

ANALISIS PENGARUH *FILM THICKNESS*, PANJANG *POCKET*, DAN KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KARAKTERISTIK *THERMOHYDRODYNAMIC OPEN POCKET THRUST BEARING* DENGAN MENGGUNAKAN CFD (*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*)

*Muhammad Arya Wavizayyan¹, Muchammad², Mohammad Tauvqiirrahman²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: aryawaviz@gmail.com

Abstrak

Di masa industri modern saat ini, kebutuhan akan mesin industri yang mumpuni dan efisien semakin meningkat termasuk komponen-komponen di dalamnya. Salah satu komponen penting dalam mesin adalah *bearing*, yang berfungsi untuk mengurangi gesekan/friksi antar dua benda yang bergerak relatif satu sama lain. Gesekan yang terjadi pada komponen mesin ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatkan suhu, deformasi pada komponen, dan efek negatif lainnya. Antar permukaan pada *bearing* dipisahkan oleh suatu fluida atau komponen lain seperti *ball*. Salah satu *bearing* yang menggunakan pemisah berupa fluida adalah *thrust bearing*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *film thickness* pada *thrust bearing* dengan menggunakan variasi nilai *Hmin* yaitu: 15, 20, 25, 30, dan 35 μm terhadap performa *thrust bearing* yang dilihat dari nilai distribusi tekanan, *load support* dan *friction force*. Hasil akhir penelitian ini menunjukkan bahwa pada pemberian nilai *Hmin* yang lebih rendah pada *thrust bearing* menghasilkan nilai dari tekanan, *load support*, dan *friction force* yang lebih tinggi. Selain itu untuk hasil dari pemberian kekasaran yakni hasil terbaik didapat dari kekasaran *high level* pada bagian *pocket* saja dan kekasaran *low level* pada bagian *full*.

Kata kunci: kekasaran; kondisi *no-slip*; *open pocket*; *thrust bearing*

Abstract

Thrust bearings are bearings that are designed to hold loads that are parallel to the axial axis of the rotating surface. This makes the use of lubricants play a very important role to limit the friction that occurs between the components that are in contact so as to avoid the negative effects of friction. Because of this, in the development of the industry today, scientists are faced with the problem of being able to improve performance on bearings, one of them being thrust bearing. One of the methods or methods used to improve bearing performance is by providing slip boundary conditions, providing surface texturing in the form of open pockets on bearing surfaces, and cavitation modeling. his study aims to determine the effect of film thickness on thrust bearings using various Hmin values, namely: 15, 20, 25, 30, and 35 μm on thrust bearing performance as seen from the values of pressure distribution, load support and friction force. The final results of this study indicate that giving lower Hmin values to thrust bearings results in higher values of pressure, load support, and friction force. In addition to the results of giving roughness, the best results are obtained from high level roughness on the pocket only and low level roughness on the full part.

Keywords: *no-slip condition*; *open pocket*; *roughness*; *thrust bearing*

1. Pendahuluan

Di masa industri modern saat ini, kebutuhan akan mesin industri yang mumpuni dan efisien semakin meningkat termasuk komponen-komponen di dalamnya. Salah satu komponen penting dalam mesin adalah *bearing*, yang berfungsi untuk mengurangi gesekan/friksi antar dua benda yang bergerak relatif satu sama lain. Gesekan yang terjadi pada komponen mesin ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatkan suhu, deformasi pada komponen, dan efek negatif lainnya. hal ini membuat penggunaan pelumas memegang peranan yang sangat penting untuk membatasi gesekan yang terjadi antara komponen-komponen yang mengalami kontak sehingga dapat menghindari efek negatif akibat gesekan tersebut. Selain itu pelumasan berperan sangat penting dalam meningkatkan suatu performansi alat-alat industri dimana menyangkut ketahanan terhadap gaya gesek [1]. Antar

permukaan pada *bearing* dipisahkan oleh suatu fluida atau komponen lain seperti *ball*. Salah satu *bearing* yang menggunakan pemisah berupa fluida adalah *thrust bearing*.

Thrust bearing merupakan jenis *bearing* yang didesain untuk menahan beban pada sumbu aksial dari poros yang berputar, oleh karena itu peran penggunaan pelumas menjadi sangat penting untuk mengurangi gesekan yang timbul antar komponen yang mengalami kontak sehingga efek negatif dari gesekan tersebut dapat dihindari. Dalam kehidupan sehari-hari, *thrust bearing* digunakan dalam operasional mesin-mesin industri, contohnya pada turbin dan *turbomachinery*. Pada *turbomachinery*, *thrust bearing* memainkan peran yang sangat penting dalam hal pergerakan mesin. Selain itu Kumar, dkk [2] menyatakan bahwa *thrust bearing* umum digunakan pada berbagai macam varian *rotary machinery*. Liu, dkk [3] menyatakan bahwa bersamaan dengan *journal bearing*, *thrust bearing* umum digunakan pada komponen *rotary compressor*. *Tilting-pad thrust bearing* juga memiliki kelebihan berupa stabilitas yang baik, durabilitas yang tinggi, dan tingkat *load-carrying capacity* yang tinggi [4].

