

Studi Pengaruh Offset Misalignment Terhadap Arus dan Getaran pada Motor Induksi 3 Fasa Berdaya 1,1kW

Kemal Irkamna¹, Edy Sumarno¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspittek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹khemalsbasstian@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 18 Februari 2024
revisi : 19 April 2024
diterima : 13 Mei 2024
dipublish : 31 Mei 2024

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk analisis pengaruh offset misalignment atas getaran serta arus yang terdapat di motor induksi 3 fasa 1,1 kW. Tujuan penelitian ini dapat mengetahui getaran dan spektrum FFT arus yang diakibatkan oleh offset misalignment. Metode yang digunakan untuk menganalisa arus dan getaran terhadap offset misalignment dengan tipe 0,5 mm, 1,0 mm, dan 1,5 mm diikuti dengan penambahan 4 variasi beban pengereman. Berdasarkan hasil pengujian pada motor didapatkan variasi spektrum gradik getaran serta arus saat motor di posisi alignment dan offset misalignment, pada kondisi offset misalignment 1,5 mm dengan beban 6,911 Nm didapat amplitudo paling banyak terdeteksi di frekuensi 51 Hz (84,322 dB), frekuensi kecil setelah frekuensi dominan 151 Hz (35,149 dB), 251 Hz (50,355 dB), 351 Hz (34,438 dB), 451 Hz (28,749 dB), 551 Hz (33,811 dB), 651 Hz (18,641 dB), 751 Hz (14,721 dB), dan frekuensi terakhir 851 Hz (14,015 dB). Kemudian getaran tertinggi yang dihasilkan oleh accelerometer pada sumbu X adalah 2,202 volt pada posisi offset misalignment 1,0 mm dengan beban 6,804 Nm, sumbu Y adalah 1,785 volt pada posisi offset misalignment 1,5 mm dengan beban 6,804 Nm, dan sumbu Z adalah 1,907 volt pada posisi offset misalignment 1,0 mm dengan beban 6,804 Nm. Dapat disimpulkan bahwa ada perubahan pada spektrum arus yang ditimbulkan oleh motor yang diakibatkan oleh offset misalignment ditambah dengan variasi beban maka semakin tinggi amplitudo sinyal di spektrum yang ditimbulkan, sementara hasil uji memanfaatkan accelerometer menghasilkan getaran yang berkelanjutan dimana besar gelombang sebanding dengan besar offset misalignment pada poros motor.

Kata kunci : Motor Induksi; DAQ; FFT; LabVIEW; Getaran

ABSTRACT

This research was conducted to analyze the effect of offset misalignment on currents and vibrations that occur in a 1.1 kW 3-phase induction motor. The aim of this research is to know the vibration and current FFT spectrum caused by offset misalignment. The method used to analyze currents and vibrations against the offset misalignment with a variation of 0.5 mm, 1.0 mm, and 1.5 mm followed by the addition of 4 variations of the braking

load. From the test results on the motor, it is obtained the difference in the current spectrum and vibration graph when the motor is in alignment and offset misalignment conditions, in the offset misalignment condition of 1.5 mm with a load of 6.911 Nm, the dominant amplitude occurs at a frequency of 51 Hz (84.322 dB), low frequency after the dominant frequency 151 Hz (35,149 dB), 251 Hz (50,355 dB), 351 Hz (34,438 dB), 451 Hz (28,749 dB), 551 Hz (33,811 dB), 651 Hz (18,641 dB), 751 Hz (14,721 dB), and the last frequency is 851 Hz (14,015 dB). Then the highest vibration produced by the accelerometer on the X axis is 2.202 volts at the 1.0 mm offset misalignment position with a load of 6.804 Nm, the Y axis is 1.785 volts at the 1.5 mm offset misalignment position with a load of 6.804 Nm, and the Z axis is 1.907 volts. at the offset misalignment position of 1.0 mm with a load of 6.804 Nm. It can be concluded that there is a change in the current spectrum caused by the motor due to the offset misalignment coupled with the load variation, the more signal amplitude in the spectrum appears, while the measurement results using the accelerometer vibrate continuously where the wave magnitude is directly proportional to the offset misalignment in the motor shaft.

