

ANALISA GETARAN PADA BEARING POMPA SENTRIFUGAL UNTUK MONITORING KONDISI DI PDAM TIRTA TERUBUK BENGKALIS

Irfan Maulana¹, Erwen Martianis²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau - 2871

Email: irfanmaulana25052003@gmail.com, erwin@polbeng.ac.id

ABSTRAK

Pompa sentrifugal merupakan peralatan krusial di PDAM Tirta Terubuk Bengkalis, di mana kinerjanya sangat bergantung pada kondisi bearing. Getaran berlebih pada bearing menjadi indikator utama kerusakan yang dapat menyebabkan downtime operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis getaran pada bearing pompa sebagai metode monitoring kondisi, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab getaran, serta merumuskan rekomendasi perawatan yang efektif. Metode penelitian melibatkan studi lapangan dengan pengukuran getaran secara langsung pada bearing housing pompa menggunakan sensor getaran tiga sumbu (horizontal, vertikal, aksial). Data sinyal getaran mentah yang diperoleh kemudian diolah menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk menghitung nilai RMS (Root Mean Square) dan memvisualisasikan karakteristik getaran. Analisis penyebab getaran dilakukan menggunakan diagram Fishbone, dan hasilnya dibandingkan dengan standar keparahan getaran ISO 10816-3. Hasil analisis menunjukkan tingkat getaran yang sangat tinggi dan mengkhawatirkan. Nilai RMS pada sumbu Y (28.730 mm/s) dan Z (38.877 mm/s) masuk dalam Zona D (Merusak), sementara sumbu X (4.670 mm/s) berada di Zona C (Perhatian). Hasil ini mengindikasikan adanya kerusakan serius pada bearing yang memerlukan tindakan segera. Getaran berlebih terbukti menjadi penyebab utama percepatan keausan dan potensi kegagalan prematur pada bearing. Direkomendasikan untuk melakukan perbaikan segera, menerapkan strategi perawatan berbasis kondisi (condition-based maintenance), serta meningkatkan kualitas prosedur perawatan seperti alignment dan pelumasan untuk memperpanjang umur pakai pompa.

Kata kunci: Analisis Getaran, Pompa Sentrifugal, Bearing, Monitoring Kondisi, ISO 10816-3, Perawatan Prediktif

PENDAHULUAN

Revolusi industri yang dimulai pada akhir abad ke-18 sangat berpengaruh pada perkembangan dunia industri saat ini. Perkembangan tersebut diimbangi juga dengan teknik perawatannya khususnya pada pompa yang berguna mengalirkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain. Dimana kegiatan perawatan itu pun berfokus pada monitoring kondisi pompa seperti halnya menganalisa adanya getaran serta meningkatkan kinerja dari pompa tersebut.

Menurut Saputra (2020) pompa sentrifugal adalah mesin yang memindahkan fluida dengan cara putaran dan fluida keluar secara radial melalui *impeller*. Prinsip kerja pompa sentrifugal adalah mengubah energi mekanis dari alat penggerak menjadi energi kinetis fluida.

Namun, untuk meningkatkan umur pakai pompa sentrifugal tidak hanya bergantung pada desainnya tetapi juga pada pemeliharaan dan pemantauan secara rutin. Seperti salah satunya metode pemantauan yang dapat digunakan adalah analisis getaran. Getaran pada pompa sentrifugal

dapat mendeteksi terkait adanya kerusakan pada pompa, dengan kemampuan mendeteksi perubahan-perubahan kecil pada sistem mekanis yang dapat menjadi indikator awal masalah.

Di sisi lain jika terjadi kerusakan pada salah satu komponen pompa sentrifugal, dapat mengakibatkan *downtime* sistem keseluruhan sehingga menghentikan proses produksi. Hal tersebut akan menyebabkan kerugian pada perusahaan yang berupa biaya pekerja, harga komponen, serta kerugian kegagalan produksi. Oleh karena itu perlu adanya interval pemeliharaan yang sesuai. Apabila interval waktu penggantian komponen terlalu panjang maka mesin akan berhenti beroperasi dan mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Namun jika interval waktu penggantian pendek maka, biaya penggantian menjadi tinggi.

Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian tentang penyebab terjadinya getaran pada *bearing* yang bisa menghentikan proses produksi. Sehingga perlu dilakukan perawatan guna untuk mengurangi kemungkinan kerusakan dan

meningkatkan umur pakai *bearing* pada pompa sentrifugal. Pada proses ini akan banyak memakan biaya awal yang tinggi, namun biaya tersebut akan tertutupi dengan estimasi *break even*. Estimasi ini mengalkulasikan jumlah waktu jam kerja yang harus dipenuhi oleh peralatan guna untuk menutupi biaya awal.

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Analisa getaran pada pompa dapat memberikan wawasan mendalam terhadap sumber getaran, seperti ketidakseimbangan, *misalignment*, keausan bantalan, resonansi yang dapat mempengaruhi kinerja mesin. Dengan memahami sumber getaran dan mengimplementasikan tindakan perbaikan yang tepat, dapat diharapkan bahwa efisiensi operasional pompa dapat ditingkatkan, *downtime* dapat di minimalkan, dan biaya pemeliharaan dapat dioptimalkan serta meningkatkan kinerja pada pompa.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengidentifikasi sebab penyebab yang mempengaruhi getaran pada bearing pompa sentrifugal menggunakan diagram *fishbone*. Dan untuk mengetahui kondisi getaran dan grafik yang terbentuk selama pengoperasian melalui analisis data menggunakan Matlab. Serta menentukan dampak getaran terhadap umur pakai *bearing* dan memberikan rekomendasi perawatan berdasarkan hasil analisa di PDAM Tirta Trubuk Bengkalis.

Dari tujuan penelitian di atas ada beberapa manfaat yang didapatkan yaitu mengurangi potensi kerusakan pada pompa sentrifugal yang diakibatkan oleh kerusakan bearing dan meningkatkan efisiensi operasional dengan memahami gejala getaran dan penerapan tindakan perbaikan yang tepat. Mengoptimalkan biaya pemeliharaan dengan penerapan strategi berbasis kondisi aktual (*condition-based maintenance*), sehingga penggantian komponen hanya dilakukan bila benar-benar diperlukan.

1. METODE

1.1 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah pompa yang memiliki prinsip kerja memindahkan aliran fluida dari rendah ketinggian. Pompa ini merupakan pompa yang sangat umum digunakan dalam kebutuhan industri. Hampir dari semua pompa yang digunakan oleh industri adalah pompa sentrifugal. Pompa ini terdiri dari kipas yang bisa berputar dalam sebuah casing. Casing tersebut kemudian dihubungkan dengan saluran tekan dan saluran isap. Hal ini memungkinkan daya tekan yang dimiliki

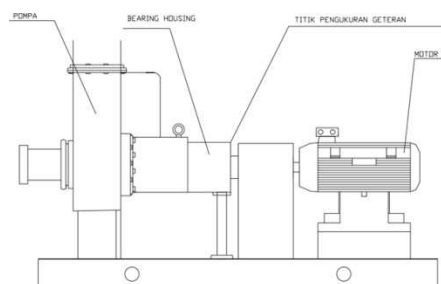
pompa ini sangat efisien. Turunnya kinerja pompa secara tiba-tiba dan ketidakstabilan dalam operasi sering menjadi masalah yang serius dan mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan. Salah satu indikasi penyebab turunnya performa

pompa adalah pengaruh getaran pada bearing. Di bawah ini gambar pompa sentrifugal :



Gambar 1. Pompa Sentrifugal
Sumber: Dokumentasi Peneliti

1.2 Titik Pengukuran Getaran Pada Pompa



Gambar 2. View Pompa Sentrifugal dari samping

Titik pengukuran yang dilakukan adalah dekat bantalan atau rumah bearing (housing)

1.4 Langkah Pengujian

Adapun proses selanjutnya terdiri dalam beberapa tahap yaitu, sebagai berikut:

1. Persiapan Awal
Dilakukan pengecekan kondisi fisik pompa sebelum pengukuran, untuk memastikan sistem bekerja normal tanpa gangguan mekanis yang terlihat
2. Pengambilan Data Getaran
Pengukuran dilakukan pada bearing housing di tiga sumbu utama: X (horizontal), Y (vertikal), dan Z (aksial). Pengukuran dilakukan secara berkala selama durasi tertentu (± 1 menit setiap kali pengukuran).
3. Pengolahan Data
Data getaran mentah diolah menggunakan aplikasi matlab, untuk menampilkan grafik serta menghitung nilai rata-rata getaran.
4. Analisa Perbandingan
Hasil pengolahan data dibandingkan dengan batas ambang menurut standar ISO 10816-3, guna menentukan kondisi kesehatan bearing.
5. Penarikan Kesimpulan
Hasil analisis digunakan untuk menilai apakah bearing mengalami gejala kerusakan atau masih berada dalam batas aman.

