



Perencanaan Bantalan Yang Dipakai Untuk Menumpu Sebuah Poros

Tony Siagian

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia

Jl. Sisingamangaraja, Balai Desa, Medan, Sumatera Utara

siagianTony@yahoo.com

Abstrak

Pada suatu peralatan/mesin dapat dipastikan bahwa terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan angular maupun gerakan linear. Gerakan relatif antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai efek negatif lainnya. Gesekan antara komponen mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan bantalan. Bantalan merupakan salah satu jenis elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga bantalan dapat melakukan fungsinya melakukan putaran atau gerakan bolak-balik yang berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Agar bantalan beserta elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan baik bantalan harus kokoh. Fungsi bantalan yang ketiga adalah mengatur posisi elemen yang bergerak, atau menahan agar bagian yang bergerak tetap pada posisinya. Selain harus mampu menahan agar tidak terjadi pergerakan ke satu arah atau lebih, Bantalan harus memungkinkan terjadinya pergerakan ke arah yang lain.

Kata Kunci : Gesekan, Bantalan, mesin, putaran

Abstract

In a piece of equipment/machine, it can be ensured that there are many components that move either in the form of angular movement or linear movement. Relative movement between engine components will cause interference, which can reduce engine efficiency, increase temperature, wear and various other negative effects. Friction between machine components can be minimized by using bearings. Bearings are a type of machine element that supports a loaded shaft, so that the bearing can carry out its function of rotating or reciprocating movements that occur smoothly, safely and have a long life. In order for the bearings and other machine elements to work properly the bearings must be sturdy. The third function of bearings is to regulate the position of moving elements, or hold moving parts in position. Apart from having to be able to prevent movement in one or more directions, the bearing must allow movement in another direction.

Keywords: Friction, Bearings, engine, rotation

A. Latar Belakang

Beban dapat dalam bentuk gaya, momen, defleksi, temperatur, tekanan dan lain-lain. Analisis pembebanan dalam perancangan mesin atau komponen mesin sangatlah penting, karena jika beban telah diketahui maka dimensi, kekuatan, material, serta variabel design lainnya dapat ditentukan.

Pada suatu peralatan/mesin dapat dipastikan bahwa terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan angular maupun gerakan linear. Gerakan relatif antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai efek negatif lainnya. Gesekan antara komponen mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan bantalan.

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Terdapat dua jenis mekanisme yang digunakan bantalan dalam mengatasi gesekan yaitu mekanisme *sliding* dan mekanisme *rolling*. Untuk mekanisme *sliding*, dimana terjadi gerakan relatif antar permukaan, maka penggunaan pelumas memegang peranan yang sangat penting. Sedangkan mekanisme *rolling*, dimana tidak boleh terjadi gerakan relatif antara permukaan yang berkontak, peran pelumas lebih kecil. Bentuk pelumas dapat berupa gas, cair maupun padat.

Poros transmisi (*transmission shaft*) atau sering hanya disebut poros (*shaft*) digunakan pada mesin rotasi untuk mentransmisikan putaran dan torsi dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Poros mentransmisikan torsi dari *driver* (motor atau *engine*) ke *driven*. Poros biasanya berbentuk silinder, silinder berlobang dan beban utama biasanya torsi dan momen.

B. Teori

Poros transmisi (*transmission shaft*) atau sering hanya disebut poros (*shaft*) digunakan pada mesin rotasi untuk mentransmisikan putaran dan torsi dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Poros mentransmisikan torsi dari *driver* (motor atau *engine*) ke *driven*. Komponen mesin yang sering digunakan bersamaan dengan poros adalah roda gigi, puli dan sproket. Transmisi torsi antar poros dilakukan dengan pasangan roda gigi, sabuk atau rantai. Poros bisa menjadi satu dengan driver, seperti pada poros motor dan *engine crankshaft*, bisa juga poros bebas yang dihubungkan ke poros lainnya dengan kopling. Sebagai dukungan poros, digunakan bantalan.