Keywords : Induction Motor; DAQ; FFT; LabVIEW; Vibration

PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan salah satu jenis motor listrik yang paling banyak digunakan di dunia industri karena konstruksinya yang sederhana, keandalannya yang tinggi, kecepatan operasi yang relatif konstan, serta kemudahan dalam instalasi dan pengoperasiannya (Hendrawan et al., 2021)(Triyanto et al., 2022). Penerapan motor induksi dalam dunia industri sangat luas, seperti pada mesin bubut, elevator, conveyor, hingga pompa elektrik (Dhiya' Ushofa et al., 2022). Namun, untuk menjamin kinerja motor tetap optimal dan memperpanjang umur pakai peralatan, perawatan rutin sangatlah diperlukan (Hari Nugroho et al., 2022). Perawatan yang bersifat preventif harus diutamakan guna menghindari kerusakan fatal yang dapat mengganggu jalannya proses produksi. Salah satu pendekatan perawatan preventif adalah dengan memantau arus serta getaran motor, yang dapat dilakukan melalui metode analisis getaran dan *signature analysis*. Permasalahan umum terjadi karena kerusakan awal pada motor seringkali tidak terdeteksi, sehingga mengakibatkan kerusakan lanjutan yang parah, menyebabkan *downtime* produksi dan kerugian finansial yang signifikan (Bernadeta Wuri Harini, 2021).

Permasalahan utama yang diangkat dalam studi ini adalah bagaimana mendeteksi potensi kerusakan awal pada motor induksi, khususnya yang disebabkan oleh *misalignment* (ketidaksejajaran poros), sehingga dapat dilakukan tindakan perbaikan sebelum kerusakan berkembang menjadi lebih serius dan menyebabkan gangguan pada proses produksi industri. *Misalignment* dapat menimbulkan getaran tidak normal dan perubahan pola arus listrik yang jika tidak segera diidentifikasi, akan menyebabkan

kerusakan bearing, keausan poros, dan bahkan kerusakan menyeluruh pada motor (Nahin et al., 2022).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan metode analisis spektrum berbasis *Fast Fourier Transform* (FFT), yaitu teknik analisis sinyal untuk mengubah sinyal waktu menjadi domain frekuensi. Dengan metode ini, pola spektrum frekuensi yang khas akibat misalignment dapat dikenali dan dibandingkan terhadap kondisi normal motor. Analisis ini dilakukan dengan bantuan sensor getaran dan sensor arus yang terhubung pada sistem pengendali. Kemudian dilakukan pengolahan sinyal melalui perangkat lunak untuk menampilkan spektrum frekuensi dan mengidentifikasi pola kerusakan. Selain itu, untuk memperbaiki dan mencegah misalignment, digunakan metode shaft alignment atau penyelarasan poros. Proses ini dilakukan dengan cara menyamakan dua sumbu poros agar sejajar dan simetris terhadap tumpuan yang digunakan, sehingga mencapai kesejajaran yang optimal dan memenuhi standar operasional. Hasil dari penerapan metode FFT menunjukkan bahwa kondisi misalignment pada motor induksi dapat diidentifikasi melalui peningkatan amplitudo pada frekuensi harmonik tertentu (Syahputra et al., 2021)(Rizqi Tsaniy Arif & Nur Yahya, 2021). Spektrum frekuensi yang dihasilkan dari motor dengan misalignment memiliki pola khas yang berbeda dibandingkan dengan motor dalam kondisi normal. Melalui data ini, tim perawatan dapat segera melakukan tindakan korektif seperti alignment ulang, penggantian komponen aus, atau penyesuaian beban. Penggunaan shaft alignment terbukti mampu mengembalikan posisi poros menjadi sejajar secara presisi, mengurangi getaran, dan mengoptimalkan kinerja motor. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan sistem pemantauan kondisi motor induksi berbasis analisis getaran dan arus dengan metode FFT, serta meningkatkan efektivitas proses perawatan preventif dalam industri. Dengan mendeteksi potensi kerusakan sejak dini, diharapkan dapat mengurangi biaya perawatan, memperpanjang umur motor, dan mencegah gangguan operasional akibat kerusakan mendadak. Selain itu, penerapan metode shaft alignment bertujuan untuk menghilangkan akar penyebab *misalignment* sehingga meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem motor secara keseluruhan (Abdullah et al., 2020).

