

ANALISIS KINERJA BEARING SKF 6211 PADA STASIUN GILINGAN PG. KEBON AGUNG MENGGUNAKAN SIMULASI AUTODESK INVENTOR

Maulana Erik Cantona, Akhmad Faruq Alhikami

Fakultas Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
Jl. Mayjen Haryono No. 193, Kota Malang 65144
Email korespondensi: maulanaerikk155@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja bearing tipe 6211 SKF yang digunakan pada stasiun gilingan PG. Kebon Agung dengan metode Finite Element Method (FEM) melalui pendekatan explicit dynamic menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor. Proses simulasi dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pre-processing, processing, dan post-processing. Pada tahap pre-processing, dilakukan pemodelan geometri bearing dan penentuan material Bearing Steel (AISI 52100). Tahap processing mencakup pembebanan sebesar 12.500 lbf secara radial, sedangkan hasil simulasi pada post-processing menunjukkan nilai tegangan Von Mises maksimum sebesar 189,5 MPa dan displacement maksimum sebesar 0,075 mm. Simulasi ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai perilaku mekanis bearing di bawah pengaruh beban aktual, serta dapat dijadikan dasar penerapan predictive maintenance untuk mengurangi risiko kerusakan dan downtime pada sistem gilingan.

Kata kunci: Bearing, Finite Element Method, Explicit dynamic, Tegangan Von Mises, Displacement.

Abstract

This study aims to analyze the performance of SKF 6211 bearings used at the Kebon Agung sugar mill using the Finite Element Method (FEM) through an explicit dynamic approach using Autodesk Inventor software. The simulation process was carried out in three stages, namely pre-processing, processing, and post-processing. In the pre-processing stage, bearing geometry modeling and Bearing Steel (AISI 52100) material determination were carried out. The processing stage included a radial load of 12,500 lbf, while the simulation results in post-processing showed a maximum Von Mises stress value of 189.5 MPa and a maximum displacement of 0.058 mm. This simulation provides a comprehensive overview of the mechanical behavior of bearings under actual load conditions and can be used as a basis for predictive maintenance to reduce the risk of damage and downtime in milling systems.

Keywords: Bearing, Finite Element Method, Explicit Dynamics, Von Mises Stress, Displacement.

1. Pendahuluan

PG. Kebon Agung merupakan salah satu perusahaan gula yang bergerak dalam bidang produksi gula. Secara operasional, sistem kerja di PG. Kebon Agung dibagi menjadi 2, yakni proses produksi yang dilakukan setiap enam bulan sekali dan berlangsung selama 4-6 bulan. Sedangkan enam bulan lainnya digunakan untuk persiapan, pemeliharaan dan penggantian secara total (*overhaul*) pada mesin untuk proses produksi selanjutnya.

Dalam operasionalnya PG. Kebon Agung sering mendapatkan kendala ketika musim giling, terutama di stasiun giling. Hal ini dikarenakan adanya perbaikan maupun penggantian komponen akibat terjadinya kerusakan pada komponen mesin yang mengakibatkan terhentinya proses produksi.

Penggantian komponen yang bersifat *corrective* mengakibatkan terhentinya proses produksi secara mendadak sehingga dapat menambah biaya pengeluaran berupa kerugian dari kesempatan produksi yang hilang (*opportunity cost*) [1].

Salah satu komponen yang sering diganti pada PG. Kebon Agung adalah *bearing*. *Bearing* merupakan salah satu komponen vital dalam sistem permesinan yang berfungsi untuk menopang dan memandu poros agar dapat berputar dengan gesekan yang rendah [2]. *Bearing* berfungsi menurunkan tingkat gesekan dengan membentuk lapisan pelumas di antara permukaan yang saling bersentuhan, sehingga kontak langsung antar logam dapat dihindari. Dengan demikian, keberadaan *bearing* berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi energi, menekan laju keausan,

