

Aplikasi *Finite Volume Method* Untuk Analisis Koefisien Perpindahan Panas Pada Desain Bantalan Lori Perebusan Sawit

Hendra¹

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia
E-mail : h7f1973@yahoo.com

Abstrak

Bantalan sering digunakan pada mesin-mesin pengangkut atau pemindah barang seperti *crane*, otomotif, alat angkut dan pemindah lainnya. Fungsi bantalan sebagai tempat dudukan poros dan penggerak kendarangan pengangkut baik angkutan berat maupun ringan. Lori pengangkut buah tandan sawit termasuk salah satu mesin pengangkut yang menggunakan bantalan dimana lori pengangkut ini berfungsi sebagai media pengangkut sawit dan sekaligus tempat perebusannya. Lori pengangkut dan tempat perebusan sawit ini menggunakan tipe 6125 dimana temperatur kerja saat perebusan sawit adalah 140°C sementara temperatur kerja bantalan adalah 120°C. Perbedaan temperatur antara kondisi kerja dan rancangan bantalan mengakibatkan bantalan cepat rusak atau mengalami *fracture* (patah pada rumah bantalan). Hal ini sangat merugikan perusahaan sawit karena kerusakan ini menyebabkan proses produksi (perebusan sawit) menjadi terhenti. Berhentinya mesin perebus membuat waktu kerja atau proses produksi menjadi lama terutama untuk proses penggantian komponen bantalan. Waktu tunggu yang lama untuk proses perbaikan dan perawatan bantalan menyebabkan ongkos produksi meningkat. Untuk menanggulangi masalah ini maka desain dan pemilihan material bantalan dan sistem pelumasan sangat penting. Untuk mengetahui pengaruh panas yang dapat menimbulkan kerusakan pada bantalan lori dilakukan analisis pengaruh koefisien perpindahan panas pada desain bantalan, pemilihan material dan sistem pelumasan dengan menggunakan *finite volume method* 2-D dan 3-D. Dalam analisis ini dipilih material bantalan (steel) dan jenis pelumas yang digunakan berdasarkan standar pelumasan SKF. Dengan analisis desain, pemilihan material, jenis pelumas dan analisis koefisien perpindahan panas pada bantalan dapat dipilih jenis bantalan yang tahan dan sesuai dengan sistem pengangkutan pada lori perebusan sawit.

Keywords: Lori perebusan sawit, bantalan, *fracture*, koefisien perpindahan panas, *finite volume method*.

Pendahuluan

Bantalan^[1] merupakan bagian dari elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan putaran dari mesin ke komponen lainnya. Satu pemanfaatan bantalan dapat dilihat pada mesin pemindah atau pengangkut hasil panen seperti pada lori pengangkut sawit segar. Lori ini selain berfungsi sebagai pengangkut juga berfungsi sebagai tempat perebusan sawit segar.

Pada proses perebusan sawit segar, temperatur kerja perebusannya adalah sebesar 140°C. Sementara temperatur kerja bantalan tergantung pada jenis bantalan^[2]. Dimana jenis bantalan yang digunakan pada lori pengangkut dan perebusan sawit ini adalah tipe 6215^[2] dengan temperatur kerja berdasarkan standar SKF yaitu 120°C.

Perbedaan temperatur kerja perebusan dengan temperatur bantalan mengakibatkan bantalan cepat rusak akibat panas yang berlebihan pada bantalan (pelumas cepat mencair). Kerusakan pada bantalan menyebabkan proses produksi (perebusan sawit) menjadi terganggu

karena diperlukan waktu untuk memperbaiki lori yang rusak.

Untuk menanggulangi hal ini maka dilakukan pengecekan pengaruh temperatur pada proses perebusan sawit (pengaruh koefisien perpindahan panas) dengan menggunakan *finite volume method*^{[3][4]}, sehingga diperoleh penyebab kerusakan bantalan.

