

ANALISIS VIBRASI SEBAGAI INDIKATOR KINERJA OPTIMAL PADA POMPA SENTRIFUGAL (X 123 Z)

B.N. Musad^{1*}, G.V. Golwa¹, M.R.H.A. Azmi¹, R.F. Dwiyanto¹, H. Kuswantoro¹,
I.M. Nafi¹

¹Fakultas Teknik, Teknik Mesin Universitas Mercu Buana

Corresponding Author: 41322010024@student.mercubuana.ac.id

ABSTRAK

Getaran pada mesin yang beroperasi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan dan kegagalan pada komponen mesin. Akan tetapi, kerusakan ini bisa dideteksi dan dianalisis menggunakan metode predictive maintenance, seperti pemantauan getaran dengan single channel data collector. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indikator kinerja optimal pada pompa sentrifugal dengan menggunakan metode analisis vibrasi dimana akan dilakukan pengambilan data vibrasi pada pompa sentrifugal dengan alat Vib Expert II yang nantinya akan dianalisis secara spektral bertujuan mengidentifikasi frekuensi dominan dan pola getaran yang tidak biasa. Hasil pengukuran vibrasi dibandingkan dengan batas toleransi yang ditentukan oleh standar ISO 10816-3. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai vibrasi pada semua titik pengukuran berada di bawah batas toleransi. Tren vibrasi juga stabil dan tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan. Berdasarkan hasil pengukuran vibrasi, dapat disimpulkan bahwa pompa sentrifugal dalam kondisi normal. Hal ini menunjukkan bahwa pompa beroperasi dengan baik dan tidak terdapat kerusakan pada komponen pompa.

Kata Kunci: Vibrasi, Pompa Sentrifugal, Monitoring Kondisi, ISO 10816-3

ABSTRACT

Vibration in operating machines can cause damage and failure to machine components. However, this damage can be detected and analyzed using predictive maintenance methods, such as vibration monitoring with a single channel data collector. This study aims to analyze the optimal performance indicators in centrifugal pumps using an vibration analysis method where vibration data will be collected on centrifugal pumps with Vib Expert II tools which will be spectrally analyzed to identify dominant frequencies and unusual vibration patterns. The vibration measurement results are compared with the tolerance limits specified by the ISO 10816-3 standard. The results show that the vibration values at all measurement points are below the tolerance limit. The vibration trend is also stable and does not show any significant changes. Based on the vibration measurement results, it can be concluded that the centrifugal pump is in normal condition. This indicates that the pump is operating properly and there is no damage to the pump components.

Keywords: Vibration, Centrifugal Pump, Condition Monitoring, ISO 10816-3

1. PENDAHULUAN

Analisis vibrasi digunakan untuk menilai fungsi dan keadaan sebuah mesin. Manfaat utama dari analisis vibrasi adalah dapat menemukan masalah yang muncul sebelum mesin menjadi tidak terkontrol dan mengakibatkan mesin tidak berfungsi. Semua mesin yang berotasi dan bergetar, yang merupakan hasil dari dinamika mesin, termasuk keseimbangan dan penyelarasan bagian-bagian yang berotasi. Kekuatan poros dapat ditentukan dengan mengukur amplitudo getaran pada frekuensi tertentu (Abi, W. 2021).

Mesin yang berotasi seperti contohnya pada pompa, umumnya tidak terlepas dari adanya getaran yang ditimbulkan dari rotasi mesin tersebut. Mesin yang berotasi seiring waktu akan menyebabkan timbulnya kerusakan-kerusakan atau kegagalan pada komponen mesin itu sendiri yang mana akan berakibat bagi kualitas dan ketahanan dari mesin tersebut.

