

ANALISIS KEGAGALAN SPHERICAL ROLLER BEARING PADA ROLL TABLE CONTINUOUS CASTING MACHINE

Titis Mudi Legowo Jati ^{1*}, Muhammad Anis Mustaghfirin ², Bayu Wiro Karuniawan ³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia¹

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia^{2,3}

Email: Jatititis@gmail.com^{1*}

Abstract – Failure on the bearing will cause a reduction in system accuracy, increased amplitude vibration or even failure on engine performance and produce unexpected consequences. In carrying out the analysis, the research method used in this study is an experimental quantitative research method that is by simulating a spherical roller bearing model in ANSYS software to carry out stress distribution analysis, deformation distribution and gravity load simulation that occur using static structural and Transient Simulation. From the results of static analysis using Static structural results in Annealed state, the maximum stress value is 4.8475 MPa, the total deformation value is 0.0001864 mm and the force reaction value is 878.599 N. While the static calculation results of calculating in Annealed state, the maximum value is obtained. stress is 5,343 MPa, total deformation value is 0,000112 mm and force reaction value is 878,599 N and the results of dynamic analysis using Transient dynamic in Annealed state obtained maximum stress value of 8,1951 MPa, total deformation value of 14,688 mm and force reaction value 6.31×10^{-7} N.

Keyword: simulation, distribution, stress, deformation, force

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya permintaan pasar akan kebutuhan wire rod, dimensi billet pun ditingkatkan, dari spesifikasi awal 110mm x 110mm x 9200mm, hingga mencapai 165mm x 165mm x 9200mm tanpa diimbangi dengan upgrade spesifikasi dari CCM (Continuous Casting Machine) yang tersedia. Sehingga hal ini dapat memicu berkurangnya life time umur mesin, defect pada beberapa part mesin dan semakin tingginya stress dan deformasi di beberapa titik termasuk yang terjadi pada bagian roll table (rolling penopang billet) termasuk spherical roller bearing yang terpasang pada roll table.

Hasil stress deformasi pengaruh gaya beban diperlukan untuk mengetahui pengaruh kinerja spherical roller bearing dengan working load yang digunakan saat ini. Untuk mengetahui juga letak koordinat – koordinat yang mengalami kontak stress dan distribusi stress yang terjadi pada spherical roller bearing.

Kegagalan pada bearing akan menyebabkan berkurangnya akurasi sistem, peningkatan getaran amplitudo atau bahkan kegagalan pada kinerja mesin dan menghasilkan konsekuensi yang tidak terduga lainnya.

Dari permasalahan tersebut penulis terdorong untuk melakukan analisis terhadap roller table yang digunakan saat ini, terkhusus pada bagian spherical roller bearing, karena bearing mempunyai peran penting dalam kinerja

yang dihasilkan roll table. Analisis pada bearing dilakukan untuk mengetahui tegangan maksimal yang diperbolehkan pada spherical roller bearing, menentukan defect dan deformasi yang terjadi pada spherical roller bearing, mengetahui beban gaya berat maksimal yang dapat ditanggung spherical roller bearing dalam keadaan normal, menentukan faktor penyebab terbatasnya umur pemakaian spherical roller bearing, sehingga diharapkan dapat menentukan alternatif solusi yang dapat diimplementasikan untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi pada spherical roller bearing.

2. METODOLOGI

Penelitian ini berupa analisis spherical roller bearing dengan aktual working yang terjadi pada continuous casting machine. Meliputi analisis tahanan atau stress, deformasi dan pengaruh gaya beban yang terjadi pada spherical roller bearing.

2.1 Spherical Roller Bearing

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bearing menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.

Tipe Bearing ini didesain untuk beban radial yang besar sangat kuat dan bekerja pada prinsip yang sama dengan bantalan Self-aligning dengan rol spherical.

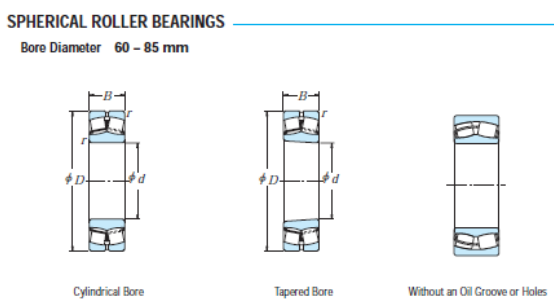


Gambar 1. Spherical roller bearing

Spherical roller bearing Memiliki dua lintasan melengkung di cincin dalam dan jalur lurus bola di cincin luar. Karena pusat bantalan dan pusat kelengkungan cincin luar bertepatan, ia memiliki fungsi menyelaraskan diri. Sudut penyejajaran yang diijinkan biasanya $1 \sim 2.5^\circ$, yang sangat cocok untuk kondisi di mana poros rotasi dapat miring dan berubah bentuk.

