



Studi Ciri Respons Getaran Mekanik Dan Suara Akibat Keausan Pada Bantalan Gelinding

Rudy Yuni Widiatmoko*, Carolus Bintoro**

* Pengajar Program Studi Teknik Mesin

** Pengajar Program Studi Teknik Aeronautika

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40162

Telp. (62) (22) 2013 789 ext. 267, e-mail: bintoroc@yahoo.com

Abstrak

Paper ini membahas mengenai identifikasi kerusakan pada bantalan gelinding. Bantalan gelinding merupakan salah satu komponen permesinan yang sifatnya kritis terhadap perubahan yang terjadi. Baik dari sisi cara pemasangan ataupun pembuatan yang tidak benar, beban yang terjadi padanya dapat berlebih dan atau perubahan pembebanan dapat menyebabkan cacat atau kerusakan pada elemen penyusunnya, sehingga memperpendek usia pemakainnya. Kerusakan yang terjadi pada bantalan gelinding dapat menyebabkan peningkatan level getaran ataupun kebisingan (Acoustic Emmission). Cacat simulasi yang terjadi pada bantalan gelinding, diukur dengan menggunakan sensor khusus yang dibuat dari microphone. Sinyal yang diperoleh dalam domain waktu kemudian diubah dalam domain frekuensi dengan memanfaatkan proses fast fourrier transform. Kajian kemudian dilanjutkan dengan proses identifikasi. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa respons suara dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi frekuensi yang terjadi, namun belum dapat mengukur perubahan intensitasnya (magnitude-nya)

Kata kunci : Acoustic Emmission, Fourier Transform

Abstract

This paper discusses the identification of damage in rolling bearings. Rolling bearing is one of the components of machinery that are critical of the changes that occur. Both in the way of installation or manufacture that is not true, the burden that happened to him can be excessive and/or changes in loading can cause defects or damage to the constituent elements, so that shortens the life of

usage. Damage to rolling bearing that occur in rolling bearings, measured by using special sensors made from the microphone. Signals obtained in time domain and then converted in the frequency domain using fast fourrier transform. The study then continued with the identification process. From the test results can be seen that the response can be used to detect sound frequencies that occur, but no yet able to measure changes in its intensity (its magnitude).

Keywords: Acoustic Emmission, Fourier Transform

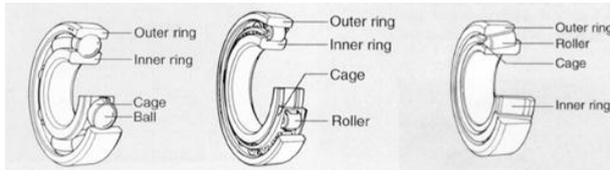
1. Pendahuluan

Suatu permesinan tersusun dari beberapa elemen yang bergerak/berputar (rotasi) maupun diam. Dalam kefungsiannya, bagian elemen rotasi tersebut umumnya ditumpu oleh elemen bantalan bola (*ball bearing*), maupun elemen rol (*roller bearing*) seperti diperlihatkan pada Gambar 1 [1]. Elemen bantalan tersebut menjadi titik paling kritis pada struktur permesinan, sehingga kinerja mesin tersebut sangat dipengaruhi oleh kinerjanya. Cacat pada bantalan dapat menjadi sumber eksitasi getaran yang respons getarannya memiliki ciri tertentu. Cacat yang terjadi menjadi inisiasi terjadinya cacat yang lebih besar dan akan menyebabkan kerusakan bantalan serta mengganggu fungsi mesin.

Sistem poros rotor dengan elemen gelinding sebagai komponen pendukung merupakan komponen penyusun utama pada banyak permesinan produksi (industri). Bantalan gelinding merupakan komponen yang ditujukan untuk mengurangi gesekan antara komponen yang diam dan yang bergerak dengan menempatkan elemen gelinding diantara kedua



permukaannya (lihat Gambar 1), sehingga tahanan gesek akan diubah menjadi tahanan gelinding. Oleh karena itu bantalan tersusun dari banyak elemen, sehingga bantalan menjadi titik paling kritis pada struktur mesin dan kinerjanya dipengaruhi oleh kinerja bantalan.



