

---

## ANALISIS SPEKTRUM GETARAN PADA KERUSAKAN BANTALAN ROL DENGAN VARIASI PEMBEBANAN

Ahmad Yusran Aminy

Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Hasanuddin

Jl Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar (90245)

Sulawesi Selatan Indonesia

Telpon : 0411-586300, FAX : 0411, E-mail : [ahmadyusrana@yahoo.co.id](mailto:ahmadyusrana@yahoo.co.id)

### Abstrak

*Getaran merupakan respon dari sebuah sistem mekanik terhadap gaya yang diberikan. Gaya yang menyebabkan getaran, dapat ditimbulkan oleh beberapa sumber misalnya, karena kerusakan bantalan (bearing fault), massa yang tidak seimbang dan misalignment. Kerusakan yang terjadi pada bantalan, dapat berupa cacat lokal atau cacat terdistribusi. Metoda yang paling banyak dipakai untuk mendeteksi kerusakan pada bantalan adalah dengan mengukur amplitudo dan frekuensi yang terjadi pada arah radial. Pada penelitian ini, sampel yang digunakan adalah bantalan rol (LM11749M). Getaran diukur pada bantalan dengan menggunakan sinyal getaran dan dianalisis berdasarkan spektrum getaran yang terjadi.*

*Analisa dilakukan dengan membandingkan spektrum getaran yang terjadi pada bantalan rol pada kondisi normal dan ketika terdapat cacat.*

*Keywords: Bantalan, spektrum getaran,*

### I. Pendahuluan

Sebuah mesin yang ideal sempurna, pada prinsipnya tidak menimbulkan getaran sama sekali, karena seluruh energi yang dihasilkan diubah menjadi kerja. Namun di dunia ini tidak ada yang sempurna, sehingga sebagian energi salah satunya terbuang menjadi getaran. Getaran timbul akibat transfer gaya siklik melalui elemen-elemen mesin yang ada, dimana elemen-elemen tersebut saling beraksi satu sama lain dan energi didesipasi melalui struktur dalam bentuk getaran. Kerusakan atau keausan serta deformasi akan mengubah karakteristik dinamik sistem dan cenderung meningkatkan energi getaran. Metode masa lalu dengan cara mendengarkan suara mesin

dan menyentuh/meraba (*hearing and touching*) dikembangkan untuk menentukan apakah mesin bekerja baik atau tidak, tetapi

metode klasik tersebut tidak lagi andal untuk saat ini, karena dua faktor berikut ini :

1. Mesin-mesin modern dirancang untuk berjalan secara otomatis, sehingga interaksi antara manusia (operator) dan mesin tidak lagi efektif dan ekonomis.
2. Kebanyakan mesin-mesin modern beroperasi pada putaran/kecepatan tinggi, dimana getaran yang timbul banyak yang berfrekuensi tinggi dan tidak lagi dapat dibedakan oleh indra manusia, sehingga dibutuhkan alat untuk mendeteksi dan mengukurnya.

Oleh karena itu untuk mengatasi salah satu permasalahan di atas dikembangkan



metode untuk mendeteksi jenis kerusakan dan tingkat kerusakan bantalan rol dari karakteristik sinyal getarannya. Selanjutnya metode ini banyak diaplikasikan pada *preventif maintenance* yang ekonomis.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis perbedaan spektrum getaran antara bantalan baru dengan bantalan cacat rol pada variasi pembebanan.
2. Menganalisis perbedaan spektrum getaran pada tiap variasi pembebanan.

Melihat begitu kompleksnya permasalahan mengenai getaran, maka dalam penelitian ini penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Sampel yang digunakan adalah bantalan rol kerucut (LM11749R)
2. Bantalan rol kerucut (LM11749MR) yang digunakan adalah bantalan yang masih berada dalam kondisi baik dengan bantalan yang sengaja dibuat cacat pada bola.
3. Getaran (*vibration*) diukur pada bantalan dengan menggunakan sinyal getaran.
4. Getaran (*vibration*) dianalisis berdasarkan spektrum getaran yang terjadi.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini, dilaksanakan pada bulan Agustus 2010 di Laboratorium Getaran dan Akustik Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar. Adapun peralatan yang digunakan adalah; Motor DC 1 Hp 1 unit, Transduser (IRD) 1 unit, Multicannal Signatur Analyser (IRD) 1 unit, Plotter (IRD) 1 unit dan Tachometer 1 unit. Sedangkan sebagai sampel, digunakan Bantalan Rol Kerucut (LM11749R) 2 buah, satu diantaranya bantalan normal dan yang lainnya sengaja di buat cacat pada bagian bola (roll) nya.

