

ANALISIS VIBRASI BEARING FRESH WATER PUMP DI WATER TREATMENT PLANT PLTU CILACAP UNIT 3A

Mochamad Hanif Hauzan¹⁾ ✉, Utis Sutisna²⁾

^{1) 2)} Program Studi Teknik Elektro,
Program Studi S1 Teknik Elektro Sekolah
Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto
Jl.Semingkir No. 1 Purwokerto
E-Mail: hanifhauzan21@gmail.com,
utis@stt-wiworotmo.ac.id

Abstract

The condition of bearings on the Fresh Water Pump in the Water Treatment Plant plays a crucial role in maintaining the operational continuity of the machine. However, excessive vibration in bearings often becomes the primary cause of damage that can halt operations and lead to significant losses. This study aims to analyze vibration levels in pump bearings, compare data between 2021 and 2023, and provide preventive maintenance recommendations to enhance system reliability and efficiency.

The research method used is Condition Monitoring, with vibration data collection conducted on the Drive End (DE) and Non-Drive End (NDE) sides of the pump using the SKF Machine Condition Advisor vibration measuring device. The data were measured in vertical, horizontal, and axial directions and then analyzed using Trend Analysis techniques to identify patterns or trends in the changes in machine condition measurement values over time.

The research results indicate a significant increase in vibration levels in all directions in 2023 compared to 2021, particularly in the vertical and horizontal directions. The highest vibration spike was observed on the Drive End (DE) side, rising from 2.4 gE in 2021 to 3.8 gE in 2023. According to SKF 10816 company standards for machines above 15 kW, vibration levels below 2.3 gE are considered good (Zone B), while levels between 2.3–4.5 gE fall into the alert category (Zone C). Therefore, the recorded value of 3.8 gE in 2023 is classified as within the alert zone, indicating bearing condition degradation and the potential for further damage if not addressed. These results suggest a decline in bearing performance due to increased operational load or deteriorating technical conditions. Preventive maintenance recommendations include routine monitoring, adequate lubrication, and periodic component inspections to prevent further damage and maintain optimal performance.

Keywords: Bearing, Condition Monitoring, Fresh Water Pump, Vibration.

1. PENDAHULUAN

Fresh Water Pump di Water Treatment Plant PLTU Cilacap Unit 3A merupakan salah satu komponen vital yang berperan dalam menjamin kontinuitas pasokan air bersih untuk keperluan operasional pembangkit listrik. Salah satu aspek penting dari performa pompa ini adalah kondisi bantalan (*bearing*), yang dapat mengalami kerusakan akibat getaran berlebih. Oleh karena itu, fokus penelitian ini adalah menganalisis tingkat vibrasi pada *bearing Fresh Water Pump* sebagai upaya deteksi dini terhadap potensi kerusakan yang dapat mengganggu kinerja sistem penyaluran air bersih di *Water Treatment Plant*, Mesin pompa air bekerja dengan sistem rotasi berkecepatan tinggi yang memunculkan getaran mekanik selama proses operasional. Getaran ini, apabila melebihi ambang batas toleransi yang direkomendasikan oleh Standar Perusahaan 10816, dapat menyebabkan gangguan pada elemen-elemen kritis mesin, khususnya pada bagian *bearing*.

Berdasarkan hasil pemantauan di lapangan, diketahui bahwa nilai vibrasi pada *bearing Fresh Water Pump* menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun, yang berpotensi menurunkan efisiensi sistem dan memperbesar risiko kegagalan komponen

[1]. Salah satu metode perawatan yang diterapkan di industri yang dilakukan adalah dengan mengecek dan mendiagnosis kerusakan pada peralatan, sehingga kondisi peralatan dapat terpantau dengan baik. Biasanya kegiatan perawatan pada mesin-mesin berputar (*rotating machine*) dilakukan dengan menganalisa frekuensi getarannya, sehingga dapat diketahui jenis kerusakannya.

Pada *Fresh water pump* ditemui kasus vibrasi yang melebihi dari batas standar yang telah ditentukan, dan terkadang malah akan menyebabkan unit menjadi trip. Untuk itu harus dilakukan pengecekan dan indikasi yang berpotensi menyebabkan tingginya vibrasi yang dalam hal ini ditunjukkan dengan nilai pembacaan yang sangat tinggi [2] Getaran mekanik yang dihasilkan dari mesin tersebut berasal dari aktivitas mesin dengan operasi putaran dan kecepatan tinggi. Sehingga getaran tersebut memiliki frekuensi yang tidak stabil yang tidak dapat dirasakan secara signifikan oleh indra manusia [3]. Salah satu mesin yang memiliki putaran dan kecepatan tinggi dengan frekuensi getaran yang selalu berubah-ubah adalah pompa. Pompa bertujuan menyediakan tekanan dan temperature minyak yang tetap untuk bantalan (*bearing*). Elemen pompa itu sendiri umumnya menggunakan bantalan untuk mendukung putaran poros. Apabila dalam sistem mekanik seperti pompa menggunakan elemen bantalan, maka indikasi permasalahan pada pompa dapat ditentukan dari frekuensi getaran yang dihasilkan oleh bantalan tersebut [4].

Bantalan yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan kegagalan mesin, sehingga penting untuk melakukan pemantauan kondisi secara berkala. Di *Water Treatment Plant*, pengukuran getaran dilakukan untuk mengevaluasi kondisi *Fresh Water Pump* dan mencegah kerusakan yang lebih parah [5].

Analisis vibrasi merupakan metode efektif untuk mendeteksi kerusakan pada bantalan mesin. Dengan memonitor frekuensi dan amplitudo getaran, kita dapat mengidentifikasi potensi masalah sebelum menjadi lebih serius. Melalui pemahaman yang mendalam tentang analisa getaran, diharapkan dapat meningkatkan keandalan operasional pompa air bersih dan mengurangi risiko kerugian akibat kerusakan mesin. Dengan menganalisa data vibrasi dari tahun ke tahun, kita dapat memahami tren dan perubahan dalam performa bantalan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengukuran rata-rata nilai vibrasi pada bearing pompa dapat memberikan gambaran jelas mengenai kondisi operasionalnya. Misalnya, nilai rata-rata vibrasi pada bearing pompa sering kali berkisar antara 5 mm/s hingga 6 mm/s, tergantung pada kondisi operasional dan pemeliharaan yang dilakukan [6].

Sejumlah studi telah dilakukan untuk mengeksplorasi hubungan antara getaran dan kondisi bantalan pada pompa. Dalam penelitian yang dilakukan oleh [7], ditemukan bahwa peningkatan getaran pada bantalan bola berhubungan langsung dengan peningkatan kapasitas aliran dan penurunan beban pompa. Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa setelah melakukan perbaikan seperti penggantian bearing dan alignment, nilai vibrasi dapat menurun secara signifikan, menunjukkan perbaikan dalam kinerja pompa.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hasil vibrasi pada bantalan *Fresh Water Pump* dan membandingkan data dari tahun-tahun sebelumnya untuk memahami tren dan perubahan yang terjadi. Analisa ini tidak hanya memberikan wawasan tentang kondisi bantalan saat ini tetapi juga membandingkan data historis untuk mengidentifikasi pola atau potensi masalah yang mungkin muncul di masa depan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis untuk pemeliharaan dan peningkatan efisiensi operasional di *Water Treatment Plant*.