Pompa merupakan alat penting untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain. Diantara berbagai jenis pompa, pompa sentrifugal menjadi pilihan populer karena beberapa keunggulannya yaitu harganya yang terjangkau, konstruksi yang sederhana, berkapasitas tinggi, kemudahan dalam operasional dan pemeliharaan yang terukur (P. Busono, Syafrul, dan A. S. Catur). Ada beberapa jenis pompa berdasarkan kebutuhan dan kondisi yang berbeda. Berdasarkan cara kerjanya, pompa terbagi menjadi dua kategori utama yaitu Pompa Kerja Positif (*Positive Displacement Pump*) dan Pompa Kerja Dinamis (*Non Positive Displacement Pump*). Adapun penilaian lain dari jenis pompa berdasarkan tipe serta cara kerjanya, terdapat tiga kategori yaitu *Pump Positive Displacement*, Pompa Dinamis (*Kinetic*), dan Pompa Efek Spesial. Pompa sentrifugal termasuk dalam kategori Pompa Dinamis (*Kinetic*) (S. Hariady).

Perawatan pompa di dalam berjalannya suatu perusahaan sangatlah penting untuk mencapai kinerja yang optimal dari peralatan ataupun mesin-mesin yang ada. Gangguan pada pompa seperti *misalignment*, *unbalance*, kavitasi, kerusakan *bearing*, *mechanical looseness*, fluktuasi tekanan, dan gesekan (*rubbing*) dapat menyebabkan vibrasi dan mengganggu performanya (M. Gatra Prawira dan A. Jannifar).

Untuk mengatasi permasalahan atau kegagalan yang disebabkan dari adanya getaran pada mesin atau pompa maka perlu dilakukannya pengecekan atau *maintenance*, yaitu dengan dilakukannya analisis vibrasi. Analisis vibrasi sangat penting karena merupakan salah satu indikator yang baik untuk mendeteksi suatu masalah mekanis pada peralatan berputar (*Rotating Equipment*) seperti mesin pompa. Dari hal tersebut akan didapatkan data berupa analisis kerusakan pada komponen-komponen terhadap *misalignment* dengan *vibration trending analysis*. Berdasarkan tren data vibrasi tersebut dapat dijadikan acuan dalam tindakan pencegahan dan perbaikan terhadap masalah *misalignment* (K. J. Santoso). Akan tetapi ada cara lain yang lebih baik dalam mengatasi akan terjadinya suatu kerusakan atau kegagalan yang disebabkan dari getaran pada suatu mesin yaitu dengan cara menerapkan *Predictive maintenance* yang mana metode ini jauh lebih baik dari metode perawatan lainnya dimana pada metode ini memiliki efektivitas dan produktif dalam segi pembiayaan dan produksi yang mana juga akan berdampak bagi peningkatan produktivitas, kualitas produk, efektivitas manufaktur dan produksi. Adapun contoh penerapannya yaitu pada *monitoring* getaran, *thermography*, serta *tribology* untuk memperoleh data aktual dari kondisi

operasional suatu mesin berdasarkan pada data penjadwalan aktivitas pemeliharaan (Azhari Akbar dan D. Karmiadi). Dalam penerapan *predictive maintenance* terdapat salah satu cara yang bisa dilakukan yaitu dengan melakukan *monitoring* vibrasi mesin dengan *single channel data collector* yang merupakan metode pemeliharaan prediktif andal. Grafik spektrum vibrasi yang dihasilkan memberikan informasi tentang hubungan antara frekuensi (sumber vibrasi) dan amplitudo (tingkat keparahan). Analisis grafik spektrum vibrasi cukup efektif untuk mengungkap permasalahan pada mesin (A. Kurniawan).

Dalam proses *monitoring vibration* akan ditunjukkan grafik spektrum vibrasi yang mana merupakan suatu alat penting dalam monitoring kondisi mesin. Grafik ini akan menampilkan keterkaitan antara frekuensi (sumber vibrasi) dan amplitudo (tingkat keparahan) dan merupakan hasil konversi dari grafik time domain waveform yang diubah menjadi *individual peak* melalui proses *Fast Fourier Transform* (FFT) (Randall, Robert Bond).

