

PENGARUH PEMBERIAN TEKSTUR PADA PERMUKAAN *JOURNAL BEARING* TERHADAP PERFORMASI PELUMASAN

Mohammad Tauviqirrahman^{1*}, Muchammad^{1,2} dan Rizqy Amanullah Akbar¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275.

²Laboratory for Surface Technology and Tribology, Faculty of Engineering Technology,
University of Twente. Drienerloolan 5, Postbus 217, 7500 AE, Enschede, The Netherlands.

*Email: mtauviq99@yahoo.com

Abstrak

Pemberian tekstur pada permukaan journal bearing bertujuan untuk meningkatkan performansi pelumasan pada journal bearing (peningkatan load support serta penurunan gaya gesek). Penelitian ini memfokuskan peningkatan performansi pelumasan pada journal bearing dengan pemberian tekstur pada awal dan akhir permukaan konvergen. Pemodelan dan analisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan memberikan tekstur berbentuk groove (half round) agar lebih mudah di buat untuk direalisasikan. Load support dan gaya gesek menjadi luaran dalam penelitian ini, sedangkan variasi eksentrisitas digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap performansi pelumasan. Permukaan smooth sebagai parameter acuan pembandingan dengan permukaan bertekstur. Hasil penelitian menunjukkan dengan pemberian permukaan bertekstur mampu meningkatkan load support dan mampu menurunkan gaya gesek pada journal bearing pada eksentrisitas tertentu.

Kata kunci : Gaya gesek, journal bearing, load support, tekstur.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, *journal bearing* merupakan komponen yang sering digunakan sebagai penumpu poros (*shaft*) agar tetap stabil saat berputar dan biasanya terdapat pada mesin-mesin industri seperti turbin, kompresor sentrifugal, generator dan pompa (Scott, 2005). *Journal bearing* beroperasi pada rezim batas (kontak logam-ke-logam) hanya pada saat peralatan *startup* dan *shutdown* ketika kecepatan rotasi dari poros tidak mencukupi untuk membuat lapisan minyak. Penting untuk dipahami bahwa poros berputar tidak terpusat pada rumah bantalan selama operasi normal. Jarak *offset* ini disebut eksentrisitas bantalan dan membuat lokasi yang unik untuk ketebalan minimum lapisan minyak. Pelumasan sangat diperlukan untuk memperkecil gesekan dan keausan yang terjadi antara dua permukaan yang bergerak relatif satu terhadap yang lain. Sedangkan substansi yang digunakan tersebut dinamakan pelumas (Shigley dkk., 1995), dengan pelumasan diharapkan akan memperpanjang umur komponen suatu mesin karena adanya film pada pelumas untuk meminimalkan kontak antara permukaan (Pirro dkk., 2001). Pelumasan antara dua permukaan elemen mesin yang bergerak menciptakan distribusi tekanan yang memungkinkan timbulnya daya dukung beban sehingga menghindarkan kontak langsung dan gesekan (Fortier, 2004). Pada permukaan tanpa slip antara interface pelumas dan permukaan solid, maka kecepatan pelumas pada permukaan solid ditetapkan sama dengan kecepatan permukaan tersebut atau kecepatan relatif pelumas dengan permukaan solid adalah nol. Ini berarti bahwa tegangan geser pada interface antara pelumas dan permukaan solid dapat mencapai nilai yang besar (Wu dkk., 2005).

Surface texturing merupakan pemberian tekstur pada permukaan bearing yang bertujuan untuk meningkatkan tekanan dan *load support* pada bearing. *Surface texturing* juga di anggap sebagai alat untuk mengatasi adhesi dan stiksi pada perangkat *Micro-Electro Mechanical Systems* (MEMS). Penelitian mendasar pada berbagai bentuk *surface texturing* untuk diaplikasikan di dunia tribologi dilakukan di seluruh dunia dan berbagai teknik *texturing* digunakan dalam penelitian tersebut, termasuk peledakan abrasif, mesin ultrasonik, mesin pelepasan listrik, tekstur balok ion, berbagai teknik etsa, dan *laser texturing*. Dari semua metode tersebut *laser texturing* menawarkan konsep paling menjanjikan karena laser sangat cepat dan memungkinkan waktu pemrosesan yang pendek, tidak mencemari lingkungan dan memberikan kontrol yang sangat baik terhadap bentuk dan ukuran tekstur, yang memungkinkan realisasi desain yang optimal (Bruce, 2012).