2. METODE DAN BAHAN

Penelitian ini diawali dengan pengambilan data vibrasi *Fresh Water Pump* di *Water Treatment Plant*. Langkah ini dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi awal mesin dan mendapatkan gambaran umum mengenai potensi masalah yang ada. Data vibrasi

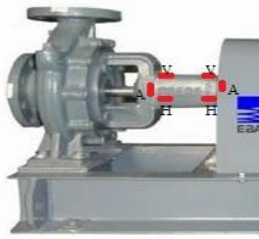
dikumpulkan dengan mengukur tingkat vibrasi pada sisi Drive End (DE) dan Non-Drive End (NDE) motor pompa menggunakan alat pengukur vibrasi SKF Machine Condition Advisor. Pengukuran dilakukan pada tiga arah utama, yaitu vertikal, horizontal, dan aksial, yang bertujuan untuk mendapatkan data yang komprehensif mengenai kondisi bantalan (*bearing*). Setelah data diperoleh, tahap evaluasi dilakukan untuk memastikan kelengkapan dan kualitas data yang dikumpulkan. Data dievaluasi berdasarkan relevansi dan akurasi terhadap tujuan penelitian. Apabila data dinilai belum mencukupi untuk mendukung analisa, dilakukan pengukuran ulang untuk melengkapi kekurangan yang ada.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Condition Monitoring*, yaitu pendekatan pemeliharaan prediktif dengan cara memantau parameter kondisi mesin seperti getaran, temperatur, atau suara, secara berkala untuk mendeteksi adanya anomali. Metode ini efektif dalam mencegah kerusakan besar karena memungkinkan perbaikan dilakukan sebelum terjadi kegagalan total [8]. Sistem yang diteliti dalam penelitian ini adalah unit Fresh Water Pump yang terdiri dari motor induksi tiga fasa, poros pompa, dan dua buah bantalan (*bearing*) di sisi Drive End (DE) dan Non-Drive End (NDE). Sistem bekerja pada kecepatan 2950 rpm dengan suplai daya 18,5 kW. Analisis vibrasi dilakukan dengan mengukur respon getaran dari ketiga arah (vertikal, horizontal, dan aksial) pada bearing, sebagai indikator kinerja dan kestabilan sistem. Data dibandingkan dengan standar perusahaan dan dianalisis menggunakan Teknik Trend Analysis dan Teknik ini juga lebih sesuai dengan tujuan utama dari Metode Condition Monitoring, yaitu mendeteksi perubahan kondisi mesin berupa nilai getaran berubah dari waktu ke waktu untuk mengetahui degradasi kondisi mesin dari waktu ke waktu

Pada tahapan awal dilakukan pengamatan terhadap masalah apa saja yang dirumuskan menjadi tujuan dari penelitian. Dimana studi literatur dimulai dari mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan vibrasi. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber, diantaranya text book maupun modul. beberapa sumber lain seperti jurnal ilmiah dan beberapa penelitian terdahulu. Kemudian dilakukan pengecekan lapangan secara langsung terhadap fresh water pump di water treatment plant. Berikut Spesifikasi Fresh Water Pump :

| | |
|----------------|-------------------|
| Merk | : JIANGZU DAZHONG |
| Power | : 18,5 KW |
| Speed Motor | : 2945 Rpm |
| Voltage | : 380 Volt |
| Curent | : 34,2 A |
| Frequency | : 50 Hz |
| Bearing DE | : 6309 SKF |
| Bearing NDE | : 6309 SKF |
| Speed Of Pompa | : 2950 Rpm |
| Capacity | : 102 T/h |

Berikut Gambar 1 Fresh Water Pump :



Gambar 1. Fresh Water Pump

Standar Perusahaan (International Organization for Standardization) adalah pedoman internasional yang menetapkan kriteria dan prosedur untuk berbagai aspek teknis, termasuk pengukuran getaran pada mesin [9]. Salah satu standar yang paling relevan dalam konteks ini adalah Standar Perusahaan, yang memberikan pedoman untuk mengevaluasi tingkat getaran pada mesin berputar. Standar ini penting untuk memastikan bahwa mesin beroperasi dalam kondisi optimal dan untuk mencegah kerusakan yang dapat terjadi akibat getaran berlebih ditunjukkan pada gambar 2. Standar Perusahaan :

| Enveloping Severity | | Shaft Diameter and Speed | | |
|---------------------|--|--|---|--|
| gE Peak-to-Peak | Diameter Between 200mm and 500mm and Speed < 500 RPM | Diameter Between 50mm and 300mm and Speed Between 500 RPM and 1800 RPM | Diameter Between 20mm and 150mm and Speed Between 1800 RPM and 3600 RPM | |
| 0.10 | Good | Good | Good | |
| 0.50 | | | | |
| 0.75 | Satisfactory | Satisfactory | Satisfactory | |
| 1 | Unsatisfactory (Alert) | | | |
| 2 | Unacceptable (Danger) | Unsatisfactory (Alert) | Unsatisfactory (Alert) | |
| 4 | | Unacceptable (Danger) | Unacceptable (Danger) | |
| 10 | | | | |

Gambar 2. Standar Perusahaan.

Standar Perusahaan membagi mesin menjadi beberapa kategori berdasarkan daya dan kecepatan operasinya. Standar ini berlaku untuk mesin dengan daya di atas 15 kW dan kecepatan operasi antara 120 hingga 15.000 RPM [10]. Pembagian ini memungkinkan evaluasi yang lebih tepat dan relevan terhadap kondisi getaran mesin sesuai dengan karakteristik operasionalnya. Dengan mengklasifikasikan mesin, standar ini membantu dalam menentukan batasan nilai getaran yang dapat diterima. Dalam Standar Perusahaan, batasan nilai getaran ditetapkan dalam bentuk zona atau kategori yang mencerminkan kondisi operasional mesin. Misalnya:

1. Zona A (Good): Getaran sangat baik, di bawah batas yang diizinkan.
2. Zona B (Satisfactory): Getaran baik, dapat dioperasikan tanpa batasan.
3. Zona C (Unsatisfactory Alert): Getaran masih dalam batas toleransi, tetapi hanya boleh dioperasikan untuk waktu terbatas.
4. Zona D (Unacceptable Danger): Getaran berada dalam batas berbahaya, berpotensi menyebabkan kerusakan.

Nilai vibrasi di bawah 2 mm/s umumnya dianggap aman untuk operasi, sedangkan nilai di atas batas tersebut menunjukkan potensi masalah yang perlu ditangani [11].