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis vibrasi. Analisis Vibrasi dapat dilakukan menggunakan alat seperti Vib Expert II. Untuk menganalisis vibrasi kita memerlukan beberapa langkah. Pertama, pengukuran vibrasi dilakukan menggunakan Vib Expert II, menghasilkan data tentang amplitudo, frekuensi, dan kecepatan getaran pada titik-titik kritis di pompa. Selanjutnya, data tersebut dianalisis secara spektral untuk mengidentifikasi frekuensi dominan dan pola getaran yang tidak biasa. Analisis tren kemudian dilakukan untuk melacak perubahan dalam parameter getaran dari waktu ke waktu, mengungkapkan trend yang mengindikasikan perubahan kondisi pompa. Dengan membandingkan data getaran dengan batasan atau nilai referensi, masalah atau potensi masalah pada pompa, seperti ketidakseimbangan atau keausan bantalan, dapat diidentifikasi dengan tepat. Berdasarkan analisis getaran ini, rekomendasi perawatan atau tindakan korektif dapat diberikan untuk menjaga atau meningkatkan kondisi pompa secara efisien. Dengan pendekatan ini, metode analisis vibrasi dengan Vib Expert II memungkinkan pemahaman menyeluruh tentang kondisi pompa dan identifikasi masalah potensial dengan cepat dan akurat. Penelitian dilakukan di PT. X yang dapat dipaparkan pada Gambar 1.



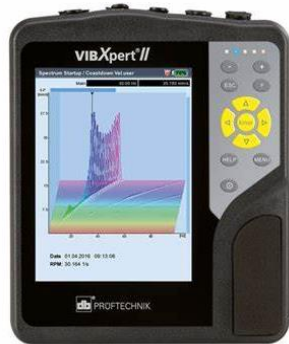
Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk menunjang proses penelitian ini sebagai berikut:

a. Vib Expert II

Untuk menunjang proses pengumpulan data, maka digunakan alat bantu untuk menunjang pengumpulan dan menganalisis data. Alat bantu tersebut berupa alat ukur monitoring getaran type Vib Expert II, alat ukur *alignment type Dial Indicator* toleransi pengukuran 0,01 mm, Alat ukur *alignment type Micrometer Outside* toleransi pengukuran 0,01 mm dan alat ukur *alignment type Tapper Gauge* toleransi pengukuran 0,1 mm



Gambar 2. Vib Expert II

b. Pompa

Pompa yang dijadikan bahan objek pengambilan data, mesin pompa yang akan kita ambil datanya pada penelitian kali ini adalah pompa berjenis *Centrifugal Pump* dengan menggunakan metode pengambilan data Plant CA. Pompa sentrifugal yang menjadi objek penelitian ini merupakan jenis pompa yang banyak digunakan dalam berbagai industri. Pompa ini bekerja dengan cara memutar impeller, yang menghasilkan gaya sentrifugal yang mendorong fluida keluar dari pompa.



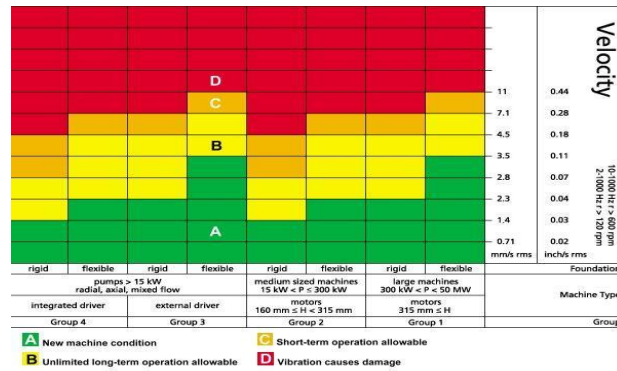
Gambar 3. Pompa Sentrifugal di PT. X

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen (*Experimen*) untuk mengetahui pengaruh getaran (vibrasi) terhadap performa dari *Centrifugal Pump* PT.X. Metode yang digunakan adalah mengambil data vibrasi dan data *shockpulse*. Pengambilan data dilakukan menggunakan alat ukur vibrasi Vib Expert II dengan menetapkan *transduser* pada titik pengambilan data motor dan pompa *Centrifugal Pump*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh getaran (vibrasi) terhadap kerusakan yang akan terjadi pada *Centrifugal Pump*

supaya bisa mengantisipasi/ menghindari hal yang akan mengakibatkan terjadinya breakdown maintenance. Data dan informasi pendukung berdasarkan data yang diambil di lapangan PT. X.

