

OPTIMASI SLIP DAN TEKSTUR PADA SLIDER BEARING DENGAN VARIASI *INLET LENGTH* DAN PANJANG POCKET

Muchammad*, Mohammad Tauviqirrahman dan Muhammad Imron Rosyadi

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

*Email: m_mad5373@yahoo.com

Abstrak

Bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk mengurangi gesekan antara dua benda yang bergerak relatif satu sama lain, seperti poros dengan housing. Perkembangan dalam dunia industri dan kebutuhan manusia yang pesat menghadapkan para ilmuwan pada persoalan untuk dapat meningkatkan performa pada bearing (meningkatkan load support dan mengurangi friksi). Ada pun salah satu metode yang digunakan adalah dengan memberikan kondisi slip/no-slip dan tekstur pada permukaan bearing. Pada penelitian ini optimasi slider bearing dengan model double tekstur dengan bentuk rectangular telah dianalisa, adapun metode optimasi yang digunakan adalah optimasi lokal dengan model loop unrolling. Setelah melakukan optimasi didapat geometri yang dapat menghasilkan daya dukung (load support) sampai 146,7 % bila dibandingkan geometri awal.

Kata kunci: *Bearing, load support, slip, tekstur rectangular.*

1. PENDAHULUAN

Bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk mengurangi gesekan antara dua benda yang bergerak relatif satu sama lain, seperti: poros dengan rumah poros. Selain itu, fungsi dari bearing juga sebagai tumpuan dan mengurangi keausan dari benda yang berputar. Bantalan banyak digunakan pada sebuah mesin atau struktur, yang mengacu pada kontak permukaan melalui pembebanan yang diterima (Jovinal dkk, 2012). Pada sliding kontak bearing, antara poros dengan housing diberikan pelumas.

Secara teoritis pemberian tekstur yang tidak seragam dan pemberian *slip* pada daerah inlet dan diikuti dengan pemberian no-slip dibelakangnya akan menimbulkan gaya gesek yang kecil. Hal ini cukup menjanjikan untuk meningkatkan gaya angkat pada bearing. Pemberian daerah slip dapat dilakukan pada daerah stasioner saja, karena pada beberapa kasus dengan memberikan slip di daerah stasioner sudah cukup untuk menaikkan gaya dukung dan pengurangan gaya gesek. Meskipun pemberian slip mampu menaikkan daya dukung beban namun pada pemberian slip pada daerah tertentu justru akan menyebabkan terjadinya kavitasi (Bayada dan Maurisse, 2008).

Tekstur permukaan telah diakui selama bertahun-tahun sebagai metode yang layak untuk meningkatkan sifat tribologi kontak antara permukaan dengan pelumas. Banyak metode texturing yang telah dikembangkan untuk menghasilkan berbagai jenis pola mikro dengan bentuk dan ukuran yang berbeda. Meskipun metode ini sudah ada saat ini mencapai tingkat teknologi tinggi yang memungkinkan kontrol topografi permukaan di tingkat makro dan mikroskopis. Namun dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan pemberian tekstur yang tidak tepat justru dapat menyebabkan penurunan tekanan (Gherca dkk, 2014).

Tekstur permukaan adalah pendekatan yang efektif untuk meningkatkan performa bearing pada komponen mekanis. Telah diketahui bahwa dengan memperkenalkan permukaan bertekstur, hal ini dapat mempengaruhi gesekan dan daya dukung dari *slider bearing*. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak usaha telah dilakukan untuk menyelidiki pengaruh parameter geometrik tekstur. Itu ditunjukkan secara analitik bahwa tekstur seperti itu meningkatkan dukungan beban dan mengurangi gesekan hidrodinamik untuk sistem instan dengan dua permukaan (Muchammad dkk, 2017).

Sehubungan penempatan tekstur dan slip sangat berpengaruh terhadap performansi pelumasan bearing, maka diperlukan suatu penelitian tentang optimasi pengaruh penempatan tekstur dan slip pada permukaan slider bearing sehingga mendapatkan performa bearing yang optimal, dalam hal ini yang ditekankan adalah daya angkat beban (*load support*). Persamaan Reynolds yang telah dimodifikasi dengan menambahkan slip digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode optimasi secara eksak untuk mendapatkan hasil pemberian tekstur dan slip yang optimal.