Pengukuran getaran dilakukan menggunakan alat seperti vibrometer atau accelerometer. Data yang diperoleh dari pengukuran ini kemudian dianalisa untuk menentukan apakah tingkat getaran berada dalam batas yang dapat diterima sesuai dengan Standar Perusahaan 10816. Analisa ini mencakup pengukuran frekuensi dan amplitudo getaran, serta penilaian terhadap perubahan tingkat getaran dari waktu ke waktu. Pengukuran getaran dilakukan pada beberapa titik di bantalan pompa, termasuk arah horizontal, vertikal, dan aksial. Data yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Dengan cara ini, frekuensi cacat bantalan dapat diidentifikasi melalui spektrum getaran, di mana amplitudo tinggi pada frekuensi tertentu menunjukkan adanya kerusakan [12].

2.1. Bahan dan Alat Penelitian

SKF Machine Condition Advisor CMAS 100-SL Vibration Pen adalah alat portabel yang dirancang untuk memudahkan pemeriksaan kondisi mesin berputar secara cepat, akurat, dan mudah, baik oleh pengguna pemula maupun ahli. Alat ini mengukur getaran mesin secara keseluruhan dengan parameter "Velocity" dan membandingkannya secara otomatis dengan pedoman standar internasional ISO yang telah diprogram sebelumnya. Ketika nilai pengukuran melebihi batas normal, alat ini memberikan peringatan berupa alarm "Alert" atau "Danger". Selain itu, alat ini juga melakukan pengukuran "Enveloped Acceleration" yang digunakan untuk mendeteksi potensi kerusakan pada bantalan mesin dengan membandingkan data getaran bantalan terhadap pedoman yang berlaku. Fitur lain yang dimiliki adalah pengukuran suhu menggunakan sensor inframerah untuk mendeteksi panas yang tidak normal pada mesin [13].

SKF CMAS 100-SL dirancang ergonomis, ringan, dan tahan lama dengan rating IP54 sehingga cocok digunakan di lingkungan industri yang keras. Alat ini memiliki layar LCD dengan backlight yang mudah dibaca dalam berbagai kondisi pencahayaan, serta dapat menyimpan hingga 1000 titik data pengukuran. Pengoperasiannya mudah dan cepat, serta dapat diisi ulang baterainya dan beroperasi hingga 10 jam dalam satu kali pengisian. Alat ini juga kompatibel dengan akselerometer standar 100 mV/g dan dapat menggunakan sensor eksternal untuk pengukuran di lokasi yang sulit dijangkau.

Secara keseluruhan, SKF Machine Condition Advisor CMAS 100-SL merupakan alat penting bagi para profesional pemeliharaan untuk melakukan pemantauan kondisi mesin secara efektif, memberikan peringatan dini atas potensi kerusakan, dan membantu mencegah kerusakan mesin yang mahal. Konstruksi SKF Machine Condition Advisor Cmas 100-SL Pen dapat dilihat pada Gambar 3 :

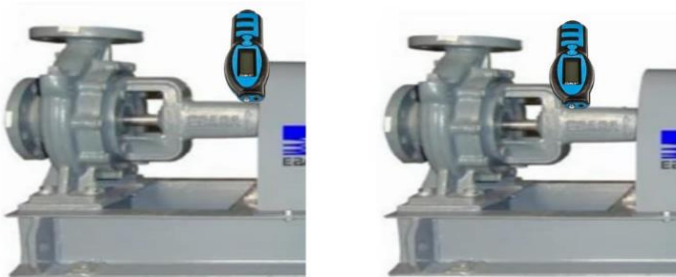


Gambar 3. SKF Machine Condition Advisor Cmas 100-SL Vibration Pen

1. SKF Machine Condition Advisor Cmas 100-SL Vibration Pen
2. Fresh Water Pump
3. Safety APD Lengkap
4. Log Sheet Vibrasi Test
5. Bolpoint.

2.2. Instalasi Penelitian

Berikut digambarkan instalasi Pengecekan Bearing Fresh Water Pump yang merupakan alat untuk melakukan pengujian utama dari penelitian ini. Pengecekan meliputi Bearing Fresh Water Pump Sisi DE Pompa dan Sisi NDE Pompa, Pengecekan ini bertujuan untuk menghindari lonjakan bearing vibrasi dan bearing temperature pada sisi DE Pompa dan sisi NDE Pompa.



Gambar 4. Pengecekan Sisi DE Pompa (kiri) dan Sisi NDE Pompa (kanan)

Dalam melakukan pengecekan sisi DE Pompa dan NDE Pompa sebagai berikut:

1. Bersihkan permukaan sisi DE Pompa dan NDE Pompa agar terbaca dengan baik.
2. Pastikan alat cek dalam keadaan baik
3. Setelah permukaan sisi DE Pompa dan NDE Pompa bersih. Lakukan pengecekan secara vertical, horizontal, axial pada sisi DE Motor.
4. Tunggu pembacaan tidak hunting.
5. Setelah terbaca posisikan Hold.
6. Catat hasil pengecekan.

Teknik Analisis Data menggunakan teknik Trend Analysis untuk memantau perubahan nilai vibrasi dari waktu ke waktu. Membandingkan data tahun 2021 dengan tahun 2023 untuk mengidentifikasi pola atau lonjakan yang signifikan. Pengambilan data vibrasi dilakukan setiap hari kerja selama bulan berjalan pada tahun 2023, baik pada sisi Drive End (DE) maupun Non-Drive End (NDE) bearing Fresh Water Pump. Pengukuran dilakukan pada tiga arah getaran, yaitu vertikal, horizontal, dan aksial menggunakan alat SKF Machine Condition Advisor.

Data yang diperoleh setiap harinya kemudian dihitung nilai rata-ratanya dalam satu bulan untuk memperoleh gambaran kondisi vibrasi bulanan. Selain itu, juga dihitung nilai standar deviasi untuk setiap bulan sebagai indikator variasi atau kestabilan getaran selama bulan tersebut.

Nilai rata-rata bulanan tersebut digunakan untuk menyusun grafik trend analysis, sehingga dapat diamati pola peningkatan atau penurunan kondisi vibrasi dari bulan ke bulan. Metode ini memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi kerusakan bearing yang tidak terdeteksi jika hanya dilakukan analisa sesaat. Klasifikasi Berdasarkan Standar: Mengacu pada Standar Perusahaan untuk menentukan apakah nilai vibrasi berada dalam batas aman. Klasifikasi zona getaran (Zona A hingga D) Data divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah interpretasi, Perbandingan grafik antara tahun 2021 dan 2023 untuk setiap arah (vertikal, horizontal, dan aksial), Mencari faktor penyebab lonjakan nilai vibrasi, seperti beban operasional, pelumasan, atau kondisi teknis lainnya.

