
EFEKTIFITAS DIGITALISASI IOT *VIBRATION ONLINE MONITORING* DALAM PENINGKATAN AKURASI *PREDICTIVE MAINTENANCE* PADA *MAIN FUEL OIL PUMP* MESIN PLTG MITSUBISHI MW-701

Atsirur Romdhoni¹, Tamaji²

¹Teknik Elektro – Universitas Widya Kartika

²Teknik Elektro – Universitas Widya Kartika

Abstrak

PT PLN Indonesia Power UBP Bali mengelola 24 Mesin pembangkit listrik yang berperan penting bagi kelistrikan di pulau bali, banyaknya mesin pembangkit yang dikelola tentunya membutuhkan pola pemeliharaan yang tepat. Salah satunya adalah *Predictive Maintenance* yang sebelumnya diambil secara manual, membutuhkan waktu serta personil yang tidak sedikit, maka penerapan Digitalisasi melalui *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang baru dalam meningkatkan efektivitas pemeliharaan mesin di industri. Makalah ini mengeksplorasi efektivitas sistem *Vibration online monitoring* berbasis IoT dalam meningkatkan akurasi *Predictive Maintenance* pada Main Fuel Oil Pump Mesin PLTG Mitsubishi MW-701. Dengan menerapkan sensor getaran yang terintegrasi dalam sistem IoT, data operasional pompa dapat dipantau secara real-time, memungkinkan identifikasi dini terhadap tanda-tanda kerusakan. Penelitian ini menganalisis data yang dihasilkan dari monitoring online getaran untuk mengevaluasi serta meningkatkan akurasi pengukuran manual mengenai kondisi mekanis pompa dan menentukan pola prediktif yang dapat memicu intervensi pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem ini tidak hanya meningkatkan akurasi dalam prediksi kerusakan, tetapi juga dapat menghindari downtime peralatan dan biaya pemeliharaan tak terduga secara signifikan. Temuan ini menegaskan pentingnya digitalisasi dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keandalan mesin. Makalah ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri dalam mengadopsi teknologi IoT untuk meningkatkan praktik pemeliharaan mesin terutama *Predictive Maintenance*.

Kata kunci: Digitalisasi IoT; *Predictive Maintenance*; *Vibration online monitoring*

Abstract

PT PLN Indonesia Power UBP Bali manages 24 power generation units that play a critical role in ensuring a stable electricity supply for the island of Bali. The large number of generators necessitates an effective maintenance strategy. *Predictive Maintenance*, which was previously performed manually, required significant time and human resources. However, the digitalization of maintenance practices through the *Internet of Things* (IoT) has opened up new opportunities for enhancing machine maintenance effectiveness in the industry. This paper explores the effectiveness of an IoT-based *Vibration online monitoring* system in improving the accuracy of *Predictive Maintenance* for the Main Fuel Oil Pump of the Mitsubishi MWH-701 Gas Turbine engine. By utilizing vibration sensors integrated into the IoT system, the operational data of the pump can be monitored in real-time, enabling early detection of potential issues. This study analyzes the data generated from online vibration monitoring to enhance the accuracy of manual measurements regarding the pump's mechanical condition and to identify predictive patterns that may trigger maintenance interventions. The findings demonstrate that the implementation of this system not only improves the accuracy of damage prediction but also significantly reduces equipment downtime and unexpected maintenance costs. These results highlight the importance of digitalization in enhancing operational efficiency and machine reliability. This paper is expected to serve as a reference for the industry in adopting IoT technology technology to improve machine maintenance practices, particularly in *Predictive Maintenance*.

