalan dalam permesinan dapat diartikan dengan pondasi pada sebuah gedung.

Pada perencanaan pada bantalan yang dapat berfungsi sebagai anti gesekan dihadapkan dengan persoalan dalam merencanakan sekelompok elemen yang membentuk sebuah bantalan rol ; elemen – elemen ini harus direncanakan untuk masuk kedalam suatu ruang yang ukurannya sudah tertentu, ini direncanakan untuk menerima suatu beban yang mempunyai karakter tertentu dan elemen ini harus direncanakan untuk umur yang memuaskan bila dioperasikan pada suatu kondisi tertentu.

Para tenaga ahli di bidang perancangan (*design*), bantalan harus mempertimbangkan hal – hal seperti berikut ;

- Pembebanan lelah
- Panas
- Gesekan (*friction*)
- Ketahanan terhadap korosi
- Kinematika
- Sifat-sifat bahan
- Toleransi pengerjaan mesin
- Pelumasan
- Pemasangan
- Pemakaian
- Biaya

7.1. Klasifikasi bantalan (*Bearing Classification*)

Bantalan dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

(1). Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros.

a. *Bantalan Luncur*

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.

Pada bantalan ini :

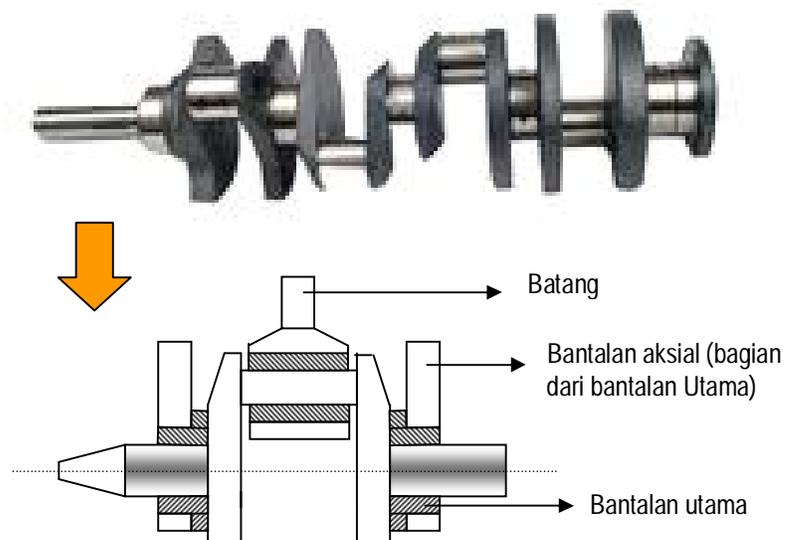
- Bekerja pada permukaan pelumasan yang besar
- Peredaman ayunan
- Kejutan dan kebisingan
- Kurang peka terhadap guncangan dan kemasukan debu (pelumasan gemuk sebagai pencegah debu).

Keuntungan Bantalan Luncur :

- Mudah dipasang
- Pada putaran tinggi

- Mudah dibuat
- Pada goncangan dan getaran kuat
- Jauh lebih murah dari bantalan gelinding
- Memerlukan diameter pemasangan yang lebih kecil.

Pada bantalan luncur tidak ada elemen lain antara bantalan dengan bagian yang bergerak. Bantalan ini dipakai pada poros-poros yang berputar dengan kecepatan tinggi dan contoh pemakaiannya adalah pada poros engkol (*crankshaft*).



Gambar 7.1 Poros engkol (*crank shaft*)