3. HASIL DAN DISKUSI

Pengukuran sisi DE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ada 3 bagian yaitu Vertikal, Horizontal dan Axial terhadap masing masing sisi, alat ukur yang digunakan pada saat

pengujian yaitu Vibration meter dengan posisi pump running. Hasil temuan yang diperoleh pada pengukuran sisi DE pompa pada Bearing Fresh Water Pump Tabel 1 :

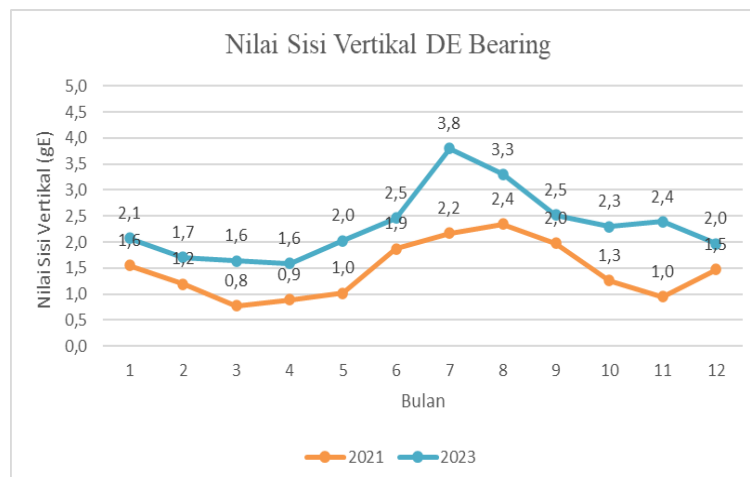
Tabel 1. Data Pengukuran sisi DE Pompa

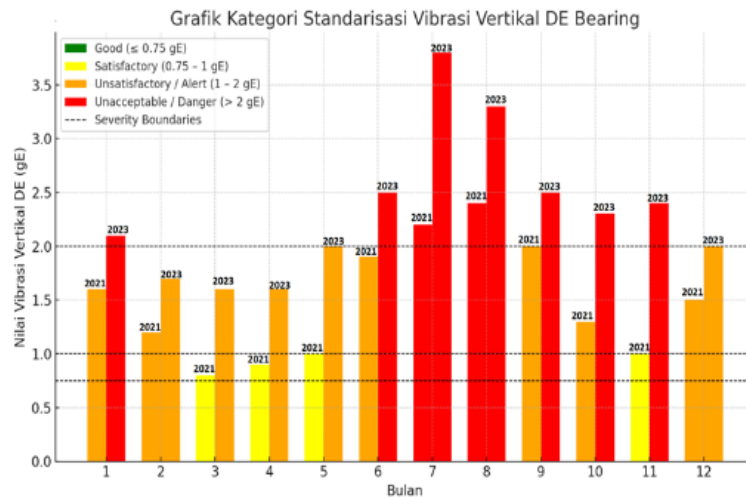
| Nilai Pengukuran DE Bearing | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Titik Ukur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 2021 | V | 1,6 | 1,2 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,9 | 2,2 | 2,4 | 2,0 | 1,3 | 1,0 | 1,5 |
| | H | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,8 | 1,4 | 2,9 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 0,8 |
| | A | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 3,0 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,4 |
| 2023 | V | 2,1 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 3,8 | 3,3 | 2,5 | 2,3 | 2,4 | 2,0 |
| | H | 1,9 | 1,5 | 2,2 | 1,9 | 2,7 | 3,1 | 2,4 | 3,6 | 2,7 | 2,2 | 2,2 | 2,3 |
| | A | 0,9 | 2,0 | 1,7 | 1,6 | 2,9 | 2,4 | 2,3 | 4,6 | 1,7 | 1,9 | 2,7 | 2,3 |

Pada Tabel 1 menunjukkan pola getaran pada sisi DE bearing pompa dalam tiga arah (vertikal, horizontal, dan aksial) yang diukur bulanan pada tahun 2021 dan 2023. Secara umum, nilai getaran tahun 2023 lebih tinggi dibandingkan 2021, mengindikasikan perubahan kondisi operasional atau penurunan performa bearing. Pada 2021, getaran relatif rendah dan stabil di ketiga arah, dengan fluktuasi kecil yang mencerminkan kondisi operasional yang baik. Sebaliknya, tahun 2023 memperlihatkan tren peningkatan signifikan, khususnya pada pertengahan tahun. Lonjakan terbesar terjadi pada arah vertikal sebesar 3,8 gE di Bulan 7, serta horizontal dan aksial masing-masing 3,6 gE dan 4,6 gE di Bulan 8.

Analisis per arah menunjukkan nilai tertinggi 2021 terdapat pada aksial (3,0 gE, Bulan 8) dan terendah 0,6 gE (aksial, Bulan 1). Pada 2023, nilai tertinggi tercatat pada aksial (4,6 gE, Bulan 8) dan terendah pada vertikal (1,6 gE, Bulan 3–4). Kenaikan signifikan di 2023 menandakan potensi kondisi abnormal yang perlu segera ditindaklanjuti. Secara keseluruhan, peningkatan getaran DE bearing pada 2023 menegaskan adanya beban operasional lebih tinggi atau masalah teknis yang berkembang. Oleh karena itu, pemantauan dan pemeriksaan intensif, terutama pada pertengahan tahun, sangat disarankan untuk mencegah kerusakan serius dan menjaga keandalan peralatan.

Hasil yang diperoleh pada pengukuran sisi vertikal DE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ditunjukkan pada gambar 5 :

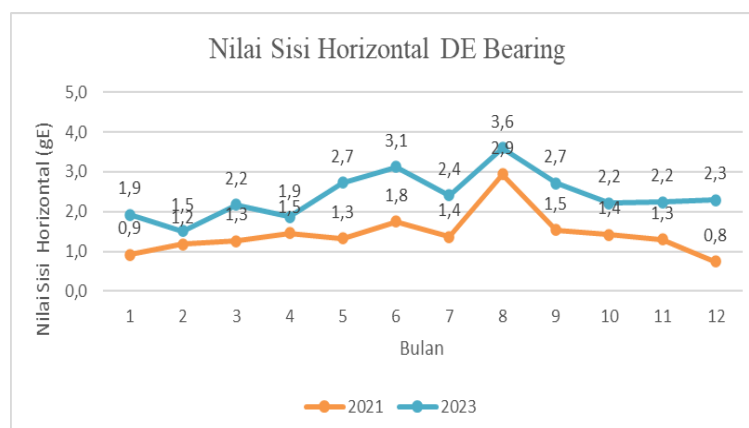


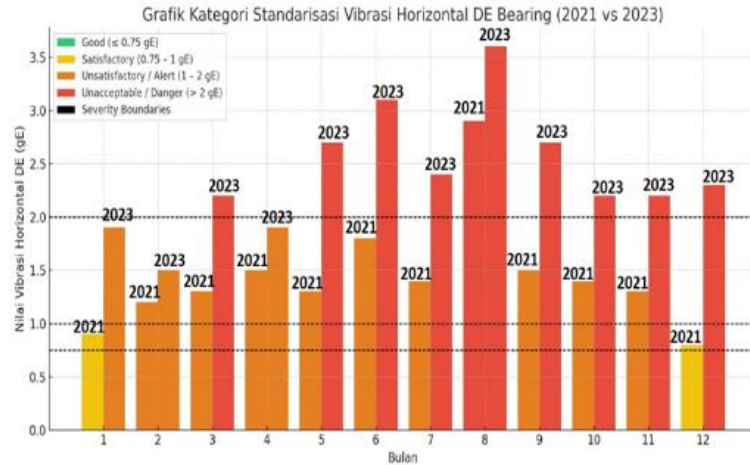


Gambar 5. Nilai Sisi Vertikal (kiri) dan Kategori Standarisasi Vibrasi sisi DE Vertikal (kanan).