Selanjutnya metode volume hingga digunakan untuk mendiskretisasi persamaan Reynolds yang selanjutnya di buat suatu kode pemrograman (Uddin dkk, 2016).

2. METODOLOGI

Finite volume method atau metode volume hingga, dikembangkan dari formulasi khusus finite difference. Metode volume hingga ini menggunakan bentuk integral dari persamaan umum untuk selanjutnya dilakukan diskretisasi persamaan. Solusi dibagikan ke dalam sejumlah kontrol volume yang berhingga, dan persamaan umum yang telah didiskretisasi diaplikasikan pada tiap control volume. Titik pusat tiap control volume merupakan nodal komputasi pada variabel yang dihitung (Versteg dan Malakasera, 1995).

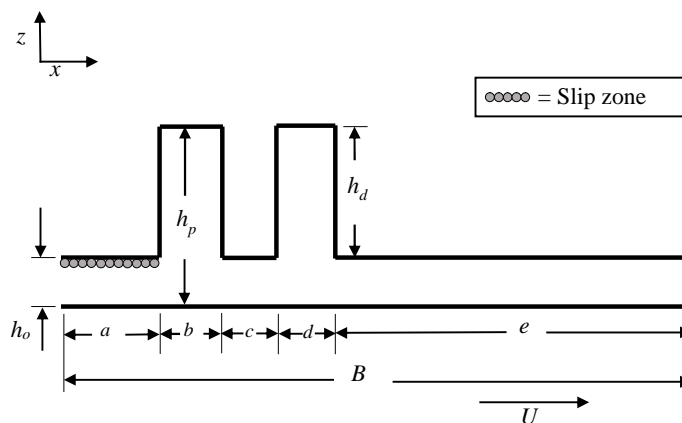
Persamaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah persamaan Reynolds yang telah di modifikasi dengan penambahan fenomena slip di dalamnya, seperti yang terlihat pada persamaan dibawah ini. Serta parameter performansi yang digunakan yaitu daya dukung beban (*load support*) yang merupakan integral dari profil tekanan seluruh area bearing.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{h^3}{12} \frac{\partial p}{\partial x} \left(1 + \frac{3r}{h+r} \right) \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(6U_1 h \left(1 + \frac{r}{h+r} \right) \right) \quad (1)$$

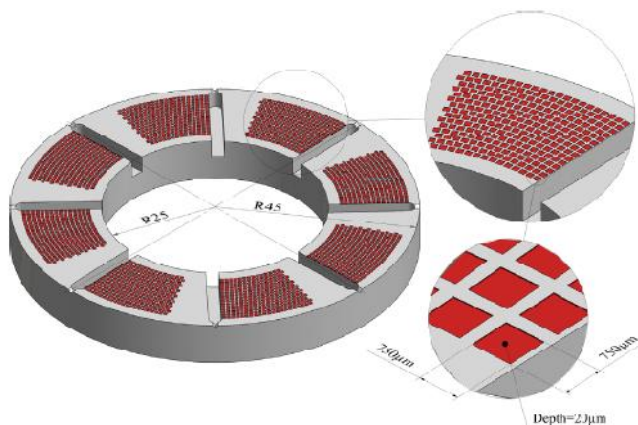
Parameter *slider bearing* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Geometri *slider bearing* ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan contoh bearing bertekstur seperti terlihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Parameter model journal bearing.

Parameter	Simbol	Nilai
Panjang bearing	B	0.02 m
Panjang Inlet	a	0.002 m
Panjang poket	b	0.003m
Exit land breadth	c	0.015 m
Kecepatan permukaan bawah	U	1 m/s
Viskositas pelumas	γ	0.01 Pa s
Tekanan atmosfer	P_{am}	100 kPa
Ketebalan minimum film	h_o	1 μm
Pocket depth	h_d	1 μm
Pocket film tickness (h_o+h_d)	h_p	2 μm
Koefisien slip pada permukaan diam		0.02