TEORI

Dalam proses perancangan mesin, diperlukan analisis dan pertimbangan menyeluruh terhadap potensi masalah yang dapat mengganggu kinerja mesin tersebut. Salah satu contohnya adalah poros motor yang berfungsi sebagai bagian dari sistem transmisi, di mana beban dan siklus kerjanya dapat berubah-ubah. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan analisis dan perawatan pada komponen mesin, terutama pada bagian yang bekerja secara dinamis dan menanggung beban berat. Dalam proses pemeliharaan poros, dikenal istilah misalignment atau ketidaksejajaran antara dua poros. Kondisi ini biasanya terjadi akibat adanya pergeseran salah satu komponen motor dari sumbu utamanya, yang kemudian menyebabkan dan menghasilkan getaran pada arah sumbu aksia (Winarta et al., 2021).

Alignment merupakan prosedur pemeliharaan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan misalignment pada poros, yaitu dengan menyelaraskan atau meluruskan dua sumbu poros yang sejajar (antara poros penggerak dan poros yang digerakkan) saat motor berada dalam kondisi menyala atau beroperasi. Dalam praktiknya, pencapaian kesejajaran sempurna antar sumbu poros sangat sulit dilakukan, sehingga diperlukan toleransi penyimpangan sekitar $\pm 0,05$ mm. Proses *alignment* harus dilakukan saat motor dalam keadaan beroperasi karena jika dilakukan saat mesin mati (dingin), kemungkinan besar akan terjadi pergeseran posisi setelah mesin kembali menyala (panas). Hal ini disebabkan oleh adanya pemuaian pada material poros akibat suhu kerja mesin yang meningkat saat beroperasi (Junior S. & Saleh, 2022).

Jenis-jenis *misalignment* atau ketidaksejajaran yang terjadi pada dua poros dalam sistem mekanik dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bentuk utama berdasarkan arah dan karakteristik penyimpangannya diantaranya adalah *offset misalignment*, *angular misalignment*, *combination misalignment* seperti penjelasan di bawah ini (Meidiasha et al., 2020).

Offset Misalignment dimana kondisi dua poros yang seharusnya sejajar mengalami ketidaksejajaran posisi secara lateral, sehingga sumbu pusat keduanya tidak berada dalam satu garis lurus. Ketidaksesuaian ini menyebabkan ketegangan tambahan pada komponen sambungan seperti kopling, bearing, dan poros itu sendiri, yang pada akhirnya dapat menimbulkan getaran berlebih, keausan dini, dan potensi kerusakan serius jika tidak segera ditangani. Offset misalignment sering kali terjadi akibat pemasangan yang kurang presisi, pergeseran pondasi, atau getaran selama operasi. Oleh karena itu, pemantauan dan penyesuaian secara berkala sangat penting untuk menjaga kinerja dan umur pakai motor serta peralatan yang terhubung.

Angular Misalignment merupakan salah satu bentuk ketidaksejajaran poros yang terjadi ketika dua poros membentuk sudut satu sama lain, meskipun posisi ujung-ujung poros memiliki tinggi atau elevasi yang sama. Artinya, sumbu poros tidak berada dalam garis lurus karena salah satu poros miring terhadap yang lain, sehingga sudut yang terbentuk antara keduanya menyebabkan ketidaksejajaran sudut. Kondisi ini dapat terjadi akibat kesalahan pemasangan, ketidakseimbangan beban, atau deformasi mekanis selama pengoperasian. Angular misalignment dapat menyebabkan beban tambahan pada kopling dan bearing, yang dalam jangka panjang menimbulkan keausan lebih cepat, peningkatan getaran, serta risiko kerusakan komponen motor atau mesin secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting dilakukan pemeriksaan dan penyelarasan ulang secara berkala untuk mencegah terjadinya kerusakan yang lebih serius (Suryadi et al., 2021).