Keywords: IoT Digitalization; *Predictive Maintenance*; *Vibration online monitoring*

1. PENDAHULUAN

PT PLN Indonesia Power UBP Bali mengelola 24 Mesin pembangkit listrik, tentunya Keandalan mesin menjadi faktor kunci untuk menunjang kelancaran produksi listrik bagi sebuah pembangkit listrik. Strategi pemeliharaan yang tepat dapat menjadi kunci bagi terwujudnya hal tersebut. Pemeliharaan *Predictive Maintenance* yang telah diterapkan merupakan salah satu cara untuk menjaga keandalan mesin dengan memprediksi sebelum terjadinya kegagalan, namun dengan kondisi banyaknya entitas pembangkit serta peralatan pendukungnya membuat pemeliharaan ini sangat perlu optimalisasi dalam pelaksanaannya.

berangkat dari permasalahan kerusakan pada Pompa Main Fuel Oil mesin Mitsubishi MW-701, yang telah dilakukan pengambilan data *Predictive maintenance* namun masih terkedala karena metode pengambilan data yang kurang intensif karena keterbatasan alat dan personal, sehingga durasi sampling data hanya dapat dilakukan paling cepat 1 bulan sekali.

Adanya jeda waktu yang cukup lama dan pengambilan data yang manual, membuat trending data yang sering terjadi misslead karena tidak dapat mendeteksi perubahan secara *realtime*, sehingga dirasa perlu melakukan metode pengambilan data yg optimal dan akurat dengan memanfaatkan digitalisasi IoT menggunakan *Vibration online monitoring*.

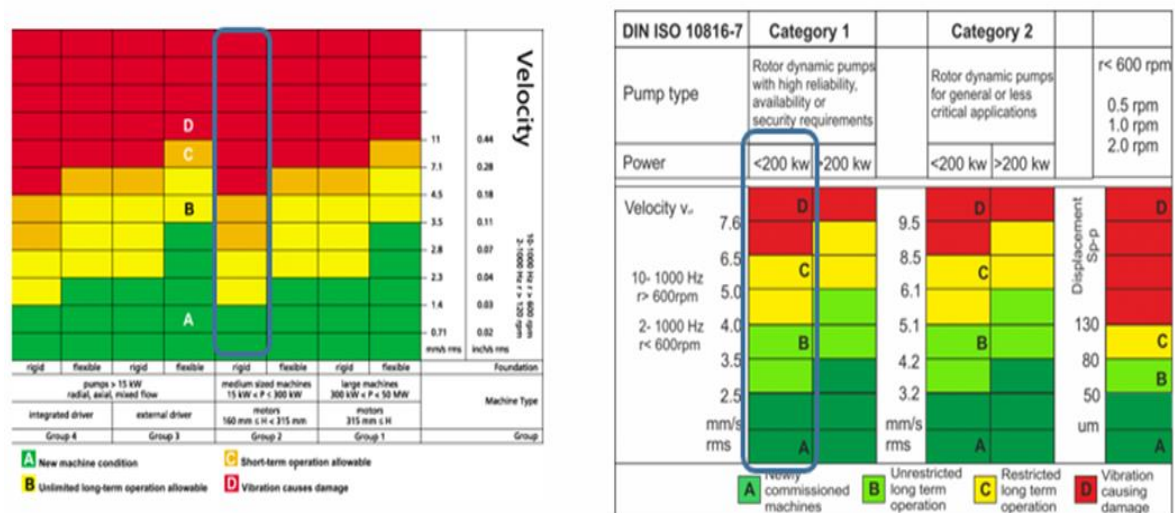
2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada peralatan Pompa Main Fuel Oil mesin Pembangkit PLTG Mitsubishi MW-701 unit 5 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Merk : TORISHIMA
 Speed : 2980 Rpm
 Capacity : 36,1 l/h
 Disch.press : 75-79 Kgf/cm²
 Driver : 200 kW

Penelitian ini membandingkan antara metode sebelum menggunakan IoT dan setelah penggunaan IoT *Vibration online monitoring* kemudian menjelaskan akurasi setelah menggabungkan 2 metode ini.

Komponen yang diamati yaitu nilai *overall* vibrasi, temperatur, serta tambahan analisis spektrum kemudian dianalisa menggunakan standart ISO Vibration 10816-3 dan 10816-7.