b. *Bantalan Gelinding*

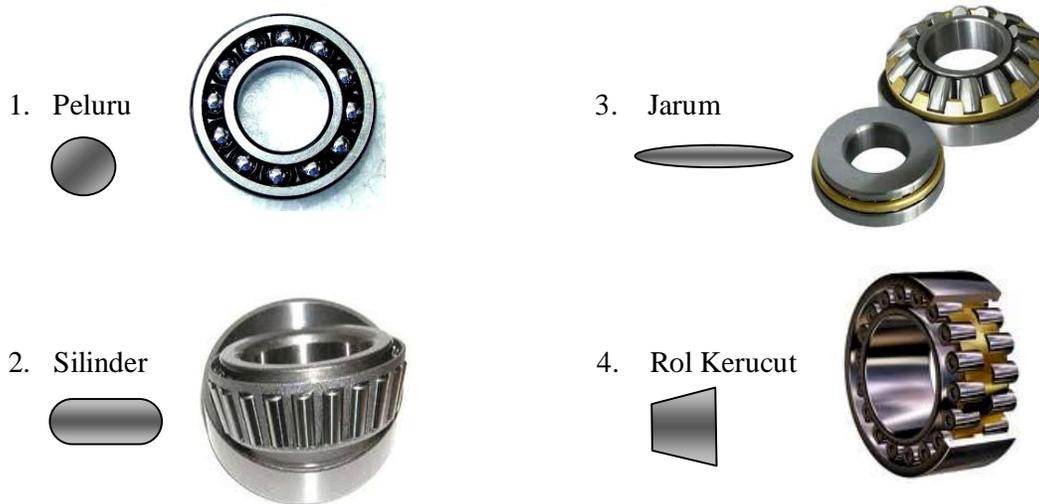


Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

Sifat dari Bantalan Gelinding :

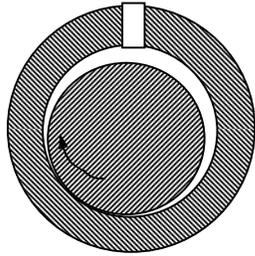
- Gerakan awal jauh lebih kecil
- Gesekan kerja lebih kecil sehingga penimbunan panas lebih kecil pada pembebanan yang sama.
- Pelumasan yang terus menerus yang sederhana.
- Kemampuan dukung yang lebih besar setiap lebar bantalan.

Bentuk badan gelinding :

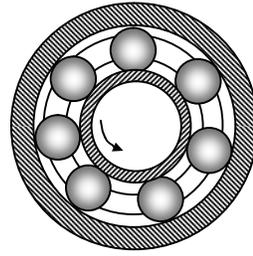


Kelemahan Bantalan gelinding :

- Kebisingan pada bantalan
- Bantalannya dipecah-pecah
- Kejutan yang kuat pada putaran bebas



a. Gesekan luncur



b. Gesekan gelinding

Gambar 7.2 Gesekan pada bantalan luncur dan gelinding

Kerja gesekan (kerja yang hilang) pada bantalan gelinding ditimbulkan secara bersama-sama dari :

- Kehilangan *histerisis* (peredaman bahan pada perubahan bentuk elastis).
- Luncuran dari badan gelinding pada sarangan dan pinggirannya.
- Tahan melalui benda asing (debu dan serpihan)
- Kerugian *ventilasi* (gesekan udara) pada bantalan kecepatan tinggi.

Kerja yang hilang tersebut dapat dikurangi melalui :

- Pendekapan yang efektif, sehingga benda asing dari luar tidak dapat masuk.
- Menggunakan gesekan cairan pada permukaan luncur.
- Jumlah dan viskositas yang cukup dari bahan pelumas dan system pelumas yang sesuai.
- Pemilihan bantalan yang sesuai dengan mesin / alat yang digunakan.

Bagian terpenting dari bantalan gelinding :

- Ring luar dan ring dalam
- Bola atau bagian yang menggelinding
- Ring pemisah (untuk memisahkan bola satu dengan yang lain)

(2). Atas dasar arah beban terhadap poros.

a. *Bantalan Radial*

Apabila gaya reaksi atau arah beban jauh lebih banyak mengarah tegak lurus pada garis sumbu poros.

b. *Bantalan Aksial*

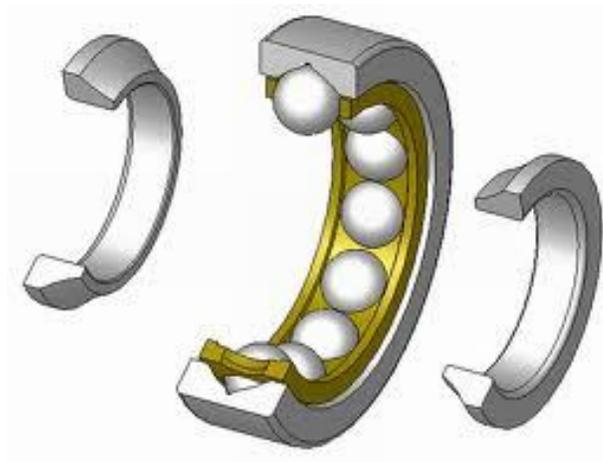
Arah beban atau gaya reaksi jauh lebih banyak mengarah sepanjang garis sumbu poros.