Gambar. 1. Jenis bantalan gelinding yang sering digunakan (a) *ball*, (b) *roller*, (c) *tapered*

Walaupun teknologi material dan proses produksi yang diterapkan pada proses pembuatan bantalan gelinding telah meningkatkan kinerjanya, namun demikian kerusakan akan tetap terjadi dan semakin cepat apabila mengalami pembebanan statik dan dinamik yang berlebih. Pembebanan berlebih sering terjadi terutama ketika industri mengalami level produksi yang tinggi ataupun adanya inisiasi cacat karena proses pemasangan yang tidak benar. Penggunaan pada kondisi tersebut mengakibatkan kerusakan bantalan lebih jauh dan dapat meningkatkan level getaran yang terukur pada rumah bantalan maupun dipancarkan dalam bentuk *acoustic emission*. Fungsi bantalan sebagai penunpu sistem poros rotor, mengakibatkan gaya reaksi yang timbul oleh adanya kerusakan pada elemen rotasi mesin akan diteruskan oleh elemen gelinding ke rumah bantalan.

Penelitian untuk mengidentifikasi kerusakan pada elemen gelinding, sangat diperlukan untuk mengembangkan teknik perawatan agar mampu mencegah kerusakan yang lebih parah. Diharapkan pemanfaatan hasil penelitian sebagai tools dapat mendukung perawatan prediktif. Sensor suara yang lebih murah juga merupakan motivasi peneliti yang ingin disampaikan dibandingkan dengan menggunakan sensor getaran.

Gelombang suara yang dibangkitkan oleh getaran objek dikarakterisasikan oleh gangguan tekanan dan kecepatan. Fluktuasi gelombang tekanan tersebut memiliki batasan frekuensi 16 Hz hingga 16 KHz sehingga mampu didengar oleh manusia [2]. Dengan demikian oleh adanya *micro defect* pada lintasan bantalan akan menyebabkan perubahan pergerakan elemen gelinding yang akan membangkitkan gelombang suara (AE). Kaidah tersebut yang dimanfaatkan untuk melakukan penelitian mengenai cacat geometri bantalan dengan adanya pembebanan luar.

Squeeze film dampers (lapisan pelumas) sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan

stabilitas dan getaran sistem poros rotor. Namun demikian, penggunaannya tidak benar-benar menyelesaikan permasalahan bantalan gelinding atau journal bearing [3]. Hal tersebut karena pelumasan akan memberikan lapisan tipis diantara elemen bantalan, yang karena rotasinya akan menjadikannya sangat keras. Ketebalan lapisan pelumas yang lebih kecil dari cacat geometri yang terjadi tetap akan menimbulkan getaran ataupun AE.

Pada banyak permesinan, bisung (noise) terjadi karena getaran struktur pendukung yang dipancarkan atau karena bidang pada mesin yang dieksitasi oleh gerakan mesin. Hal tersebut terutama oleh karena adanya gaya impact, yang terjadi karena adanya keausan/wear, looseness diantara elemen mesin [4]. Dengan demikian adanya cacat yang menimbulkan gaya impuls merupakan penyebab kebisingan dan spektrum frekuensi respons suaranya dapat digunakan sebagai indikasi kerusakan (ciri/signature).

Kegagalan penggunaan bantalan pada mesin dapat menyebabkan kecelakaan bagi operator dan kerugian ekonomi yang besar. Inspeksi manual tidak hanya mahal, tetapi juga terkait dengan adanya resiko kecelakaan akibat adanya cacat yang disebabkan oleh proses perakitan kembali mesin yang kurang sempurna. Dengan demikian diperlukan metode tidak merusak (Non Destructive Test) untuk memprediksi kondisi bantalan lebih dini sebelum kerusakan lebih parah terjadi. Informasi tersebut dapat digunakan untuk perawatan mesin pada run-stop mendatang [5].

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan pola identifikasi melalui kaji eksperimental terkait dengan cacat yang terjadi pada bantalan gelinding ataupun sistem mekanik. Kajian dilakukan berdasarkan pada pengukuran respons getaran suara, dan pengukuran dilakukan dengan menggunakan stescope khusus yang dilengkapi dengan *microphone*. Prediksi dan justifikasi didasarkan pada perumusan matematik, berbasis pada kinematika dan perubahan kekakuan karena adanya cacat. Kajian ini didorong untuk mendapatkan suatu tools dalam mendukung teknik perawatan prediktif.