Penelitian ini akan difokuskan pada penempatan tekstur agar di dapatkan hasil performansi pelumasan yang optimum. Pemberian *texturing* ini dapat digunakan untuk meningkatkan tekanan, *load support* serta mengurangi gesekan pada *journal bearing*. Pemberian *texturing* pada penelitian ini akan menggunakan model *groove* dengan bentuk (*half round*) agar lebih mudah di buat dan cukup mudah dilakukan dari sudut pandang *meshing* (Cupillard dkk., 2008).

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, efek dari pemberian tekstur pada permukaan *journal bearing* di analisa dengan menggunakan perangkat lunak CFD. Parameter *journal bearing* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Geometri *journal bearing* ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan untuk permukaan bertekstur ditunjukkan pada Gambar 2, dalam penelitian ini aliran fluida terjadi secara laminar dan kavitasi tidak dibahas. Pemodelan 2 dimensi dilakukan dengan membuat penyederhanaan dari bentuk geometri lingkaran menjadi garis untuk *housing bearing* (*stationary wall*) dan *shaft bearing* (*moving wall*) yang dimodelkan dengan menggunakan persamaan yang telah diperhitungkan sebagai berikut:

Persamaan kurva	$y = A \cdot \cos(bx) + c$	(1)	Keterangan:
Amplitudo	$A = \frac{h_{max} - h_{min}}{2}$	(2)	h_{max} = ketebalan <i>film</i> fluida maksimum
Konstanta <i>b</i>	$b = \frac{2\pi}{L}$	(3)	h_{min} = ketebalan <i>film</i> fluida minimum
Konstanta <i>c</i>	$c = A + h_{min}$	(4)	L = panjang gelombang permukaan <i>housing</i>
Panjang Gelombang	$L = 2\pi R$	(5)	R = jari-jari permukaan <i>housing</i>

Tabel 1. Parameter model journal bearing

Parameter	Simbol	Nilai
Panjang <i>bearing</i>	<i>L</i>	133 mm
Jari-jari poros	<i>r</i>	50 mm
Jari-jari <i>housing</i>	<i>R</i>	50.145 mm
<i>Radial clearance</i>	<i>C</i>	0.145 mm
Rasio eksentrisitas	ϵ	0.2, 0.5 dan 0.8
Eksentrisitas	<i>e</i>	0.029 mm ($\epsilon = 0.2$) 0.0725 mm ($\epsilon = 0.5$) 0.116 mm ($\epsilon = 0.8$)
Kecepatan angular <i>journal</i>	ω	48.1 rad/s
Densitas lubrikan	ρ	840 kg/m ³
Viskositas dinamis lubrikan	μ	0.0127 kg/m.s

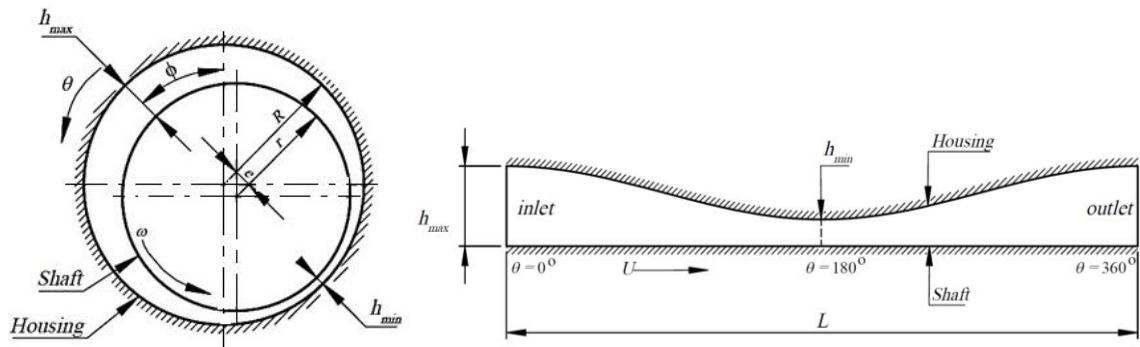
Berdasarkan persamaan (1) sampai dengan persamaan (5) didapat hasil persamaan untuk 3 rasio eksentrisitas pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Persamaan garis berkurva journal bearing

