

ANALISA GETARAN PADA POMPA SENTERIFUGAL UNTUK PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)* DI PDAM TIRTA TERUBUK BENGKALIS

M. Syahrudin *¹
Erwen Martianis ²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis

*e-mail: syahrudisyahrudin@gmail.com , erwin@polbeng.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis getaran pada pompa sentrifugal untuk penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PDAM Tirta Terubuk, Bengkalis. Pompa sentrifugal yang digunakan di PDAM Tirta Terubuk memainkan peran penting dalam operasional distribusi air bersih. Namun, getaran yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada pompa dan komponen terkait, sehingga mengganggu efisiensi operasional. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pengukuran dan analisis getaran pada pompa sentrifugal dengan menggunakan alat pengukur getaran. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk mengembangkan strategi pemeliharaan prediktif yang lebih efektif, dengan fokus pada perbaikan yang benar-benar diperlukan untuk mengurangi downtime dan meningkatkan ketersediaan sistem. Hasil penelitian Dimana sumbu x (horizontal) memiliki karakteristik nilai getaran yang terus meningkat seiring berjalannya oprasi, sumbu y (vertikal) memiliki karakteristik nilai getaran yang fluktuatif, dan sumbu z (axial) dengan nilai getaran fluktuatif namun memiliki nilai getaran tertinggi sebesar 1.139.983 mm/s . Penerapan ini tentunya memiliki dampak baik bagi pompo sentrifugal, sehingga priode *preventive maintenance* diusulkan 2 hari sekali, ini dikarenakan pompa terus beroperasi setiap hari dengan nilai efesiensi getaran rata-rata sebesar 24%, sehingga terhindar dari masalah *missalignment*.

Kata kunci: Getaran, Pompa Sentrifugal, *Total Productive Maintenance (TPM)*, Predictive Maintenance

Abstract

This research aims to analyze vibrations in centrifugal pumps for the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) at PDAM Tirta Terubuk, Bengkalis. The centrifugal pump used at PDAM Tirta Terubuk plays an important role in clean water distribution operations. However, excessive vibration can cause damage to the pump and related components, thereby compromising operational efficiency. The methodology used in this research involves measuring and analyzing vibrations in centrifugal pumps using vibration measuring equipment. The results of this analysis are then used to develop more effective predictive maintenance strategies, focusing on the improvements that are truly needed to reduce downtime and increase system availability. Research results: The x-axis (horizontal) has characteristics of vibration values that continue to increase as the operation progresses, the y-axis (vertical) has characteristics of fluctuating vibration values, and the z-axis (axial) has fluctuating vibration values but has the highest vibration value of 1,139,983 mm/s. This implementation certainly has a good impact on centrifugal pumps, so the preventive maintenance period is proposed every 2 days, this is because the pump continues to operate every day with an average vibration efficiency value of 24%, thereby avoiding misalignment problems.

Keywords: *Vibration, Centrifugal Pump, Total Productive Maintenance (TPM), Predictive Maintenance*

PENDAHULUAN

Sistem Penyediaan Air Minum (PDAM) memiliki peran krusial dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat, termasuk PDAM Tirta Terubuk di Bengkalis. Pompa air menjadi komponen utama dalam operasional PDAM, bertanggung jawab atas distribusi air dari sumbernya ke sistem distribusi. Seiring berjalannya waktu, pompa-pompa ini rentan terhadap berbagai masalah dan kerusakan atau kurangnya perawatan preventif.

Fungsi pemeliharaan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi serta mengusahakan agar pompa dan peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai untuk pelaksanaan proses produksi (Agus Ahyari, 2002). Secara umum sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia, tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan pemeliharaan (Corder, Antony, and K Hadi, 1992). Oleh karena itu sangat dibutuhkan kegiatan pemeliharaan yang meliputi kegiatan pemeliharaan mesin yang digunakan dalam proses produksi.

Analisis getaran pada pompa dapat memberikan wawasan mendalam terhadap sumber getaran, seperti ketidakseimbangan, misalignment, keausan bantalan, atau resonansi yang dapat mempengaruhi kinerja mesin. Pentingnya meningkatkan kinerja dan keandalan pompa menjadi lebih signifikan mengingat tuntutan pasar yang semakin ketat dan persaingan industri yang meningkat. Dengan memahami sumber getaran dan mengimplementasikan tindakan perbaikan yang tepat, dapat diharapkan bahwa efisiensi operasional pompa dapat ditingkatkan, downtime dapat diminimalkan, dan biaya pemeliharaan dapat dioptimalkan serta meningkatkan kinerja pada pompa.

