

# ANALISIS KEKUATAN *BEARING* PADA MESIN GRANULATOR TERHADAP PEMBEBANAN STATIS MENGGUNAKAN METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA)

M Rizki Bayu Pradana<sup>(1\*)</sup>, Chairul Anam<sup>(1)</sup>, Ika Yuniwati<sup>(1)</sup>, Mega Lazuardi Umar<sup>(1)</sup>, Eli Novita Sari<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Teknologi Rekayasa Manufaktur Politeknik Negeri Banyuwangi

<sup>(\*)</sup>E-mail *Corresponding Author* : [riskybayu395@gmail.com](mailto:riskybayu395@gmail.com)

## Abstrak

Tujuan utama dari studi ini adalah untuk mengembangkan model geometri *bearing* yang sangat akurat dengan ketelitian tinggi, yang mencerminkan geometri sebenarnya dari *bearing* guna memastikan keabsahan analisis. Model tersebut akan memperhitungkan berbagai parameter geometris dengan cermat, seperti dimensi dan toleransi *bearing*, serta mendeteksi potensi kesalahan dalam model. Simulasi dilakukan dengan menerapkan beban statis dan kondisi batas yang realistis, mendekati kondisi operasi yang sebenarnya, untuk mendapatkan hasil yang relevan dan praktis. Selain itu, perhitungan dan analisis distribusi tegangan di seluruh *bearing* juga dilakukan, dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola distribusi tegangan dan menentukan area dengan tegangan tertinggi. Analisis ini krusial untuk mendeteksi kemungkinan kegagalan dan memastikan desain *bearing* yang optimal. Deformasi pada berbagai bagian *bearing* diukur untuk memahami perubahan bentuk dan kekakuan struktur saat menahan beban. Pengukuran ini bertujuan untuk menemukan area dengan deformasi tertinggi dan mengevaluasi respons *bearing* terhadap beban yang diberikan. Terakhir, evaluasi faktor keamanan *bearing* dilakukan untuk memastikan margin keamanan yang cukup sesuai dengan standar industri, dengan harapan dapat memastikan keandalan dan umur pakai *bearing* dalam jangka panjang serta meningkatkan performa dan efisiensi sistem mekanik yang menggunakannya.

**Kata Kunci:** Model geometri *bearing*, Distribusi tegangan, Deformasi *bearing*, Simulasi FEA beban statis, Faktor keamanan.

## Abstract

The main objective of this study is to develop a highly accurate, high-fidelity model of bearing geometry, which reflects the actual geometry of the bearing to ensure the validity of the analysis. The model will carefully take into account various geometric parameters, such as bearing dimensions and tolerances, and detect potential errors in the model. Simulations are carried out by applying realistic static loads and boundary conditions, close to actual operating conditions, to obtain relevant and practical results. In addition, calculations and analysis of stress distribution throughout the bearing are also carried out, with the aim of identifying stress distribution patterns and determining areas with the highest stress. This analysis is crucial for detecting possible failures and ensuring optimal bearing design. Deformation in various parts of the bearing is measured to understand changes in shape and stiffness of the structure under load. This measurement aims to find the area with the highest deformation and evaluate the bearing response to the applied load. Finally, an evaluation of bearing safety factors is carried out to ensure sufficient safety margins in accordance with industry standards, with the hope of ensuring the reliability and long-term service life of the bearing as well as improving the performance and efficiency of the mechanical systems that use it.

**Keywords:** Bearing geometry model, Stress distribution, Bearing deformation, Static load simulation FEA, Safety factor.

## 1 PENDAHULUAN

Mesin Granulator adalah sebuah alat mekanik yang dirancang untuk mengkonversi bahan baku menjadi partikel-partikel kecil atau granul. Khusus dalam

penggunaan untuk pupuk kompos, alat ini berfungsi untuk mengubah pupuk baku menjadi butiran kecil yang lebih praktis untuk aplikasi dan distribusi di area pertanian. Alat ini memegang peranan krusial dalam pembuatan pupuk organik dan kompos [1].