c. *Bantalan Gelinding khusus.*

Bantalan ini dapat menumpu baban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

7.2. Jenis Bantalan.

Bantalan dibuat untuk menerima beban radial murni, beban aksial murni atau gabungan keduanya. Tata nama dari bantalan peluru , seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 7.3 Bantalan peluru

Penggolongan dari bantalan menurut Arah Gaya.

- a. Bantalan Radial ⇒ Melintang
 ⇒ Dukung (untuk gaya radial)

- b. Bantalan Aksial ⇒ Memanjang
 ⇒ Spur (untuk gaya aksial)

- c. Menurut Bahan ⇒ Logam putih ⇒ Perunggu
 ⇒ Logam Sinter ⇒ Logam ringan
 ⇒ Besi tuang merah ⇒ Bantalan press

- d. Menurut Design
 - ⇒ Mata
 - ⇒ Tetap
 - ⇒ Penutup
 - ⇒ Cakram
 - ⇒ Kotak
 - ⇒ Ayun

- e. Menurut Penggunaannya
 - ⇒ Mesin perkakas
 - ⇒ Transmisi
 - ⇒ Kotak roda
 - ⇒ Turbin & motor

- f. Pelumasan
 - ⇒ Bantalan Gemuk
 - ⇒ Bantalan Udara
 - ⇒ Bantalan Air
 - ⇒ Bantalan Minyak

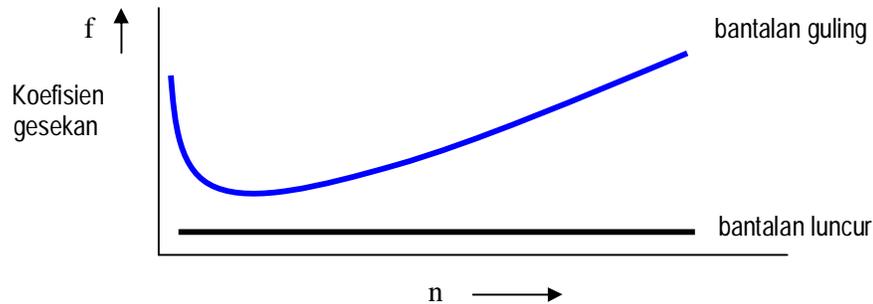
7.3 Keuntungan dan keburukan bantalan guling

Salah satu sifat yang penting dari bantalan guling adalah gesekan yang kecil. Pada bantalan luncur poros meluncur pada film minyak dalam sebuah tabung bantalan. Pada bantalan guling jika poros memutar maka cincin dalam menggelinding pada benda – benda guling dalam cincin luar, (*seperti gambar 7.2*)

Pada beban yang sama gesekan bantalan guling lebih kecil dari pada bantalan luncur, gambar 7.4. Memperlihatkan jalannya *koefisien gesek* bantalan luncur yang dilumasi dengan baik, terhadap koefisien gesek dari bantalan guling, lihat tabel 7.1.

Keuntungan Bantalan guling terhadap bantalan luncur adalah :

- a. Gesekan kecil pada semua frekwensi putaran.



Gambar 7.4 Koefisien gesek bantalan guling pada bantalan luncur

- b. Tahanan awal kecil
- c. Pemakaian energi rendah
- d. Dalam proses-proses pabrik nilainya tinggi dan dapat dipercaya
- e. Penyusunan lebar yang kecil
- f. Pemakaian bahan pelumas yang rendah
- g. Umur yang diharapkan pada beban yang diizinkan dapat dihitung
- h. Oleh normalisasi didapat ukuran-ukuran standar, dimana bantalan-bantalan dapat ditukar tukar.

Keburukan bantalan guling terhadap bantalan luncur.

- a. Kurang cocok untuk menerima beban -beban kejut
- b. Ukuran – ukuran radial yang besar
- c. Memerlukan persyaratan montase yang teliti dan rapi
- d. Dalam beberapa hal sukar dirakit, karena bantalan guling tidak terdiri dari dua bagian seperti pada bantalan luncur yang terbagi dua bagian.