2.2 Dimensi spherical roller bearing

Pada Gambar berikut merupakan dimensi Spherical roller Bearing yang terpasang pada Roll Table Continuous Casting Machine yang akan dianalisis:



Gambar 2. Spherical roller bearing dimension

Dimana nilai:

- d= 60 mm
- D=110 mm
- B= 28 mm
- Rmin = 1,5 mm

2.3 Pengaruh Defect yang Terjadi pada Bearing

Stress atau tegangan dalam mekanika kontinum adalah besaran yang menunjukkan gaya internal antar partikel dari suatu bahan terhadap partikel lainnya. Deformasi adalah perubahan bentuk atau ukuran dari sebuah objek karena sebuah diterapkan gaya (energi deformasi dalam hal ini ditransfer melalui kerja) atau perubahan suhu (energi deformasi dalam hal ini ditransfer melalui panas). Gaya berat adalah gaya gravitasi yang bekerja pada suatu benda bermassa.

2.4 FEM (Finite Element Methode)

FEM adalah singkatan dari Finite Element Method dalam bahasa Indonesia disebut Metode Elemen Hingga. Konsep paling dasar dari FEM adalah, menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi obyek analisis menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. FEM menggunakan metode numeris untuk penyelesaian masalah teknik dan fisika matematis. Beberapa Masalah teknik dan fisika matematis tersebut meliputi Analisis struktur, Heat transfer, Aliran fluida, Perpindahan massa, Perpindahan massa, Elektromagnetik.

Analisis dinamis adalah teknik yang digunakan untuk menentukan respons dinamis dari suatu struktur di bawah aksi dari beban umum yang bergantung pada waktu. Analisis ini dapat menentukan perpindahan, regangan, tegangan dan gaya yang berbeda-beda waktu dalam suatu struktur yang menanggapi setiap kombinasi beban statis, transien, dan harmonik.

Analisis dinamis transien digunakan untuk menentukan respon struktur yang mengalami pembebanan tergantung waktu dengan mempertimbangkan inersia dan efek redaman. Ini sering disebut sebagai time-history analysis. ANSYS Mechanical transient dynamic dapat melakukan analisis transien waktu menggunakan metode modal superposisi (ANSYS I., Transient Dynamic Analysis in ANSYS Mechanical, 2019).

Untuk menyimulasikan dan menganalisis normal working yang terjadi pada spherical roller bearing, dilakukan penyettingan pada software ANSYS Transient dyanaminc. Penyettingan muai dari boundary condition, meshing, hingga solution step.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memulai analisis diperlukan menginputkan beberapa data dibawah ini pada settingan transient:

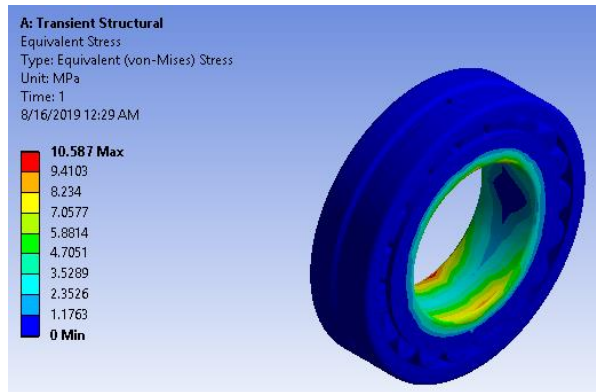
- a. Beban yang ditanggung satu bearing:
= 878,976 N
- b. Kecepatan putar bearing
(Dihitung dengan menggunakan stop watch)
Diketahui: 0,33 rad/s

Setelah proses analisis dengan Transient Dynamic selesai, tahap akhir penelitian

menggunakan ANSYS yaitu tahap results dimana kita mendapatkan hasil 3D model telah disimulasikan.