Pada Gambar 5 menunjukkan nilai getaran vertikal pada DE bearing selama 2021 dan 2023. Tahun 2021 memperlihatkan tren stabil dengan fluktuasi kecil, di mana nilai tertinggi tercatat 2,4 gE (Bulan 8) dan terendah 0,8 gE (Bulan 3). Sebaliknya, tahun 2023 menunjukkan fluktuasi lebih besar dengan lonjakan signifikan pada Bulan 7 hingga 3,8 gE, yang merupakan nilai tertinggi dari kedua tahun. Setelah itu, getaran sedikit menurun namun tetap lebih tinggi dibanding 2021 di sebagian besar bulan. Gambar 5 memperkuat hasil tersebut melalui kategori standarisasi, di mana nilai 2021 umumnya berada pada kategori aman (Good–Unsatisfactory/Alert ≤ 2 gE). Pada 2023, beberapa bulan masuk kategori Unacceptable/Danger (> 2 gE), menandakan adanya penurunan kondisi bearing yang memerlukan tindakan pemeliharaan. Perbedaan antar tahun ini menunjukkan bahwa beban operasional atau masalah mekanis pada 2023 lebih berat dibanding 2021. Kenaikan tajam di Bulan 7 menjadi indikasi awal potensi kerusakan, sementara tren rata-rata getaran yang lebih tinggi pada 2023 menegaskan adanya penurunan performa DE bearing akibat peningkatan beban atau kurangnya perawatan preventif.

Hasil yang diperoleh pada pengukuran sisi Horizontal DE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ditunjukkan pada gambar 6 :

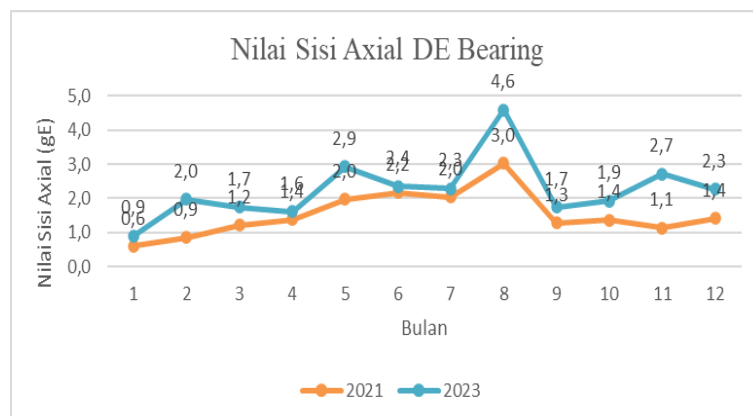


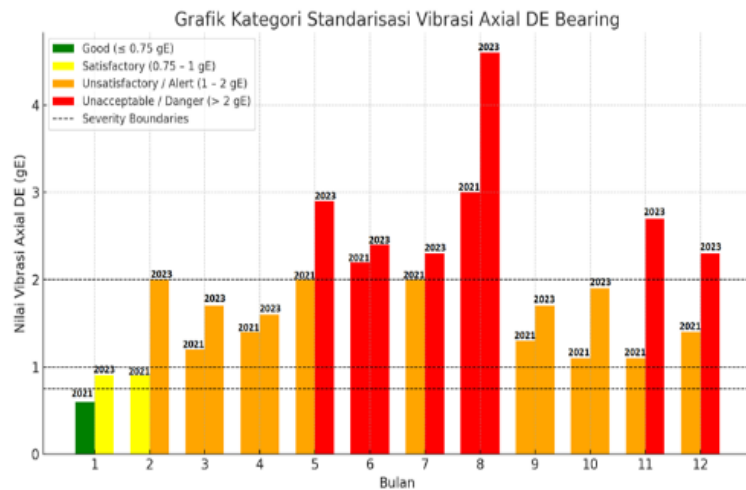


Gambar 6. Nilai Sisi Horizontal (kiri) dan Kategori Standarisasi Vibrasi sisi DE Horizontal (kanan)

Pada Gambar 6 menunjukkan nilai getaran horizontal DE bearing pada 2021 dan 2023. Tahun 2021 relatif stabil dengan kisaran 0,8–2,9 gE, tanpa lonjakan mencolok, yang mencerminkan kondisi bearing cukup baik. Sebaliknya, 2023 memperlihatkan fluktuasi lebih besar dan nilai getaran lebih tinggi hampir di sepanjang tahun, dengan puncak 3,6 gE pada Bulan 8. Meskipun menurun setelahnya, nilainya tetap berada di atas sebagian besar nilai 2021, mengindikasikan adanya peningkatan beban atau gangguan operasional. Berdasarkan grafik standarisasi, getaran tahun 2021 mayoritas berada pada kategori Good hingga Unsatisfactory/Alert, sedangkan 2023 menunjukkan beberapa bulan masuk kategori Unacceptable/Danger, terutama pada pertengahan hingga akhir tahun. Hal ini menandakan potensi beban berlebih atau kerusakan permukaan bantalan. Secara keseluruhan, nilai maksimum meningkat dari 2,9 gE (2021) menjadi 3,6 gE (2023), sementara nilai minimum juga lebih tinggi pada 2023 (1,5 gE) dibanding 2021 (0,8 gE). Tren kenaikan ini menunjukkan ketidakstabilan horizontal yang lebih besar pada 2023, yang kemungkinan terkait dengan gangguan keselarasan atau keausan bearing.

Hasil yang diperoleh pada pengukuran sisi Axial DE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ditunjukkan pada gambar 7 :





Gambar 7. Nilai Sisi Axial (kiri) dan Kategori Standarisasi Vibrasi sisi DE Axial (kanan)

Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan perbedaan pola getaran aksial DE bearing pada 2021 dan 2023. Tahun 2021 relatif stabil dengan fluktuasi kecil, nilai tertinggi 3,0 gE (Bulan 8) dan terendah 0,6 gE (Bulan 1), mencerminkan kondisi bearing yang baik. Sebaliknya, 2023 memperlihatkan fluktuasi lebih besar dan nilai getaran lebih tinggi di hampir seluruh bulan, dengan lonjakan puncak 4,6 gE (Bulan 8) sebelum menurun ke 1,7 gE pada Bulan 9, namun tetap lebih tinggi dibandingkan sebagian besar nilai 2021. Rentang getaran 2023 lebih lebar, terutama pada Bulan 5–8, yang mengindikasikan peningkatan beban atau masalah mekanis pada sisi aksial. Berdasarkan grafik standarisasi, nilai 2021 masih berada pada kategori Good hingga Unacceptable/Danger secara sporadis, sedangkan 2023 didominasi kategori Unacceptable/Danger, menandakan degradasi kondisi bearing yang mungkin dipicu misalignment atau ketidakseimbangan. Secara keseluruhan, nilai maksimum meningkat dari 3,0 gE (2021) menjadi 4,6 gE (2023), dengan nilai minimum juga lebih tinggi (0,9 gE dibanding 0,6 gE). Tren ini menunjukkan adanya peningkatan tekanan aksial dan potensi masalah pelumasan atau beban berlebih yang memerlukan perhatian khusus.