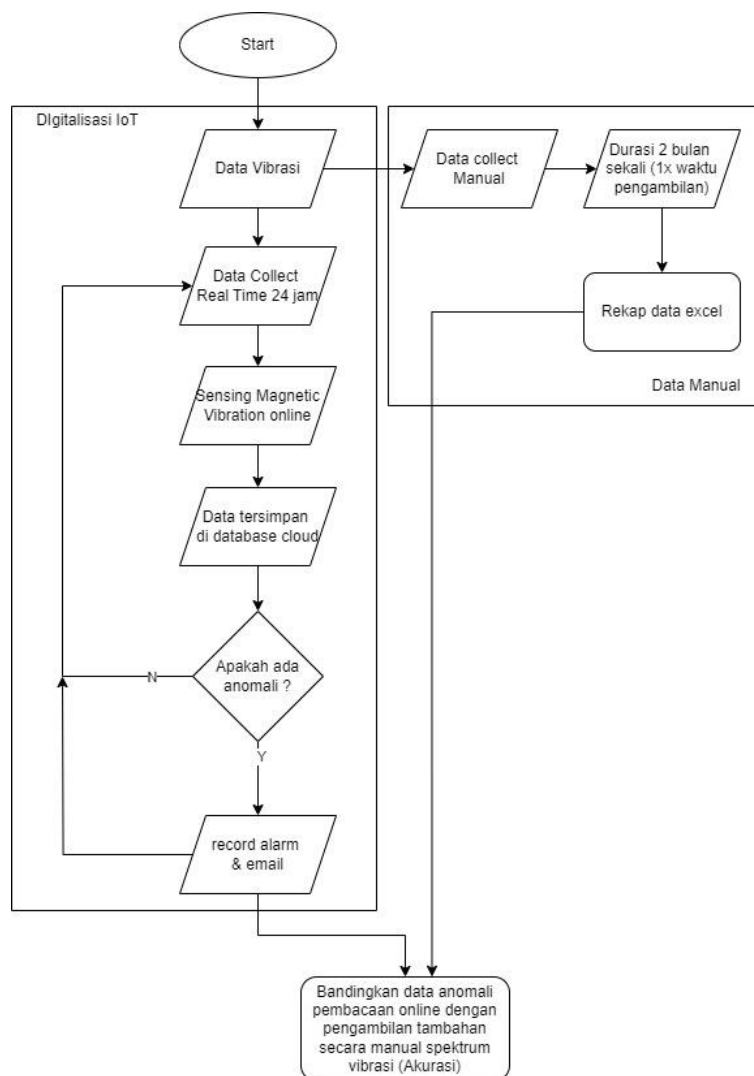
Gambar 1.

Tabel Standart vibrasi ISO 10816-3 dan ISO 10816-7

Peralatan yang digunakan untuk mengambil data vibrasi adalah sebagai berikut :

1. Portable Vibration analyzer
Merk : Pruftechnik
Type : Vibxpert II
Sensor : Accelerometer VIB 5.436
2. Vibration online analyzer
Merk : Sensoteq
Gateway : Cellular
Type : Kappa X magnetic
Sensor : Triaxial accelerometer

DIAGRAM ALUR PENELITIAN



Gambar 2.
Diagram Alur Penelitian

Alur Penelitian ini mengutamakan penggunaan *Vibration online monitoring* sebagai early warning system dan penggunaan portable vibration analyzer sebagai pembandingan data hasil capture vibration online

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi sebelum menggunakan *Vibration online monitoring* pengambilan data vibrasi tidak dilakukan secara intens karena keterbatasan personil dan pola operasi pembangkit start-stop yang beroperasi hanya jika sistem membutuhkan tambahan alokasi daya. Maka ada di titik dimana saat pengambilan tidak merepresentasikan kondisi di saat – saat tertentu yang bisa jadi mengalami lonjakan vibrasi yang tinggi dan tidak tercatat.