Tabel. 7.1. Koefisien gesek (f)

Tipe bantalan	f
Bantalan peluru beralur	0,0015
Bantalan peluru mengatur sendiri dua larik	0,0010
Bantalan kontak sudut :	
Satu larik	0,0020
Dua larik	0,0024
Bantalan silinder :	
Dengan sangkar	0,0011
Gelinding penuh (tanpa kerapatan)	0,0020
Bantalan tong dua larik	0,0018
Bantalan kerucut	0,0018
Bantalan peluru aksial	0,0013
Bantalan tats silinder	0,0050
Bantalan tats tong	0,0018

7.4. Umur Bantalan (*Bearing life*)

Kalau bantalan bersih dan dilumasi secara tepat, dipasang dan di segel terhadap masuknya debu atau kotoran, dijaga dalam kondisi ini dan dioperasikan pada suhu yang wajar, maka kelelahan logam akan merupakan satu – satunya sebab dari kegagalan karena mengalami berjuta-juta pemakaian tegangan, maka istilah umur bantalan (*bearing life*) sangat umum dipakai.

Umur (*life*) dari suatu bantalan dinyatakan sebagai jumlah putaran total atau jumlah jam pada suatu kecepatan putar. Kondisi ideal kegagalan lelah akan berupa penghancuran permukaan yang menerima beban. Standart ; *The Anti-Friction Bearing Manufacturers Association (AFBMA)* menyatakan bahwa kriteria kegagalan adalah suatu bukti awal dari kelelahan. Perlu dicatat ; Bahwa umur yang berguna (*useful life*) sering dipakai sebagai defenisi dari umur lelah atau kata lain adalah kehancuran atau penyompelan suatu permukaan seluas $0,01 \text{ in}^2$.

Tabel : 7.2. Saran umur bantalan untuk berbagai kelas Mesin

Umur <i>Lh</i>		2000 – 4000 (jam)	5000 – 15000 (jam)	20000 - 30000 (jam)	40000 - 60000 (jam)
Faktor beban <i>Fw</i>		Pemakaian jarang	Pemakaian sebentar-sebentar (tidak terus menerus)	Pemakaian terus menerus	Pemakaian terus menerus dengan keandalan tinggi.
1 – 1,1	Kerja halus tanpa tumbukan	Alat listrik rumah tangga	Konveyor, mesin pengangkat, lift, tangga jalan.	Pompa, poros transmisi, separator, pengayak, mesin perkakas, pres putar, motor listrik.	Poros transmisi Utama yang memegang peranan penting, motor-motor listrik yang penting.
1,1 s/d 1,3	Kerja biasa	Mesin pertanian, gerinda tangan.	Otomobil, mesin jahit	Motor kecil, roda meja, pemegang pinyon, roda gigi reduksi, kereta rel.	Pompa penguras, mesin pabrik kertas, rol kalender, kipas angin, kran, penggiling bola, motor Utama kereta rel listrik.
1,2 s/d 1,5	Kerja dengan getaran /tumbukan		Alat-alat besar, unit roda gigi dengan putaran besar, <i>rolling mill</i> .	Penggetar, penghancur	

7.5. Pelumasan

Permukaan yang bersinggungan pada bantalan yang menggelinding mempunyai suatu gerakan relatif yaitu menggelinding dan meluncur, sehingga sulit untuk mengetahui apa sebenarnya yang terjadi.

Tujuan dari pelumasan bantalan anti-gesekan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Untuk menyediakan suatu lapisan pelumas diantara permukaan yang saling meluncur dan menggelinding (kontak).
2. Untuk membantu mendistribusikan dan mengeluarkan panas.
3. Untuk menjaga korosi dari permukaan – permukaan bantalan
4. Untuk menjaga bagian-bagian bantalan dari masuknya benda asing.