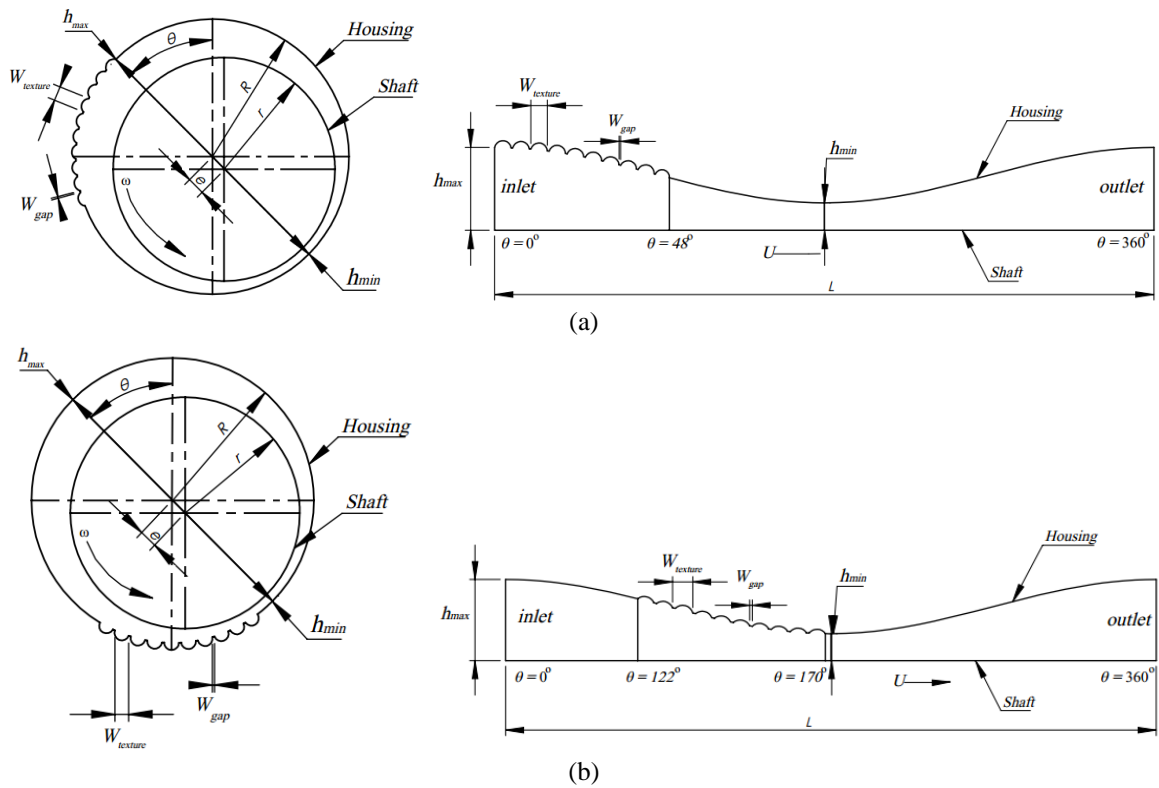
ϵ	<i>e</i>	h_{max}	h_{min}	$y(x)$
0.2	0.029	0.174	0.116	$y(x) = 0.029 \cdot \cos\left(\frac{200x}{10029}\right) + 0.145$
0.5	0.0725	0.2175	0.0725	$y(x) = 0.0725 \cdot \cos\left(\frac{200x}{10029}\right) + 0.145$
0.8	0.116	0.261	0.029	$y(x) = 0.116 \cdot \cos\left(\frac{200x}{10029}\right) + 0.145$

Variasi tekstur yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi dalam 2 penempatan tekstur, yaitu pada awal daerah konvergen (0° – 48°) dan akhir daerah konvergen (122° – 170°). Sedangkan

rasio kedalaman tekstur terbagi menjadi 4 variasi, yaitu $d/h_{min} = 0.34$, $d/h_{min} = 1$, $d/h_{min} = 4.4$, dan $d/h_{min} = 6$.



