

PELUMASAN DAN DAYA GESEKAN PADA BANTALAN LUNCUR

Adil Surbakti

Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri FT USU

Abstrak: Bantalan luncur digunakan untuk menumpu proses yang berputar. Untuk mengurangi gesekan di antara bagian yang berputar digunakan minyak pelumas dan ini mengurangi keausan, panas, dan kerugian daya gesekan. Sungguh pun lapisan minyak akan mengurangi gesekan persentuhan antara metal ke metal tetapi gesekan pada lapisan minyak harus diperhitungkan di antara alat bagian yang berputar. Koefisien gesekan antara etal dengan metal jauh lebih besar dibandingkan dengan gesekan antara lapisan minyak. Faktor lain yang mempengaruhi gesekan adalah ukuran bantalan luncur, putaran, beban, dan temperatur operasi. Karena itu kerugian daya gesekan bantalan luncur dipengaruhi oleh banyak faktor yang harus dimasukkan ke dalam perhitungan.

Kata kunci: Viskositas, gesekan, dan daya gesekan.

Abstract: *Journal bearing is used to support rotary shaft. To reduce friction between rotary parts is to use lubricant and this also diminish wear, heat and power lost of friction. Although a layer of oil will eliminates the excessive friction of metal to metal contact, the friction with in the oil film must be taken into account between rotary part. Other factors affect friction are size of journal bearing, speed of rotation, load, and temperature of operations. Thus, power lost of friction in journal bearing are effected by many factors must be taken into account.*

Key words: *Viscosity, friction, and power of friction.*

I. PENDAHULUAN

Bantalan gunanya untuk menumpu proses yang berputar. Pada bantalan luncur proses meluncur dalam bidang tumpuannya. Bila dua buah bidang logam yang kering diletakkan satu di atas yang lain maka bagian-bagian yang tidak rata pada bagian yang satu akan bersentuhan dengan bagian yang tidak rata pada bagian yang lain. Bila bidang ini digesekkan satu terhadap yang lain maka banyak di antara bagian-bagian yang tidak rata ini putus dan keadaan ini dinamakan pengausan. Makin besar bidang-bidang ini makin besar pula pengausannya dan makin besar pula gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan bidang yang satu terhadap yang lainnya.

Tahanan untuk menggerakkan bidang-bidang ini dikerjakan makin berkurang pula tahanan gesekannya. Sesungguhnya penyelesaiannya rapi sekali, bagian-bagian yang tidak rata itu masih ada walaupun kecil. Jadi bila proses dibiarkan berputar kering dalam tumpuannya maka pengausan yang terjadi biasanya terlalu tinggi dan untuk mengatasinya digunakan bahan pelumas di antara bidang yang bergesekan. Bahan pelumas ini untuk mencegah atau mengurangi persentuhan permukaan yang menyebabkan berkurangnya keausan dan koefisien gesekan. Bahan pelumas yang biasa adalah minyak dan gemuk dan dapat dibedakan dalam viskositasnya.

II. TUJUAN

Memperkirakan kerugian daya gesekan dan faktor-faktor yang berpengaruh pada bantalan luncur.

III. TINJAUAN PUSTAKA

1. Viskositas

Pelat di atas lapisan ketebalan h dan digerakkan dengan kecepatan U dibawah pengaruh gaya F . Minyak melekat secara kuat pada pelat dan gesekan disertai dengan luncuran atau kuat pada pelat dan gerakan disertai dengan luncuran atau gesekan antara partikel minyak melalui keseluruhan tinggi lapisan minyak. Karena itu apabila pelat dan lapisan persentuhan minyak bergerak dengan kecepatan U , kecepatan pada pertengahan tinggi secara langsung dengan jarak dari pelat tetap atau pelat bawah.

Berdasarkan Newton, tegangan geser pada lapisan minyak minyak bervariasi secara langsung terhadap kecepatan U dan berbanding terbalik dengan tebal lapisan minyak h .

$$\text{Maka: } \tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{U}{h} \dots\dots\dots 1)$$

Faktor kesebandingan μ disebut viskositas. Viskositas adalah ukuran dari kemampuan minyak pelumas untuk menahan tegangan geseran. Ini adalah peristiwa molekuler dan usaha yang dilakukan gaya

F dirubah menjadi panas yang menaikkan temperatur minyak pelumas dari peralatan sekitar.

$$\text{Satuan dari } \mu = \frac{F(lb)h(in)}{A(in^2)U(in/sec)} = \frac{Fh \text{ ilSec}}{AU \text{ in}^2} \dots\dots 2)$$

Secara angka, viskositas minyak pelumas adalah suatu angka yang kecil.