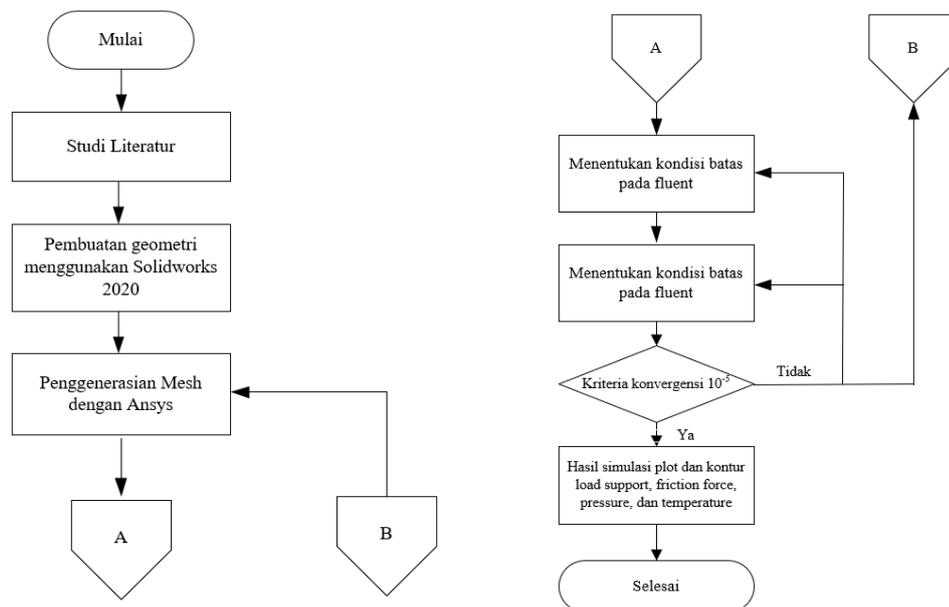
Untuk meningkatkan performa *thermohydrodynamic lubrication* pada bantalan luncur diperlukan suatu metode yang disebut dengan *surface texturing* yakni berupa pemberian tekstur pada *bearing*. Banyak penelitian yang dilakukan mengenai efek dari *surface texture* kepada performa pelumasan. Fouflias dkk dalam penelitiannya melakukan perbandingan antara empat *surface texture* pada *thrust bearing*, yaitu *open pocket*, *closed pocket*, *tapered-land*, dan *textured*. Dimana dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa *surface texture* yang menghasilkan performa paling bagus adalah *open pocket thrust bearing* [5]. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika *bearing* tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem tidak dapat bekerja secara semestinya [6]. *surface texturing* juga berfungsi untuk meningkatkan performa dari *bearing* yakni *tribological performances*. [7]

Penelitian-penelitian terakhir menyebutkan bahwa dengan nilai H_{min} (*minimum film thickness*) yang rendah maka nilai LCC atau *load carrying capacity* dari *thrust bearing* akan semakin baik. Menurut Papadopoulos dkk karakteristik *load support* dari *textured thrust bearing* meningkat secara kuadrat terhadap kebalikan dari ketebalan film minimum [8]. Selanjutnya untuk kekasaran, penelitian dari Wang dkk menyebutkan bahwa pola arah kekasaran memiliki efek yang signifikan terhadap *load capacity* dari fluida pada *pad thrust bearing*. *Load capacity* fluida meningkat ketika nilai γ meningkat saat $\sigma \geq 1,5$ dan menurun ketika nilai γ menurun saat $\sigma < 1,5$. Oleh karena itu penelitian pemodelan kekasaran pada *open pocket thrust bearing* menjadi sangat penting untuk mengetahui pengaruhnya dalam kondisi yang riil [9]. Selain pengaruh-pengaruh di atas, terdapat juga variasi kekasaran yang akan diujikan pada penelitian ini. Kekasaran merupakan bagian yang tidak bisa diabaikan pada sistem pelumasan pada operasional *thrust bearing* [10].

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Metode Penelitian

Pada Gambar 1 berikut ditunjukkan diagram alir proses penelitian yang menjelaskan langkah-langkah dari penelitian mulai dari awal sampai dengan selesai.