Metode analisis yang digunakan adalah menghitung frekuensi secara teoritis dan mengukur langsung frekuensi secara aktual, baik pada bantalan yang kondisinya baik (tanpa cacat) maupun pada bantalan dalam kondisi cacat.

### A. Analisa Secara Teoritis

- **Momen yang bekerja**

$$M = F \times L \quad \dots (1)$$

Dimana : F = Gaya/Beban

L = Jarak (cm) = 8 cm

- **Mencari torsi mula-mula pada motor**

$$T = \frac{N}{2\pi n/60}, \quad \dots (2)$$

Dimana N = daya motor [rpm]

n = putaran motor [rpm]

- **Torsi pada saat pengereman**

$$T = W \cdot L \text{ (Nm)} \quad \dots (3)$$

Dimana

W = Beban pada pengereman ( N )

L = Lengan beban ( m )

- **Daya ( Daya mekanik pada poros )**

$$N = \omega \times T \text{ dimana } \omega = \frac{2\pi n}{60} \quad \dots (4)$$

- **Putaran poros pengereman**

$$N = \frac{2\pi n}{60} T \text{ atau } n = \frac{N \cdot 60}{2\pi T} \quad \dots (5)$$

- **Cacat lokal pada lintasan dalam (*inner race*)**

Adapun data yang dibutuhkan dalam perhitungan ini adalah sebagai berikut:

$$BPFI = \frac{Nb}{2} * f_r \left( 1 + \frac{Bd}{Pd} * \cos \alpha \right) \quad \dots (6)$$

Dimana :



$N_b$  = Jumlah rol (*Number of roll*),  
 $f_r$  = Frekuensi relatif pada putaran poros (CPM),  
 $Bd$  = Diameter elemen rol (*Rolling element*) mm,  
 $Pd$  = Diameter Pitch (*Pitch diameter*) mm dan  
 $\alpha$  = Sudut kontak (*Contact angle*) derajat.

- **Cacat lokal pada lintasan luar (*outer race*)**

$$BPFO = \frac{N_b}{2} * f_r \left( 1 - \frac{Bd}{Pd} * \cos \alpha \right) \dots (7)$$

- **Cacat lokal pada rol (*rolling element*)**

$$BSF = \frac{Pd}{2Bd} * f_r \left( 1 - \left( \frac{Bd}{Pd} * \cos \alpha \right)^2 \right) \dots (8)$$

- **Cacat lokal pada pemisah (*cage*)**

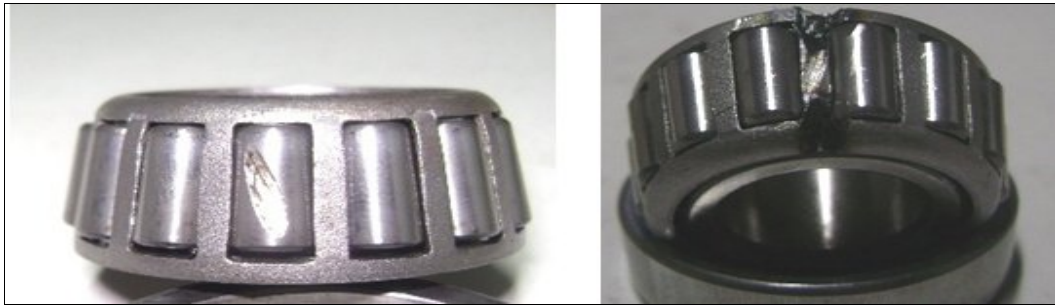
$$FTF = \frac{f_r}{2} \left( 1 - \frac{Bd}{Pd} \cos \alpha \right) \dots (9)$$

## B. Analisa Secara Aktual

Dalam menentukan frekuensi getaran secara aktual pada bantalan rol kerucut, maka dilakukan pengujian bantalan yang di buat cacat pada bola (roll) nya. Dimana dilakukan pembebanan yang berbeda-beda untuk mendapatkan spektrum getaran pada tiap variasi pembebanan. Selain menentukan frekuensi getaran juga menentukan kecepatan amplitudo getaran yang terjadi pada pengujian ini. Pengukuran yang dilakukan pada :