serta memperpanjang masa operasi mesin [3]. Dalam industri pengolahan gula, khususnya pada stasiun gilingan, *bearing* memegang peranan penting karena komponen mesin bekerja dengan putaran dan beban tinggi secara kontinu. Kerusakan *bearing* akan mengakibatkan terganggunya proses produksi, downtime, hingga peningkatan biaya pemeliharaan [4]. Selain itu perusahaan juga akan kehilangan produksi yang tinggi akibat mesin tidak berfungsi [5].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan analisis yang mampu memodelkan kinerja *bearing* secara akurat sehingga proses penggantian komponen dapat dijadwalkan secara optimal. Analisis dinamis eksplisit berbasis metode elemen hingga *Finite Element Method* (FEM) menjadi solusi potensial karena mampu menangani distorsi elemen dengan lebih stabil serta menghasilkan prediksi tegangan dan deformasi yang lebih realistis terhadap kondisi kerja sebenarnya [6]. Melalui simulasi berbasis FEM, distribusi tegangan dan deformasi pada komponen bearing dapat dianalisis secara mendetail, sehingga diperoleh gambaran kinerja aktual bearing di bawah pengaruh beban kerja tertentu [7]. Pendekatan ini memungkinkan penerapan strategi predictive maintenance, yang dapat membantu perusahaan PG. Kebon Agung dalam mengoptimalkan umur pakai komponen, mengurangi downtime produksi, dan meningkatkan efisiensi operasional mesin secara keseluruhan.

2. Metode

a. Spesifikasi Bearing

Bearing tipe 6211 SKF merupakan jenis ball bearing alur dalam (*deep groove ball bearing*). Bearing 6211 menggunakan material *Bearing Steel* (AISI 52100).

Tabel 1. Data Spesifikasi *Bearing* 6211 SKF

<i>Basic dynamic load rating</i>	10 386 lbf
<i>Basic static load rating</i>	6 519 lbf
<i>Reference speed</i>	14 000 r/min
<i>Limiting speed</i>	9 000 r/min
<i>Bore diameter</i>	55 mm
<i>Outside diameter</i>	100 mm
<i>Width</i>	21 mm

b. Metode

Metode yang digunakan untuk menganalisis adalah FEM dengan pendekatan *explicit dynamic*, yang meliputi tiga tahapan utama: *pre-processing*, *processing*, dan *post-processing*. Pada tahap *pre-processing*, langkah awal yang dilakukan adalah mendesain bearing sesuai dengan kondisi sebenarnya menggunakan software Autodesk Inventor (Gambar 1(a)). Selanjutnya, material yang digunakan pada bearing diatur sesuai dengan kebutuhan. Tahap ini dilanjutkan dengan melakukan *meshing*, yaitu

membagi bearing menjadi beberapa bagian kecil dengan ukuran default agar dapat dianalisis secara lebih detail (Gambar 1(b)). Proses *meshing* menghasilkan 11.260 node dan 6003 elemen, yang akan digunakan untuk mensimulasikan tegangan dan deformasi pada bearing.



(a)

(b)

Gambar 2. (a) Desain *bearing* 6211 (b) *Meshing*

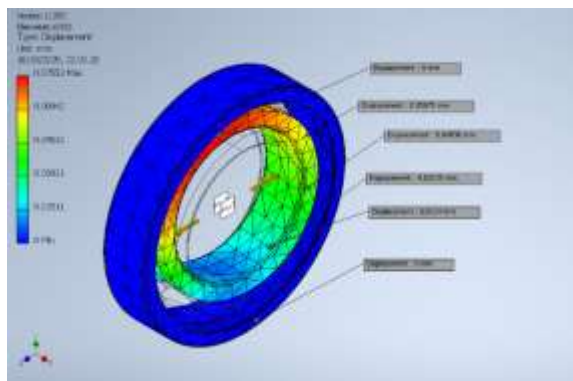
Pada tahap *processing*, software Autodesk Inventor melakukan perhitungan berdasarkan pembebanan sebesar 12.500 lbf (beban aktual *bearing*), kondisi batas, dan solusi yang telah ditentukan dalam pendekatan *explicit dynamic*. Tahap ini merupakan inti dari simulasi, di mana semua parameter yang telah diatur pada tahap *pre-processing* diolah untuk menghasilkan data yang dibutuhkan. Setelah proses perhitungan selesai, tahap *post-processing* dilakukan untuk menampilkan hasil simulasi, termasuk tegangan dan displacement yang terjadi pada *bearing*. Data yang diambil dari hasil simulasi adalah nilai maksimum dan minimum pada setiap kondisi, yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Dengan demikian, metode FEM melalui pendekatan *explicit dynamic* ini memberikan gambaran yang komprehensif tentang kinerja *bearing* dalam menghadapi beban dan kondisi operasional tertentu.