Metodologi Desain dan Manufaktur Screw Turbin

Bentuk dan desain bantalan dibuat dengan memperhatikan jenis bantalan yang digunakan pada lori pengangkut dan perebusan buah sawit. Lori pengangkut dan tempat perebusan buah sawit dapat dilihat pada Gambar 1a.

Desain bantalan dibuat dalam 2-D dan 3-D dengan menggunakan fasilitas yang ada pada *finite volume method*. Bentuk bantalan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1b, dimana terlihat jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan dengan tipe 6215. Material properti bantalan 6215 dapat dilihat pada Tabel 1 seperti young modulus dan thermal expansionnya adalah 210 kN/mm² dan 12.10⁻⁶/K. Untuk analisis pengaruh temperatur pada bantalan ini nilai thermal expansion

(koefisien perpindahan panas)^{[4][5]}, temperatur kerja bantalan, kecepatan jalan lori dan jenis fluida pelumas dijadikan parameter masukan.

Spesifikasi bantalan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tipe 6215
2. Diameter luar 130 mm dan diameter dalam 75 mm dengan tebal 25 mm.
3. Beban dinamik dan statiknya adalah 68,9 kN dan 49 kN.
4. Berat 1,2 kg

Selain material bantalan jenis pelumas juga dapat mempengaruhi kinerja bantalan. Jenis pelumas yang digunakan untuk bantalan ini di lori pengangkutan dan perebusan sawit adalah HDX 2. Gambar 2 menunjukkan properti pelumas bantalan HDX 2 yang digunakan pada lori perebusan sawit dan standar penggunaan pelumas menurut P.T. SKF.



a. Lori b. Bantalan tipe 6215

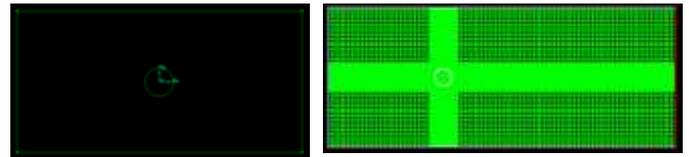
Gambar 1. Lori dan Jenis Bantalan

Shell Alvania Grease	HDX 2
NLGI Consistency	2
Colour	Black
Soap Type	Lithium/calcium
Base Oil (type)	Mineral
Kinematic Viscosity @ 40 °C cSt	160
100 °C cSt (IP 71/ASTM-D445)	15.5
Cone Penetration Worked @ 25 °C 0.1 mm (IP 50/ASTM-D217)	265-295
Dropping Point °C (IP 132/ASTM-D566-76)	188
4 Ball Weld Load Kg IP 239	400

Gambar 2. Properti Pelumas HDX 2 ^[2]

Tabel 1. Material Properti Bantalan 6215

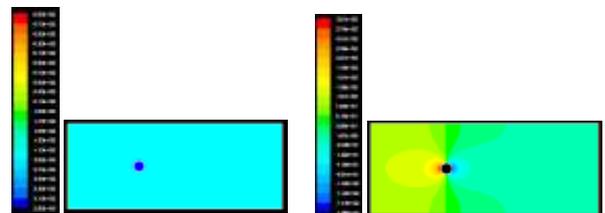
Mechanical properties	Bearing steel
Density (g/cm ³)	7,9
Hardness	700 HV10
Modulus of elasticity (kN/mm ²)	210
Thermal expansion (10 ⁻⁶ /K)	12