2. PEMODELAN SISTEM

Penelitian dilakukan melalui kaji teoritik dan eksperimental, dimana didalamnya juga dilakukan proses rancang bangun perangkat uji. Kaji teoritik dilakukan untuk mendapatkan gambaran awal mengenai frekuensi yang ditimbulkan oleh adanya cacat pada lintas bantalan gelinding. Simulasi untuk



mendukung kajian dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak Matlab, CATIA dan Autosignal.

Pada penelitian ini, respons suara domain waktu menjadi tolak ukur pertama yang dicari. Pengukuran dilakukan dengan *sampling time* 10 detik, yang kemudian diolah untuk mendapatkan rata-rata untuk *sampling time* 2 detik. Proses perata-rataan dilakukan pada perangkat lunak matlab, sedangkan pengukurannya menggunakan pemrograman yang telah dikembangkan sendiri dengan memanfaatkan sond card pada laptop.

Sinyal suara yang telah direkam dan telah dirata-rata dengan memanfaatkan perangkat lunak Catia, kemudian diubah dalam domain frekuensi dengan memanfaatkan proses fast fourrier transform (FFT). Hasilnya kemudian dianalisis, dengan memanfaatkan kaidah kinematika untuk menentukan pola cacat yang terjadi.

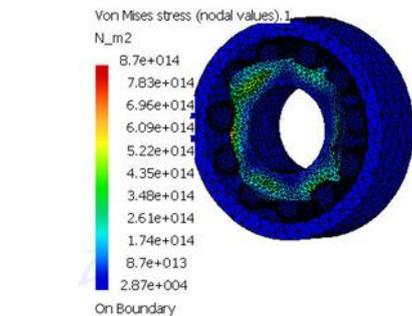
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini telah dapat memberikan gambaran mengenai cacat yang terdapat pada bantalan, namun keparahan cacat belum dapat diprediksi. Hal tersebut disebabkan oleh karena intensitas suara sangat bergantung pada posisi sensor. Namun demikian melalui proses *trending* seharusnya dapat diketahui perkembangan cacat hingga titik yang membahayakan.

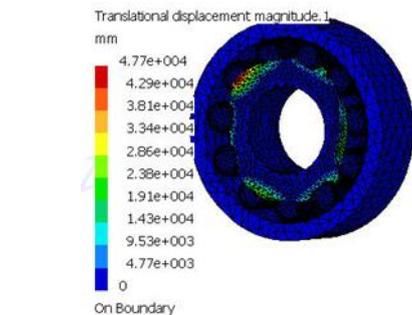
Proses kaji finite element pada perangkat uji, dapat mengetahui respons naturalnya. Gambar 2 dan Tabel 1 memperlihatkan hasil kaji finite elemen dari bantalan tanpa adanya load zone.

Tabel 1. Frekuensi pribadi model bantalan gelinding tanpa keausan dan *load zone*

Mode number	Frequency Hz	Stability
1	9.6660e+004	1.7926e-006
2	1.0109e+005	3.0738e-005
3	1.0402e+005	7.6442e-006
4	1.0481e+005	1.4460e-005
5	1.0541e+005	1.7877e-004
6	1.0570e+005	3.7826e-005
7	1.0608e+005	1.0009e-004
8	1.0613e+005	5.8250e-004
9	1.1148e+005	1.5163e-004
10	1.1404e+005	1.4259e-004



a. Frequency case solution – von mises stress



Gambar 2. Plot hasil kaji finite element menggunakan CATIA, pada frekuensi 114 044 Hz

Pada penelitian ini, telah dilakukan pengukuran respons getaran mekanik bantalan dengan menggunakan teknik AE. Kajian dilakukan pada perangkat uji sistem bantalan di Lab. Dinamika PPAU-IR ITB, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.