Penelitian ini juga akan menggali lebih dalam mengenai nilai getaran pada pompa sebagai metode untuk meningkatkan kinerja dan keandalan. Pemahaman mendalam terhadap sumber getaran dan penerapan tindakan perbaikan yang efektif diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap industri dan mengarah pada pengembangan praktik terbaik dalam pemeliharaan pompa.

METODE

1. Alat Pengujian

Adapun Alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat Pengukur Jarak Volume Phytagoras Area Mode *Kontinyu* Dengan Sinar *laser* & layar digital distance 100 meter *laser light with LCD display*.
- b. *Vibration Monitoring 3-Axis* (Alat getaran)
- c. Laptop

2. Website Kaggle Pengolahan Data *Vibration*

Website Kaggle Pengolahan Data *Vibration* Merupakan suatu situs/platform yang mengadakan perlombaan-perlombaan di bidang *Data Science*. Situs ini juga menjadi salah satu sumber pembelajaran *Data Science* (secara praktek) yang umum. *Data Science* merupakan ilmu yang mempelajari proses ekstraksi informasi dari data, produk yang dihasilkan dengan penerapan *Data Science* juga sangat beragam. Dimana website Kaggle digunakan untuk mengolah data hasil pengujian *vibration* hingga menjadi output sebuah rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pompa Sentrifugal

Pompa yang digunakan pada penelitian ini adalah pompa sentrifugal merk *Torishima* Tipe & Size ETA-N 125 X 100 dengan spesifikasi pada Tabel 1:

Tabel .1 Spesifikasi pompa

TORISHINA PUMP	
<i>TYPE & SIZE</i> ETA - N 125 X 100 - 400	
<i>PRODUCTION NO.</i> TS0916410	NO.
<i>TYPE & SIZE</i> ETA - N 125 X 100 - 400	<i>min</i> ⁻¹
<i>TOTAL HEAD</i> 40 m	<i>DRIVER</i> 37 kW
<i>CAPACITY</i> 180 <i>m</i> ³ / <i>h</i>	
<i>BEARING NO</i>	6313 DDU C3 - PCS
	- PCS
<i>DELEVERI TIME</i> 10 - 20	
PT. TORRISHINA GUNA INDONESIA	
JAKARTA INDONESIA	

Diketahui :

- Pompa Distribusi (Masyarakat)
- Dibeli pada tahun 2012
- Dipasang pada tahun 2012
- Besaran rpm yang digunakan 1.500 rpm
- Perawatan yang telah dilakukan *pispot/gress*
- Berlokasi di instalasi pengolahan air B (IPA B) PDAM Tirta Terubuk Bengkalis

Sistem yang dilakukan dalam pengambilan data adalah dengan mengukur getaran pada motor dengan sumbu pengukuran yang sudah ditetapkan yakni: x (horizontal),y (vertikal), dan z (axial). Untuk mengetahui nilai getaran pada pompa sentrifugal dilakukan pengambilan data getaran dengan melakukan pengukuran selama 5 jam lamanya, dimana proses output data diambil setiap 1 jam sekali.