Salah satu komponen penting dalam mesin granulator adalah bantalan. Bantalan adalah elemen mesin yang dirancang untuk mendukung poros yang membawa beban tertentu, memungkinkan rotasi atau gerakan bolak-balik berlangsung secara lancar, aman, dan menjaga agar elemen tersebut awet. Bantalan perlu dirancang dengan kekuatan dan kekokohan yang memadai supaya komponen mesin lainnya dapat beroperasi dengan efektif [2]. Bantalan merupakan komponen vital dalam ban berjalan, mesin kerja, dan berbagai aplikasi mekanis yang berputar. Akibatnya, terdapat tren peningkatan permintaan terkait produksi, akurasi, kapasitas beban, dan keandalan bantalan ini [3].

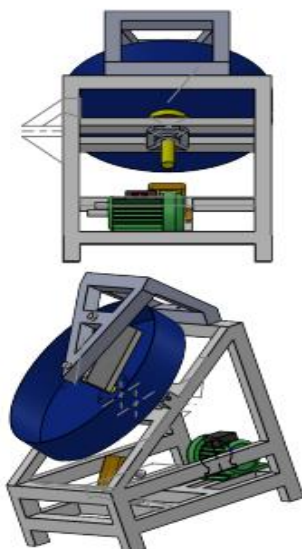
Untuk memastikan bantalan dapat berfungsi dengan baik dalam mesin granulator, dilakukan pengujian *static stress*. *Static stress* merupakan suatu jenis tes beban di mana beban statis diterapkan secara bertahap pada bantalan yang terletak di poros turbin hidro pipa. Melalui pengujian ini, bisa diketahui tegangan atau beban maksimal yang mampu ditopang oleh bantalan dalam keadaan statis [4]. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan *Bearing* pada mesin granulator terhadap pembebanan dilakukan dengan simulasi menggunakan metode Ansys 2016. Metode ini dipilih untuk menganalisa kekuatan sebagai alternatif dan metode dengan pengujian.

## 2 METODOLOGI

Simulasi dilakukan menggunakan laptop yang sudah terinstal *software Ansys*. *Bearing* disimulasikan untuk mengetahui kemampuan bearing dalam menerima beban yang diberikan pada mesin granulator [5].

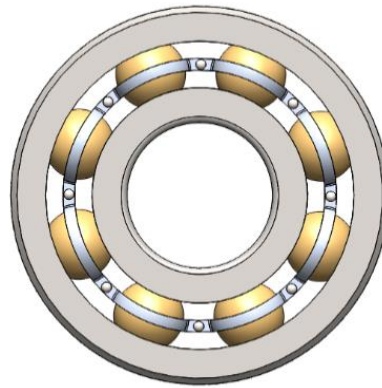
Simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) adalah metode numerik yang digunakan untuk memperkirakan dan mengevaluasi respons struktural suatu objek terhadap beban atau gaya tertentu [6].

### 1. Desain Mesin

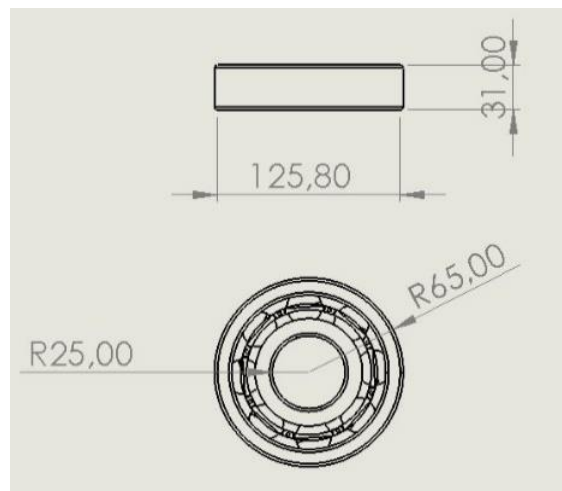


**Gambar 1.** Desain Mesin granulator

### 2. Desain Bearing



**Gambar 2.** Bearing



**Gambar 3.** Dimensi Bearing

### 3. Diagram alir Proses penelitian



**Gambar 4.** Diagram Alir Penelitian

Dalam proses pembuatan desain dan simulasi analisis kekuatan bearing pada mesin granulator terhadap pembebanan *statis* dengan menggunakan metode *finite element analysis*, diantaranya mencakup beberapa langkah, antara lain:

1. Studi Literatur  
Pada langkah awal dilakukan studi literatur, pada studi literatur ini melakukan riset di beberapa buku dan penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan, yaitu yang membahas tentang kekuatan bearing pada mesin granulator.
2. Penyiapan Alat dan Bahan  
Program FEA (*Finite Element Analysis*) komersial, ANSYS *Workbench*, digunakan dalam penelitian untuk membangun model elemen hingga 3D [7]. Perangkat lunak ini digunakan untuk membuat model numerik *bearing* dan melakukan simulasi terhadap berbagai kondisi beban. *Bearing* merupakan bagian yang sangat penting, *bearing* adalah sebagai elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeda, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus dan aman. [8].
3. Analisis  
Beberapa poin penting di penelitian ini adalah analisis kekuatan bearing poin-poin penting yang akan dilakukan analisis yaitu meliputi, *von mises*, *Deformation*, *Safety Faktor* [9].
4. Pengujian FEA  
Pemodelan Geometri: Objek atau struktur fisik dimodelkan dalam perangkat lunak CAD, lalu dipisahkan menjadi elemen-elemen finite untuk mendukung analisis numerik. Penerapan Kondisi Batas: Kondisi batas yang sesuai, seperti gaya, momen, atau tekanan, ditetapkan untuk mencerminkan lingkungan operasional struktur yang sedang dianalisis [10]. Pemilihan Material: Properti material seperti modulus elastisitas, koefisien *Poisson*, dan kekuatan digunakan untuk menerapkan sifat mekanik yang akurat dalam analisis [11]. Generasi Mesh: Struktur mesh adalah pembagian model matematika ke dalam bentuk-bentuk geometri sederhana yang tidak saling tumpang tindih, yang disebut elemen hingga. Geometri dibagi menjadi elemen-elemen kecil atau mesh, yang kualitasnya sangat memengaruhi akurasi hasil simulasi *FEA* [12]. Simulasi: Simulasi *FEA* dijalankan dengan menerapkan kondisi beban dan sifat material yang telah ditentukan. Perangkat lunak menghitung respons struktur seperti distribusi tegangan, deformasi, dan keandalan struktur di bawah beban yang diberikan [13].
5. Pembuatan Laporan  
Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah pembuatan laporan sebagai bukti tertulis secara lengkap mengenai proses penelitian.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Analisis Tegangan Distribusi

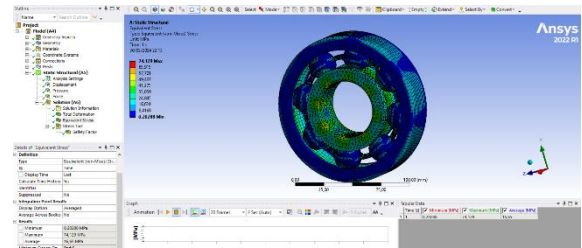
Pada tahap pertama, simulasi FEA dilakukan untuk menentukan distribusi tegangan pada bearing. Hasilnya sebagai berikut:

Tegangan Maksimum: 74.129 MPa

Tegangan Minimum: 0.20288 MPa

Tegangan Rata-rata: 16.65 Mpa

Distribusi tegangan menunjukkan bahwa terdapat konsentrasi tegangan yang tinggi di beberapa titik kritis pada bearing. Tegangan maksimum yang mencapai 74.129 MPa mengindikasikan area yang menerima beban terbesar. Tegangan rata-rata sebesar 16.65 MPa menunjukkan bahwa secara keseluruhan, tegangan terdistribusi cukup merata pada bearing, tetapi masih ada titik-titik dengan konsentrasi tegangan yang tinggi.