2.3 Pedoman bagi kelayakan pemesinan ISO 10816-3



Gambar 4. Standar ISO 10816-3 (D. Romahadi, H. Xiong, dan H. Pranoto)

ISO 10816-3 adalah sebuah standar dasar yang menjadi acuan untuk menjelaskan persyaratan secara umum untuk menilai berbagai jenis getaran mesin ketika pengukuran getaran dilakukan pada bagian yang tidak sedang berputar. Ini sebuah bagian dari standar ISO 10816 yang memberikan panduan khusus untuk menilai tingkatan besarnya nilai getaran yang diukur pada sebuah bantalan, tumpuan bantalan, atau rumah mesin industri ketika pengukuran dilakukan di tempat/lapangan. Set standar berlaku untuk mesin yang memiliki kapasitas lebih dari 15 kW dan kecepatan operasi di tengah 120 RPM dan 15000 RPM. Dua kriteria disediakan untuk menilai suatu getaran pada mesin. Kriteria pertama Menentukan besarnya getaran yang diamati, dan kriteria kedua menentukan perubahan besarnya (ISO 113581).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Penelitian

Data dari hasil penelitian pada pompa sentrifugal X 123 Z di PT. X ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pompa Sentrifugal

	Nilai <i>Overall</i> Vibrasi				Nilai <i>Shockpulse</i>	
	Horizontal	Vertikal	Axial	dBm	dBc	Acceptance Criteria
NDE Motor	0,9	0,6	0,5	-27	-31	Nilai Shock Pulse (dBm dan dBc) bernilai negatif
DE Motor	1	0,6	0,3	-18	-33	
DE Pump	0,3	0,3	0,3	-28	-30	
NDE Pump	0,2	0,2	0,3	-26	-30	

Status	New Machine Condition (Good)	Bearing dalam kondisi baik
ISO Kategori	Group 2 Rigid ISO 10816-3	

Adapun spesifikasi pompa sentrifugal X 123 Z pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Pompa Sentrifugal

Data Mesin	
Nama mesin	X 123 Z
Pengambilan data	Plant CA
Tanggal	9-5-2024
RPM	2930
Transmisi	Coupling
Pondasi	Rigid
Power	18,5 kW

3.2 Pembahasan

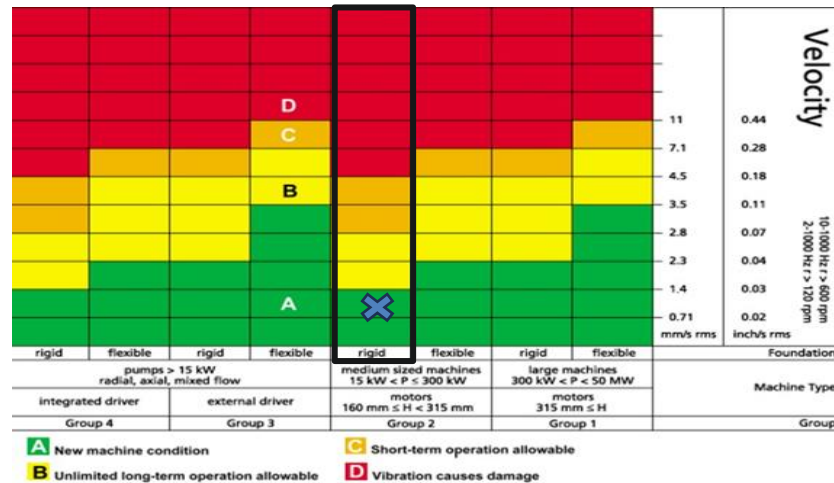
Dalam pemeriksaan vibrasi, standar yang ditetapkan menentukan tingkat getaran yang dapat diterima untuk menentukan apakah peralatan masih beroperasi dengan baik atau memerlukan perbaikan. Beberapa standar umum termasuk ISO 2372, ISO 10186-3, American Petroleum Institute (API), dan American Gear Manufacturers Association (AGMA). Dalam penelitian ini, standar yang digunakan adalah ISO 10816 Mechanical Vibration, yang digunakan untuk mengevaluasi getaran mesin dengan mengukur bagian yang diam atau tidak berputar.