B. Analisa Getaran Pada Pompa Sentrifugal

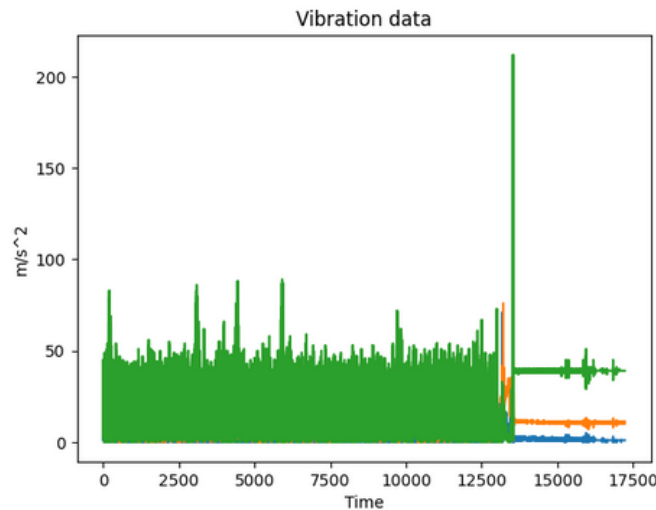
Pengukuran nilai getaran pada pompa sentrifugal dilakukan dengan sumbu x (horizontal), y (vertikal), dan z (axial). Dimana titik sumbu yang sudah ditetapkan akan menjadi titik acuan dalam pengambilan data getaran pada pompa sentrifugal. Hasil pengukuran getaran tersebut berupa nilai berbentuk angka pada sumbu yang sudah ditetapkan sampai pada menjadi nilai rata-rata dari semua sumbu. Nilai yang didapat akan menjadi acuan Kembali dalam memprediksi bagaimana perawatan preventive yang harus dilakukan pada pompa sentrifugal, dan perlu disadari bahwa data nilai getaran yang didapat akan disaring dengan metode Total Produktif *Maintenance* (TPM) hingga dapat menghasilkan prediksi perawatan preventive yang tepat untuk pompa sentrifugal.

1. Analisa Getaran Data Pertama

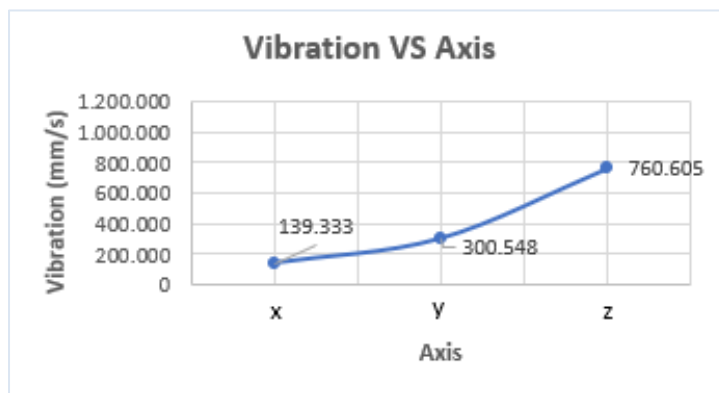
Data nilai getaran sumbu x, y, dan z pada pengambilan data pertama

Tabel 2 Hasil Pengujian Getaran Data Pertama

	Axis	Vibration (mm/s)
0	Axis x	139.333
1	Axis y	300.548
2	Axis z	760.605
3	Rata-rata	400.162



Gambar 1. Grafik Getaran Per-Waktu Data Pertama



Gambar 2. Grafik Getaran Data Pertama

Pada hasil pengambilan data getaran pertama pompa sentrifugal pada sumbu x (horizontal), y (vertikal), dan z (axial) seperti yang terdapat pada Tabel 2, dimana nilai yang didapat menunjukkan adanya perubahan nilai yang meningkat jika ditarik mulai dari sumbu x yang memiliki nilai getaran terkecil dengan nilai sebesar 139.333 mm/s, lalu ke sumbu y, dan ke sumbu z dengan nilai tertinggi sebesar 760.605 mm/s, ini menunjukkan adanya perbedaan nilai getaran pada setiap sumbu yang ditetapkan seperti terlihat pada Gambar 4.2. Disamping keseluruhan nilai yang telah didapatkan

maka perlu ditarik nilai rata-rata pada hasil pengambilan data pertama, maka dapat ditarik bahwa pengambilan data pertama memiliki nilai getaran rata-rata sebesar 400.162 mm/s.

Dengan data yang sudah diketahui, maka nilai efisiensi getaran pada pengambilan data pertama dapat dihitung, sebagai berikut:

Dik:

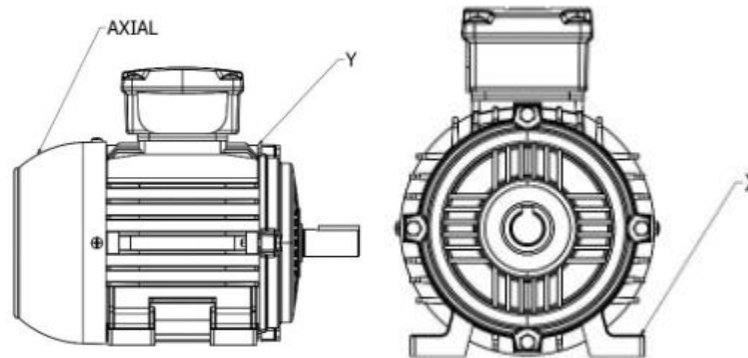
$$\mu = \frac{x-(y+z)/2}{x} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\mu = \frac{139.333-(300.548+ 760.605)/2}{139.333} \times 100\%$$