2. Daya Gesekan Pada Bantalan

Persamaan 1) untuk pelat datar dapat diangkat terhadap bentuk silinder ataupun bantalan luncur, dilengkapi dengan kecepatan dan viskositas tinggi serta beban ringan, sehingga poros berada pada posisi sepusat dengan bantalan. Apabila 2r atau d adalah diameter poros dan l adalah panjang bantalan dalam arah aksial maka luas $A = 2 \pi . r . l$.

Ketebalan h menjadi kelonggaran c atau perbedaan antara radius bantalan dan radius poros. Dengan menggantikan harga A dan h ke dalam persamaan 1) menghasilkan:

$$\begin{aligned} \frac{F}{A} &= \mu \frac{U}{h} \\ F &= \mu . A . \frac{U}{h} \\ &= \mu . 2 \pi . r . l \frac{U}{c} \\ f &= 2 \pi . \mu . U . r . l / c \dots\dots 3) \end{aligned}$$

Apabila F1 ditentukan sebagai gaya gesekan tangensial persatuan panjang, maka:
F = F1 . l

Dengan menggantikan F dalam persamaan 3) diperoleh,

$$\begin{aligned} F1.l &= 2 \pi . U . r . l / c \\ F1 &= 2 \pi . \mu . U . r / c \dots\dots 4) \end{aligned}$$

Kecepatan tangensial poros U adalah:

$$U = \frac{\mu . d . n}{60} \dots\dots 5)$$

di mana:

- n = putaran per menit
- d = diameter poros

Gaya gesek tangensial untuk bantalan, F = F1.l. Apabila gaya ini bergerak pada kecepatan U in/sec, selama satu detik, maka usaha yang telah dilakukan adalah F1.l.U (ln.in) atau F.U (ln.in) Satu daya kuda (HP) ditetapkan 33000 ft/l/min atau 33000 x 12/60 in/l/sec.

Daya gesekan untuk bantalan luncur adalah Ng.

$$Ng = \frac{60.F.U}{33000 \times 12} = \frac{60.F1.l.U}{33000 \times 12}$$

$$= \frac{F1.l.U}{6600} (HP) \dots\dots 6)$$

Apabila persamaan 4) dan persamaan 5) disubstitusikan ke dalam persamaan 6) maka diperoleh,

$$Ng = \mu \frac{d3.n2.l}{766296xc} (HP)$$

di mana:

- Ng = daya gesekan (HP)
- μ = viskositas pelumas, lb.sec/in2
- d = diameter poros, inci
- n = putaran permenit (rpm)
- l = panjang bantalan, inch
- c = kelonggaran radial, inch

3. Koefisin Gesekan Bantalan Luncur f

Koefisien gesekan bantalan luncur, f ditetapkan sebagai perbandingan gaya tangensial F terhadap gaya normal W.

Maka:

$$f = \frac{F}{W} \dots\dots 8)$$

di mana,

- F = gaya tangensial (l)
- W = gaya normal (lb)
- Tekanan bantalan = P

$$P = \frac{w}{d.l} \dots\dots 9)$$

Di mana:

- P = tekanan bantalan, lb/in2
- W = gaya normal, lb
- D = diameter poros, in
- L = panjang bantalan, in

Dengan mensubstitusikan pers 3), pers 5) dan pers 9) ke dalam persamaan 8), maka diperoleh koefisien gesekan:

$$F = \frac{2 \pi 2 (\mu n) r}{P c} \dots\dots 10)$$

di mana:

- μ = viskositas pelumas, lb.sec/in2
- r = radius poros, inci
- c = kelonggaran radial, inci
- p = tekanan lb/in2

Dengan gesekan Ng untuk bantalan diperoleh dengan mensubstitusikan pers 4) dan pers 8) ke pers 6) dan diperoleh,

$$Ng = f . \frac{W . d . n}{126051} (HP) \dots\dots 11)$$

di mana:

- F = koefisien gesekan
- W = beban normal, lb
- D = diameter poros, inci
- N = putaran, rp

IV. PEMBAHASAN

Tentukan pengaruh bahan pelumas dan temperatur terhadap daya gesekan untuk bantalan luncur beban ringan dengan diameter poros 4 inci dan panjang bantalan 6 inci. Kelonggaran radial 0,002 inci dan kecepatan putaran 1000 rpm. Pelumas yang digunakan SAE 10, SAE 20, dan SAE 30 pada temperatur operasi berturut-turut 170:175:180:185: dan 190⁰F.