Pengukuran sisi NDE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ada beberapa bagian yaitu vertikal, Horizontal dan Axial terhadap masing masing sisi, alat ukur yang digunakan pada saat pengujian yaitu Vibration meter dengan posisi pump running. Hasil temuan yang diperoleh pada pengukuran sisi NDE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ditunjukkan pada Tabel 2:

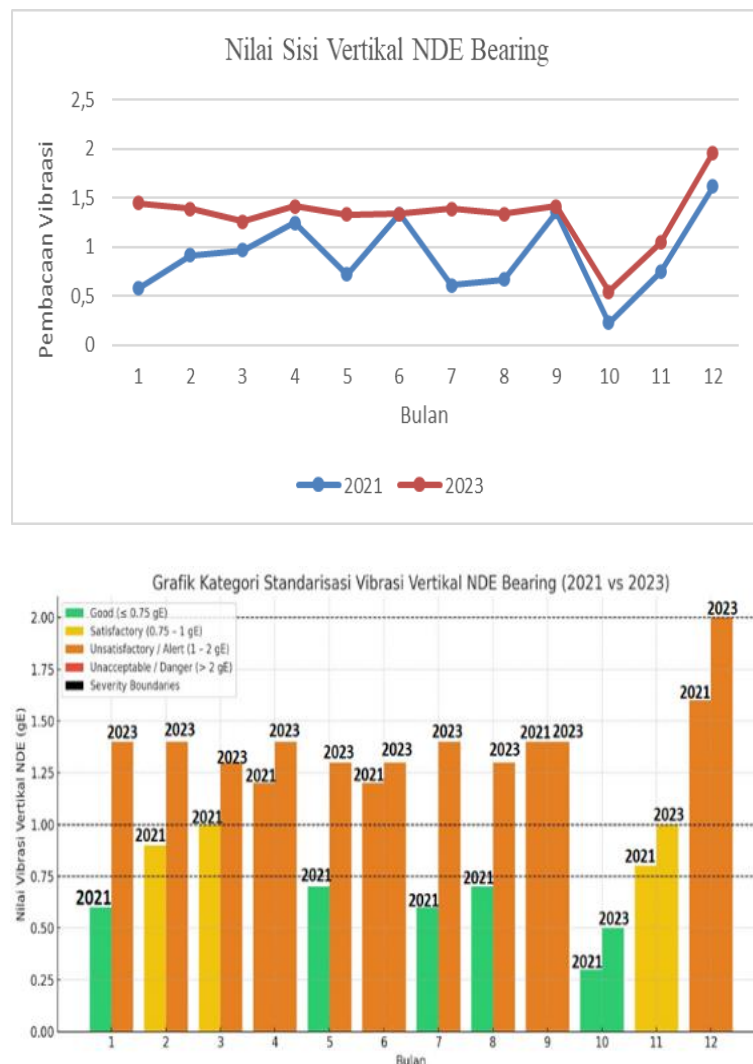
Tabel 2. Data Pengukuran sisi NDE pompa

| Nilai Pengukuran NDE Bearing | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Titik Ukur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2021 | V | 0,58 | 0,92 | 0,97 | 1,25 | 0,72 | 1,34 | 0,61 | 0,67 | 1,36 | 0,75 | 1,62 |
| | H | 1,36 | 0,92 | 1,07 | 0,91 | 0,25 | 1,76 | 1,90 | 1,38 | 1,13 | 0,12 | 0,80 |
| | A | 0,58 | 0,23 | 0,24 | 0,23 | 0,30 | 0,40 | 0,45 | 0,48 | 0,28 | 0,20 | 0,34 |
| 2023 | V | 1,45 | 1,39 | 1,26 | 1,42 | 1,33 | 1,34 | 1,39 | 1,34 | 1,42 | 0,55 | 1,96 |
| | H | 0,84 | 1,85 | 1,54 | 1,58 | 0,84 | 1,49 | 0,77 | 0,31 | 0,34 | 1,19 | 0,89 |
| | A | 0,56 | 0,75 | 0,67 | 0,65 | 0,72 | 0,38 | 0,79 | 0,97 | 0,49 | 0,60 | 0,56 |

Pada Tabel 2 menunjukkan pola getaran NDE bearing pada tiga sumbu (vertikal, horizontal, dan aksial) pada 2021 dan 2023. Secara umum, terdapat peningkatan signifikan pada sumbu vertikal dan horizontal, sedangkan sumbu aksial relatif stabil. Perubahan ini dapat menjadi indikator awal adanya degradasi kondisi bearing. Pada sumbu vertikal, nilai getaran 2023 lebih tinggi dibandingkan 2021, dengan lonjakan signifikan pada Bulan 1, 8, dan 12. Kondisi ini mengindikasikan potensi masalah akibat penurunan pelumasan atau peningkatan beban. Sumbu horizontal memperlihatkan pola yang lebih bervariasi, dengan kenaikan pada Bulan 2–4, namun penurunan pada Bulan 5, 8, dan 9. Variasi ini mungkin dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti perbaikan atau penyesuaian bearing. Sementara itu, sumbu aksial relatif stabil di kedua tahun, meskipun ada sedikit kenaikan pada Bulan 2, 7, dan 8, namun nilainya masih dalam batas aman. Hal ini menandakan bahwa arah aksial belum menunjukkan tanda gangguan signifikan.

Secara keseluruhan, peningkatan getaran pada sumbu vertikal dan horizontal perlu mendapat perhatian karena dapat menjadi tanda awal keausan atau kerusakan bearing. Pemeriksaan detail dan perawatan preventif diperlukan untuk mencegah kerusakan serius, sedangkan kestabilan sumbu aksial tetap harus dipantau secara berkala.

