

STUDI GETARAN MESIN ROTOR 0,4 KW *BELT* KONDISI PARALEL MISALIGNMENT MENGGUNAKAN *INDUSTRIAL VIBRATION ANALYZER*

¹Fatkur Rachmanu, ²Widodo, ³Mokhamad Is Subekti, ⁴Dimas Wira Manggala,
⁵Agung Turmudi

^{1,2}Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Enjineri Indorama, Purwakarta, Indonesia

³PT. Indorama Synthetics, Purwakarta, Indonesia

e-mail : fatkur.rachman@gmail.com

e-mail: dimaswiram@gmail.com

Abstrak

Pengujian getaran merupakan kegiatan pemeliharaan pada sebuah mesin berputar. Getaran yang tinggi pada suatu mesin dapat disebabkan oleh kasus Misalignment. Studi vibrasi ini bertujuan untuk mengetahui grafik FFT yang dihasilkan oleh getaran pada kondisi Misalignment. Metode pengukuran getaran dilakukan dengan menggunakan Vibration analyzer yang dapat membaca nilai RMS (Root Means Square) velocity suatu getaran pada posisi aksial pada bearing (pillow block) UCP 202 yang dapat diolah menjadi grafik FFT. Berdasarkan pengujian nilai velocity dan frekuensi yang dihasilkan kondisi misalignment dengan kecepatan putara poros 1500 RPM menghasilkan nilai velocity 1x RPM tertinggi yaitu 2,44 mm/s dengan frekuensi 24,6 Hz yang terdapat pada posisi 3A bearing DE, dan nilai velocity terendah dengan kecepatan putaran poros 500 RPM menghasilkan nilai velocity 1x RPM sebesar 1,18 mm/s dengan frekuensi 8,3 Hz yang terdapat pada posisi 4A bearing NDE .

Kata kunci: Getaran, Rotor, Misalignment, Vibration Analyzer, FFT

Abstract

Vibration testing is a maintenance activity on a rotating machine. High vibration in a machine can be caused by misalignment cases. This vibration study aims to determine the FFT graph produced by vibrations in misalignment conditions. The vibration measurement method is conducted using a vibration analyzer that can read the RMS (Root Mean Square) velocity value of a vibration at the axial position on the UCP 202 bearing (pillow block), which can be processed into an FFT graph. Based on the testing, the velocity and frequency values generated from the misalignment condition at a shaft speed of 1500 RPM yield the highest 1x RPM velocity value of 2.44 mm/s with a frequency of 24.6 Hz found at the 3A position of the DE bearing, while the lowest velocity value at a shaft speed of 500 RPM produces a 1x RPM velocity of 1.18 mm/s with a frequency of 8.3 Hz located at the 4A position of the NDE bearing.

Keywords: Vibration, Rotor, Misalignment, Vibration Analyzer, FFT

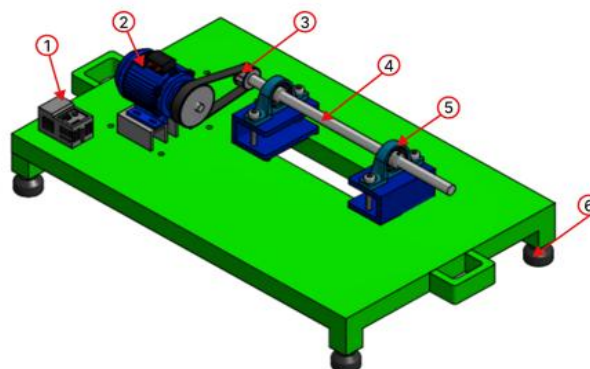
1. PENDAHULUAN

Mesin rotari memegang peran penting dalam proses industri seperti *compressor*, *fan*, *blower*, turbin, dan pompa. Komponen mesin terdiri dari poros yang dihubungkan oleh *coupling* atau *belt* terhadap motor induksi [1][2][3]. Motor induksi banyak digunakan di industri karena konstruksinya yang sederhana, pengoperasian yang mudah dan mempunyai kecepatan yang relatif konstan [4] dengan memanfaatkan arus listrik di mana arus listrik diubah menjadi energi gerak mekanis yang berputar [5][6]. Mesin atau motor induksi tersebut sering mengalami