Gambar 3. Model 2-D dan Mesh Bantalan

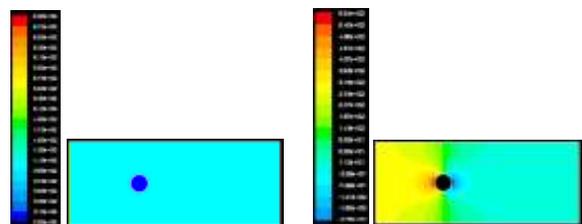
Hasil dan Pembahasan

Gambar 3 menunjukkan model 2-D dan mesh bantalan yang digunakan. Pemodelan dengan 2-D dilakukan untuk melihat fenomena distribusi temperatur dan tekanan yang terjadi pada bantalan. Dimana pada hasil pemodelan diperoleh bahwa distribusi temperatur mencapai 338,58⁰K pada posisi bantalan 0.056 m dan 0.049 m untuk diameter bantalan 0.075 m dan 338,64⁰K pada 0.095 m dan 0.0811 m (lihat Gambar 8 dan 9). Distribusi temperatur dan tekanan dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Pada Gambar 5 dan 6 kecenderungan distribusi temperatur dan tekanan hampir sama dimana daerah kontak tertinggi terdapat pada bagian depan bantalan. Perbedaan antara D=0.075 m dan 0.125 m adalah pada besarnya daerah kontak yang terjadi akibat distribusi aliran temperatur dari fluida yang mengalir pada bantalan meningkat dengan besarnya diameter bantalan. Besarnya area kontak juga akan meningkatkan tegangan thermal^[6] yang terjadi pada area tersebut.



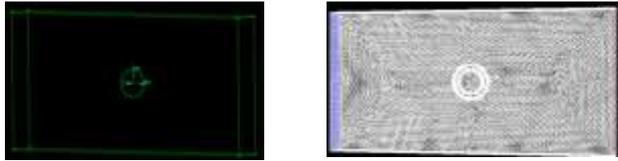
a. Distribusi Temperatur b. Distribusi Tekanan

Gambar 4. Distribusi Temperatur dan Tekanan pada Bantalan dengan D=0.075m (2-D)

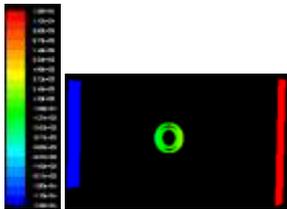


a. Distribusi Temperatur b. Distribusi Tekanan

Gambar 5. Distribusi Temperatur dan Tekanan pada Bantalan dengan D=0.125m (2-D)



Gambar 6. Model 3-D dan Mesh Bantalan



Gambar 7. Distribusi Tekanan pada Bantalan dengan $D=0.130m$ (3-D)

Untuk model 3-D dan mesh bantalan dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil yang diperoleh untuk 3-D ditunjukkan oleh Gambar 7 dimana pada gambar terlihat distribusi tekanan yang terjadi pada bantalan.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Temperatur dan Posisi Bantalan untuk $D=0.075m$



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Temperatur dan Posisi Bantalan untuk $D=0.125m$

Kesimpulan

Dari hasil pemodelan diperoleh distribusi temperatur dan tekanan untuk masing-masing model bantalan (2-D dan 3-D). Dengan mengetahui distribusi atau fenomena perpindahan panas pada

model bantalan akan diperoleh metode untuk memilih dan merancang bantalan yang sesuai dengan kondisi kerja bantalan sehingga kerusakan yang terlalu cepat dapat diminimalkan.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini disponsori dari dana DIKTI dalam HIBAH Fundamental

Referensi

- [1] Sularso, Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1978
- [2] SKF general catalogue, Media-Print, Germany, 2003.
- [3] Nao-Aki NODA, Hendra, Yasushi TAKASE, Wenbin LI, Thermal Stress and Heat Transfer Coefficient for Ceramics Stalk having Protuberance Dipping into Molten Metal Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering, Vol.4 No.8 PP. 1-16 (2010).
- [4] Zukauskas, A., Heat Transfer from Tubes in Cross Flow, In: Hartnett JP, Irvine Jr TF, editors, Advances in Heat Transfer, Vol.8, New York: Academic Press, p. 131, (1972).
- [5] Al-Zaharnah, I. T., Yilbas, B. S., and Hashmi, M. S. J., Conjugate Heat Transfer in Fully Developed Laminar Pipe Flow and Thermally Induced Stresses, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 190, pp. 1091-1104, (2000).
- [6] Noda, N.A., Hendra, Takase, Y., and Li, W., Thermal Stress Analysis for Ceramics Stalk in the Low Pressure Die Casting Machine, *Journal of Solid Mechanics and Material Engineering*, Vol. 3, No.10, pp. 1090-1100, (2009).