1. Bantalan

Bantalan merupakan salah satu jenis elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga bantalan dapat melakukan fungsinya melakukan putaran atau gerakan bolak-balik yang berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Agar bantalan beserta elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan baik bantalan harus kokoh. Bantalan memiliki tiga fungsi utama :

1. Mengurangi gesekan
2. Menahan beban.
3. Mengatur posisi elemen yang bergerak.

2. Klasifikasi Bantalan

Bantalan dapat diklasifikasikan atau dikelompokkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros

- a. Bantalan Luncur. Pada jenis bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas .
 - b. Bantalan Gelinding. Pada jenis 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.
2. Berdasarkan arah beban terhadap poros
 - a. Bantalan radial. Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
 - b. Bantalan aksial. Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros
 - c. Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

3. 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 :

- a. Gerakan awal jauh lebih kecil
- b. Gesekan kerja lebih kecil sehingga panas yang timbul lebih kecil pada pembebanan yang sama.
- c. Sistem pelumasan yang terus menerus yang sederhana.
- d. Kemampuan dukung bantalan lebih besar setiap lebar bantalan

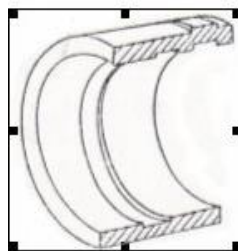


Gambar 1. Bantalan (bearing)

4. Bantalan Luncur

Bantalan luncur adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus dan aman. Apabila ada dua buah logam yang bersinggungan satu dengan lainnya saling bergeseran maka akan timbul gesekan , panas dan keausan . Untuk itu pada kedua benda diberi suatu lapisan yang dapat mengurangi gesekan , panas dan keausan serta untuk memperbaiki kinerjanya ditambahkan pelumasan sehingga kontak langsung antara dua benda tersebut dapat dihindari.

Bantalan luncur bekerja bukan hanya dengan adanya gesekan antara poros dan bantalan, tetapi juga memerlukan pelumasan. Pada bantalan luncur, gesekan luncur antara poros dan bantalan bekerja dengan ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas. Keberadaan pelumas tersebut berfungsi untuk melicinkan gesekan antara permukaan poros dengan permukaan bantalan. Bukan hanya itu, fungsi pelumas juga sebagai peredam tumbukan dan getaran sehingga akan meminimalisasi suara yang ditimbulkan.



Gambar 2. Bantalan luncur

5. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan antara dua permukaan yang bergerak relatif melibatkan *behavior* partikel pelumas antara kedua permukaan, tipe pelumas, jenis pelumasan, dan metoda aplikasi pelumas. Pelumas memiliki beberapa fungsi utama yaitu menurunkan gesekan, mengurangi keausan, melindungi permukaan dari korosi atau oksidasi, meredam beban kejutan, menghindari kontaminasi dan mendinginkan. Untuk mengetahui perilaku pelumas dalam mengurangi efek gesekan diperlukan teori pelumasan yang melibatkan persamaan matematik yang sangat kompleks. Sampai saat ini solusi persamaan differensial yang mengatur mekanisme pelumasan didasarkan oleh berbagai idealisasi dan penyederhanaan sehingga solusi yang ada adalah masih pendekatan. Tipe pelumas dapat berbentuk gas, cair, maupun padat. Sedangkan jenis pelumasan dibedakan menjadi boundary, mixed boundary, dan full film lubrication. Hal ini didasarkan pada karakteristik gesekan dan lapisan pelumas antara permukaan yang bergesekan. Aplikasi pelumas pada suatu peralatan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis dengan menggunakan pompa.

6. Perhitungan Bantalan Luncur

1. Mencari panjang Bantalan

L/d

Dimana :

d = diameter bantalan (mm)

l = panjang bantalan (mm)

2. Tekanan pada bantalan (Khurmi, R.S., and Gupta, J.K., *Machine Design*)

$$P = \frac{F}{l \times d}$$

Dimana :

P = Tekanan pada bantalan (N/mm^2)

F = beban (N)

l = panjang bantalan (mm)

d = diameter bantalan (mm)

3. Modulus bantalan actual (Dahmir Dahlan, *Elemen Mesin*, 2012)

$$\frac{Z \times n}{P}$$

Dimana :

Z = Viskosita Pelumasan ($kg/mm \cdot s$)

n = Putaran (rpm)

P = Tekanan (N/mm^2)

4. Kecepatan

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60}$$

Dimana :

d = diameter bantalan (mm)

n = putaran (rpm)