kegagalan yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mekanik seperti roda gigi, *bearing*, *coupling*, dan poros berputar maka akan timbul getaran berlebih dalam frekuensi tertentu, getaran yang terjadi dapat disebabkan oleh *misalignment*, *unbalance*, dan *mechanical looseness*. *Misalignment* yaitu suatu kondisi di mana garis sumbu poros dari dua buah mesin putar yang berpasangan tidak dalam posisi segaris antara satu dengan lainnya, merupakan masalah umum pada mesin berputar [7][8][9][10]. Jika kondisi *misalignment* dibiarkan maka dapat menghasilkan gaya sentrifugal yang berlebih dapat merusak poros dan komponen - komponen lain, untuk mencegah kerusakan pada komponen mesin tersebut maka perlu dilakukan pemeliharaan dan analisis menggunakan alat *vibration meter* atau *vibration analyzer* untuk mendapatkan grafik *fast fourrier transform (FFT)* atau analisis *spectrum* vibrasi (*vibration analyzer*) [11][12][13][14][15][16]. Secara umum kondisi kesehatan mesin berputar/pompa dapat diamati dengan metode vibrasi [17].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan dibuatnya mesin getaran rotor menggunakan *timing pulley* dan *timing belt* sebagai alat untuk mentransmisikan putaran dari motor induksi ke poros, dengan kecepatan putaran 500 rpm, 750 rpm, 1000 rpm, 1250 rpm dan 1500 rpm. Kedua *Timing pulley* dipasang tidak sejajar untuk menciptakan kondisi *misalignment*, pengambilan data dilakukan pada posisi *axial drive end* dan *non drive end*. Tujuan dari penelitian ini dilakukan guna mengetahui perbandingan grafik FFT ketika poros dalam kondisi normal dan abnormal, serta mengetahui pengaruh variasi kecepatan putaran poros terhadap nilai getaran pada kondisi *misalignment*. Gambar 1. Menunjukkan modul getaran mesin rotor yang digunakan untuk pengujian.



Gambar 1. Modul Getaran Mesin Rotor

Keterangan :

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Inverter 220V / 50Hz | 4. Poros stainless steel 304 |
| 2. Motor induksi 220V / 0,4 Kw / 50 Hz | 5. Bearing UCP 202 |
| 3. Timing pulley dan belt type XL | 6. Adjuster |

Sebelum dilakukannya pengujian getaran, poros yang akan digunakan perlu dilakukan pengujian untuk memastikan poros dalam kondisi normal.

1. Persiapkan modul getaran mesin rotor dan alat ukur untuk pengujian.
2. Lakukan pengukuran kesilindrisan poros menggunakan langkah-langkah sebagai berikut ini.
 - a. Siapkan alat ukur, poros dan *surface plate* (meja perata).

- b. Mengatur jarak antara kedua *stand block* dengan jarak 280 mm pada sebelah kiri dan kanan.
- c. Memasang poros pada *stand block* lalu putar hingga 360°. data hasil kesilindrisan dapat dilihat gambar 2.



Gambar 2 Proses pengukuran kesilindrisan poros pada stand block.

3. Setelah menguji kesilindrisan poros, maka lakukan *alignment* poros untuk memastikan bahwa poros sudah terpasang dengan benar dan kondisi dalam keadaan normal menggunakan *dial indicator*.



Gambar 3 Proses alignment poros menggunakan dial indicator.

Untuk mengetahui hasil pengukuran *alignment* dengan menggunakan *dial indicator* dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran *alignment* poros menggunakan *dial indicator* dengan putaran 360°

No	Hasil Pengukuran <i>alignment</i> menggunakan <i>dial indicator</i> (mm)			
	A1	A2	A3	A4
1	0,03	0,04	0,03	0,05
2	0,02	0,03	0,04	0,04
3	0,03	0,05	0,02	0,06
Rata-rata	0,03	0,04	0,03	0,05

4. Hubungkan kabel *inverter/VFD* pada konektor listrik.

5. Atur putaran kecepatan poros menggunakan *inverter*.
6. Lalu Set putaran dan tekan tombol RUN.
7. Mengukur kecepatarn putaran poros dengan *tachometer*.
8. Lakukan pengukuran getaran pada posisi DE dan NDE menggunakan alat ukur *vibration analyzer* pada posisi *axial*.