3. Hasil dan Pembahasan

Simulasi dilakukan pada model *bearing* tipe 6211 menggunakan material *Bearing Steel* (AISI 52100) dengan beban tekan sebesar 12.500 lbf (beban aktual *bearing*) yang diterapkan secara radial pada cincin dalam.

a. Displacement

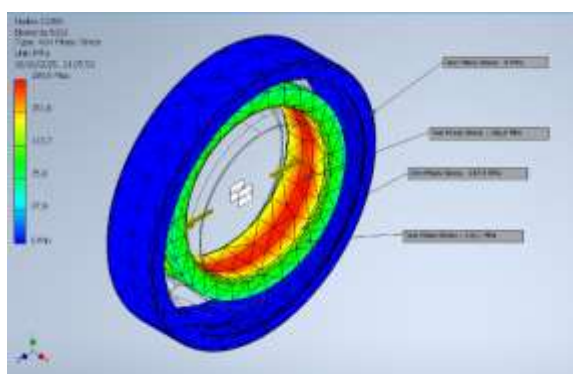
Hasil simulasi menunjukkan distribusi perpindahan (*Displacement*) pada komponen *bearing* dengan nilai antara 0 mm hingga 0,075 mm. Warna biru menunjukkan area yang mengalami perpindahan minimum, sedangkan warna merah menandakan area dengan perpindahan maksimum akibat pengaruh beban radial dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Displacement bearing 6211

b. Equivalent (von-mises) stress

Hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan *Von Mises* yang bervariasi dari 0 MPa hingga maksimum 189,5 MPa. Daerah dengan konsentrasi tegangan tertinggi berada pada bagian kontak antara cincin dalam dan jalur bola (*raceway*), yang ditunjukkan oleh warna merah pada peta tegangan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Equivalent (von-mises) stress

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis menggunakan metode *Finite Element Method* (FEM) dengan pendekatan *explicit dynamic* pada bearing tipe 6211 SKF, dapat disimpulkan bahwa bearing mampu menahan beban radial tinggi dengan kondisi kerja yang stabil. Nilai tegangan maksimum (*Von Mises*) yang dihasilkan sebesar 189,5 MPa, sedangkan *displacement* maksimum yang terjadi adalah 0,058 mm pada pembebanan sebesar 12.500 lbf. Distribusi tegangan tertinggi terjadi pada area kontak antara bola dan *raceway* bagian dalam, yang merupakan lokasi utama penyaluran beban radial. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan beban berbanding lurus dengan peningkatan tegangan dan *displacement*, namun masih dalam batas toleransi aman. Dengan demikian, metode FEM dengan pendekatan *explicit dynamic* terbukti mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai perilaku mekanis *bearing* terhadap beban aktual, serta dapat digunakan sebagai

dasar dalam penerapan *predictive maintenance* untuk mengurangi risiko kerusakan dan downtime pada sistem gilingan di PG. Kebon Agung.

Daftar Pustaka

- [1] Abdur Rochim and Iskandar, "Penentuan Interval Waktu Optimum Penggantian Pisau Cane Cutter Pada Mesin Cane Cutter Dengan Pendekatan Reliability Di Pt. Perkebunan Nusantara X (Persero) Pg. Kremboong," *Jtm*, vol. 01, no. 01, pp. 107–11, 2015.
- [2] K. Y. Utomo, W. Setyadi, and P. Ananda, "Analisis Kerusakan Bearing 7210 Pada Torsion Shaft," *J. Ilm. Giga*, vol. 22, no. 2, p. 75, 2019, doi: 10.47313/jig.v22i2.770.
- [3] C. Dwilestari, D. Feriyanto, and J. Teknik Mesin, "Analisis Reliability Dan Umur Pakai Bearing 6207 Dengan Menggunakan Metode Weibull," *J. rekayasa mesin*, vol. 6 N0. 1, no. 1, pp. 23–36, 2025, doi: 10.21776/jrm.v16i1.1467.
- [4] Kurniawan M, Agung W, and Effendi U, "Pengukuran Efektivitas Mesin Produksi Gula Di Pg Kremboong Sidoarjo Measurement of The Effectiveness of Sugar Production Machines in PG Kremboong Sidoarjo," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 22, no. 1, pp. 57–68, 2021.
- [5] A. Dwi Saputra, H. C. Suroso, I. T. Adhi, and T. Surabaya, "Analisis Efektivitas Mesin Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Mengurangi Six Big Losses Serta Upaya Perbaikan Dengan Kaizen Di PT. PG Candi Baru Sidoarjo," *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. X Inst. Teknol.*, pp. 1–8, 2022.
- [6] S. R. Ariyanto, D. Priyasudana, L. Sa, and F. I. Abdi, "Analisis Dinamis Eksplisit pada Bearing," vol. 1, no. 1, pp. 6–9, 2025.
- [7] F. Lubis, R. Pane, S. Lubis, M. A. Siregar, and B. S. Kusuma, "Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 2, no. 2, pp. 51–57, 2021, doi: 10.53695/jm.v2i2.584.