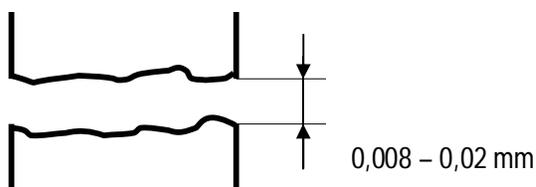
Baik oli ataupun gemuk (gomok) bisa dipakai sebagai pelumas. Aturan berikut dapat membantu dalam memutuskan pilihan diantara keduanya :

Pemakaian Gemuk, bila...	Pemakaian Oli, bila...
Suhu tidak lebih dari 200° F	Kecepatan / temperatur tinggi
Kecepatan / putaran rendah	Suhu / putaran tinggi
Perlindungan yang khusus diperlukan atas masuknya benda-benda luar.	Segel penahan oli siap tersedia untuk dipakai.
Konstruksi penutup sederhana	Jenis bantalan tidak cocok untuk pelumasan gemuk / bebas bocor.
Pemakaian operasi untuk jangka waktu yang lama / panjang tanpa perhatian.	Bantalan dilumasi dari suatu pusat penyalur yang juga dipakai untuk bagian mesin lainnya (pelumasan isentralisir).

Pada bantalan luncur memerlukan pelumasan, macam-macam pelumasan tergantung dari besarnya jarak antara permukaan yang bergerak.

1. Pelumasan Hidrodinami

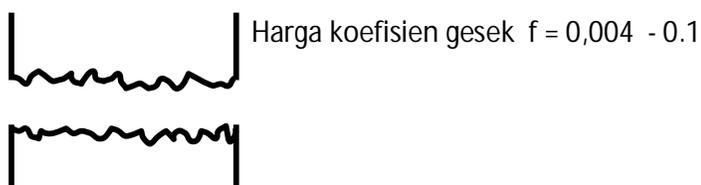
Pelumasan yang di alirkan dengan tekanan kedalam celah bantalan. Tujuannya adalah untuk mengangkat beban dan menghindari kausan.



Harga koefisien gesek $f = 0,002 - 0,01$

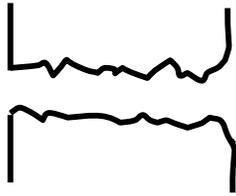
2. Pelumasan Lapisan Campuran (*mixed -film*)

Terjadi kontak antara puncak-puncak permukaan yang sifatnya terputus-putus.



3. Pelumasan Batas (Bavadary)

Terjadi kontak antara kedua permukaan secara terus menerus dan pelumas atau minyak tersebar keseluruh permukaan akibat tekanan.



Harga koefisien gesek $f = 0,05 - 0,2$

7.6. Parameter – parameter yang mempengaruhi type pelumasan

1. Viskositas (μ)

Jika viskositas fluidanya tinggi maka kecepatan putar yang dibutuhkan “mengangkat” poros lebih rendah pada beban tertentu. Jika viskositas terlalu tinggi, melebihi batas yang dibutuhkan untuk menimbulkan pelumasan *hidrodinamis*, maka gesekan bantalan bertambah besar. Gaya yang dibutuhkan untuk menimbulkan geseran (*shear*) pada lapisan minyak bertambah besar.

2. Kecepatan Putaran (n)

Makin tinggi putarannya, makin rendah *viskositas* yang diperlukan untuk “mengangkat” poros, pada beban tertentu.

3. Beban per unit luas penampang yang diproyeksikan (P)

Jika P rendah, maka kecepatan putar dan viskositas yang dibutuhkan untuk “mengangkat” poros yang rendah. Meskipun harga P dibuat rendah sekali, terdapat batas dimana gaya gesek bantalan mencapai minimum, berarti koefisien gesekan bantalan bertambah.

$$P = \frac{W}{DL}$$

dimana : D = diameter poros

L = panjang bantalan

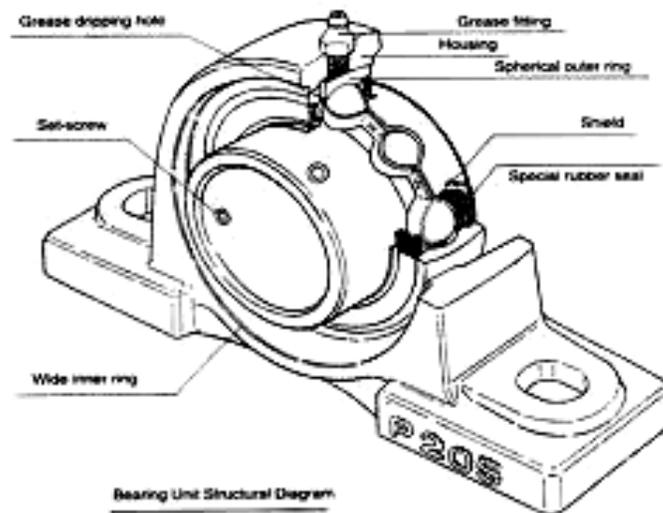
($\frac{\text{gayagesek}}{W}$ membesar)