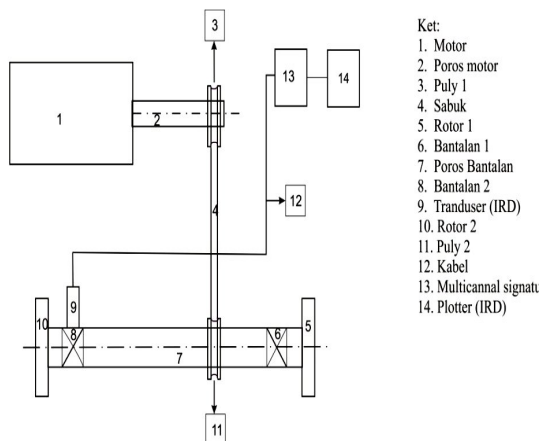
1. Bantalan rol tanpa cacat / bantalan baru (gambar 1-a) ... (7)
2. Bantalan rol dengan cacat pada lintasan dalam / *inner* (gambar 1-b)
3. Bantalan antalan rol dengan cacat pada lintasan luar / *outer* (gambar 1-c)
4. Bantalan rol dengan cacat pada rol / *rolling element* (gambar 1-d)
5. Bantalan rol dengan cacat pada pemisah / *cage* (gambar 1-e)





Gambar 1. Sampel penelitian bantalan roll

Intalasi Pengujian digambarkan pada gambar-2 sebagai berikut :



Gambar 2. Skema Rangkaian Peralatan Eksperimen untuk Mendeteksi Jenis Kerusakan Bantalan Rol

### 3. Hasil Dan Pembahasan

## Analisa Frekuensi Getaran Secara Aktual

Dalam menentukan frekuensi getaran secara aktual pada bantalan rol kerucut, maka dilakukan pengujian bantalan baru dan bantalan cacat dengan tingkat kecacatan yang berbeda, dimana jumlah cacatnya satu pada setiap bantalan. Selain menentukan frekuensi getaran juga menentukan kecepatan amplitudo getaran yang terjadi pada pengujian ini.

- Pengujian bantalan rol tanpa cacat (bantalan baru)

Dari pengujian ini dapat dilihat pada grafik bantalan baru dimana amplitudo kecepatan getaran pada bantalan diperoleh sebagai berikut : bagian dalam (18), luar (29), rol (14 mm/s), dan pemisah (3 mm/s) dan sinyal getarannya teredam, ini disebabkan karena bantalan rol belum diberi cacat (bantalan baru) sehingga tumbukan yang terjadi tidak ada (kurang) atau rol berputar dengan normal maka respon getarannya akan berupa getaran bebas teredam.

- Pengujian bantalan rol dengan cacat pada lintasan dalam (*Inner race*)

Terlihat pada grafik amplitudo kecepatan getaran pada spektrum frekuensi bantalan cacat dalam (105 mm/s) sangat besar bila dibandingkan dengan amplitudo kecepatan pada bantalan tanpa cacat atau bantalan baru (18 mm/s), ini disebabkan karena pada waktu rol berputar terjadi *metal impact* antara lokasi cacat pada lintasan dengan rol yang berputar mengelilingi lintasan. Untuk cacat pada lintasan dalam, jumlah impuls yang terjadi untuk satu putaran cukup banyak, sehingga belum sempat impuls teredam, impuls berikutnya sudah terjadi.

Spektrum frekuensi cacat lintaaan dalam secara aktual berada pada titik 18000 CPM, berbeda dengan frekuensi secara teoritis yaitu 16610.17 CPM atau



perbedaannya berada sekitar 7,72%. Perbedaan harga spektrum frekuensi teoritis dengan aktualnya disebabkan oleh Elemen rol pada bantalan ini tidak menggelinding dengan sempurna seperti yang diasumsikan pada saat menurunkan rumus teoritiknya.

- **Pengujian bantalan rol dengan cacat pada lintasan luar (*outer race*)**

Pada grafik bantalan cacat luar, amplitudo kecepatan getaran yang terjadi pada pengujian bantalan rol cacat luar (180 mm/s) lebih besar dibandingkan dengan amplitudo kecepatan getaran pada bantalan tanpa cacat atau bantalan baru (29 mm/s). Membesarnya amplitudo kecepatan getaran pada pengujian bantalan cacat luar, ini disebabkan karena pada lintasan luar terdapat lubang yang apabila dilewati oleh rol akan menimbulkan eksitasi impuls. cacat pada lintasan luar juga merupakan getaran bebas teredam yang terjadi secara periodik.

Tingkat kerusakan yang terjadi pada bantalan ini dapat dianalisa melalui amplitudo kecepatan getaran. Dimana amplitudo kecepatan getaran pada bantalan cacat luar merupakan amplitudo kecepatannya lebih besar dibandingkan dengan bantalan cacat dalam (105 mm/s), cacat pemisah (18 mm/s) dan cacat rol (28 mm/s). Disebabkan karena posisi lintasan ini terpasang dengan tetap atau tidak berputar.