Tabel 1.
Rekap pengambilan data overall vibrasi pompa main fuel oil

No	BULAN	MFOP 5													HASIL			
		MOTOR						HASIL	POMPA							HASIL		
		DE			NDE				Vib Max	DE			NDE				Vib Max	
		DE VERTICAL	DE HORIZONTAL	DE AXIAL	NDE VERTICAL	NDE HORIZONTAL	NDE AXIAL			DE VERTICAL	DE HORIZONTAL	DE AXIAL	NDE VERTICAL	NDE HORIZONTAL				NDE AXIAL
9	September						0	A							0	A		
10	Oktober	0.873	1.219	0.43			1.219	A	2.912	2.183	2.864	5.253	2.535	3.473	5.253	D		
11	November	0.641	0.379	0.521			0.641	A	2.316	1.624	0.727	4.274	2.361	0.75	4.274	C		
12	Desember						0	A							0	A		

GANGGUAN POMPA MAIN FUEL OIL PUMP

Pada 11 Oktober 2023 kejadian Pompa Main fuel Oil mengalami gangguan kebocoran sehingga unit pembangkit Trip pada beban 75 MW. Kemudian dilakukan penormalan stop valve kemudian melakukan inspeksi pada sisi bearing pompa DE dan NDE. Ditemukan jurnal bearing cacat dan sedikit meleleh, dan ball bearing rusak parah dengan kondisi pecah, outlet inlet ball bearing gosong akibat temperatur tinggi.



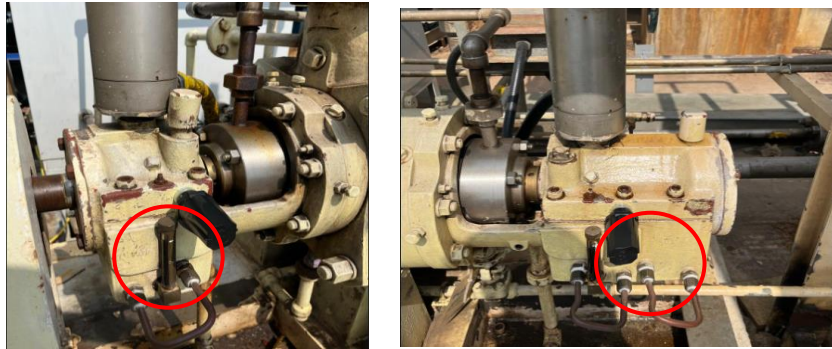
Gambar 3.

Dampak Kerusakan Bearing Pompa Main Fuel Oil

Akibat kondisi ini unit pembangkit mengalami kerugian tidak dapat beroperasi selama 7 hari, kemudian dilakukan perbaikan emergency menggunakan sparepart bekas repair dari unit *sister asset* di PLTGU Grati-Pasuruan. Saat kejadian aset pompa ini tidak memiliki peralatan early warning system yang bisa memonitoring kondisi bearing pompa, sehingga tidak terpantau secara *realtime* setiap adanya perubahan kondisi, maka langkah selanjutnya melakukan *improvement* dengan memasang *Vibration online monitoring* untuk mencegah kejadian serupa terjadi.

PEMASANGAN VIBRATION ONLINE

Setelah kejadian gangguan tersebut maka dilakukan pemasangan *vibration online* berupa magnetic sensor sehingga memudahkan dalam instalasi yang dapat membaca nilai *overall* vibrasi, spektrum vibrasi dan temperatur objek secara *realtime*, kemudian disetting nilai *alarm* dan *warning* untuk mengirimkan sinyal apabila terjadi anomali pada bearing.



Gambar 4.

Pemasangan Sensor *Vibrasi Online* Triaxial sisi Bearing DE dan NDE

HASIL TRENDING SENSOR VIBRASI ONLINE

Sensor ini terkoneksi secara WIFI dengan Gateway yang terhubung ke database cloud melalui sinyal Cellular, kemudian hasil dari rekaman tersebut dapat dipantau selama 24 jam melalui website yang semua informasinya dapat diakses sebagai berikut :

Tabel 2.