$$\mu = \frac{-460.910}{139.333} \times 100\%$$

$$\mu = 3,3\%$$

Berdasarkan apa yang sudah dipaparkan dari nilai getaran pada pengambilan data pertama sampai dengan kelima, dimana setiap datanya pasti memiliki sumbu yaitu x, y dan z. Dimana nilai getaran pada sumbu z selalu memiliki nilai yang tertinggi, ini dibuktikan dengan nilai getaran yang mencapai 1.139.983 mm/s, dan nilai getaran yang terbilang selalu rendah terdapat pada sumbu y, sementara nilai getaran yang dihasilkan oleh sumbu x sangatlah fluktuasi karna terkadang nilainya rendah dan bisa tiba-tiba mengalami lonjakan peningkatan nilai getaran. Sehingga perlu ditarik analisa lebih lanjut berdasarkan hasil nilai tingkat getaran berdasarkan letak sumbu.



Gambar 3. Letak Sumbu Pada Motor Pompa Sentrifugal

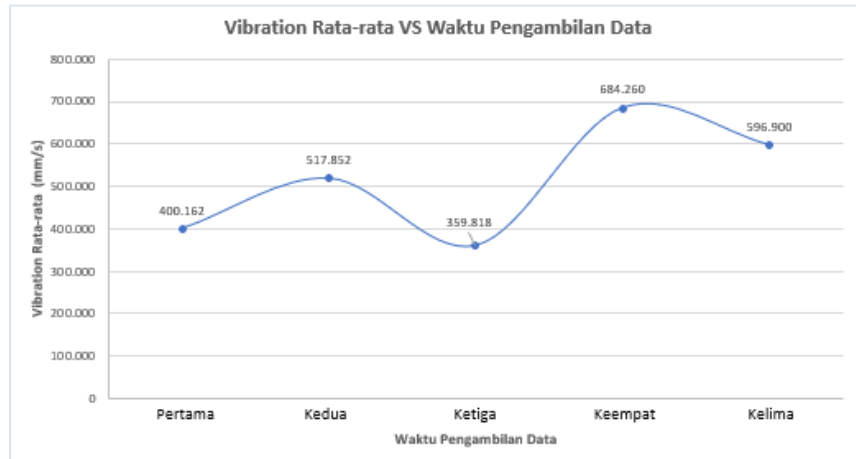
Dapat dilihat berdasarkan Gambar 3, bahwa sumbu x (horizontal) merupakan sumbu yang sangat berpengaruh terhadap tingkat nilai getaran pada sumbu y dan z, hal ini dikarenakan letak sumbu x yang berada dibagian bawah, dimana tempat bertumpuhnya baut dan mur guna menyambungkan motor pada *cassis* pompa sentrifugal, sehingga jika ada kelonggaran penyambung sumbu x akan mengalami getaran yang sangat tinggi. Namun dalam hasil yang didapatkan nilai getaran pada sumbu z adalah yang tertinggi, ini bisa terjadi karna sumbu z terletak pada atas penutup kipas pompa sentrifugal, sehingga getaran yang terjadi pada sumbu z bisa saja terjadi akibat baut penutup kipas yang longgar atau akibat dari kipas yang diputar oleh poros ataupun karna letaknya yang dibelakang.

Sementara nilai getaran pada sumbu y terbilang setabil, hal ini bisa jadi diakibatkan karena letak sumbu y berada di atas pompa sentrifugal, sehingga menjadi sumbu yang mengalami getaran terahi. Namun nilai getaran dapat bertambah drastis juga jika sumbu x mengalami getaran yang tinggi dan apa bila ada kerusakan pada *bearing* pada pompa sentrifugal.