Adapun dalam pengambilan data didasarkan pada data getaran domain frekuensi yang dihasilkan dari FFT (*Fast Fourier Transform*). Pengambilan sinyal getaran domain waktu pada FFT dengan cara mendigitalkannya dan kemudian menerapkan rumus FFT untuk mengubahnya menjadi domain frekuensi. Berikut merupakan rumus FFT yang diambil dari algoritma DFT (*Discreate Fourier Transform*) [18].

$$X[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{\frac{-j2\pi kn}{N}} \quad (1)$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan menguji getaran pada kondisi abnormal (*misalignment*) dengan variasi kecepatan putaran menggunakan *timing pulley* dan *timing belt*. Pembahasan hasil data dilakukan dengan variasi kecepatan putaran poros 500 rpm - 1500 rpm dengan kenaikan kecepatan putar 250 rpm yang diatur menggunakan *inverter*, dan *tachometer* untuk memastikan putaran poros sesuai dengan frekuensi *inverter*.

3.1 Pengukuran Getaran *Overall Misalignment*

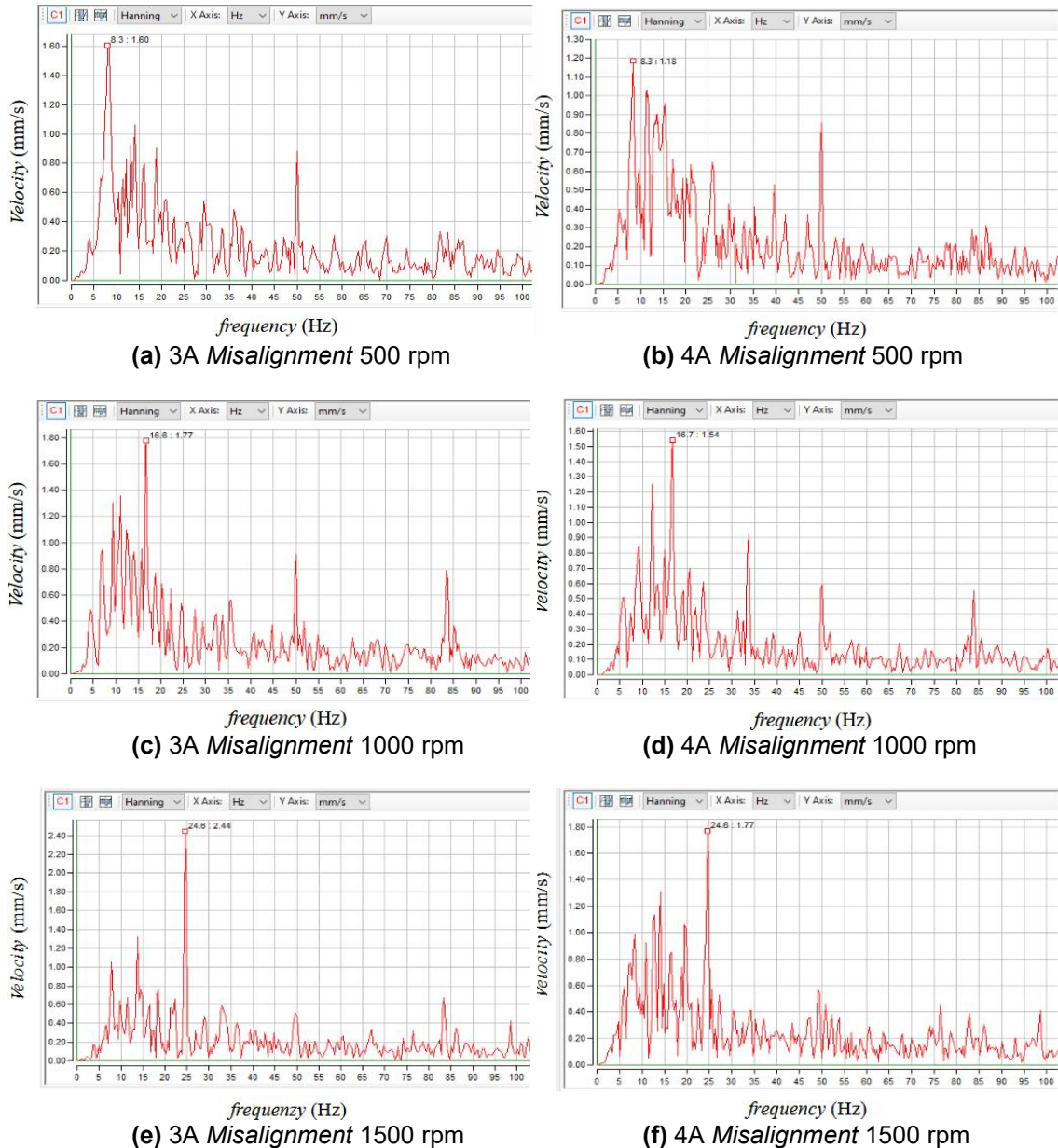
Pengukuran getaran *overall misalignment* dilakukan pada setiap putaran motor induksi yang telah ditentukan pada setiap pengujian. Pengukuran getaran *overall* dilakukan pada posisi *axial bearing* DE dan NDE. Berikut merupakan data hasil pengukuran amplitudo getaran dengan variasi kecepatan putaran yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran getaran *overall misalignment*