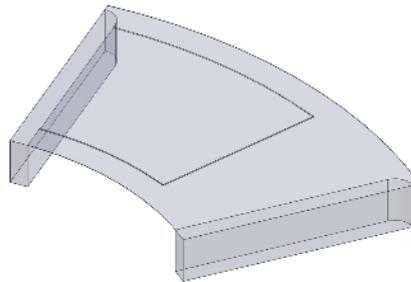
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pemodelan Aliran Fluida (*Fluent*)

Fluent adalah perangkat lunak dalam komputer yang digunakan untuk memodelkan aliran fluida dan perpindahan panas. Aliran dan perpindahan panas dari berbagai fluida dapat dimodelkan pada bentuk/geometri yang rumit. Dengan menggunakan program *Fluent*, dapat diketahui parameter-parameter aliran dan perpindahan panas yang diinginkan. Distribusi tekanan, kecepatan aliran, laju aliran massa, distribusi temperatur, dan pola aliran fluida yang terjadi dapat diketahui pada tiap titik yang terdapat dalam sistem yang dianalisis. Teknik analisis *Fluent* cukup kuat dan memiliki *range* penggunaan yang sangat luas dalam aplikasi industrial maupun non-industrial. Contohnya dalam aliran dalam turbin, aliran dalam perpipaan, aerodinamika pesawat terbang, hidrodinamika kapal laut, dan lain sebagainya. Pada tugas akhir ini lubrikan dimodelkan dan digambarkan dalam geometri pada ANSYS *Fluent*. Dari hasil data *modelling Fluent*, akan didapat nilai distribusi tekanan serta temperatur sesuai batasan masalah yang diberikan.

2.2 Geometri

Geometri dimodelkan menggunakan perangkat Solidworks 2020 kemudian model tersebut diinput kedalam perangkat ANSYS *Workbench* 21.0. Gambar 2 berikut menunjukkan geometri dari *open pocket thrust bearing*.



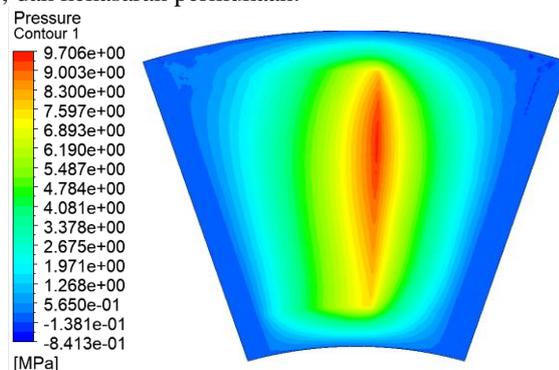
Gambar 2. Geometri *open pocket thrust bearing*

2.2 Meshing

Pada penelitian ini *meshing* dilakukan menggunakan ANSYS dengan tujuan untuk mendapatkan hasil kualitas *mesh* yang bagus dan dapat menghasilkan hasil yang valid. Jenis grid yang digunakan pada proses ini adalah *quadrilateral*. Proses ini menghasilkan jumlah elemen sebanyak 815,439 dengan jumlah *node* 200,226. Untuk melihat kualitas *mesh* ditambahkan parameter berupa *skewness*, dimana jumlah *average skewness* 0,42739. Dapat dilihat dari nilai *average* untuk melihat keseluruhan kualitas *mesh* bahwa *mesh open pocket thrust bearing* sudah dalam kategori baik.

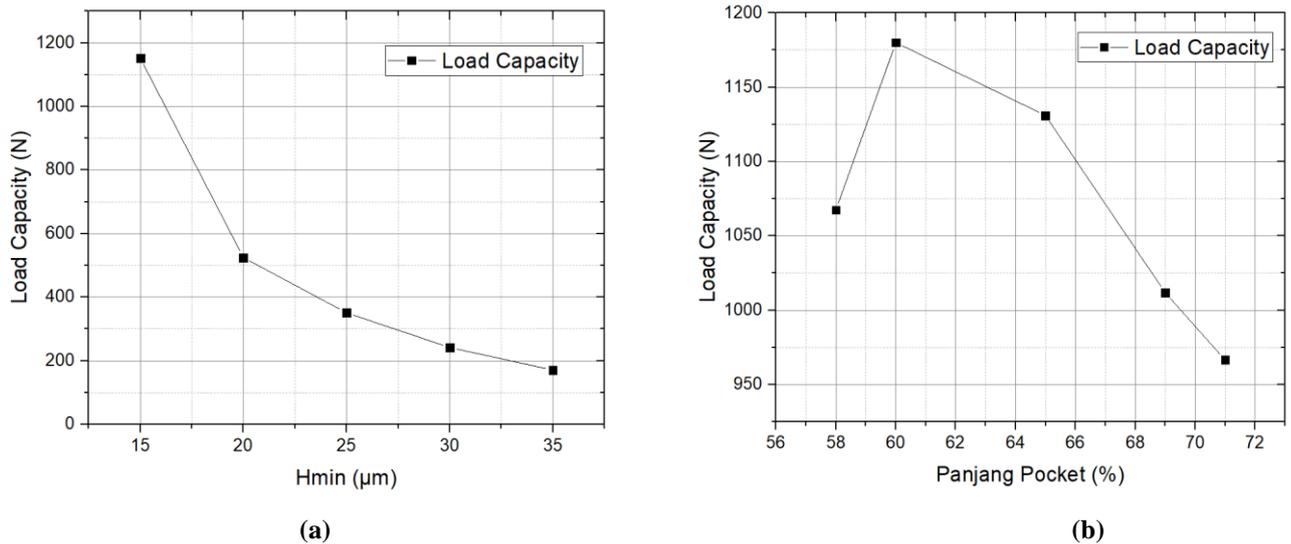
3. Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan hasil simulasi untuk mengetahui pengaruh *film thickness*, panjang *pocket*, dan kekasaran permukaan pada *open pocket thrust bearing*. Hasil yang dapat dilihat berupa kontur distribusi tekanan pada *thrust bearing*. Hasil dari kontur distribusi tekanan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara kasus variasi *film thickness*, panjang *pocket*, dan kekasaran permukaan.