Spektrum frekuensi cacat lintasan luar secara aktual berada pada titik 11000 CPM, berbeda dengan frekuensi secara teoritis yaitu 11389.83 CPM atau perbedaannya berada sekitar 3,42%. Perbedaan harga spektrum frekuensi teoritis dengan aktualnya disebabkan oleh Elemen rol pada bantalan ini tidak menggelinding dengan sempurna seperti yang diasumsikan pada saat menurunkan rumus teoritiknya.

- **Pengujian bantalan rol dengan cacat pada rol (*rolling element*)**

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap cacat pada rol dimana amplitudo kecepatan getaran pada bantalan cacat rol (28 mm/s) lebih besar dibandingkan dengan amplitudo kecepatan yang terjadi pada bantalan tanpa cacat atau bantalan baru (14 mm/s). Dengan adanya cacat rol mengakibatkan putaran rol tidak normal sehingga tumbukan dapat terjadi secara periodik.

Spektrum frekuensi cacat pada rol secara aktual berada pada titik 5000 CPM, berbeda dengan frekuensi secara teoritis yaitu 5177.196 CPM atau perbedaannya berada sekitar 3,42%. Perbedaan harga spektrum frekuensi teoritis dengan aktualnya disebabkan oleh elemen rol pada bantalan ini tidak menggelinding dengan sempurna seperti yang diasumsikan pada saat menurunkan rumus teoritiknya.

Tingkat kerusakan yang terjadi pada bantalan ini dapat dianalisa melalui amplitudo kecepatan getaran. Amplitudo kecepatan getaran pada cacat rol lebih kecil dibandingkan dengan bantalan cacat pada lintasan dalam (105 mm/s) dan bantalan cacat pada lintasan luar (180 mm/s), tapi lebih besar dari bantalan cacat pemisah (18 mm/s). Hal ini terjadi karena pada 1 kali putaran rol, cacat akan menyentuh lintasan dalam 1 kali dan lintasan luar 1 kali. Sehingga dalam 1 kali putaran tersebut akan terjadi 2 impuls.

- **Pengujian bantalan rol dengan cacat pada pemisah (*cage*)**

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap cacat pada pemisah (*cage*) sama hal terjadi pada cacat rol. Pada grafik pengujian bantalan cacat pemisah lampiran A dimana amplitudo kecepatan getaran yang terjadi pada cacat pemisah (18 mm/s) lebih besar dibandingkan dengan amplitudo kecepatan getaran pada bantalan bantalan tanpa cacat atau bantalan baru (3 mm/s). Hal



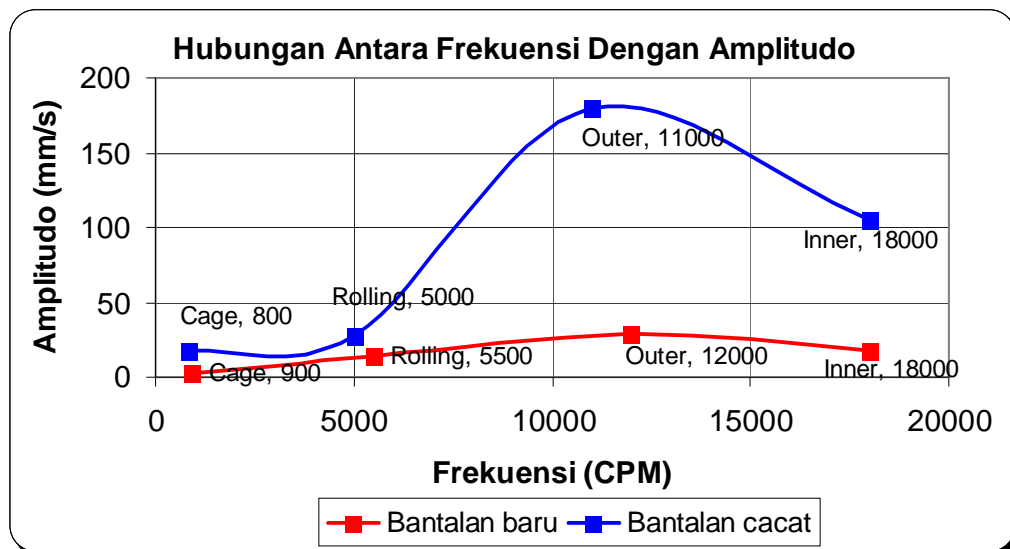


ini disebabkan karena adanya cacat pada pemisah sehingga rol bantalan tidak berputar dengan normal.