5. Panas yang timbul (Shigley, J.E., and Mischke, C.R., 2001, *Machine Design*)

$$H_g = \mu \times F \times V$$

Dimana :

H_g = panas yang timbul (watt)

F = beban (N)

V = kecepatan (m/s)

μ = koefisien gesek

6. Panas yang dapat dipindahkan

$$HD = C \times A (t_o - t_a)$$

$$HD = C \times L \times d (t_o - t_a)$$

Dimana :

H_D = Panas yang dipindahkan

C = koefisien perpindahan panas ($W/m^2/^\circ C$)

t_o = temperatur lapisan pelumasan $^\circ C$

t_a = temperatur udara ruang kerja $^\circ C$

7. Panas yang harus dibuang melalui pendinginan buatan

$$H_i = H_g - H_D$$

Dimana :

H_g = panas yang timbul (Watt)

H_D = panas yang dipindahkan (watt)

8. Aliran minyak pelumas

$$H_i = m \times C \Delta t$$

Dimana :

H_i = panas yang dibuang (watt)

C = koefisien perpindahan panas ($W/m^2/^\circ C$)

Δt = Kenaikan suhu $^\circ C$

m = aliran minyak pelumas (kg/min)

9. Gaya Gesek (Sptts, M.F, Design of Machine Elements ,1998)

$$F = \frac{\mu \times A \times U}{h}$$

$$F = \frac{\mu \times \pi D L \times \pi D n}{C/2}$$

$$F = \frac{2\mu^2 \times \pi D^2 \times L n}{C}$$

Dimana :

μ = kekentalan absolut minyak pelumas

A = luas bidang permukaan lapisan minyak pelumas yang saling bergesekan

u = kecepatan gesekan

h = tebal lapisan minyak pelumas

n = kecepatan putar poros

C = selisih diameter poros dengan diameter bantalan

10. Kerugian akibat daya gesek (Sptts, M.F, Design of Machine Elements ,1998)

$$F_u = \frac{2\mu^2 \times \mu D^3 \times L n^2}{C}$$

Dimana :

F_u = kerugian daya gesek

11. Usaha gesekan (Khurmi, R.S., and Gupta, J.K., *Machine Design*)

$$U = \frac{\pi \cdot n \cdot f \cdot P_o \cdot d_o}{100} \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana :

U = usaha gesekan (kgm/menit)

n = putaran (rpm)

f = koefisien gesek

P_o = gaya tekan

d_o = diameter bantalan

12. Daya gesek

Untuk mengurangi gesekan di antara bagian yang berputar digunakan minyak pelumas yang dapat mengurangi keausan, panas dan kerugian daya gesek.

Faktor yang mempengaruhi kerugian daya gesek yaitu :

- a. Ukuran bantalan luncur
- b. Kelonggaran bantalan
- c. Viskositas bahan pelumas
- d. Kecepatan putaran poros
- e. Temperatur operasi bantalan
- f. Beban nominal bantalan
- g. Koefisien gesek bantalan luncur