Kriteria standar ISO 10816 menggambarkan kondisi mesin sebagai berikut:

- Warna Hijau atau *New Machine Condition (Good)*: Mesin beroperasi optimal tanpa masalah signifikan.
- Warna Kuning atau *Unlimited Long-Term Operation Allowable (Pre-Warning)*: Mesin masih dapat beroperasi dalam jangka waktu lama, tetapi perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut atau perawatan preventif.
- Warna Jingga atau *Short-Term Operation Allowable (Warning)*: Mesin masih dapat beroperasi dalam jangka pendek, tetapi ada masalah yang perlu segera diatasi.
- Warna Merah atau *Vibration Causes Damage (Alarm)*: Mesin mengalami kondisi berpotensi merusak dan memerlukan tindakan segera.

Pengukuran dilakukan pada 4 titik pada pompa, yaitu DE motor, NDE motor, DE pompa, dan NDE pompa, dengan arah vertikal, horizontal, dan aksial. Standar vibrasi untuk pompa sentrifugal menetapkan bahwa "*New Machine Condition*" tercapai jika amplitudo maksimalnya tidak melebihi 1,4 mm/s. Jika

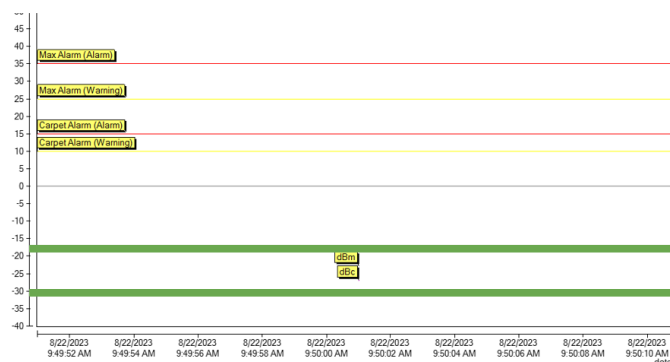
melebihi angka ini, mesin masuk ke dalam kategori "*Unlimited Long-Term Operation Allowable*". Operasi mesin harus dihentikan jika amplitudo mencapai 4,5 mm/s.



Gambar 5. Operasi Mesin

Mengacu dari data pengukuran pada Tabel 1, data vibrasi *overall* tertinggi terjadi pada DE motor horizontal yaitu 1 mm/s rms dan DE Pompa horizontal yaitu 0,3 mm/s rms, sehingga Pompa X 123 Z masuk dalam kategori kategori *new machine condition (good)*. Kondisi Pompa P433B dalam kondisi baik, data vibrasi masih dalam area aman untuk beroperasi dalam waktu yang panjang.