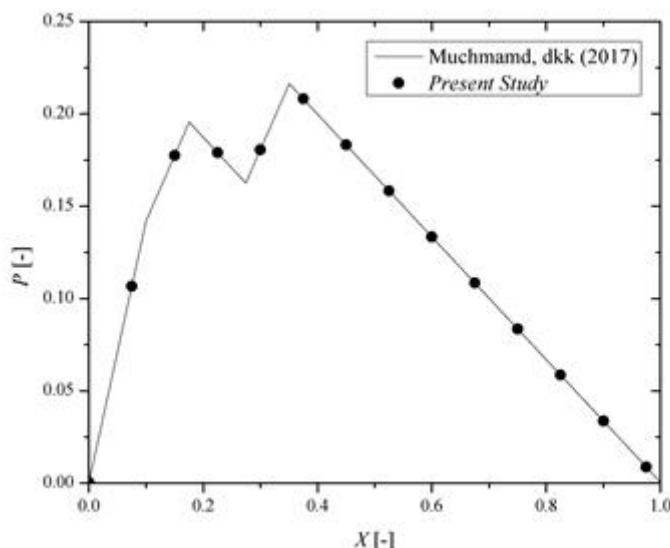
Gambar 1. Geometri slider bearing dengan slip dan tekstur.



Gambar 2. Pemberian sebagian tekstur rectangular pada slider bearing (Gropper dkk, 2015).

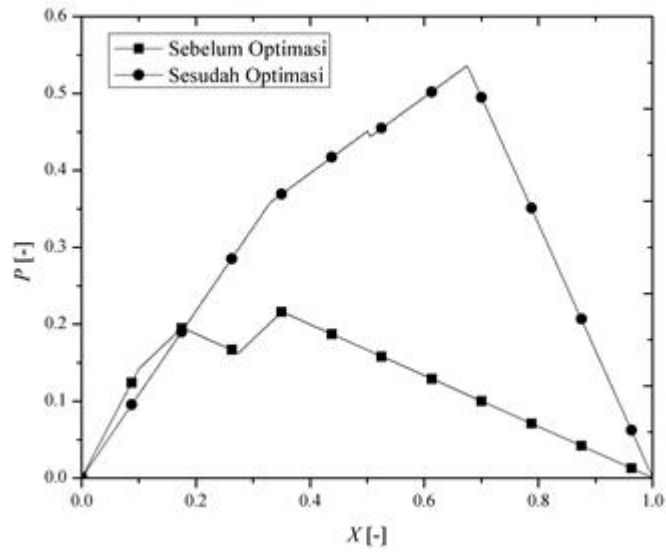
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui model dan metode yang digunakan telah benar, maka pertama kali yang dilakukan adalah melakukan validasi dengan jurnal yang sudah di publikasikan. Untuk penelitian ini dilakukan dengan model analitik yang sudah dibulikasikan Muchammad dkk (2017). Hasil validasi ditampilkan pada Gambar 3. Dari hasil validasi menunjukkan bahwa antara penelitian yang dilakukan dengan jurnal mendapatkan hasil yang sesuai.

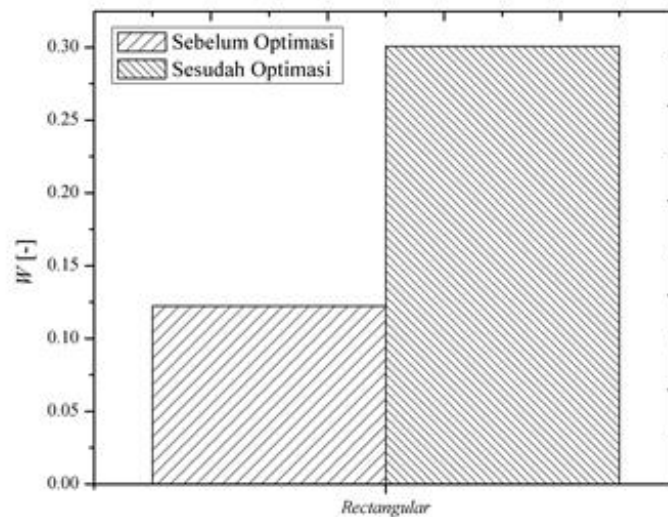


Gambar 3. Perbandingan distribusi tekanan present studi dengan jurnal.