2. Data Getaran Rata-rata

Tabel 3. Nilai Getaran Rata-rata

Waktu Pengambilan Data	Vibration Rata-rata (mm/s)
Pertama	400.162
Kedua	517.852
Ketiga	359.818
Keempat	684.260
Kelima	596.900



Gambar 4. Grafik Nilai Getaran Rata-rata

Berdasarkan data *vibration* rata-rata yang didapat pada hasil pengambilan data selama 5 kali pengambilan data di atas, nilai pada Gambar 4 menunjukkan bahwa lama operasi pompa sentrifugal dapat mengakibatkan adanya kenaikan *vibration* pada pompa. Namun dalam hal ini, nilai *vibration* antara data pengambilan pertama sampai data kelima akan menjadi fukus kedua, karna kenaikan itu akan kerap terjadi pastikan jika semakin lama pompa sentrifugal beroperasi. Ini ditunjukkan dengan nilai *vibration* yang terus meningkat hingga mencapai 684. 260 mm/s pada pengambilan data keempat.

3. Penerapan Hasil Analisa Getaran Pada Metode TPM

Total Productive Maintenance (TPM) berfungsi untuk meningkatkan kualitas produksi, mengurangi limbah, menurunkan biaya produksi, menekan biaya perawatan akibat kerusakan mati mesin, meningkatkan ketersediaan peralatan, dan selanjutnya dapat mengembangkan system pemeliharaan secara keseluruhan pada pompa sentrifugal.

Dalam penerapan metode *total productive maintenance (TPM)* ini menggunakan analisis *vibration* pompa sentrifugal yang berfokus pada memaksimalkan dan mencegah terjadinya kerusakan terhadap pompa sentrifugal. Keterlibatan ini diukur dengan nilai *vibration* yang dihasilkan pompa sentrifugal pada saat mesin sedang beroperasi lalu dilakukannya pengambilan data sebanyak 5 kali pengambilan data.

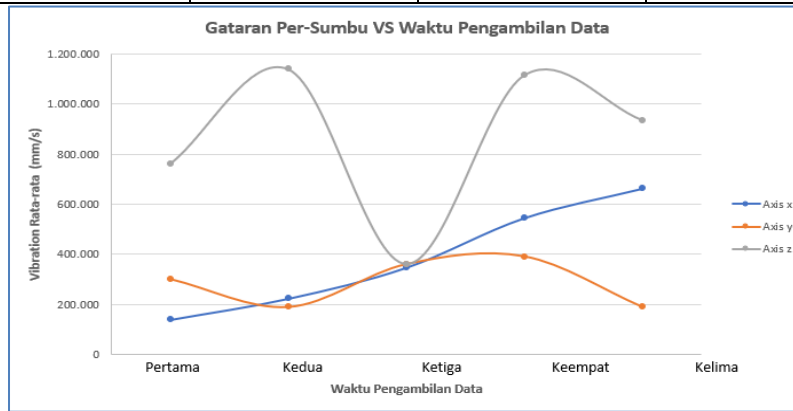
Adapaun tujuan pengukuran ini adalah untuk menemukan karakteristik respon getaran dari pompa semtrifugal yang dihubungkan secara parallel (sumbu x, y, dan z).

Pengukuran respon getaran diambil pada rpm yang konstan dan berjalan sesuai kemampuan maksimal pompa sentrifugal, titik sumbu yang terbagi 3 bagian yaitu x (horizontal), y (vertikal), dan z (axial) dimana nilainya dapat dilihat pada data pengambilan pertama samapai kelima.

Nilai respon getaran pada Tabel 3 adalah penjumlahan nilai rata-rata yang didapat dari pengukuran langsung getaran pompa sentrifugal persumbu dibagi dengan jumlah banyak pengambilan data. Hal ini sama dengan cara seperti diatas dalam menentukan nilai getaran pada sumbu x, y, dan z.

Tabel 4. Nilai Getaran Per-Sumbu

Waktu Pengambilan Data	Axis x (mm/s)	Axis y (mm/s)	Axis z (mm/s)
Pertama	139.333	300.548	760.605
Kedua	223.728	189.844	1.139.983
Ketiga	347.662	359.818	359.818
Keempat	545.971	390.854	1.115.954
Kelima	663.788	190.510	936.400
Rata-rata	384.096,4	286.314,8	862.552