Sementara itu, kondisi bearing pada pompa P063B masih dalam kategori yang baik. Nilai tertinggi dari dBM adalah -18, yang terdeteksi pada bearing pompa, tetapi masih di bawah nilai peringatan dBM yang ditetapkan yaitu sebesar 25. Nilai tertinggi dari dBC adalah -30, juga terdeteksi pada bearing pompa, tetapi masih di bawah nilai peringatan dBC yang ditetapkan yaitu sebesar 10. Data *shock pulse* ditampilkan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Data Shock Pulse

4. KESIMPULAN

Vibrasi merupakan gerak bolak-balik suatu objek dari titik kesetimbangannya dalam suatu periode waktu tertentu. Setiap benda yang bermassa dan bergerak tentu akan mengalami getaran ataupun vibrasi. Oleh karena itu, semakin rendah nilai vibrasi maka dapat diambil kesimpulan bahwa equipment masih dalam keadaan

baik, begitu juga sebaliknya. Kategori tinggi rendahnya nilai vibrasi dapat dilihat dari standar ISO-10816-3. Pengukuran vibrasi dapat memberikan informasi terkait kondisi pompa secara berkala sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan pada equipment. Oleh karena itu, sering sekali metode pengukuran vibrasi ini disebut juga dengan *Predictive Maintenance*. Pengukuran vibrasi dilakukan pada titik yang telah ditentukan pada pompa. Data vibrasi diukur menggunakan transducer. Tren vibrasi juga stabil dan tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan. Meskipun demikian, penting untuk melakukan pemantauan vibrasi secara berkala untuk memastikan pompa tetap beroperasi dengan baik dan mendeteksi dini potensi kerusakan. Pemantauan vibrasi direkomendasikan minimal setiap bulan, dengan hasil pengukuran dibandingkan dengan batas toleransi ISO 10816-3. Jika nilai vibrasi melebihi batas toleransi atau terdapat tanda-tanda kerusakan, perlu dilakukan pemeriksaan dan perbaikan segera. Pada pompa X 123 Z didapatkan bahwa nilai tertinggi dari vibrasinya sebesar 1 mm/s yang berarti pompa masuk ke dalam kategori *new machine condition (good)* dan menandakan bahwa pompa dalam kondisi baik serta aman untuk beroperasi dalam jangka waktu yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Kurniawan, "Penentuan Jumlah Minimal Line Of Resolution Dalam Spektrum Vibrasi Untuk Pengukuran Rutin Vibrasi," *Kilat*, vol. 11, no. 1, hal. 32–39, 2022, doi: 10.33322/kilat.v11i1.1526.
- Azhari Akbar dan D. Karmiadi, "Analisis Getaran Pengaruh Variabel Misalignment," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 11, no. 3, hal. 141–150, 2021, doi: 10.35814/teknobiz.v11i3.2901.
- D. Romahadi, H. Xiong, dan H. Pranoto, "Intelligent System for Gearbox Fault Detection & Diagnosis Based on Vibration Analysis using Bayesian Networks," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 694, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/694/1/012001.
- ISO 113581, "INTERNATIONAL STANDARD iTeh STANDARD iTeh STANDARD PREVIEW," *Int. Organ. Stand.*, vol. 10406–1:20, hal. 3–6, 2015.
- K. J. Santoso, "Analisis Misalignment Dengan Vibration Trend Analysis," *J. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 3, hal. 82, 2020, doi: 10.22441/jtm.v8i3.5898.
- M. Gatra Prawira dan A. Jannifar, "Inspeksi Pompa Centrifugal Berbasis Data Vibrasi Menggunakan Vibration Analyzer Di Pt Pertamina Ep Asset 1 Field Rantau," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 1, no. 1, hal. 43–50, 2018, [Daring].
- P. Busono, Syafrul, dan A. S. Catur, "Analisis Vibrasi Pada Pompa Pendingin PrimerJE01 AP003," *Bul. Pengelolaan Reakt. Nukl.*, vol. 11, no. 1, hal. 72–79, 2014.
- Randall, Robert Bond, "Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications, 2010
- Silitonga, A. S., & Agustini, A. R, "PERFORMANSI VIBRASI POMPA PADA POMPA STEAM CONDENSATE PUMP (G-2707)," *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, vol. 4, no. 1, hal. 849–857, 2023.
- S. Hariady, "Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101C Wtu Sungai Gerong Pt. Pertamina Ru Iii Plaju," *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 2, no. 1, hal. 29–42, 2014.