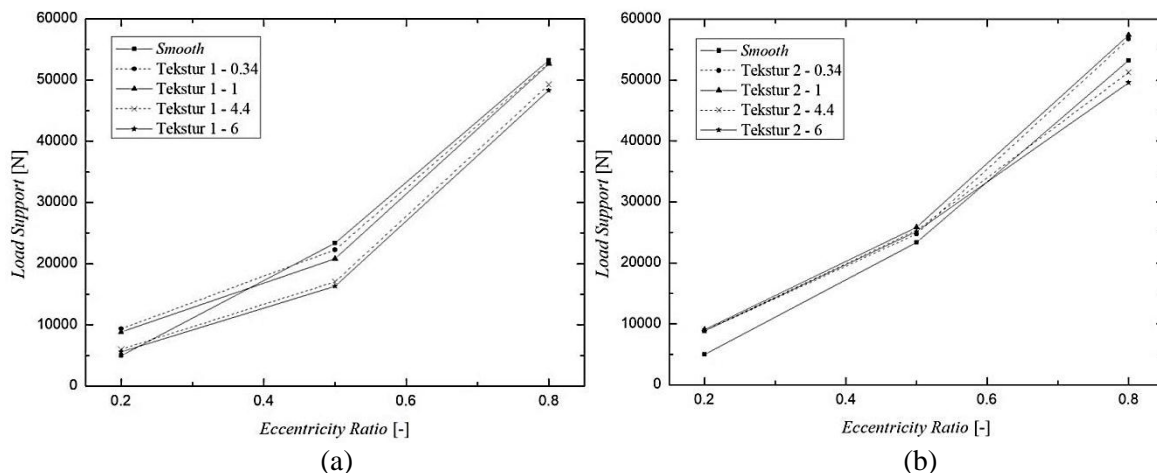
Gambar 1. Geometri *journal bearing* tanpa tekstur



Gambar 2. Geometri *journal bearing* dengan penempatan tekstur (a) sudut $0^\circ - 48^\circ$ dan (b) sudut $122^\circ - 170^\circ$.

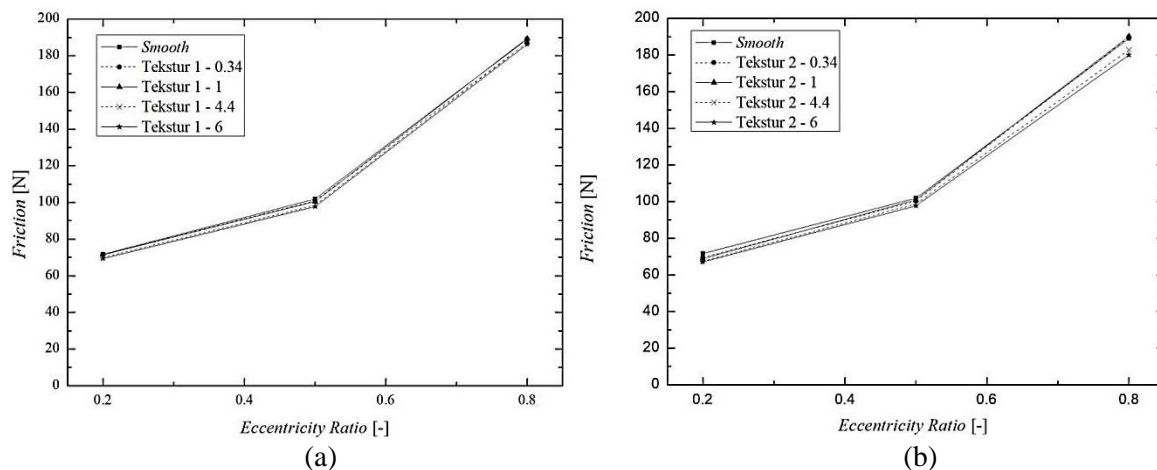
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil dari pemodelan *journal bearing* tanpa tekstur dan dengan berbagai variasi geometri tekstur terhadap *load support* yang dapat dilihat pada Gambar 3, serta terhadap gaya gesek yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Perbandingan *load support* pemberian tekstur pada 3 rasio eksentrisitas dengan sudut penempatan tekstur: (a) 0° - 48° (b) 122° - 170°