Tingkat kerusakan yang terjadi pada bantalan ini dapat dianalisa melalui amplitudo kecepatan getaran. Amplitudo kecepatan getaran yang terjadi pada bantalan cacat pemisah lebih kecil dibandingkan dengan amplitudo kecepatan getaran pada bantalan cacat dalam (105 mm/s), bantalan cacat luar (180 mm/s) dan bantalan cacat rol (28 mm/s). Ini disebabkan karena cacat pada pemisah tidak bersentuhan dengan lintasan dalam dan lintasan luar tapi hanya bersentuhan dengan rol sehingga impuls

yang terjadi sangat kecil bila dibandingkan dengan cacat yang lain.

Spektrum frekuensi cacat pemisah secara aktual berada pada titik 800 CPM, berbeda dengan frekuensi secara teoritis yaitu 813.559 CPM atau perbedaannya berada sekitar 1,67%. Perbedaan harga spektrum frekuensi teoritis dengan aktualnya disebabkan oleh Elemen rol pada bantalan ini tidak menggelinding dengan sempurna seperti yang diasumsikan pada saat menurunkan rumus teoritiknya.



Gambar -3. Grafik hubungan antara Frekuensi dan Amplitudo pada bantalan baru dan bantalan cacat

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil berapa kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil pengujian bantalan rol dan analisa dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan spektrum getaran

antara bantalan baru dengan bantalan cacat. Dimana amplitudo kecepatan getaran bantalan cacat bagian dalam (105 mm/s), luar (180 mm/s), rol (28 mm/s), dan pemisah (18 mm/s) lebih besar dibandingkan amplitudo kecepatan bantalan baru bagian dalam (18), luar (29), rol (14), dan



pemisah (3 mm/s). Hal ini disebabkan karena pada bantalan baru tidak terjadi tumbukan pada saat rol berputar, sedangkan bantalan cacat pada waktu rol berputar terjadi *metal impact* atau tumbukan antara lokasi cacat pada lintasan dengan rol yang berputar mengelilingi lintasan.

- b) Dari hasil pengujian dan analisa dapat disimpulkan bahwa bantalan cacat dengan jenis cacat berbeda terjadi perbedaan spektrum getaran. Dimana amplitudo kecepatan getaran yang paling besar terjadi pada cacat lintasan luar (180 mm/s) lalu lintasan dalam (105 mm/s). Hal ini dapat terjadi karena untuk cacat pada lintasan dalam berputar seiring dengan putaran poros dan lintasan luar terpasang dengan tetap atau tidak berputar, sehingga jumlah impuls yang terjadi pada cacat luar dan cacat dalam untuk satu putaran cukup banyak, sehingga belum sempat impuls teredam, impuls berikutnya sudah terjadi. Lain hal terjadi pada bantalan cacat rol dimana impuls terjadi dua kali dalam satu kali putaran, sehingga amplitudo kecepatannya pada bantalan cacat rol (28 mm/s) lebih besar dari bantalan cacat pemisah tapi lebih kecil dari bantalan cacat dalam dan luar. Pada bantalan cacat pemisah hanya impuls-impuls kecil, sehingga amplitudo kecepatan cacat pemisah (18 mm/s) amplitudo yang paling kecil ini disebabkan karena bagian pemisah tidak bersentuhan langsung dengan lintasan luar dan lintasan dalam.

## Daftar Pustaka.

- [1]. Hery Nopian, *Analisa Spektrum Getaran Akibat Kerusakan Bantalan Bola Pada Mesin Perkakas Gerinda Bangku*. Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Vol.6, No. 2, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2004.
- [2]. Joseph Edward Shigley, Larry D. Mitchell, Gandhi Harahap, *Perencanaan Teknik Mesin* (Terjemahan). Edisi Keempat Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984.
- [3]. K. Vierck, Robert, Munaf, Dicky Rezady, *Analisa Getaran* (Terjemahan). Penerbit Eresco, Bandung, 1986
- [4]. PAU, Laboratorium Dinamika, *Getaran Permesinan*. Ilmu Rekayasa ITB, Bandung, 1997.
- [5]. R. Soekrisno, Jamasri, *Getaran Pada Konstruksi*. Penerbit Pau Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 1990.
- [6]. Sularso, Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin* (Terjemahan). Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 2002.
- [7]. Thomson, W.T, Lea Prasetyo, *Teori Getaran Dengan Penerapannya* (Terjemahan). Edisi Ke-2, Penerbit Erlangga, Jakarta. 1986



