

## ANALISIS PENGARUH *RPM*, KEDALAMAN *POCKET*, DAN KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KARAKTERISTIK *THERMOHYDRODYNAMIC THRUST BEARING* DENGAN MENGGUNAKAN CFD (*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*)

\*M Agam Julianpatria Adhi<sup>1</sup>, Muchammad<sup>2</sup>, Mohammad Tauvquirrahman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

\*E-mail: [agamjulian12345@gmail.com](mailto:agamjulian12345@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 Kecepatan Putar pada *thrust bearing* dengan menggunakan variasi nilai *RPM* yaitu: 2000, 3000, 4000, 5000, dan 6000 *RPM* terhadap performa *thrust bearing* yang dilihat dari nilai distribusi tekanan, *load support* dan *friction force*. Hasil akhir penelitian ini menunjukkan bahwa pada pemberian nilai kecepatan putar yang lebih tinggi 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:** kekerasan; 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. This study aims to determine the effect of Rotational Speed on thrust bearings by using various RPM values, namely: 2000, 3000, 4000, 5000, and 6000 RPM 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:** roughness; *no-slip* condition; *open pocket*; *thrust bearing*

### 1. Pendahuluan

Pada suatu peralatan atau mesin 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 penggunaan bantalan atau *bearing*. *Bearing* adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk memberikan posisi *relative* dan kebebasan rotasi serta mentransmisikan beban antara dua bagian [1]. Terdapat dua jenis mekanisme yang digunakan bantalan dalam mengatasi gesekan yaitu mekanisme *roller bearing* dan mekanisme *slider bearing* [2].

*Thrust bearing* terdiri dari bagian yang berputar terhadap poros (*rotor*) dan bagian yang diam (*stator*). Dikarenakan bagian tersebut sejajar, maka lapisan film dari pelumas akan terbentuk diantara kedua bagian tersebut [3]. Bantalan dengan gerakan relatif antar dua permukaan, dimana 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 [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 [5]. 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* [6].

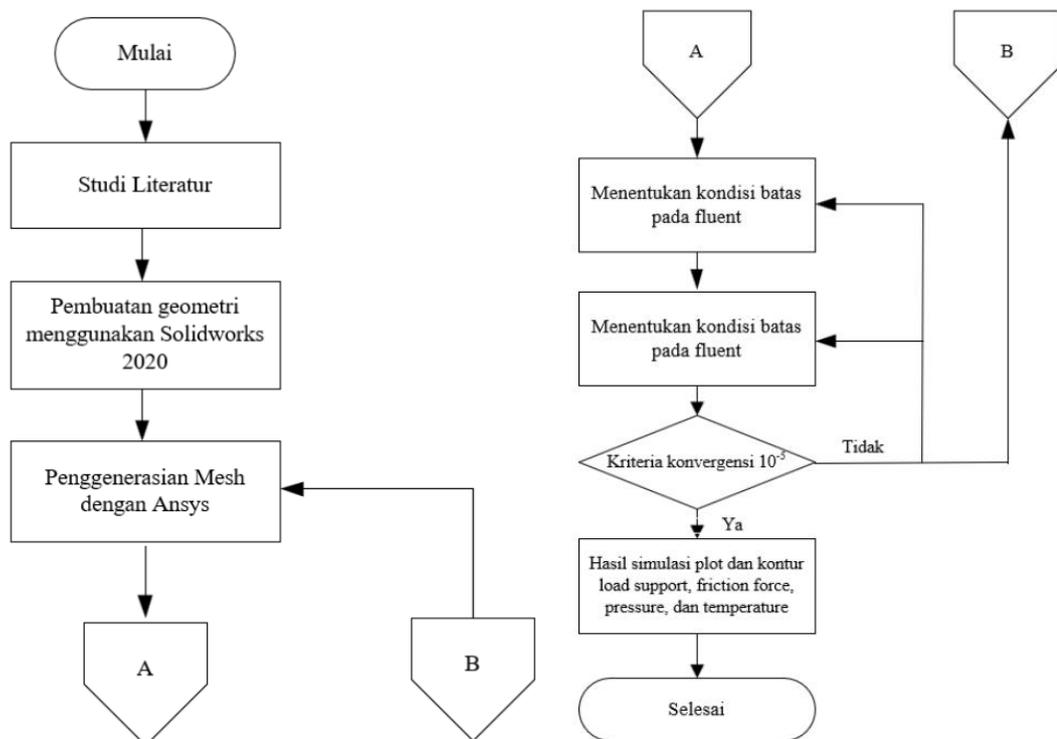
Penelitian-penelitian terakhir menyebutkan bahwa dengan nilai kecepatan putar (*RPM*) yang semakin tinggi maka nilai *LCC* atau *load carrying capacity* dari *thrust bearing* akan semakin baik. Menurut Papadopoulos dkk (2014) karakteristik *load support* dari *textured thrust bearing* meningkat secara kuadrat sebanding dengan meningkatnya kecepatan putar (*RPM*) [7].