List jumlah kejadian alarm yang terbaca oleh sensor

Indonesia Power - Bali - MFOP PLTG 5 PGR - Critical issue			
Type	Measuring Point	Description	1M Count
Warning	NDE Pump	Horizontal sensor velocity RMS greater than 2.8	10
Critical	NDE Pump	Horizontal sensor velocity RMS greater than 4.5	9
Warning	NDE Pump	Axial sensor velocity RMS greater than 2.8	4
Warning	NDE Pump	Vertical sensor velocity RMS greater than 2.8	2

■ Critical
 ■ Warning
 ■ Online events

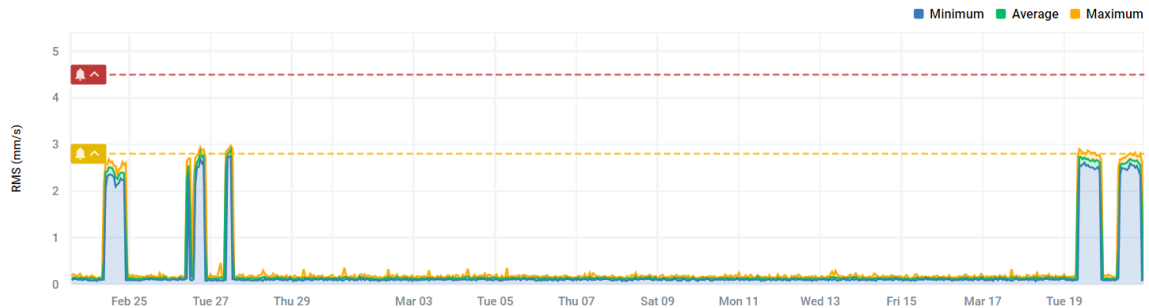
Tabel diatas merupakan alarm list dan jumlah kejadian saat sensor mendeteksi adanya nilai vibrasi melebihi dari batasan nilai yang sudah diberikan (batasan setting berdasarkan standart ISO 10816-7). Kondisi tersebut langsung dikirim melalui email sebagai early warning sistem.



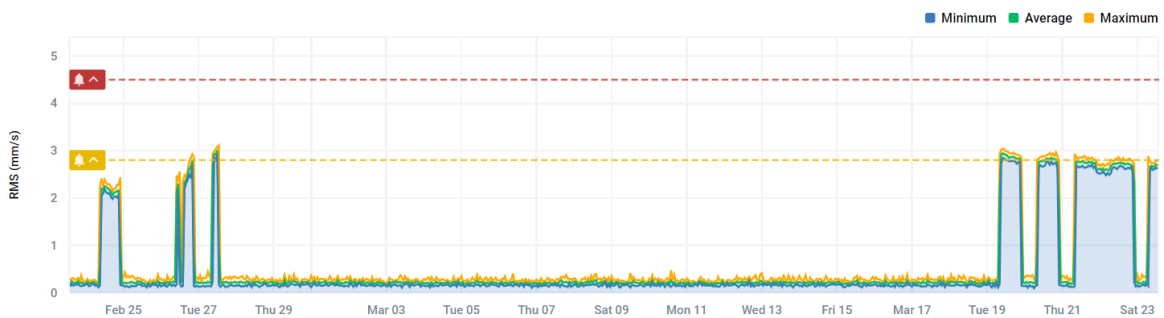
Gambar 5.