1.3 Alat

Dalam Penelitian ini alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Vibration Meter*
Vibration Meter adalah alat uji yang berfungsi untuk mengukur getaran suatu benda, seperti

motor, pompa, atau benda bergetar lainnya terutama dalam dunia industri. Tujuannya adalah untuk mendeteksi perubahan atau anomali pada pola getaran yang dapat mengindikasikan adanya masalah atau kerusakan pada mesin tersebut.

2. Set up sensor

- Sensor pada sumbu X (warna merah)
Sensor dipasang untuk mendeteksi getaran yang terjadi pada sumbu X, dengan arah horizontal pada bearing housing.
- Sensor pada sumbu Y (warna hijau)
Sensor dipasang untuk mendeteksi getaran yang terjadi pada sumbu Y, dengan arah vertical pada bearing housing.
- Sensor pada sumbu Z (warna biru)
Sensor dipasang untuk mendeteksi getaran yang terjadi pada sumbu Z, dengan arah aksial pada bearing housing

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Pengolahan Data Setiap Sumbu

Getaran pada setiap sumbu (Horizontal, Vertikal, dan Aksial) dianalisis secara individual menggunakan persamaan dasar getaran harmonik.

1. Simpangan

a. Sumbu X (Horizontal)

$$x(t) = A_x \sin(\omega_x t + \phi_x)$$

$$x(0,002) = 14 \times 10^{-3} \sin(7,386.0,002 + (-0,134))$$

$$= -0,0017 \frac{m}{s}$$

b. Sumbu Y (Vertikal)

$$y(t) = A_y \sin(\omega_y t + \phi_y)$$

$$y(0,002) = 41 \times 10^{-3} \sin(7,477.0,002 + 0,512)$$

$$= 0,0206 \frac{m}{s}$$

c. Sumbu X (Aksial)

$$z(t) = A_z \sin(\omega_z t + \phi_z)$$

$$z(0,002) = 46 \times 10^{-3} \sin(7,499.0,002 + 0,891)$$

$$= 0,0362 \frac{m}{s}$$

2. Kecepatan

a. Sumbu X (Horizontal)

$$v_x(t) = \frac{dx}{dt} = A_x \omega_x \cos(\omega_x t + \phi_x)$$

$$= 14 \times 10^{-3} \times 7,386 \cos(7,386.0,002 + (-0,134))$$

$$= 0,1026 \frac{m}{s}$$

b. Sumbu Y (Vertikal)

$$v_y(t) = \frac{dy}{dt} = A_y \omega_y \cos(\omega_y t + \phi_y)$$

$$= 41 \times 10^{-3} \times 7,477$$

$$\cos(7,477.0,002 + 0,512)$$

$$= 0,2649 \frac{m}{s}$$

c. Sumbu Z (Aksial)

$$v_z(t) = \frac{dz}{dt} = A_z \omega_z \cos(\omega_z t + \phi_z)$$

$$= 46 \times 10^{-3} \times 7,499$$

$$\cos(7,499.0,002 + 0,891)$$

$$= 0,2128 \frac{m}{s}$$

3. Percepatan

d. Sumbu X (Horizontal)

$$a_x(t) = \frac{d^2 x}{dt^2} = -A_x \omega_x^2 \sin(\omega_x t + \phi_x)$$

$$= -14 \times 10^{-3} \times (7,386)^2 \sin(7,386.0,002 + (-0,134))$$

$$= 0,0908 \frac{m}{s^2}$$

e. Sumbu Y (Vertikal)

$$a_y(t) = \frac{d^2 y}{dt^2} = -A_y \omega_y^2 \sin(\omega_y t + \phi_y)$$

$$= -41 \times 10^{-3} \times (7,477)^2 \sin(7,477.0,002 + 0,512)$$

$$= -1,1527 \frac{m}{s^2}$$

f. Sumbu Z (Aksial)

$$a_z(t) = \frac{d^2 z}{dt^2} = -A_z \omega_z^2 \sin(\omega_z t + \phi_z)$$

$$= -46 \times 10^{-3} \times (7,499)^2 \sin(7,499.0,002 + 0,891)$$

$$= -2,0359 \frac{m}{s^2}$$

2.2 Perhitungan Nilai RMS Getaran

Tabel 5. Hasil perhitungan RMS data getaran

Sumbu Getaran	Nilai RMS
Sumbu X	4.670
Sumbu Y	28.730
Sumbu Z	38.877

Hasil perhitungan RMS di atas di dapatkan dari pemrograman Matlab.