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

*Fluent* adalah perangkat lunak dalam komputer yang digunakan untuk memodelkan aliran fluida dan perpindahan panas [8]. 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. Agar dapat memodelkan dengan menggunakan *fluent*, model geometri harus terlebih dahulu dibuat dan berbagai parameter *modelling* harus ditentukan.

Perbedaan tingkat akurasi eksperimen dengan *fluent* adalah jika data eksperimen, tingkat akurasi akan bergantung pada alat yang digunakan, sedangkan akurasi dari solusi numerik, dalam hal ini *fluent* bergantung pada kualitas diskritisasi yang digunakan. *Fluent* disusun berdasarkan algoritma numerik yang mampu untuk mengatasi masalah aliran fluida. Komponen-komponen yang dibutuhkan dalam algoritma numerik adalah model matematika dan metode diskritisasi [9].

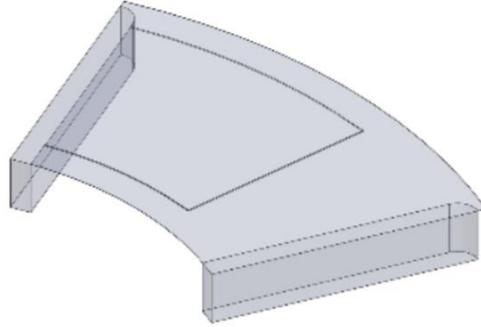
Pada tugas akhir ini, pemodelan lubrikasi *thrust bearing* dilakukan hanya pada skema proyek ANSYS *Fluent* [10]. Berbagai parameter pada *fluent* harus ditentukan sebelum dapat dilakukan iterasi. Parameter yang harus ditentukan antara lain: formulasi *solver*, kondisi batas, model aliran, sifat-sifat material, dan kondisi operasi. Gambar 1 di bawah ini diagram alir dari alur pemodelan pada perangkat lunak ANSYS *fluent*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2.1 Geometri

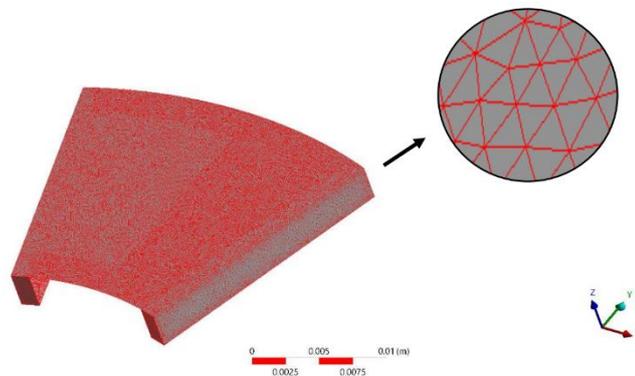
Geometri dimodelkan menggunakan perangkat Solidworks 2020. Kemudian model tersebut diimpor kedalam perangkat ANSYS Workbench 21.0. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan geometri dari *thrust bearing*.



Gambar 2. Geometri *Thrust Bearing*

## 2.2 Meshing

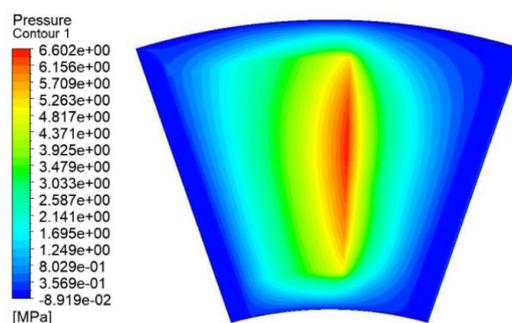
Pada penelitian ini, geometri serta metode *meshing* menggunakan ANSYS dengan tujuan mendapatkan kualitas *mesh* yang bagus dan dapat menghasilkan hasil yang valid. Jenis *grid* yang digunakan adalah *quadrilateral*. Dalam penggenerasian *grid*, jumlah *grid* penting dalam waktu komputasi dan hasil yang didapat. Semakin besar jumlah *grid* maka waktu komputasi semakin meningkat akan tetapi jika jumlahnya terlalu sedikit maka hasil yang didapat semakin menyimpang. Proses pada penelitian ini menghasilkan jumlah elemen sebanyak 815,439 dengan jumlah node 200,226. Untuk melihat kualitas *mesh*, ditambahkan parameter berupa *skewness* sebanyak 0,42739. Dapat dilihat dari nilai *average*, keseluruhan kualitas *mesh open pocket thrust bearing* sudah dalam kategori baik.