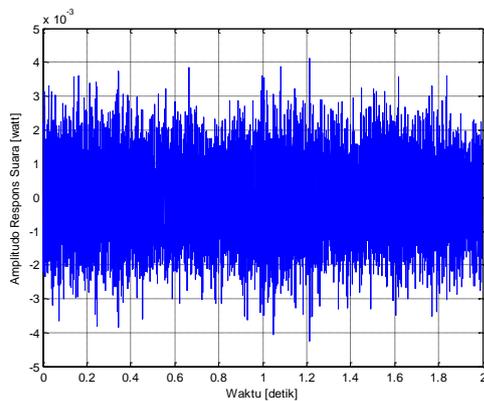
a. Pengukuran disekitar bantalan



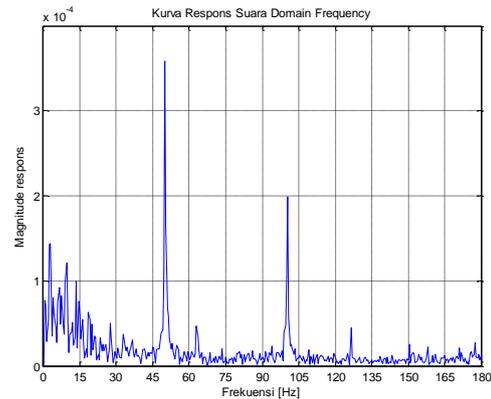
b. Pengukuran disekitar motor penggerak

Gambar 3. Pengukuran pada set-up bantalan uji

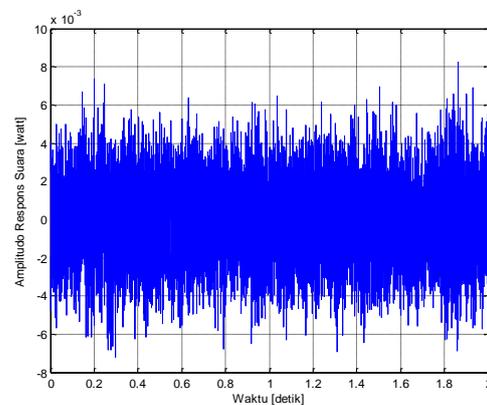
Hasil kaji eksperimental respons getaran mekanik sistem diperlihatkan pada Gambar 4. Sinyal domain waktu tersebut kemudian diubah menjadi domain waktu sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5.



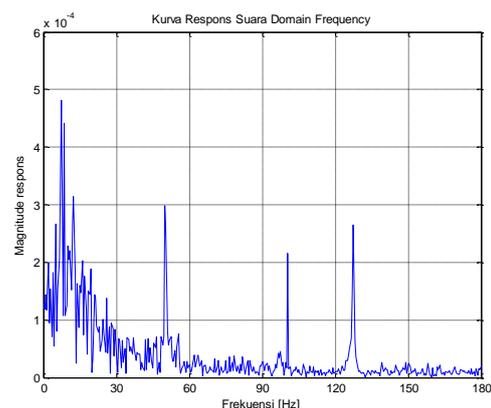
Gambar 4. Respons suara set-up bantalan domain waktu pada kecepatan putaran 900 rpm



Gambar 5. Respons suara set-up bantalan domain frekuensi pada kecepatan putaran 900 rpm



Gambar 6. Respons suara set-up bantalan domain waktu pada kecepatan putaran 1800 rpm



Gambar 7. Respons suara set-up bantalan domain frekuensi pada kecepatan putaran 1800 rpm

Dapat diamati dari hasil pengujian bahwa frekuensi jala-jala (50 Hz) mengotori hasil pengukuran. Hal tersebut menimbulkan kesulitan dalam proses



analisisnya. Bantalan sendiri menunjukkan kondisi yang baik karena memang masih baru.

4. Kesimpulan

Penggunaan teknologi AE dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi adanya kerusakan pada komponen mesin dalam hal ini mesin sepeda motor (poros rocker arm). Namun demikian kajian lebih mendalam baik dalam aspek pengukuran sinyal AE, pengolahan data, maupun pemodelan untuk menentukan respon teoritik masih dapat dikembangkan untuk dapat memvalidasi pemanfaatan teknik yang cukup murah ini dalam mendukung teknologi prediktif maintenance.

DAFTAR PUSTAKA

1. Harris, T.A., 1991, *Rolling Bearing Analysis*, John Wiley & Sons, Inc.
2. Tilema, H., *Noise Reduction of Rotating Machinery by Viscoelastic Bearing Supports*, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands, February 2003.
3. El-Marhomy, A.A., *Parametric Stability Analysis of Rotor-Bearing Systems*, Proc. Natl. Sci. Council. ROC (A), Vol. 23, No. 1, 1999.
4. Kim, K-J., Lee, C-W., *Design and Modeling of Semi-Active Squeeze Film Damper Using Magnetoreological Fluid*, 7th International Conference on Motion and Vibration Control, 2004.
5. Dubowsky, S., Oppenheimer, C.H., *A Methodology for Predicting Impact-Induced Acoustic Noise in Machine Systems*, Journal of Sound and Vibration, 2003.