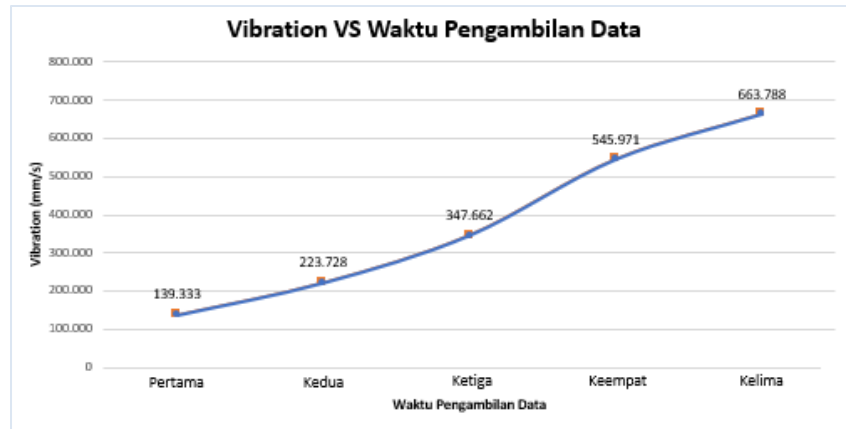


Gambar 5. Grafik Nilai Getaran Gabungan Per-Sumbu

Adapun data yang sudah ditampilkan di atas akan dipaparkan lebih lanjut dalam bentuk grafik, hingga dapat dilihat jelas kenaikan getaran terhadap pengambilan data pertama sampai kelima pada sumbu x, y dan z. Dimana grafik tersebut juga menjadi landasan dalam penerapan metode TPM sehingga didapat simpulan penerapan perawatan yang tepat.

Tabel 5. Nilai Getaran Sumbu x

Waktu Pengambilan Data	Axis x (mm/s)
Pertama	139.333
Kedua	223.728
Ketiga	347.662
Keempat	545.971
Kelima	663.788
Rata-rata	384.096,4

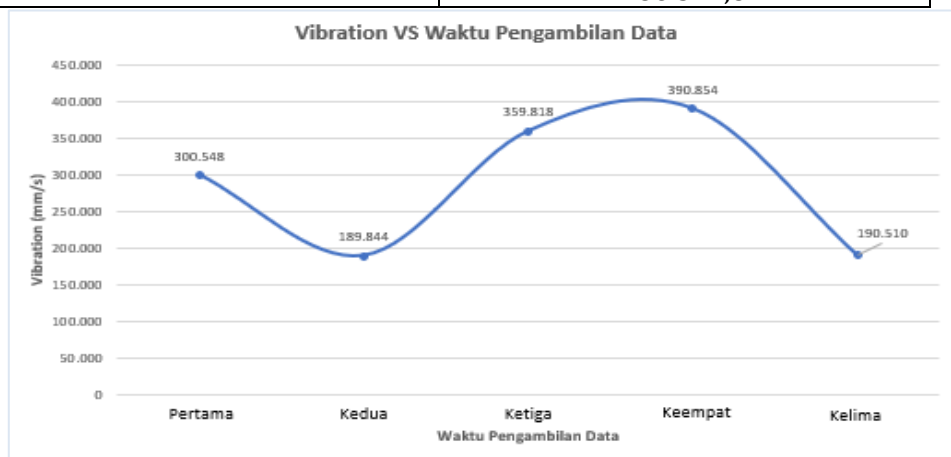


Gambar 6. Grafik Nilai Getaran Sumbu x

Berdasarkan hasil grafik pada Gambar 6 dimana dapat terlihat bahwasanya nilai getaran pada sumbu x terus meningkat seiring dengan berlangsungnya oprasi pada pompa sentrifugal. Hal ini dapat menjadi landasan bahwa perlunya peningkatan perawatan kaki-kaki atau dudukan pada pompa sentrifugal, dimana seperti apa yang kita ketahui bahwa titik sumbu x sangat sangat penting dalam menjaga pompa dengan *casiss* tetap ketat sehingga tidak terjadinya getaran berlebih yang bahkan bisa mengakibatkan *missaligment*.

Tabel 6. Nilai Getaran Sumbu y

Waktu Pengambilan Data	Axis y (mm/s)
Pertama	300.548
Kedua	189.844
Ketiga	359.818
Keempat	390.854
Kelima	190.510
Rata-rata	286.314,8