Pelumasan Hidrodinamis dapat dicapai jika :

- Terjadi gesekan aktif dari permukaan – permukaan yang dipisahkan
- Adanya "*wedging action*" seperti terjadinya *eksentrisitas* pada sistim poros bantalan tersebut.
- Adanya fluida yang cocok

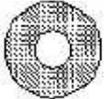
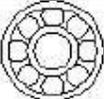
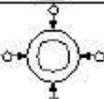
STRUKTUR UNIT BANTALAN

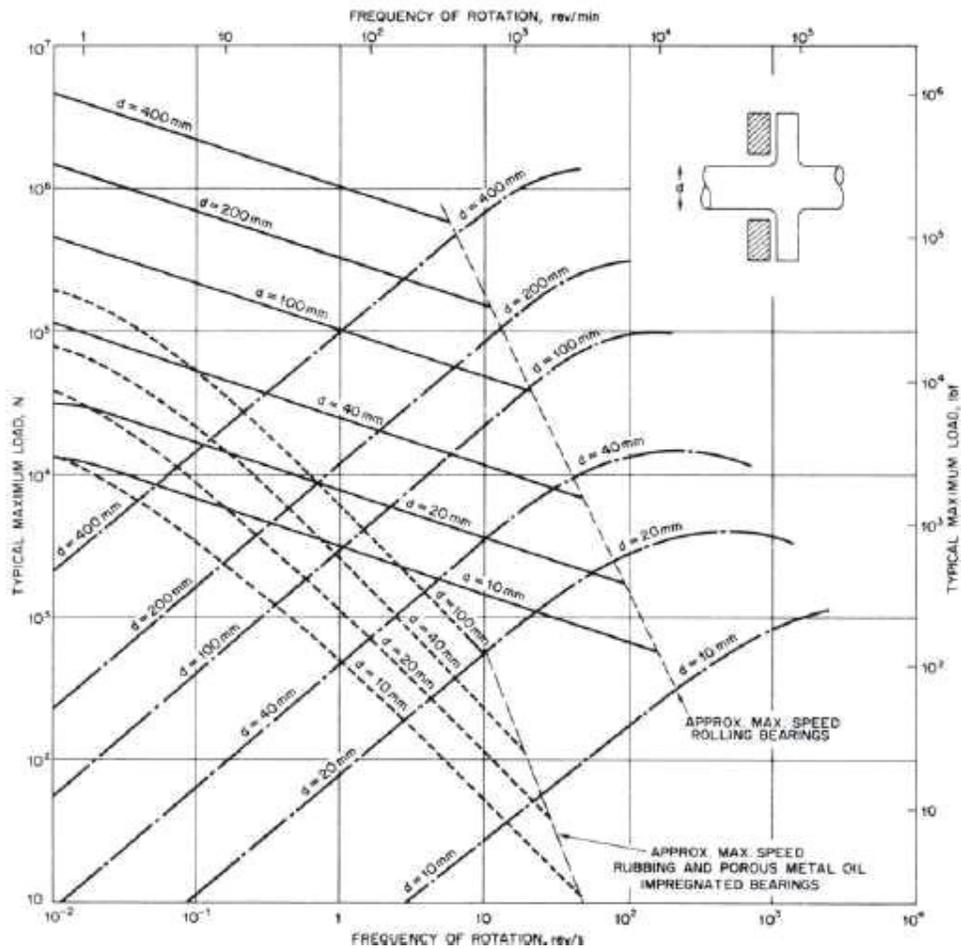
Lingkaran luar diri-bantalan bola yang terkandung dalam tanah untuk sebuah bola, dan menanggung perumahan di mesin untuk jari-jari yang serasi, bantalan unit, unit bantalan izin ini menyelaraskan diri antara dua anggota. Gambar 7.5 berikut adalah pandangan dari Bantal Hitam yang merupakan jenis yang paling populer Masukkan Ball Bearing Unit dengan set sekrup pengunci. Unit bantalan memiliki berbagai jenis perangkat pemeteraian sempurna dan dapat beroperasi secara memuaskan di bawah kondisi kerja keras, terutama untuk mesin dioperasikan di lingkungan berdebu atau berlumpur. Jadi, mereka secara luas digunakan dalam mesin-mesin pertanian, mesin konstruksi, mesin tekstil, bahan makanan mesin dan menyampaikan perangkat, dll unit bantalan, bantalan unit, bantalan terpasang unit, Plummer blok, perumahan unit, bantalan masukkan, masukkan bantalan, blok bantalan bantal , bantal insert, bantal blok