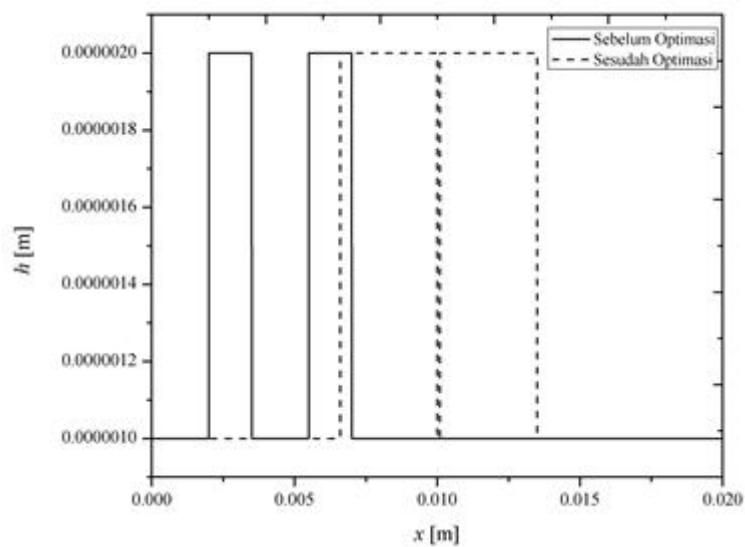
Gambar 3 dan 4 menunjukkan distribusi tekanan dan load support sebelum dan sesudah optimasi. Dari Gambar 3 terlihat bahwa distribusi tekanan sesudah optimasi mengalami peningkatan baik bentuk maupun tekanan maksimalnya. Sedangkan dari Gambar 4 terlihat peningkatan load support yang sangat besar mencapai 145,7 %. Sedangkan setelah dilakukan optimasi maka dihasilkan geometri yang berbeda dengan geometri awal. Geometri yang optimal hasil optimasi memiliki panjang inlet 0,0066 m, panjang pocket 0,01 m dan panjang outlet 0,0034 m (lihat Gambar 5), adapun geometri awal slider bearing dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 4. Perbandingan distribusi tekanan sebelum dan sesudah optimasi.



Gambar 5. Perbandingan load support sebelum dan sesudah optimasi.



Gambar 6. Perbandingan bentuk geometri slider bearing sebelum dan sesudah optimasi.

4. KESIMPULAN

Pemberian tekstur dan slip terbukti mampu meningkatkan performa dari *slider bearing*, namun untuk mendapatkan distribusi tekanan dan *load support* yang optimal perlu penempatan tekstur dan slip pada daerah tertentu, sehingga perlu adanya optimasi. Dari hasil penelitian dengan melakukan optimasi mampu menaikkan *load support* sebesar 146,7 % bila dibandingkan penempatan slip dan tekstur pada posisi awal. Geometri yang optimal hasil optimasi memiliki panjang inlet 0,0066 m, panjang pocket 0,01 m dan panjang outlet 0,0034 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Juvinall, R.C., Marshek, K.M., (2012) *Fundamentals of machine component design 5th Edition*. USA: John Willey and Sons, Inc.
- Bayada, G.M., Meurisse, M.H., (2008), Impact of the cavitation model on the theoretical performance of heterogeneous slip/no-slip engineered contacts in hydrodynamic conditions. *Engineering Tribology* 223, pp. 371 - 381.
- Muchammad, M., Tauviqirrahman, M., Jamari, J., Schipper, D.J., (2017) An analytical approach on the tribological behavior of pocketed slider bearing with boundary slip including cavitation. *Lubrication Science* 29 (3), pp. 133 - 152.
- Uddin, M.S., Liu, Y.W., (2016), Design and optimization of a new geometric textured shape for enhancement of hydrodynamic lubrication performance of parallel slider surface. *Biosurface and Biotribology* 2, pp. 59 - 69.
- Gherca, A., Fatu, A., Hajjam, M., Maspeyrot, P., (2014), Effects of surface texturing in steady-state and transient flow conditions: Two-dimensional numerical simulation using a mass-conserving cavitation model. *Engineering Tribology* 229 (4), pp. 505 - 522.
- Versteg, H.K., dan Malakasera, W., (1995), *An Introduction to computational fluid dynamics finite volume method*. England: Longman Scientific and Technical.
- Gropper, D., Wang, L., Harvey, T.J., (2016), Hydrodynamic lubrication of textured surface: A review of modeling techniques and key findings. *Tribology International* 94, pp. 509 - 529.