Hasil yang diperoleh pada pengukuran sisi Vertikal NDE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ditunjukkan pada gambar 8 :

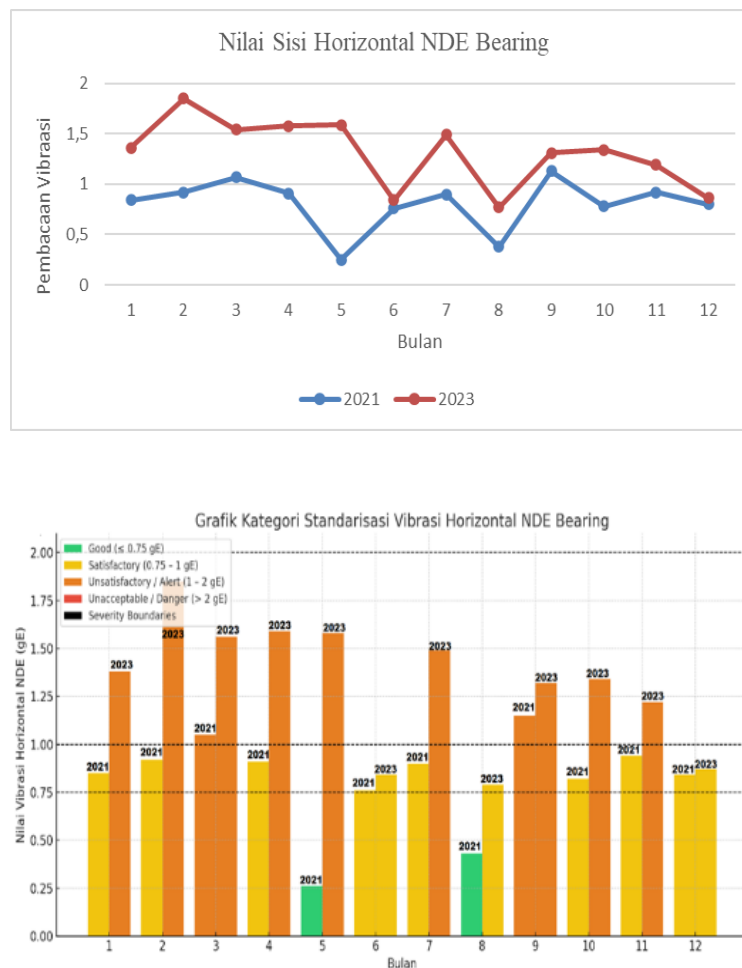


Gambar 8. Nilai Sisi Vertikal (kiri) dan Standarisasi Vibrasi sisi NDE Vertikal (kanan)

Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan perbedaan signifikan nilai vibrasi vertikal NDE bearing antara 2021 dan 2023. Tahun 2021 memiliki rentang 0,5–1,6 gE dengan fluktuasi bulanan yang dipengaruhi faktor beban atau lingkungan, sedangkan 2023

menunjukkan tren lebih stabil namun pada tingkat yang lebih tinggi, sekitar 1,4 gE di sebagian besar bulan. Lonjakan pada Bulan 12 hampir mencapai 2,0 gE menjadi indikasi potensi masalah serius, seperti peningkatan beban atau degradasi komponen. Pada Kategori Standarisasi nilai vibrasi 2021 mayoritas berada pada kategori Good hingga Unsatisfactory/Alert, sementara 2023 menunjukkan peningkatan dengan beberapa bulan masuk kategori Unacceptable/Danger. Hal ini mengindikasikan adanya gangguan pada bantalan NDE vertikal, yang mungkin dipicu ketidaksejajaran poros atau getaran transmisi dari komponen lain. Secara tren, nilai rata-rata meningkat dari 1,62 gE (2021) menjadi 1,96 gE (2023). Meskipun peningkatan ini tidak sebesar pada sisi DE, pola tersebut tetap menunjukkan indikasi degradasi kondisi bearing pada arah vertikal.

Hasil yang diperoleh pada pengukuran sisi Horizontal NDE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ditunjukkan pada gambar 9 :

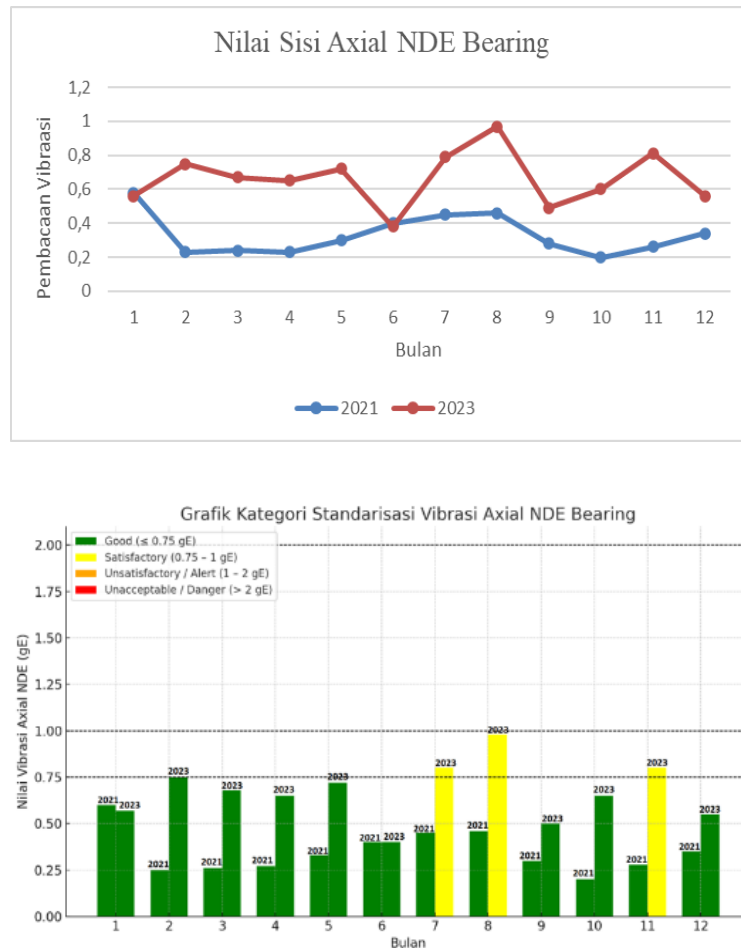


Gambar 9. Nilai Sisi Horizontal (kiri) dan Standarisasi Vibrasi sisi NDE Horizontal (kanan)

Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan perbedaan tren getaran horizontal NDE bearing antara 2021 dan 2023. Tahun 2021 relatif stabil dengan rentang 0,5–1,2 gE, mencerminkan kondisi bearing yang baik meski terdapat variasi kecil, seperti penurunan pada Bulan 5 dan peningkatan di Bulan 9. Sebaliknya, tahun 2023 menunjukkan fluktuasi lebih besar dengan nilai lebih tinggi hampir di seluruh bulan, termasuk lonjakan signifikan pada Bulan 2 (1,85 gE) dan Bulan 7. Penurunan pada Bulan 5–6 diduga akibat perawatan, namun getaran kembali meningkat, mengindikasikan adanya masalah mendasar yang belum teratasi. Berdasarkan Kategori Standarisasi, nilai 2021 sebagian besar berada pada kategori Good, sedangkan 2023 mulai masuk kategori Unsatisfactory/Alert di beberapa bulan, menandakan potensi degradasi bantalan pada

arah horizontal. Secara tren, rata-rata nilai 2023 ($\pm 1,36$ gE) lebih tinggi dibanding 2021, dengan fluktuasi lebih kompleks yang mungkin dipengaruhi faktor eksternal atau ketidakseimbangan. Secara keseluruhan, peningkatan getaran horizontal pada 2023 menunjukkan indikasi awal degradasi kondisi bearing. Pemantauan intensif serta tindakan preventif perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan menjaga kinerja mesin tetap optimal.