Gambar 7.5 Struktur unit sebuah bantalan

Tabel 7.3 Kriteria dan grafik pemilihan bantalan untuk kondisi lingkungan tertentu

Type of bearing	High temperature	Low temperature	Vacuum	Wet and humid	Dirt and dust	External vibration	Type of bearing
Rubbing plain bearings (non-metallic)	Good up to the temperature limit of material	Good	Excellent	Good but shaft must be incompressible	Good but sealing helps	Good	
Porous metal plain bearings oil impregnated	Poor since lubricants oxidises	Fair, may have high starting torque	Possible with special lubricant	Good	Sealing essential	Good	
Rolling bearings	Consult makers above 150°C	Good	Fair with special lubricants	Fair with seals	Sealing essential	Fair, consult makers	
Fluid film plain bearings	Good up to the temperature limit of lubricant	Good, may have high starting torque	Possible with special lubricant	Good	Good with seals and filtration	Good	
Externally pressurized plain bearings	Excellent with gas lubrication	Good	No, lubricant feed affects vacuum	Good	Good, excellent when gas lubricated	Excellent	
General comments	Watch effect of thermal expansion on fits			Watch corrosion		Watch fretting	

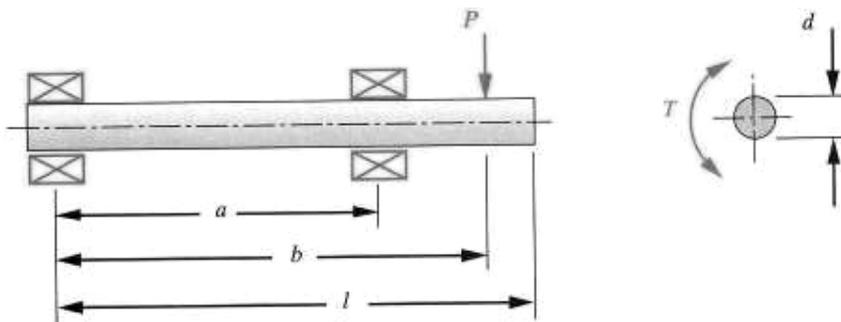


SOAL :

1. Poros pada gambar di bawah ini dirancang dengan menggunakan data-data sebagai berikut :
 $a = 16$ in, $l = 20$ in, $b = 18$ in, $P = 1000$ lb, $T_{\min} = 0$ lb-in, $T_{\max} = 2000$ lb-in, SF terhadap fatigue = 2, $S_{ut} = 108$ kpsi, $S_y = 62$ kpsi. Rancanglah bantalan untuk diameter poros yang diperoleh dimana bantalan harus dapat menahan beban untuk 70 juta siklus pada 1500 rpm.

(a) Gunakan bantalan luncur bronze yang mendapatkan pelumasan hidrodinamik dengan $O_N = 0$,
 $l/d = 1,25$ dan rasio clearance = 0,0015.

(b) Gunakan bantalan bola jenis deep-groove



2. Poros dengan dua buah puli mentransmisikan daya seperti ditunjukkan pada gambar. Tegangan pada bagian kendur pada puli sebesar 30% dari bagian yang kencang. Poros berputar yang ditumpu dua bantalan di O dan B berputar dengan kecepatan 900 rpm. Pilih pasangan radial ball bearing dengan reliability 99% dan umur 30.000 jam?