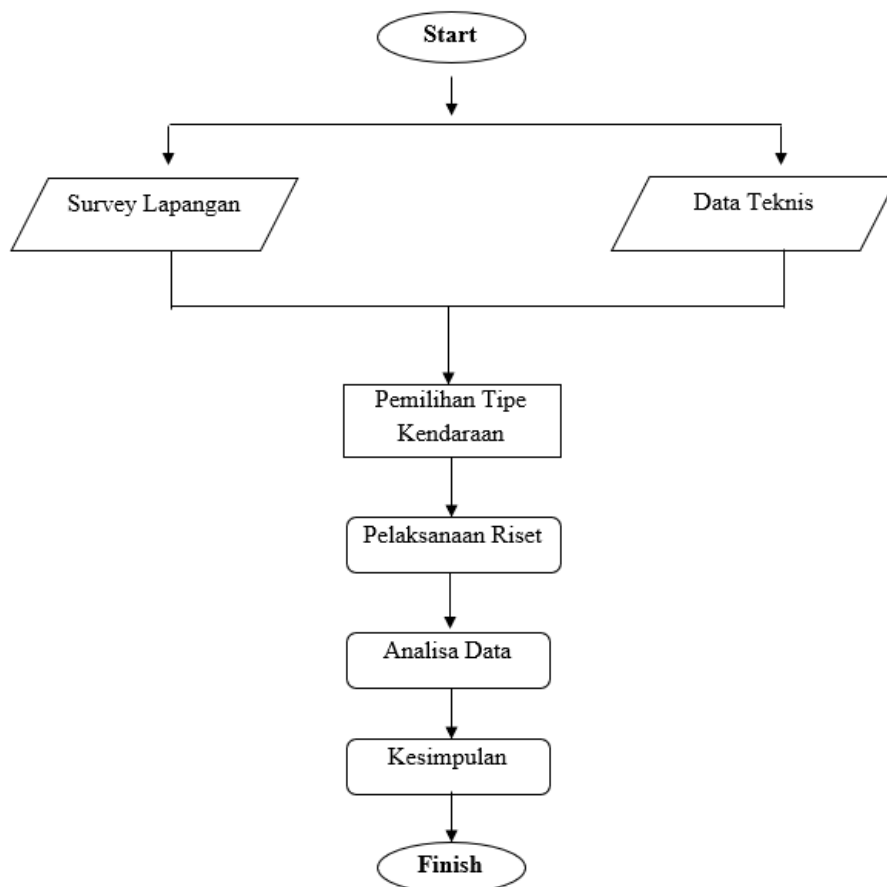
$$NG = \mu \frac{d^3 \times n^2 \times l}{766296 \times c} \dots\dots\dots 2.15$$

Dimana :

- NG = daya gesekan (HP)
d = diameter poros (mm)
n = putaran (rpm)
l = panjang bantalan (mm)
c = kelonggaran radial (mm)

C. Metodologi

Diagram Alir



Gambar 3. Diagram alir

C. Pembahasan

Perhitungan untuk Bantalan

1. Mencari panjang Bantalan

L/d

Dimana :

d = diameter bantalan (200 mm)

L/d (1,8 - 2) untuk kendaraan rel, di ambil 1,8

Maka

$L = 1,8 \times 200$

$L = 360$ mm

2. Tekanan pada bantalan

$$P = \frac{F}{l \times d}$$

Dimana :

P = Tekanan pada bantalan N/mm^2

F = beban (210000 N)

l = panjang bantalan (360 mm)

d = diameter bantalan (200 mm)

maka :

$$P = \frac{F}{l \times d}$$
$$P = \frac{210000}{360 \times 200}$$
$$P = \frac{210000}{72000}$$
$$P = 2,92 \text{ N/mm}^2$$

Tekanan izin bantalan 3,5 N/mm^2 tekanan teoritis di dapat 2,92 N/mm^2 maka bantalan aman

3. Viskositas Pelumasan

Dari tabel pelumasan untuk temperatur bantalan (T_o) 60° SAE 40 diperoleh viskositas pelumasan (Z) = 0,046 kg/m-s

4. Modulus bantalan actual

$$\frac{Z \times n}{P}$$

Dimana :

Z = Viskosita Pelumasan (0,046 kg/mm-s)

n = Putaran (400 rpm)

P = Tekanan (2,92 N/mm^2)

Maka :

$$\frac{Z \times n}{P}$$
$$\frac{0,046 \times 400}{2,92}$$
$$\frac{18,8}{2,92}$$
$$6,3$$

5. Kecepatan

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60}$$

Dimana :

d = diameter bantalan 200 mm

n = putaran 400 rpm

maka

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60}$$
$$V = \frac{\pi \times 0,2 \times 400}{60}$$
$$V = \frac{251,2}{60}$$
$$V = 4,166 \text{ m/s}$$

6. Pemeriksaan terhadap nilai K minimum beban normal

$$\frac{Z \times n}{P} = 3 K$$

Dengan

$$K = \frac{Z \times n}{3 P}$$
$$K = \frac{7}{3}$$
$$K = 2,333$$

$K_{\text{actual}} = 6,3$ $K_{\text{min}} = 2,333$ maka bantalan aman

7. Ratio Clearance

$$\frac{c}{d} = 0,001 \text{ untuk kendaraan rel}$$

8. Koefisien gesek

$$\mu = \frac{33}{10^8} \times \left(\frac{Z \times n}{P} \right) \times \frac{c}{d} + K$$