Perubahan temperatur operasi menyebabkan perubahan viskositas bahan pelumas bantalan luncur. Perubahan viskositas untuk masing-masing pelumas karna perubahan temperatur operasi diperoleh sebagai berikut:

1 Untuk SAE 10:

Temperatur (⁰ F)	Viskositas (lb.sec/in ²)
170	11x10 ⁻⁷
175	10,5 x10 ⁻⁷
180	9,7 x10 ⁻⁷
185	9,0 x10 ⁻⁷
190	8,4 x10 ⁻⁷

2. Untuk SAE 20:

Temperatur (⁰ F)	Viskositas (lb.sec/in ²)
170	18,6 x10 ⁻⁷
175	17 x10 ⁻⁷
180	15,6 x10 ⁻⁷
185	14,5 x10 ⁻⁷
190	13,5 x10 ⁻⁷

3. Untuk SAE 10:

Temperatur (⁰ F)	Viskositas (lb.sec/in ²)
170	18,6 x10 ⁻⁷
175	24,2 x10 ⁻⁷
180	22 x10 ⁻⁷
185	20,2 x10 ⁻⁷
190	18,4 x10 ⁻⁷

Untuk bantalan luncuran yang ditentukan, ditetapkan data sebagai berikut:

Diameter	d= 4 inci
Panjang bantalan	l=6 inci
Kelonggaran radial	c=0,002 inci
Putaran	n=900 rpm

Apabila data bantalan di atas dimasukkan ke pers 7), daya gesek Ng,

$$Ng = \mu \frac{d3.n2.l}{766296xc} (HP)$$

diperoleh:

$$Ng = \mu \times 202,950296 \times 10^3 \text{ HP}$$

Daya gesek Ng untuk masing-masing bahan pelumas pada temperatur operasi tertentu diperoleh dengan memasukkan besaran viskositas bahan pelumas ke dalam persamaan di atas dan hasilnya diperoleh sebagai berikut:

1. Untuk bahan pelumas SAE 10:

Temperatur (⁰ F)	Daya gesek Ng (HP)
170	0,223
175	0,209
180	0,197
185	0,183
190	0,171

2. Untuk bahan pelumas SAE 20:

Temperatur (⁰ F)	Daya gesek Ng (HP)
170	0,379
175	0,345
180	0,317
185	0,294
190	0,274

3. Untuk bahan pelumas SAE 10:

Temperatur (⁰ F)	Daya gesek Ng (HP)
170	0,536
175	0,491
180	0,447
185	0,410
190	0,373

Dari uraian dan perhitungan di atas ternyata untuk bantalan luncur tertentu daya gerak yang timbul dipengaruhi oleh viskositas bahan pelumas, maka makin tinggi gaya gesekan yang terjadi. Hal ini dapat dilihat dari minyak pelumas SAE menghasilkan daya gesekan yang lebih besar dari yang dihasilkan SAE 20 dan SAE 10 pada temperatur operasi yang sama.

Temperatur operasi bantalan luncur dipengaruhi viskositas minyak pelumas. Apabila temperatur operasi makin tinggi maka viskositas makin kecil dan daya gesekan Ng pada temperatur 1700^F hingga temperatur 190⁰F untuk masing-masing minyak pelumas SAE 10, SAE 20, dan SAE 30 yang diuraikan di atas. Dari pers 7) untuk daya gesek,

$$Ng = \mu \frac{d3.n2.1}{766296xc} (HP)$$

Ternyata apabila viskositas, diameter poros, kecepatan putaran, dan panjang bantalan makin besar maka daya gesekan makin besar. Apabila kelonggaran radial (c) mendekati atau sangat besar. Hal ini terjadi apabila tidak terjadi lapisan (film) minyak atau terjadi gesekan antara metal dengan metal dari pers 11) untuk daya gesekan Ng, yaitu:

$$Ng = f \cdot \frac{d3.n21}{126051xc} (HP)$$

Dapat dilihat bahwa daya gesekan sebanding dengan koefisien gesekan bantalan luncur (f), beban normal bantalan (W), diameter poros (d) dan kecepatan putaran (n).

Daya gesekan bantalan luncuran tertentu bertambah besar apabila beban W dan kecepatan putaran n bertambah besar.

V. KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kerugian daya gesekan N_g pada bantalan luncur dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Ukuran bantalan luncur meliputi diameter poros (d) dan panjang bantalan (l)
2. Kelonggaran radial bantalan \odot
3. Viskositas bahan pelumas (μ)
4. Kecepatan putaran poros (n)
5. Temperatur operasi bantalan
6. Beban normal bantalan (W)
7. Koefisien gesekan bantalan luncur (f)

DAFTAR PUSTAKA

- Allen S. Hall. 1961. *Teory and Problem of Machine Design*. New York: Schaum Publishing Co.
- M. F. 1981. *Spots Design of Machine Elemen.*, New Delhi.
- Victor L. Streeter. 1971. *Fluid Mechanics*. Tokyo: Mc. Graw Hill, Kogakusha, Ltd.