Gambar 3. Kontur distribusi tekanan variasi H_{min} 15 μm .

Pada kasus variasi, hasil terbaik didapatkan pada variasi H_{min} 15 μm , selanjutnya pada kasus variasi panjang *pocket* hasil terbaik didapat pada panjang 60%, sementara pada variasi kekasaran didapat hasil terbaik pada variasi kekasaran *high level* (60 μm) untuk di bagian *pocket* saja dan *low level* (5 μm) untuk di bagian *full*.



Gambar 4. Grafik nilai *load capacity* (a) kasus variasi *Hmin*, (b) kasus variasi panjang *pocket*

4. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan terkait penelitian ini :

1. Karakteristik performa tribologi pada *open pocket thrust bearing* dengan variasi nilai *Hmin* yaitu nilai *load capacity* dan *friction force* semakin menurun seiring bertambahnya nilai *Hmin*.
2. Pengaruh variasi panjang *pocket* pada *open pocket thrust bearing* menyebabkan *load capacity* dan *friction force* menurun seiring bertambahnya panjang *pocket*.
3. Hasil keseluruhan pemberian variasi kekasaran pada *open pocket thrust bearing* yaitu nilai *load capacity* dan *friction force* meningkat seiring bertambahnya nilai kekasaran pada bagian *pocket saja*. Sementara pada bagian *full* nilai *load capacity* dan *friction force* menurun.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Juvinall, R.C., Marshek, K.M., **2012**, “*Fundamentals of Machine Component Design 5th ed,*” USA: John Willey and Sons, Inc.
- [2]. Kumar, A., Akhil, R.B., **2021**, “Numerical analysis of tilting pas thrust bearing,” *A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, 13(1): 1-4.
- [3]. Liang, X., Yan, X., Ouyang, W., Wood, R.J.K., Liu, Z., **2021**, “Thermo-ElastoHydrodynamic analysis and optimization of rubber-supported water-lubricated thrust bearings with polymer coated pads,” *Tribology International*, 138, 365–379
- [4]. Zhang, X., Gengyuan, G., Yin, Z., Wang, Z., **2018**, “Numerical analysis and experimental research on load carrying capacity of water-lubricated tilting-pad thrust bearings,” *Mechanics & Industry*, 19: 201.
- [5]. Fouflias, D.G., Charitopoulos, A.G., Papadopoulos, C.I., **2014**, “Performance Comparison Between Textured, Pocket, And Tapered-Land Sector-Pad Thrust Bearings Using Computational Fluid Dynamics Thermohydrodynamic Analysis,” *Journal of Engineering Tribology*. Institution of Mechanical Engineers, Vol. 229(4) 376–397.
- [6]. Sularso., Suga, K., **2004**, “*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin,*” Pradnya Paramita, Jakarta.
- [7]. Qiyin, L., Baotong, L., **2015**, “Comparison of the Influences of Surface Texture and Boundary Slip on Tribological Performances,” *Mathematical Problems in Engineering*. Vol 2015
- [8]. Papadopoulos, C.I., Kaiktsis, L., Fillon, M., **2014**, “Computational Fluid Dynamics Thermohydrodynamic Analysis of Three-Dimensional Sector-Pad Thrust Bearings With Rectangular Dimples,” *Journal of Tribology*, Vol 136
- [9]. Wang, L., Harvey, T., **2018**, “Numerical analysis and optimization of surface textures for a tilting pad thrust bearing,” *Tribology International*, 124: 134-144.
- [10]. Wang, Y., Liu, Y., Wang, Z., Wang, Y., **2017**, “Surface roughness characteristics effects on fluid load capability of tilt pad thrust bearings with water lubrication,” *Tshinghua University Press*.