2.3 Perhitungan Nilai RMS Total Secara Matlab

Berdasarkan program matlab yang telah diinput maka hasil didapatkan adalah :

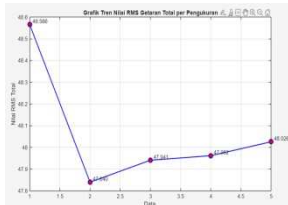
Tabel 5. Perhitungan Nilai RMS Total

No	Waktu	Hasil
1	09.30	48.566

2	10.30	47.840
3	11.30	47.941
4	12.30	47.962
5	13.30	48.026

2.4 Grafik Nilai RMS Total

Berikut adalah grafik perhitungan nilai RMS total getaran :



Gambar 3. Grafik Nilai RMS total

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai RMS tertinggi dihasilkan oleh data ke – 1 dengan jumlah 48.566 dan nilai RMS terendah dihasilkan oleh data ke – 2 dengan jumlah 47.840.

2.4 Perhitungan Nilai RMS Total Secara Matematis

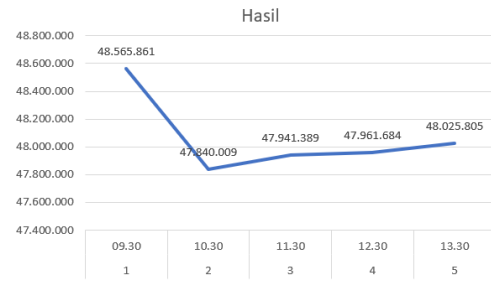
Rumus untuk mencari getaran dari tiga sumbu adalah magnitude resultan dari nilai RMS masing masing sumbu :

- $$\begin{aligned} \text{RMStotal} &= \sqrt{4.670^2 + 28.730^2 + 38.877^2} \\ &= \sqrt{21.8089 + 825.4129 + 1511.4211} \\ &= \sqrt{2358.6429} \\ &= 48.565861 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{RMStotal} &= \sqrt{4.237^2 + 27.788^2 + 38.711^2} \\ &= \sqrt{17.9521 + 772,1729 + 1498.5415} \\ &= \sqrt{2288.6665} \\ &= 47.840009 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{RMStotal} &= \sqrt{4.216^2 + 27.921^2 + 38.743^2} \\ &= \sqrt{17,7746 + 779.5822 + 1501.0200} \\ &= \sqrt{2298.3768} \\ &= 47.941389 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{RMStotal} &= \sqrt{4.253^2 + 27.953^2 + 38.741^2} \\ &= \sqrt{18.0880 + 781.3702 + 1500.8650} \\ &= \sqrt{2300.3232} \\ &= 47.961684 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{RMStotal} &= \sqrt{4.282^2 + 27.931^2 + 38.833^2} \\ &= \sqrt{18.3355 + 780.1407 + 1508.0018} \\ &= \sqrt{2306.478} \\ &= 48.025805 \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil RMS Secara Matematis

No	Waktu	Hasil
1	09.30	48.565861

2	10.30	47.840009
3	11.30	47.941389
4	12.30	47.961684
5	13.30	48.025805



Gambar 4. Grafik Hasil RMS Secara Matematis

2.5 Menvalidasi Nilai RMS Total

Validasi nilai RMS total ini bertujuan untuk memastikan bahwa menghitung menggunakan matlab dengan menghitung menggunakan rumus manual itu hasil nya valid atau benar.