Gambar 3 menunjukkan hasil pengaruh pemberian tekstur pada rasio eksentrisitas 0.2, 0.5, dan 0.8 terhadap *load support*. Hasil menunjukkan bahwa penempatan tekstur pada sudut 122° - 170° memiliki *load support* yang lebih besar dibandingkan dengan penempatan tekstur pada sudut 0° - 48°. Pada penempatan tekstur sudut 122° - 170° diperoleh hasil *load support* terbaik dengan menggunakan rasio kedalaman minimum film = 1 (*shallow groove*).



Gambar 4. Perbandingan gaya gesek pemberian tekstur pada 3 rasio eksentrisitas dengan sudut penempatan tekstur: (a) 0° - 48° (b) 122° - 170°

Gambar 4 menunjukkan hasil pengaruh pemberian tekstur pada rasio eksentrisitas 0.2, 0.5, dan 0.8 terhadap gaya gesek. Hasil menunjukkan bahwa penempatan tekstur pada sudut 122° - 170° memberikan gaya gesek yang lebih kecil dibandingkan dengan penempatan tekstur pada sudut 0° - 48°. Gaya gesek terbaik diperoleh dengan penggunaan rasio kedalaman tekstur $d/h_{min} = 6$, dimana semakin besar rasio kedalaman tekstur, semakin kecil gaya gesek yang terjadi pada *journal bearing*.

4. KESIMPULAN

Pemberian tekstur pada permukaan *journal bearing* pada rasio eksentrisitas 0.2, 0.5 dan 0.8 dengan variasi rasio kedalaman *groove* terhadap ketebalan minimum film (d/h_{min}) yaitu 0.34, 1, 4.4 dan 6 memberikan peningkatan *load support* dan penurunan gaya gesek. Hasil terbaik diperoleh pada penempatan tekstur pada sudut 122° - 170°. *Load support* terbaik diperoleh pada penggunaan tekstur *shallow* ($d/h_{min} \leq 1$), sedangkan gaya gesek terbaik diperoleh pada penggunaan tekstur *deep* ($d/h_{min} > 1$).

DAFTAR PUSTAKA

- Bruce, R.W., (2012), *Handbook of Lubrication and Tribology, 2nd Edition*, Florida: CRC Press.
- Cupillard, S., Glavatskih, S., Cervantes M.J., (2008), Computational Fluid Dynamics Analysis of a Journal Bearing with Surface Texturing, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology 22, pp 97-107.
- Fortier, A., (2004), Numerical Simulation of Hydrodynamic Bearings with Engineered Slip/No-Slip Surfaces, Master's Thesis, Mechanical Engineering, Georgia Institute of Technology.
- Pirro, D.M., Wessol, A.A., (2001), *Lubrication Fundamentals*, Marcel Dekker, Switzerland.
- Scott, R., (2005), *Journal Bearings and Their Lubrication*. Machinery Lubrication Magazine.
- Shigley, Joseph E., Mitchell, Larry D., Harahap, Ghandi, (1995) *Perencanaan Teknik Mesin*, Erlangga, Jakarta.
- Wu, C.W., Ma, G.J., (2005), On the boundary slip of fluid flow, Science in China Series G-48, pp. 178 - 187.