Gambar 5. Distribusi tegangan

#### Hasil Analisis Deformation

Pada tahap kedua, simulasi FEA dilakukan untuk menentukan distribusi deformasi pada *bearing*. Hasilnya sebagai berikut:

Deformasi Maksimum: 0.0083751 mm

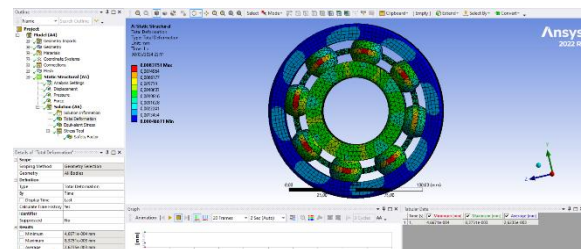
Deformasi Minimum: 0.00046671 mm

Deformasi Rata-rata: 0.0026235 mm

Distribusi deformasi menunjukkan bahwa *bearing* mengalami perubahan bentuk yang sangat kecil di bawah beban yang diberikan. Deformasi maksimum sebesar 0.0083751 mm masih dalam batas yang dapat diterima, menunjukkan kekakuan *bearing* yang baik.

Kinerja *Bearing*: Deformasi yang kecil menunjukkan bahwa bearing dapat menahan beban tanpa perubahan bentuk yang signifikan, yang penting untuk menjaga kinerja dan umur pakai bearing.

Optimasi Desain: Meskipun deformasi dalam batas yang dapat diterima, optimasi lebih lanjut pada desain dapat mengurangi deformasi maksimum ini.



Gambar 6. Deformation

## Hasil Analisis Safety Faktor

Pada tahap ketiga, simulasi FEA dilakukan untuk menghitung faktor keamanan pada *bearing*. Hasilnya sebagai berikut:

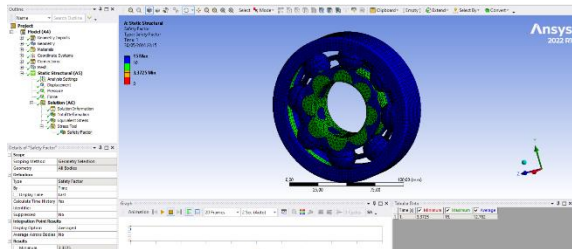
Faktor Keamanan Maksimum: 15

Faktor Keamanan Minimum: 3.3725

Faktor Keamanan Rata-rata: 12.782

Distribusi faktor keamanan menunjukkan bahwa *bearing* memiliki margin keamanan yang sangat baik. Faktor keamanan minimum sebesar 3.3725 masih di atas batas minimum yang umumnya direkomendasikan oleh standar industri.

Keandalan *Bearing*: Faktor keamanan yang tinggi menunjukkan bahwa *bearing* memiliki keandalan yang sangat baik dan dapat digunakan dalam kondisi operasional yang berat. Perbaikan Desain: Meskipun faktor keamanan sudah baik, perbaikan desain pada titik-titik dengan faktor keamanan rendah dapat meningkatkan keandalan lebih lanjut.



Gambar 7. Safety faktor

## 4 KESIMPULAN

Penggunaan Metode Analisis Elemen Hingga (FEA) dalam evaluasi kekuatan *bearing* telah terbukti efektif dalam menyajikan model yang detail terhadap geometri *bearing* dan penerapan kondisi beban serta batas yang realistis. Simulasi FEA pada *bearing* menghasilkan data yang sangat berharga untuk menilai kekuatan dan keandalan *bearing*:

1. Distribusi Tegangan: Simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang tercatat adalah 74.129 MPa, dengan titik-titik kritis pada *bearing* mengalami konsentrasi tegangan tertinggi. Tegangan rata-rata sebesar 16.65 MPa menunjukkan bahwa beban tersebar secara merata di seluruh *bearing*, meskipun ada konsentrasi tegangan yang signifikan di beberapa lokasi.
2. Distribusi Deformasi: Deformasi maksimum yang terjadi pada *bearing* mencapai 0.0083751 mm, menunjukkan di mana perubahan bentuk yang paling signifikan terjadi. Namun, deformasi rata-rata sebesar 0.0026235 mm menunjukkan bahwa *bearing* memiliki kekakuan yang baik dan mampu menahan beban tanpa mengalami deformasi berlebih.