3.1. Stress

Hasil analisis stress dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini:

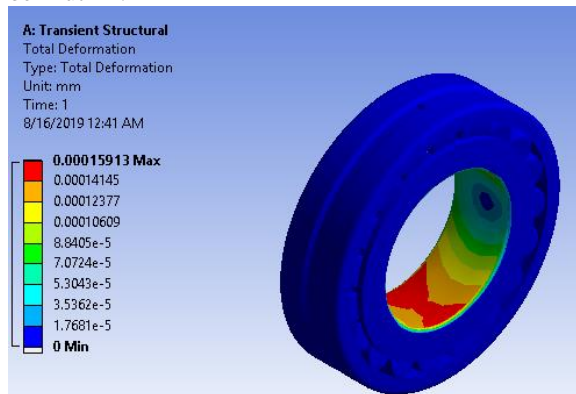


Gambar 3. Stress Distribution

Berikut merupakan tampilan d3 model hasil analisis Equivalent Stress, nilai minimum stressnya 0 MPa dan maksimum stressnya 10,587 Mpa. Dari sini menunjukkan pada bagian yang berwarna merah merupakan bagian paling kritis yang mengalami maksimum stress 10,587 Mpa. Dan warna biru tua merupakan bagian yang mengalami minimum stress, yakni 0 Mpa.

3.2. Deformasi

Hasil analisis stress dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini:

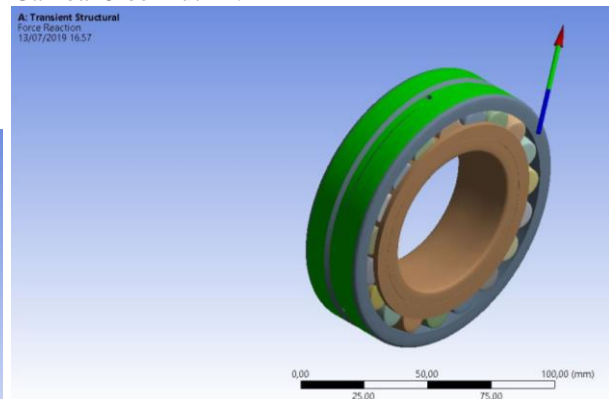


Gambar 4. Deformation Distribution

Gambar diatas merupakan tampilan D3 model hasil analisis Deformasi Total, nilai minimum 0 mm dan maksimum total deformasinya 0,00015913 mm. Dari sini menunjukkan pada bagian yang berwarna merah merupakan bagian paling kritis yang mengalami maksimum deformasi 0,00015913 mm. Dan warna biru tua merupakan bagian yang mengalami minimum stress, yakni 0 mm.

3.3. Force reaction

Hasil analisis reaksi gaya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Force Reaction

Gambar diatas merupakan tampilan d3 model hasil analisis Force Reaction, dimana reaksi gaya dijabarkan melalui 3 axis. force reaction yang terjadi pada spherical roller bearing dengan penambahan beban kerja dan putaran kerja, dimana total force reaction pada 1s sebesar 878,98 N.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dinamis menggunakan software ansys pada spherical roller bearing dalam keadaan Annealed temperatur dapat kita ketahui bahwa pengaruh pengaplikasian beban pada kinerja putar pada single bearing mengalami deformasi total maksimum sebesar 0,00015913 mm dan stress maksimum sebesar 10,587 MPa dan Force Reaction (Total) 878,98 N.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang Tua penulis, Bapak Raswin dan ibu Warti, serta kepada dik dan kaka tercinta, Hudha Rencana Panjahitan Sakti Wengi dan Dyah Maha Tirta Sari dan seluruh anggota keluarga yang selalu mendukung memberi semangat dan nasihat serta motivasi sehingga mencukupi kebutuhan penulis.
2. Bapak Ir. Eko Julianto, MSc., FRINA., selaku Direktur PPNS.
3. Ibu Anda Ivana Juliana, ST., MT., selaku ketua Progam Studi D4 Teknik Desain dan Manufaktur.
4. Dr. Muhammad Anis Mustaghfirin, S.T., M.T. dan Bayu Wiro Karuniawan, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu dalam penyusunan tugas akhir ini.

5. Kepada mas Imron, Almira, Dinda, Dyan, Maulida, Fatim, Mila, faisal dan Hendra yang selalu memberikan semangat dan banyak membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
6. Dan kepada seluruh teman tempan Prodi Desain dan Manufaktur yang selalu memotivasi.
7. Terakhir, semua pihak yang telah membantu penyusunan dan yang telah bersedia membaca tugas akhir ini, atas waktu yang berharga.