RPM	Posisi	RMS (mm/s)
500	3A	3.55
	4A	3.02
750	3A	4.52
	4A	3.63
1000	3A	4.55
	4A	3.70
1250	3A	4.72
	4A	3.84
1500	3A	4.77
	4A	4.40

3.2 Pengujian Kondisi *Misalignment*

Pengujian *paralell misalignment* yaitu kondisi kedua *pulley* dibuat berbeda ketinggian atau tidak sesumbu dengan jarak 1 cm. Kondisi ini dibuat dengan cara membedakan ketinggian antara *pulley* pada motor induksi terhadap *pulley* poros, akibat kondisi tersebut menyebabkan mesin berotasi tidak seimbang sehingga menyebabkan getaran berlebih. Untuk hasil pengujian getaran berupa grafik FFT dengan kecepatan putaran 500 rpm – 1500 rpm dengan kenaikan kecepatan putar 250 rpm dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Grafik FFT kondisi *misalignment* posisi axial DE dan NDE kecepatan putaran 500 rpm – 1500 rpm

Berdasarkan hasil yang terdapat pada grafik FFT pengujian getaran kondisi *paralell misalignment* dengan kecepatan putaran 500 rpm – 1500 rpm pada posisi *axial* cenderung

terjadi kenaikan getaran seiring dengan meningkatnya kecepatan putaran poros pada motor induksi, masing masing *spectrum* menunjukkan munculnya 1x rpm pada setiap kelipatan 250 rpm memperlihatkan adanya gangguan *misalignment* yang sesuai dengan pola abnormal, dengan nilai *velocity* tertinggi yaitu 2,44 mm/s dengan frekuensi 24,6 Hz yang terdapat pada posisi 3A *bearing* DE pada kecepatan 1500 rpm, dan nilai *velocity* terendah yaitu 1,18 mm/s dengan frekuensi 8,3 Hz yang terdapat pada posisi 4A *bearing* NDE pada kecepatan 500 rpm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian modul getaran mesin rotor kondisi *misalignment* dapat disimpulkan :

1. *Parallel misalignment* pada putaran poros berpengaruh pada hasil nilai grafik FFT, semakin tinggi kecepatan putar poros maka semakin tinggi *velocity* yang dihasilkan dan peningkatan frekuensi getaran namun tidak merubah pola grafik itu sendiri.
2. Berdasarkan hasil pengukuran grafik FFT kondisi *parallel misalignment* yang sesuai dengan *trend level vibration chart* menunjukan puncak grafik tinggi pada 1x rpm dominan, 2x rpm rendah, 3x rpm lebih rendah .

5. DAFTAR NOTASI

Pada persamaan (1) terdapat notasi yang dapat diuraikan dengan keterangan sebagai berikut :

- N : jumlah data
 X : nilai hasil penjumlahan FFT
 x : nilai ke n
 π : 1/2 periode (180 derajat)
 k : nilai 0 hingga ke N-1.
 e : bilangan natural
 n : N point
 I : imajiner