Trending Overall Vibrasi Bearing Pompa sisi NDE Horizontal

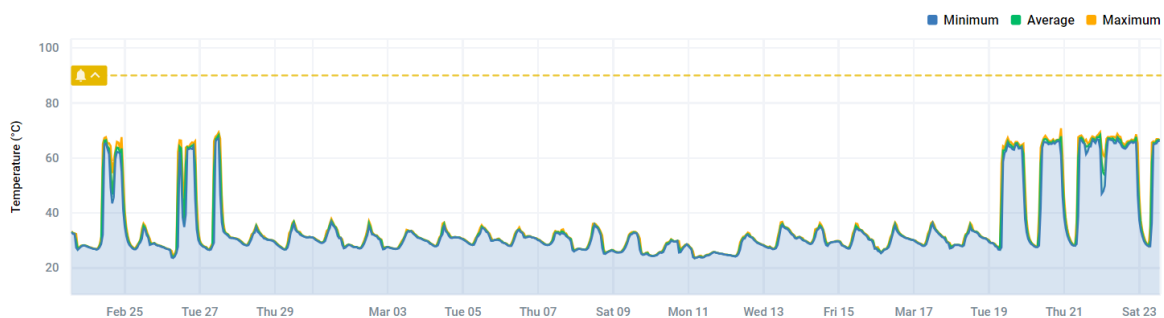
Dilihat dari trending sejak bulan maret mengalami kenaikan pembacaan nilai maksimum vibrasi pada pompa sisi NDE *Horizontal* dari sebelumnya nilai maksimum di **5,6 mm/s** di bulan februari, naik menjadi **6,29 mm/s** pada bulan maret. Sensor langsung mendeteksi adanya permasalahan yang terekam pada database sensor dan secara real time dapat dilihat berapa kali sensor mendeteksi adanya anomali pada pembacaan overall vibrasi yang mengindikasikan adanya kerusakan pada bantalan pompa.



Gambar 6.
Trending Overall Vibrasi Bearing Pompa NDE sisi Vertical

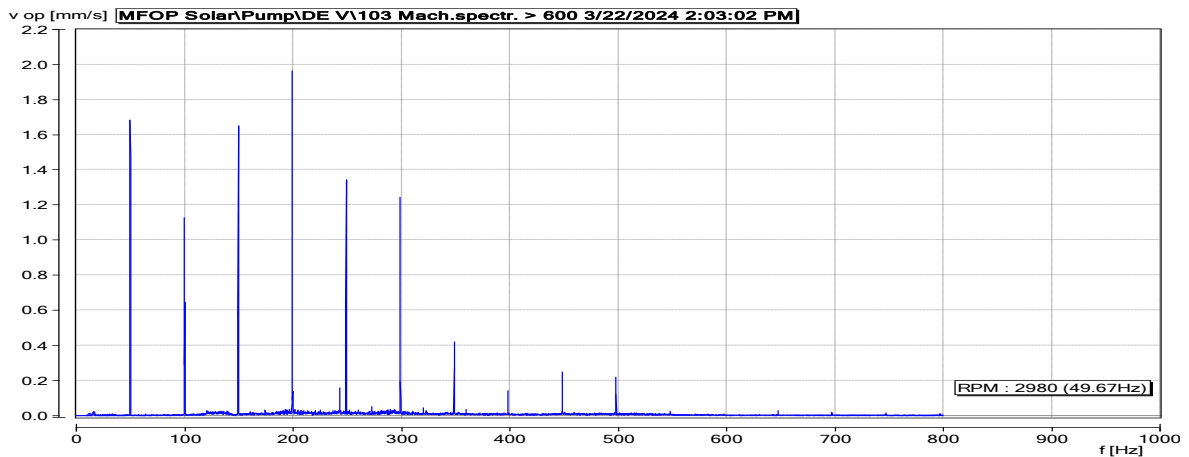


Gambar 7.
Grafik Trending Overall Vibrasi Bearing Pompa NDE sisi Axial



Gambar 8.
Grafik Trending Temperatur Bearing Pompa NDE

Nilai temperatur masih dalam batas aman operasi yaitu 65°C belum menunjukkan adanya kenaikan yang dapat dipastikan kondisi ini belum berdampak pada kondisi kontak metal. Berdasarkan hal tersebut dilakukan pengambilan data pembandingan menggunakan *Portable Analyzer vibxpert II* sesuai gambar dibawah ini.