3. Faktor Keamanan: *Bearing* dirancang dengan faktor keamanan maksimum mencapai 15 dan rata-rata 12.782. Nilai minimum faktor keamanan sebesar 3.3725 jauh di atas batas minimum yang direkomendasikan oleh standar industri. Hal ini menunjukkan bahwa *bearing* memiliki margin keamanan yang memadai, memberikan keandalan dan umur pakai yang panjang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada tuhan yang maha esa atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Murzhalifat, G. Juliadi and I. Valentino, "Rancang Bangun Mesin Granulator Pupuk Kompos," Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka Belitung, 2023.
- [2] I. D. P K, B. Y. Dewantara, M. Abduh, S. and W. M. Utomo, "Healthy Monitoring and Fault Detection Outer Race Bearing in Induction Motor Using Stator Current," International Journal of Integrated Engineering, Vol. 11, pp. 181-193, 2019.
- [3] P. Sulka, A. Sapietova, V. Dekys and M. Sapieta, "Static structural analysis of rolling ball bearing," Department of Applied Mechanics, 2018.
- [4] D. Joachim, S. Lam and S. Lubis, "Analisis Static Stress Bearing pada Turbin Aliran Pipa menggunakan Simulasi Fusion 360," POROS. Vol. 17, pp. 100-104, 2021.
- [5] F. Lubis, R. Pane, S. Lubis, M. A. Siregar and B. S. Kusuma, "Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor," Jurnal Mesil, Vol. 2, pp. 51-57, 2021.
- [6] I. Dumyati and S. Nurhaji, "Modeling dan Simulasi Finite Elemen Analysis pada Segitiga T Sepeda Motor Menggunakan Software Ansys 2023," Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Vol. 5, pp. 26-30, 2023.
- [7] S. H. Ahmed, G. I. Husain and Z. M. Abid gader, "Finite Element Analysis for Cylindrical and Balling Bearings Under Static and Dynamic Load A-review paper," SVU-International Journal of Engineering Sciences and Applications, pp. 109-118, 2024.
- [8] M. N. and T. S. Nugroho, "Perbandingan Kualitas Material Bearing Merk SKF, FMB, NKK, dan JAL terhadap Sifat Fisis dan Mekanis," Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 18, pp. 91-99, 2017.
- [9] S. N. Maulidiawati, "Analisis Kekuatan Bearing Block Aluminium 6061 pada Pemisah Sampah Otomatis Menggunakan Metode Elemen Hingga," Jurnal Teknik & Teknologi Terapan,

- Vol. 2, 2024.
- [10] N. Soedjarwanto, H. Fitriawan, S. Alam, F. Hamdani and M. Prawira, "Analisis Identifikasi Kecacatan Bearing Motor Induksi Berdasarkan Arus Stator dan Torsi pada RPM Berbasis *Fast Fourier Transform*," JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan), Vol. 11, 2023.
  - [11] A. Sastranegara and P. Gautama, "Finite Element Analysis of Ball Bearing Shield Defect Mechanism due to Drop Tube Incident," Jurusan Teknik Mesin, Vol. 21, pp. 308-319, 2023.
  - [12] S. Belabend, V. Paunoiu, N. Baroiu, R. Khelif and I. Iacob, "Static Structural Analysis Analytical and Numerical of Ball Bearings," Faculty of Engineering Science, 2020.
  - [13] M. N. Rizki, A. Fikri, F. and R. A. Nanda, "Analisis Von-Mises Stress, Strain, dan Total Deformasi pada Pelat Implan Metatarsophalangeal (MTP) dengan Material Ti-6al-4v menggunakan *Finite Element Method*," Jurnal Teknologi Kimia Unimal, pp. 178-189, 2023.
  - [14] I. D. P K, B. Y. Dewantara, M. Abdul, S. and W. M. Utomo, "Healthy Monitoring and Foutl Detection Outer Race Bearing in Induction Motor Using Stator Current," International Journal of Integrated Engineering , Vol. 11, p. 193, 2019.
  - [15] P. Elmiawan, F. Paundra and G. T. Pradiby, "Optimasi Desain Mesin Punch Mennggunakan Metode Finite Element Analysis," J-Proteksion, Vol. 6, pp. 41-48, 2022.