Dimana :

μ = Koefisien gesekan

$$\frac{Z \times n}{P} = \text{Modulus bantalan aktual } 6,3$$

Maka :

$$\mu = \frac{33}{10^8} \times 6,3 \times \left(\frac{1}{0,001} \right) + 0,002$$
$$\mu = 0,0022$$

9. Panas yang timbul

$$Hg = \mu \times F \times V$$

Dimana :

H_g = panas yang timbul (watt)

F = beban (210000 N)

V = kecepatan (4,166 m/s)

μ = koefisien gesek (0,0022)

maka :

$$Hg = \mu \times F \times V$$
$$Hg = 0,0022 \times 210000 \times 4,166$$
$$Hg = 1924,69 \text{ Watt}$$

$$Mf = 0,6424 \text{ N. mm}$$

10. Usaha gesekan

$$U = \frac{\pi \cdot n \cdot f \cdot P_o \cdot d_o}{100}$$

Dimana :

U = usaha gesekan (kgm/menit)

n = putaran (400 rpm)

f = koefisien gesek (0,0022)

P_o = gaya tekan (0,292 N/m)

d_o = diameter bantalan (0,2 m)

maka

$$U = \frac{\pi \cdot n \cdot f \cdot P_o \cdot d_o}{100}$$
$$U = \frac{\pi \cdot 400 \cdot 0,0022 \cdot 0,292 \cdot 0,2}{100}$$
$$U = 0,00161 \text{ kgm/menit}$$

11. Daya gesek

$$NG = \mu \frac{d^3 \times n^2 \times l}{766296 \times c}$$

Dimana :

NG = daya gesekan (HP)

d = diameter poros (200 mm)

n = putaran (400 rpm)

l = panjang bantalan (360 mm)

c = kelonggaran radial (0,001 mm)

μ = viskosita pelumasan (0,046 kg/m.s

sehingga :

$$NG = \mu \frac{d^3 \times n^2 \times l}{766296 \times c}$$
$$NG = 0,046 \frac{0,2^3 \times 400^2 \times 0,36}{766296 \times 0,001}$$
$$NG = 0,046 \frac{57600}{766,296}$$
$$NG = 0,046 \times 75,166$$
$$NG = 3,457 \text{ Hp}$$

Kesimpulan

Data teknis yang di dapat adalah :

- Jenis Bantalan : Bantalan Luncur
- Diamtere Bantalan : 200 mm
- Beban : 210000 N
- Putaran : 400 rpm
- Bahan Bantalan : Besi Cor
- Tipe Minyak Pelumas : SAE 40
- Koefisien Perpindahan Panas : 1300 W/m²/°C
- Tekanan izin Maksimum : 3,5 N/mm²
- L/d : 1,8 – 2
- K_{ctual} : 6,3
- $\frac{Z \times n}{P}$: 7

Dari hasil perhitungan di dapat suatu kesimpulan yaitu :

1. Panjang bantalan : 360 mm
2. Tekanan bantalan : 2,92 N/mm²
3. Viskositas pelumasan : 0,046
4. Ratio clearance : 0,001
5. Koefisien gesek : 0,0022
6. Panas yang timbul : 1924,69 Watt
7. Panas yang dipindahkan : 1872 watt
8. Panas yang dibuang : 50,69 watt
9. Aliran minyak : $1,9 \times 10^{-3}$ kg/min
10. Gaya gesek : 0,00642 N/mm²
11. Momen gesek : 0,6424 Nmm
12. Usaha gesekan : 0,00161 kgm/menit
13. Daya gesek : 3,475 HP
14. $K_{teoritis}$: 2,333

DAFTAR PUSTAKA

- Dahmir Dahlan, 2012, Elemen Mesin, Citra Harta Prima, Jakarta
- Khurmi, R.S., and Gupta, J.K., 1982, *Text Books of Machine Design*, Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar, New Delhi 110055.
- Shigley, J.E., and Mischke, C.R., 1996, *Standard Handbook of Machine Design*, McGraw-Hill companies, New York
- Sptts, M.F and T.E Shoup, 1998, *Design Of Machine Elemenets 7th ed*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- Sularso, Kiyokatsu Suga, Elemen Mesin, Pradnya Paramitha, Jakarta, 1997