Gambar 3. Struktur *Mesh* pada Geometri

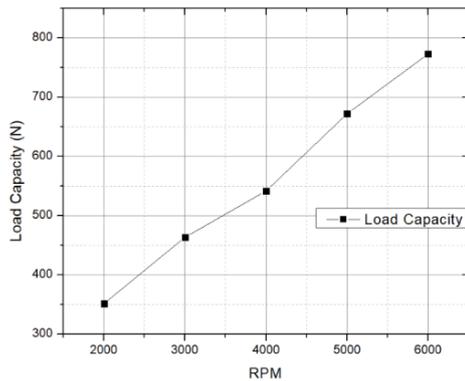
## 3. Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah hasil simulasi untuk mengetahui pengaruh *RPM*, kedalaman *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 *RPM*, kedalaman *pocket*, dan kekasaran permukaan.

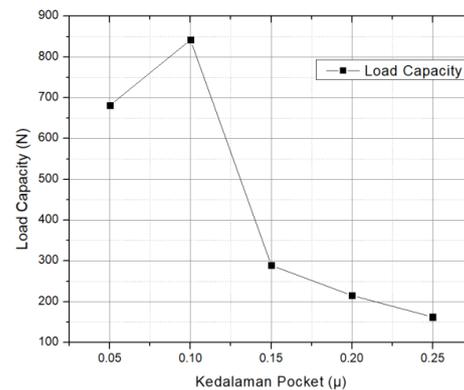


Gambar 4. Kontur Distribusi Tekanan Variasi 6000 RPM

Pada kasus variasi, hasil terbaik didapatkan pada variasi kecepatan putar 6000 RPM, pada variasi kedalaman *pocket* 10  $\mu\text{m}$ , dan pada variasi kekasaran didapat hasil terbaik pada variasi kekasaran *high level* (60  $\mu\text{m}$ ) untuk di bagian *pocket* saja dan *low level* (5  $\mu\text{m}$ ) untuk di bagian *full*.



**Gambar 5.** Grafik Load Capacity dari Variasi RPM



**Gambar 6.** Grafik Load Capacity dari Variasi Kedalaman Pocket

#### 4. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang didapatkan pada hasil penelitian ini, yaitu:

1. Karakteristik performa tribologi pada *open pocket thrust bearing* dengan variasi nilai kecepatan putar yaitu nilai *load capacity* dan *friction force* semakin meningkat seiring bertambahnya kecepatan putar.
2. Pengaruh variasi kedalaman *pocket* pada *open pocket thrust bearing* membuktikan bahwa kedalaman *pocket* berpengaruh penting terhadap hasil *pressure*, *load capacity*, dan *friction force*.
3. Pemberian variasi kekasaran pada *open pocket thrust bearing* memiliki hasil yang bertolak belakang. Ketika kekasaran di seluruh permukaan *moving wall* semakin meningkat, nilai *load capacity* menurun dan *friction force* meningkat, sedangkan pada *pocket*, seiring meningkatnya kekasaran, hasil *load capacity* dan *friction force* semakin meningkat pula.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Brecher, C, **2014**, “*CIRP encyclopedia of production engineering*”, Spriner: 80-86.
- [2] Chetan P. Cahudhari, dkk, **2015**, “*A study of bearing and its types*”, IJARSE, 4(01): 1674-1681.
- [3] Syed, I., & Sarangi, M., **2013**, “*Hydrodynamic lubrication with deterministic micro textures considering fluid inertia effect*”, Tribology International 69: 30-38.
- [4] Juvinall, R.C., Marshek, K.M., **2012**, “*Fundamentals of machine component design 5th ed.*” USA: John Wiley and Sons, Inc.
- [5] Salant RF, Fortier AE., **2004**, “*Numerical analysis of a slider bearing with a heterogeneous slip/no-slip surface*”, Tribology Transactions 47(3): 328-344.
- [6] Fouflias, D.G., dkk, **2014**, “*Performance Comparison Between Textured, Pocket, And Tapered-Land SectorPad Thrust Bearings Using Computational Fluid Dynamics Thermohydrodynamic Analysis*,” Journal of Engineering Tribology. Institution of Mechanical Engineers.
- [7] Papadopoulos, C.I., dkk, **2014**, “*Computational Fluid Dynamics Thermohydrodynamic Analysis of Three-Dimensional Sector-Pad Thrust Bearings With Rectangular Dimples*”, Journal of Tribology.
- [8] Tuakia, F, **2008**, “*Dasar-dasar CFD menggunakan FLUENT*”, Informatika, Bandung.
- [9] Ferziger, J.H., Milovan P., **2012**, “*Computational methods for fluid dynamics 3<sup>rd</sup> ed.*” Springer Berlin, Heidelberg.
- [10] ANSYS, Inc, **2021**, “*Ansys Fluent Workbench Tutorial Guide*”.