Gambar 7. Grafik Nilai Getaran Sumbu y

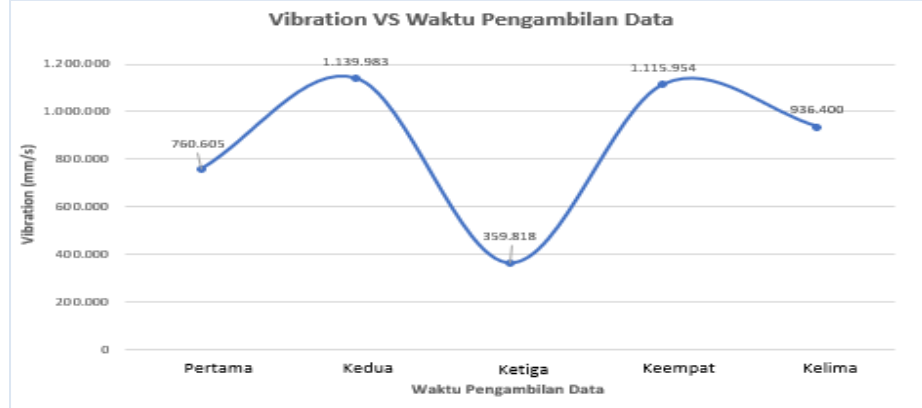
Pada hasil grafik gambar 7, menunjukkan nilai getaran sumbu y pada pompa sentrifugal sangatlah fluktuasi, hal ini menunjukkan nilai getaran yang tak stabil. Lonjakan nilai getaran yang

terjadi di pengambilan data pertama lalu mengalami penurunan nilai pada pengambilan data kedua hingga terjadinya lonjakan nilai getaran yang signifikan pada pengambilan data ketiga dan keempat.

Dibalik nilai getaran pada sumbu y yang mengalami fluktuasi padatnya ada penyebab terjadinya, tentu seperti apa yang terlihat secara visual bahwa ini dapat terjadi karna di akibatkan tingginya nilai getaran pada sumbu x dan adanya gangguan pada bearing yang tiba-tiba mengalami getar berlebih.

Tabel 7. Nilai Getaran Sumbu z

Waktu Pengambilan Data	Axis z (mm/s)
Pertama	760.605
Kedua	1.139.983
Ketiga	359.818
Keempat	1.115.954
Kelima	936.400
Rata-rata	862.552



Gambar 8. Grafik Nilai Getaran Sumbu z

Hasil grafik seperti yang terlihat pada Gambar 8, nilai getaran sumbu z pada pompa sentrifugal menunjukkan nilai getaran yang lebih tinggi dari sumbu x dan y. Ini menunjukkan adanya suatu hal yang terjadi, bahwa titik sumbu z terletak pada penutup kipas motor yang yang bisa saja mengalami getaran tinggi akibat baut penutup kipas telah kendur atau longgar.

4. Penerapan Preventive Maintenance

Perawatan preventif adalah tindakan melakukan aktivitas perawatan terjadwal secara berkala untuk membantu mencegah kegagalan tak terduga di masa mendatang. Sederhananya, ini tentang memperbaiki sesuatu sebelum rusak. Hal ini juga dilandasi karna apabila kita mempunyai mesin/peralatan, maka biasanya kita selali berusaha untuk tetap dapat mempergunakan mesin/peralatan sehingga kegiatan produksi dapat berjalan lancar.

Dalam usaha untuk dapat menggunakan terus mesin/ pralatan agar kointinuitas produksi dapat terjamin, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan dan perawatan yang meliputi:

- a. Kegiatan pengecekan

Kegiatan ini terdiri atas pemeriksaan secara visual pada pompa sentrifugal, terkait korosi, kelonggaran baut pada sumbu x dan z yang dapat mengakibatkan peningkatan getaran pada pompa sentrifugal

- b. Meminyaki (*lubrication*)

Perlakuan ini dilakukan guna untuk melumasi *bearing* pada pompa sentrifugal baik yang terdapat pada sumbu y atau z agar mengurangi gesekan berlebih lalu menyebabkan kehausan.

c. Perbaikan/ reparasi atas kerusakan yang ada

Perbaikan yang dilakukan ini mencakup jika adanya kebocoran pada pompa sentrifugal, menyetorkan baut pada sumbu x dan z jika longgar guna menghindari getaran berlebih dan mengakibatkan *missaligment*.

d. Penyesuaian/ pergantian spare part atau komponen

Penyesuaian ini mencakup melakukan pergantian komponen yang rusak seperti halnya baut pada sumbu x yang sudah berkarat, *casiss* yang sudah keropos, kopleng yang sudah haus, dll.