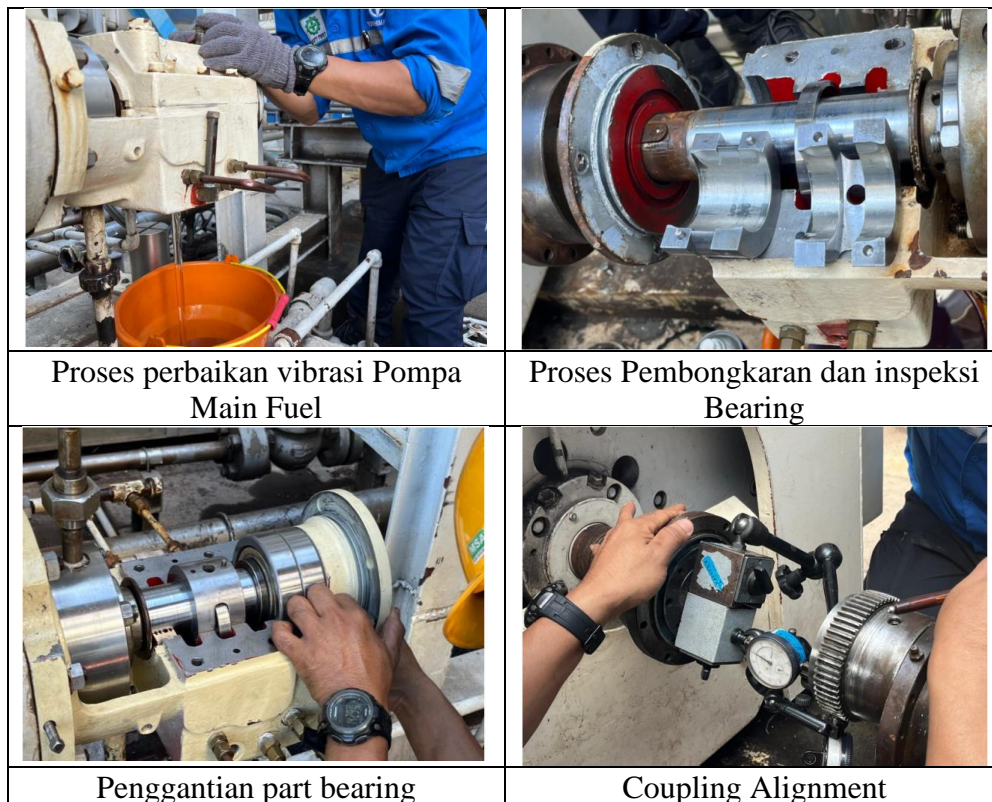
Gambar 9.

Spektrum vibrasi menggunakan alat Portable Analyzer Vibxpert II

Dari data *Analyzer* tersebut terkonfirmasi telah terjadi *mechanical looseness* pada bearing, sehingga diperlukan adanya tindak lanjut pemeliharaan dan persiapan material guna menghindari kejadian tak terduga yang menimbulkan kerugian.

REKOMENDASI PERBAIKAN SAAT PEMELIHARAAN

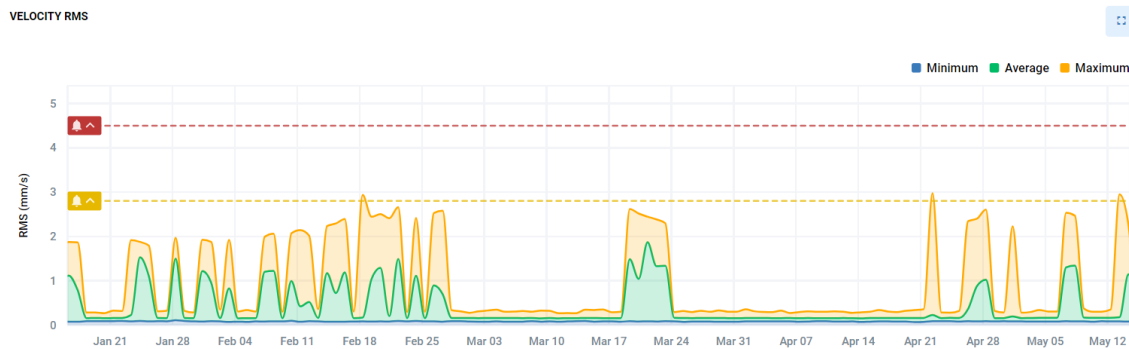
Berdasarkan temuan kenaikan nilai vibrasi berdasarkan trending *Vibration online monitoring* yang telah terpasang, maka dijadwalkan overhaul pekerjaan pemeriksaan part serta perbaikan vibrasi pada bearing pompa *Main Fuel Oil*.