Tabel 7. Validasi Nilai RMS Total

No	Waktu	Hasil perhitungan matlab	Hasil perhitungan matematis	Status validasi
1	09.30	48.566	48.565861	Valid
2	10.30	47.840	47.840009	Valid
3	11.30	47.941	47.941389	Valid
4	12.30	47.962	47.961684	Valid
5	13.30	48.026	48.025805	Valid

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

- Faktor-faktor Penyebab Getaran : Berdasarkan analisis diagram *fishbone*, faktor-faktor utama yang mempengaruhi getaran pada *bearing* pompa sentrifugal dapat diklasifikasikan ke dalam enam kategori: Mesin, Material, Lingkungan, Pengukuran, Metode, dan Manusia. Penyebab spesifik yang paling relevan meliputi *misalignment* poros, keausan *bearing* dan *housing*, serta perawatan yang tidak sistematis.
- Kondisi Getaran Berdasarkan Standar ISO 10816-3: Analisis data getaran menggunakan MATLAB menunjukkan bahwa nilai RMS getaran pada pompa sentrifugal berada pada tingkat yang mengkhawatirkan.

- a. Sumbu X: Nilai RMS getaran sebesar 4.670 mm/s berada di Zona C (Oranye). Kondisi ini menunjukkan bahwa getaran sudah berada pada tingkat yang memerlukan perhatian dan perencanaan perbaikan.
 - b. Sumbu Y dan Z: Nilai RMS getaran sebesar 28.730 mm/s (Sumbu Y) dan 38.877 mm/s (Sumbu Z) berada di Zona D (Merah). Tingkat getaran yang sangat tinggi ini mengindikasikan adanya kerusakan serius pada *bearing* yang menyebabkan kegagalan operasional. Mesin harus segera dihentikan untuk perbaikan.
3. Dampak Getaran Terhadap *Bearing* : Getaran yang berlebihan, terutama pada Zona D, akan mempercepat keausan komponen, meningkatkan suhu operasional, dan dapat menyebabkan kegagalan prematur. Hal ini berpotensi mengakibatkan *downtime* sistem yang signifikan dan kerugian finansial bagi PDAM Tirta Terubuk Bengkalis.
- Metode Analisis : Penggunaan MATLAB dalam pengolahan data getaran terbukti efektif untuk visualisasi sinyal, perhitungan nilai statistik (RMS) yang dapat memberikan wawasan mendalam tentang kondisi *bearing* dan potensi penyebab kerusakannya.
- Putra, K. D. P., Taufik, A., & Saefudin, E. (2016). Analisis Getaran Poros pada Motor dan Pompa yang Mengalami Misalignment.
- Rachman, A., Hartono, B., & Yuliaji, D. (2018). Analisa Getaran pada Bearing Berbasis Kerusakan Bearing. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*.
- Riva'i, M., & Pranandita, N. (2017). Analisa Getaran Akibat Kerusakan Deep Groove Ball Bearing Seri 6003rs. *JURNAL MANUTECH*, 9(2), 39-43.
- Satrio, A., & Martianis, E. (2024). Analisa Getaran Bearing Housing untuk Meningkatkan Kinerja dan Keandalan pada Pompa Centrifugal di Pdam Tirta Trubuk Bengkalis. *Jurnal Ilmu Teknik*, 1(4), 349-364.
- Wardianto, D. (2018). Peningkatan Umur Bearing pada Pompa Centrifugal dengan Optimasi Penggunaan Angular Contact Ball Bearing. *MENARA Ilmu*, XII(5).

DAFTAR PUSTAKA

- Carnegie, N., Suryadi, D., & Fitrilina. (2020). Analisa Level Getaran Cooling Water Pump 1 Jenis Sentrifugal. *REKAYASA MEKANIK*, 4(1), 25-32.
- Handani, M., & Muhadi, N. S. B. (2019). Pengujian dan Pengukuran Getaran Simulator Bearing dengan Konstruksi Tumpuan Fleksibel pada Arah Sumbu Z. *Jurnal Tugas Akhir*.
- Huda, F., & Alexandro, G. (2022). Analisis Getaran Untuk Mendeteksi Kerusakan Bearing Pada Drum Cylinder Dryer 1 Area Paper Machine-5 (PPM-5) PT. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang.
- Kamiel, B. P., Mulyani, & Sunardi. (2017). Deteksi Cacat Bantalan Bola Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Spektrum Getaran. *Penerbangan*, 20(2), 204-215.
- Kusuma, J. A., & Utama, F. Y. (2019). Analisis Bearing pada Pompa Sentrifugal di Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pt.sier Menggunakan Program Preventive Maintenance yang Terencana. *JPTM*, 8(1), 128-134.
- Martianis, E., Isranuri, I., & Indra. (2012). Analisa Getaran Pada Pompa Sentrifugal Sistem Penyambungan Kopling Sabuk Untuk Monitoring Kondisi. *Jurnal Teknik*.