7. PUSTAKA

- [1] ANSYS, I. (2019). ANSYS, Inc. All rights reserved. Diambil kembali dari ANSYS Explicit Dynamics STR: <https://www.ansys.com/products/structures/ansys-explicit-dynamics-str>
- [2] ANSYS, I. (2019, july 18). Structures Structural Analysis. Diambil kembali dari ANSYS: <https://www.ansys.com/products/structures>
- [3] ANSYS, I. (2019, july 18). Transient Dynamic Analysis in ANSYS Mechanical. Diambil kembali dari ANSYS: <https://www.ansys.com/resource-library/webinar/transient-dynamic-analysis-in-ansys-mechanical>
- [4] Azom. (2019, juni 30). AISI 1012 Carbon Steel (UNS G10120). Diambil kembali dari Amazo Material: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6578>
- [5] Behnam Ghalamchi, Jussi Sopenen, and Aki Mikkola (2016). Modeling and Dynamic Analysis of Spherical Roller Bearing with Localized Defects: Analytical Formulation to Calculate Defect Depth and Stiffness. Hindawi Publishing Corporation, Vol 2016, Article ID 2106810, 1-11
- [6] Harris, T. A. (2006). Dalam M. N. Kotzalas, Essential Concepts of Bearing Technology (hal. 91 - 152). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- [7] Inc., S. I. (2018). Transient Structural Analysis. Diambil kembali dari SAS IP: https://www.sharcnet.ca/Software/Ansys/17.0/en-us/help/wb_sim/ds_transient_mechanical_analysis_type.html
- [8] ANSYS, I. (2019). ANSYS, Inc. All rights reserved. Diambil kembali dari ANSYS Explicit Dynamics STR: <https://www.ansys.com/products/structures/ansys-explicit-dynamics-str>
- [9] ANSYS, I. (2019, july 18). Structures Structural Analysis. Diambil kembali dari ANSYS: <https://www.ansys.com/products/structures>
- [10] ANSYS, I. (2019, july 18). Transient Dynamic Analysis in ANSYS Mechanical. Diambil kembali dari ANSYS: <https://www.ansys.com/resource-library/webinar/transient-dynamic-analysis-in-ansys-mechanical>
- [11] Azom. (2019, juni 30). AISI 1012 Carbon Steel (UNS G10120). Diambil kembali dari Amazo Material: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6578>
- [12] Behnam Ghalamchi, Jussi Sopenen, and Aki Mikkola (2016). Modeling and Dynamic Analysis of Spherical Roller Bearing with Localized Defects: Analytical Formulation to Calculate Defect Depth and Stiffness. Hindawi Publishing Corporation, Vol 2016, Article ID 2106810, 1-11
- [13] Harris, T. A. (2006). Dalam M. N. Kotzalas, Essential Concepts of Bearing Technology (hal. 91 - 152). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- [14] Inc., S. I. (2018). Transient Structural Analysis. Diambil kembali dari SAS IP: https://www.sharcnet.ca/Software/Ansys/17.0/en-us/help/wb_sim/ds_transient_mechanical_analysis_type.html
- [15] LTD, N. E. (2018, December 20). NSK. Diambil kembali dari Motion and Control NSK: <https://www.nskeurope.com/en/products.html>
- [16] Luoyang E-FINE Bearing Technology Co., Ltd. (2019, Juni 31). LYEF. Diambil kembali dari Spherical roller bearings: https://www.lyefinebearing.com/products/Spherical-roller-bearings_1.html?gclid=Cj0KCQjwu-HoBRD5ARIsAPIPenf4BpNtckT5PcJ2G6GJ73et363sJWMgNqkp5cjTKcWEevidzA3IIEaAjfOEALw_wcB
- [17] Sylvain Fiedler, Timo Kiekbusch & Bernd Sauer (2011). Investigation of inner contact and friction conditions of a spherical roller bearing using multi-body simulation. Periodica Polytechnicamechanical Engineering, 79-84
- [18] Yizhou Yang*, Wenguang Yang, Dongxiang Jiang (2018). Simulation and experimental analysis of rolling element bearing fault in rotor-bearing-casing system. Engineering Failure Analysis, 205–221
- [19] Zhe Wu, Jian Chao Zhang (2016). Finite Element Analysis and Experimental Study on Failure Rolling Bearing. Key Engineering Materials, Vol. 693, 332-339