Hasil yang diperoleh pada pengukuran sisi Vertikal NDE pompa pada Bearing Fresh Water Pump ditunjukkan pada gambar 10 :



Gambar 10. Nilai Sisi Axial (kiri) dan Standarisasi Vibrasi sisi NDE Axial (kanan)

Berdasarkan Gambar 10, pengukuran vibrasi aksial NDE bearing menunjukkan bahwa pada 2023 nilai cenderung lebih tinggi dibanding 2021, meskipun fluktuasinya lebih kecil dibanding sisi vertikal dan horizontal sehingga kestabilan aksial relatif lebih baik. Tahun 2021 seluruh nilai berada pada kategori Good dengan rentang 0,2–0,6 gE dan pola yang stabil, bahkan nilai terendah di Bulan 3 dan 10 berada di bawah 0,3 gE. Sementara itu, pada 2023 mayoritas nilai masih dalam kategori Good, namun beberapa bulan masuk kategori Satisfactory (0,75–1 gE), dengan lonjakan tertinggi hampir 1,0 gE pada Bulan 7. Kenaikan ini mengindikasikan adanya peningkatan beban atau keausan, sedangkan penurunan setelah Bulan 7 diduga akibat tindakan pemeliharaan atau perubahan kondisi operasi. Secara keseluruhan, kondisi aksial tetap stabil, namun tren kenaikan pada 2023 perlu mendapat pemantauan lebih lanjut.

Analisis pada sisi aksial NDE menunjukkan tren yang relatif stabil dibanding arah lainnya, meskipun pada 2023 terjadi peningkatan rata-rata nilai vibrasi dibanding 2021. Lonjakan tertinggi tercatat pada bulan ke-8 tahun 2023 sebesar 0,97 gE, lebih tinggi

dibanding nilai maksimum 0,58 gE pada 2021. Hal ini mengindikasikan adanya potensi masalah awal pada bearing, sehingga pemantauan dan pemeriksaan tambahan tetap diperlukan meskipun kestabilan aksial relatif terjaga.

Secara keseluruhan, peningkatan nilai vibrasi teridentifikasi pada semua arah, dengan sisi DE menunjukkan lonjakan lebih signifikan dibanding NDE. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bearing sisi DE lebih rentan terhadap penurunan performa akibat beban operasional yang lebih besar. Oleh karena itu, perawatan rutin, pelumasan optimal, serta pemantauan berkala sangat penting untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

4. KESIMPULAN

Penarikan kesimpulan pada penelitian ini berdasarkan Hasil analisa vibrasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada nilai getaran bearing Fresh Water Pump dari tahun 2021 ke 2023, baik pada sisi Drive End (DE) maupun Non-Drive End (NDE). Peningkatan ini tampak pada semua arah pengukuran (vertikal, horizontal, dan aksial), dengan nilai tertinggi tercatat pada sisi DE arah aksial sebesar 4,6 gE di tahun 2023, meningkat dari 3,0 gE pada tahun 2021. Kondisi ini menandakan adanya degradasi performa bearing, yang diduga terkait dengan peningkatan beban operasional, pelumasan yang kurang optimal, maupun keausan material. Secara keseluruhan, tren kenaikan vibrasi pada tahun 2023 menunjukkan bahwa sebagian nilai getaran telah melewati batas aman menurut Standar Perusahaan 10816, terutama pada sisi DE. Hal ini mengindikasikan potensi penurunan keandalan sistem dan risiko kegagalan operasional jika tidak dilakukan tindakan pemeliharaan segera.

PERNYATAAN TERIMA KASIH

Melalui pernyataan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pembimbing Utis Sutisna, S.T, M.Eng yang telah membantu penulis dalam merampungkan artikel pada Jurnal ITEKS ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. B. J. Muhamad Safi'i, Rouf Muhammad, "Analisa Kerusakan Pompa Oli Temperature Control Unit Pada Mesin Longitudinal Strecher Ditinjau Dari Kerugian Biaya Produksi Di Pt. Polidayaguna Perkasa Ungaran," vol. 3, no. 1, pp. 106–115, 2024.
- [2] H. Juhelman Siregar, Dianta Mustofa Kamal, "Analisis Kerusakan Bearing Pada Pompa Sentrifugal Type ZLND 100-200," pp. 727–735, 2023.
- [3] R. A. Trianbowo, "Analisis Jadwal Perawatan Mesin Genset Di Cv. Sejati Teknik Semarang Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," 2023.
- [4] Sutrisna, "Analisis Kebijakan Pemeliharaan Mesin Dalam Menunjang Kelancaran Proses Produksi Pada Pt Harmoni Utama Tekstil," 2020.
- [5] D. D. Saputri and F. F. Rohmah, "Process Analysis Water Treatment And Utility Plant Pt Trans-Pacific Petrochemical Indotama Jawa Timur," no. 2031910017, 2022.
- [6] E. M. Azi Satrio, "Analisa Getaran Bearing Housing Untuk Meningkatkan Kinerja Dan Keandalan Pada Pompa Centrifugal Di Pdam Tirta Trubuk Bengkalis," vol. 1, no. 4, pp. 349–364, 2024.
- [7] D. R. Tri Wahyu Adinarto, "Analisis Sinyal Getaran Pompa Cooling Water Tipe Sentrifugal Menggunakan Metode FFT DAN ISO 10816-3," vol. 13, no. 1, 2024.
- [8] S. S. Akhmad Danung Yudistira, Ridwan Al Alif, "Model Alat Uji Kerusakan Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Sensor Accelerometer Untuk Predictive Maintenance," vol. 11, no. 3, pp. 1157–1166, 2023.
- [9] S. Eka Sari Wijianti, "Pengaruh Material Bearing Terhadap Konsumsi Bahan

- Bakar Mobil Hemat Energi Tarsius GV-1,” vol. 4, no. 2, pp. 21–24, 2018.
- [10] Yanuar Krisnahadi, “Analisa Pengaruh Variasi Conveying Rate Dan Luffing Angle Terhadap Respon Getaran Mekanisme Penggerak Konveyor Boom Pada Stacker Reclaimer Pltu Paiton Baru,” 2014.
 - [11] F. Novrian Carnegie, Dedi Suryadi, “Analisa Level Getaran Cooling Water Pump 1 Jenis Sentrifugal,” pp. 25–32, 2020.
 - [12] S. Berli P Kamiel, Mulyani, “Deteksi Cacat Bantalan Bola Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Spektrum Getaran,” vol. 20, no. 2, pp. 204–215, 2017.
 - [13] SKF Reliability Systems, “SKF Machine Condition Advisor CMAS100-SL,” no. 858, 2009, [Online]. Available: www.skf.com/cm