Pada dasarnya apa yang kegiatan perawatan di atas menyesuaikan pada kondisi yang sebenarnya terjadi, namun diluar ini kegiatan *preventive maintenance* adalah hal yang semestinya dilakukan setiap 2 hari sekali untuk pengecekan visual. Hal ini didasari karna penggunaan pompa sentrifugal yang digunakan.

Adapun poin yang mestinya dilakukan pada 2 hari sekali adalah tadi 1. Pengecekan secara visual, 2. Melakukan pelumasan dan 3. Melakukan pengetatan baut. Ini didasari adanya terdeteksi peningkatan getaran berkala pada saat pompa sentrifugal beroperasi dengan nilai rata-rata tertinggi sumbu x sebesar 384.096 mm/s, sumbu y sebesar 286.315 mm/s, dan sumbu z sebesar 862.552 mm/s dengan nilai efisiensi getaran hanya berkisar 44%. Sehingga dapat penulis usulkan perawatan ini dilakukan secara rutin setiap 2 hari sekali terutama pada sumbu x.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengujian pompa sentrifugal Torisma bahwa barakteristik nilai getaran yang terjadi pada pompa sentrifugal dalam penelitian ini, setiap sumbu memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Dimana sumbu x (horizontal) memiliki karakteristik nilai getaran yang terus meningkat seiring berjalanya oprasi dengan nilai getaran rata-rata sebesar 384.096,4 mm/s, sumbu y (vertikal) memiliki karakteristik nilai getaran yang fluktuatif dengan nilai gataran rata-rata sebesar 286.314,8 mm/s, dan sumbu z (axial) memiliki nilai getaran yang fluktuatif dengan nilai getaran sebesar 862.552 mm/s, namun memiliki nilai getaran tertinggi sebesar 1.139.983 mm/s, Dimana menurut ISO Vibration sudah termasuk zona merah degan simbol (D). Maka Metode *TPM* yang diterapkan pada perawatan pompa sentrifugal berdasarkan nilai getaran yang dihasilkan oleh sumbu x, y, dan z, memiliki pengaruh pencegahan kerusakan dengan perlakuan seperti memberi perlakuan pelumasan pada bearing, perbaikan atas kerusakan yang ada, penyesuaian/ penggantian komponen yang rusak yang dilakukan dengan dimulai dari pengecekan awal secara visual dan dilanjutkan penjadwalan *preventive maintenance* dengan periode 2 hari sekali pengecekan visual.

DAFTAR PUSTAKA

- Berli P Kaniel, Mulyani, Sunard, 2017, *Deteksi Cacat Bantalan Bola Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Spektrum Getaran*
- Erwin Martianis1 Ikhwanisyah Isranuri2 Indra2, 2012, *Analisa Getaran Pada Pompa Sentrifugal Sistem Penyambungan Kopleng Sabuk Untuk Monitoring Kondisi*
- Kadek Dwi Permana Putra1 , Ahmad Taufik2 , Encu Saefudin1, 2016, *Analisis Getaran Poros pada Motor dan Pompa yang Mengalami Misalignment*.
- Girdhar, P. dan Octo Moniz, 2005, *Practical Centrifugal Pumps Design, Operation and Maintenance. Netherlands, IDC Technologies.*
- Juan Ardi Kusuma, 2019, *Analisis Bearing Pada Pompa Sentrifugal Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pt.Sier Menggunakan Program Preventive Maintenance Yang Terencana.*
- Fatkur Rachmanu, 2022, *Pemantauan Kondisi Pompa Sentrifugal P-12a Menggunakan Analisis Vibrasi Studi Kasus Di Pt. X.*
- Kadek Dwi Permana Putra1 ,Ahmad Taufik2 , Encu Saefudin1, 2016, *Analisis Getaran Poros pada Motor dan Pompa yang Mengalami Misalignment.*

Nanda Putri Anindita 1 ,Ade Syaiful Rachman 2, Eddy Setiadi Soedjono 3, 2023, *Kajian Potensi Penghematan Energi Pada Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Borang Di Pdam Tirta Musi Kota Palembang*

Febliil Huda1, Gevin Alexandro, 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*

Muhammad Sholihut Taufiq, Eko wahyu Abryandoko (2023)"*Implementasi Total Productive Maintenance Dengan Metode Ovral Equipment Eficiency (OEE) Pada Pompa Distribusi Ngagel III*" Teknik Industeri , Fakultas Sains Dan Teknik , Universitas Bojonegoro