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Suryadi, M. R. Febriyanto, and F. Fitrilina, "Analisis Ketidaksesumbuan Poros (Misalignment) pada Rotordinamik Berdasarkan Sinyal Suara," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 487–495, 2021, doi: 10.21776/ub.jrm.2021.012.02.25.
- [2] F. Rachmanu, A. Turmudi, D. W. Karmiadiji, M. N. Jalaluddin, and D. Romahadi, "Studi Variasi Getaran Poros Rotor Dengan Satu Disc Pada Journal Bearing Menggunakan Metode FFT Dan Simulasi FEA," *Ramatekno*, vol. 4, no. 1, pp. 10–17, 2023, doi: 10.61713/jrt.v4i1.164.
- [3] F. Rachmanu, "Modifikasi Pompa Proses Jenis Sentrifugal Terhadap Nilai Vibrasi Di Pt. Z," *Ramatekno*, vol. 2, no. 2, pp. 24–30, 2023, doi: 10.61713/jrt.v2i2.56.
- [4] S. Junior S. and A. Saleh, "Analisis Pengaruh Misalignment Pada Kinerja Motor Induksi," *Maj. Ilm. Gema Marit.*, vol. 24, no. 1, pp. 18–25, 2022, doi: 10.37612/gema-maritim.v24i1.274.
- [5] D. H. Sinaga and O. Y. Hutajulu, "Penggunaan Dan Pengaturan Motor Listrik," 2021.
- [6] F. Rachmanu, Widodo, M. I. Subekti, Melkisedek, D. Wira, and A. Wijaya, "Studi Vibrasi Poros Rotor Satu Disc Kondisi Unbalance Menggunakan Vibration Analyzer Dan Fem," *Ramatekno*, vol. 4, no. 2, pp. 7–14, 2024, doi: 10.61713/jrt.v4i2.202.
- [7] T. Bhimodi Koryoso, *Dasar-Dasar Getaran Mekanis*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET (Penerbit Andi), 2011.
- [8] F. A. Munir, "Evaluasi Kondisi Peralatan Imbalance, Unbalance, Bent Shaft, Soft Foot, Misalignment." 2022.
- [9] F. Rachmanu, D. W. Karmiadiji, Syafrizal, and M. Is Subekti, "PEMELIHARAAN

- PREDIKTIF PADA FLUE GAS BLOWER 248 kW STUDI KASUS DI PT. L,” *Ramatekno*, vol. 3, no. 1, pp. 10–16, 2023, doi: 10.61713/jrt.v3i1.67.
- [10] F. Rachmanu, “Pemantauan Kondisi Pompa Sentrifugal P-12a Menggunakan Analisis Vibrasi Studi Kasus Di Pt. X,” *Ramatekno*, vol. 2, no. 1, pp. 14–19, 2022, doi: 10.61713/jrt.v2i1.34.
- [11] F. Rachmanu, M. Suherman, and Y. Permana, “Studi Sistem Monitoring Getaran pada Modul Mesin Berputar Satu Disc Menggunakan LabVIEW dan FEM,” *Elektra*, vol. 2, no. 2, pp. 32–41, 2017.
- [12] S. R. Yohanes, A. S. Lumenta, and S. RUA Sompie, “Simulasi Sistem Pengacak Sinyal Dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform),” *E-journal Tek. Elektro dan Komput. (2014)*, ISSN 2301-8402, pp. 1–9, 2014.
- [13] F. Rachmanu, “Studi Dinamika Rotor Pompa Pengisi Air Ketel (Bfwp) 6 Tingkat Menggunakan Perangkat Lunak,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 209–218, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i1.934.
- [14] D. Romahadi, A. G. Feleke, T. W. Adinarto, D. Feriyanto, A. W. Biantoro, and F. Rachmanu, “Evaluation of FIR bandpass filter and Welch method implementation for centrifugal pump fault detection,” *Sinergi (Indonesia)*, vol. 29, no. 2, pp. 347–360, 2025, doi: 10.22441/sinergi.2025.2.007.
- [15] F. Rachmanu, M. I. Subekti, A. Turmudi, T. R. Manufaktur, and P. E. Indorama, “Pengujian modul getaran rotor pada journal bearing dengan variasi putaran dan viskositas oli,” vol. 3, no. 2, pp. 12–17, 2023.
- [16] B. Cahyono, D. Priyanta, and F. R. F. Ramadhan, “Vibration Spectrum Analysis for Indicating Damage on Turbine and Steam Generator Amurang Unit 1,” *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 2, no. 1, 2017, doi: 10.12962/j25481479.v2i1.2688.
- [17] F. Rachmanu, “Prediksi Getaran Pompa Rekondisi API 610 OH-4 Model 3900L dengan Solidworks,” *J. Elektra*, vol. 1, no. 2, pp. 54–61, 2016, [Online]. Available: <https://pei.e-journal.id/jea/article/view/10%0Ahttps://pei.e-journal.id/jea/article/download/10/19>
- [18] K. R. Rao, D. N. Kim, and J. J. Hwang, *Fast Fourier Transform - Algorithms and Applications*, vol. 17. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. doi: 10.1007/978-1-4020-6629-0.