Gambar 10.

Pemeliharaan Terjadwal Pemeriksaan dan Perbaikan Vibrasi Pompa Main Fuel

MONITORING KONDISI PASCA PERBAIKAN



Gambar 11.
Trending Overall Vibrasi Bearing Pompa sisi NDE Horizontal

Hasil monitoring pasca perbaikan kondisi vibrasi sudah turun ke **1.93 mm/s** (kategori Normal) dibandingkan sebelumnya di **6,29 mm/s** (kategori Critical), sehingga secara akurasi dalam pemberian rekomendasi oleh *Predictive Maintenance* berhasil mencegah adanya kerugian akibat downtime dan dapat menekan biaya sparepart lebih rendah.

Pemasangan *Vibration online monitoring* mampu meningkatkan keandalan serta menjadi early warning system bagi pengguna, sehingga dapat menentukan kondisi kesehatan aset lebih akurat serta dapat menjadi rujukan tindakan proaktif untuk memperpanjang umur dari aset peralatan sebelum peralatan tersebut mengalami kerusakan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan evaluasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Pemasangan *Vibration online monitoring* dapat memudahkan pemantauan serta menjadi early warning system untuk aset – aset critical sehingga dapat mencegah terjadinya breakdown yang mengakibatkan kerugian yang besar.
- Hasil rekomendasi dapat menurunkan vibrasi dari 6,29 mm/s menjadi 1.93 mm/s.
- Kombinasi hasil pembacaan *Vibration online monitoring* dengan portable monitoring dapat meningkatkan akurasi dalam data *Predictive Maintenance*, sehingga dapat menjadi acuan untuk pemeliharaan terjadwal berikutnya dan menentukan action serta kebutuhan *sparepart* agar aset berfungsi normal.
- Berdasarkan pengalaman di PT PLN Indonesia Power UBP Bali dapat dijadikan referensi dalam penerapan digitalisasi IoT untuk meningkatkan analisa *Predictive Maintenance* dan juga dapat dimanfaatkan untuk industri yang memiliki personil terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

ISO 10816-3:2009 (E). Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts. Part 3: Industrial machines with nominal power above 15kW and nominal speeds between 120 r/min and 15000 r/min when measured in situ.

Mobius Institute. (2016). *Vibration Analysis Training Manual – Category II*

Isra' Nuur Darmawan, Kholistianingsih Kholistianingsih, Agus Purwanto, Priyono Yulianto, Susatyo Adhi Pramono. (2022). Pengurangan Gangguan Akibat Kegagalan Pengukuran Vibrasi pada Primary Air Fan (PAF) di PLTU Jateng 2 Adipala Operation and Maintenance Services Unit. *J-Proteksion : Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*. ISSN: 2528-6382 2541-3562. Vol.7 No.2

- Sensoteq Support. (2022). DOC-01213 USER MANUAL Kappa X. Belfast, Ireland : Sensoteq Ltd
- Sensoteq Support. (2019). DOC-00156 HMI User Guide Sensoteq Condition Monitoring. Belfast, Ireland : Sensoteq Ltd
- Mitsubishi Heavy Industries,Ltd, Siemens Aktiengesellschaft, Cockerill Mechanical Industries. (1997). Design Manual Combined Cycle Power Plant 3x100 MW. Mitsubishi Corporation.