Combination Misalignment adalah bentuk ketidaksejajaran yang paling kompleks, di mana terdapat dua poros mengalami dua jenis penyimpangan sekaligus, yaitu angular misalignment dan offset misalignment. Dalam kondisi ini, kedua poros tidak hanya membentuk sudut satu sama lain (angular), tetapi juga berada pada posisi yang tidak sejajar secara lateral (offset), sehingga sumbu poros tidak bertemu pada satu garis lurus dan kedua ujung poros memiliki ketinggian atau posisi yang berbeda. Ketidaksejajaran

kombinasi ini sering terjadi akibat pemasangan yang tidak presisi, getaran berlebih, atau perubahan struktural pada pondasi mesin. Akibatnya, sistem transmisi daya mengalami beban tidak merata, getaran tinggi, serta peningkatan keausan pada komponen seperti kopling, bearing, dan poros. Jika tidak segera diperbaiki, kondisi ini dapat memperpendek umur mesin dan menimbulkan kerusakan parah. Oleh karena itu, deteksi dini serta pelaksanaan prosedur alignment secara menyeluruh sangat diperlukan untuk menjaga performa dan keandalan sistem motor (Junior S. & Saleh, 2022).

Misalignment pada motor dapat menyebabkan berbagai kerusakan serius pada komponen mesin. Salah satu komponen yang terdampak adalah poros, di mana getaran berlebih akibat ketidaksejajaran sumbu dapat menimbulkan ketegangan mekanis dan kerusakan struktural. Selain itu, bantalan (*bearing*) juga rentan mengalami keausan dan peningkatan suhu akibat gesekan yang tidak normal, yang pada akhirnya mengganggu kinerja putaran poros. *Misalignment* juga memperbesar risiko kebocoran cairan pada bagian stuffing box, terutama pada sistem pompa, sehingga mengganggu efisiensi dan keandalan proses pemompaan. Efektivitas mekanis pompa pun turut menurun karena gaya kerja tidak tersalurkan secara optimal. Dalam kasus yang lebih parah, kumparan atau gulungan pada motor listrik dapat saling bersinggungan, sehingga menimbulkan arus pendek (*short circuit*) yang berisiko merusak motor secara keseluruhan. Bahkan, baut-baut kopling dapat mengalami tegangan berlebih yang menyebabkan kerusakan atau patah, memperparah kondisi kegagalan sistem. Oleh karena itu, penanganan misalignment secara dini sangat penting untuk mencegah kerusakan yang lebih luas pada peralatan industri (Junior S. & Saleh, 2022).

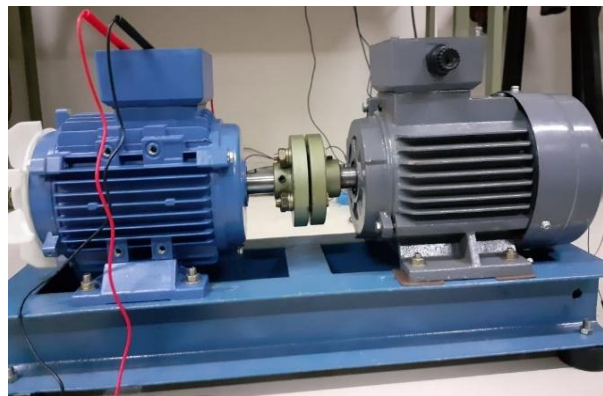
Getaran merupakan gerakan bolak-balik di sekitar titik keseimbangan. Kesetimbangan sendiri adalah kondisi saat suatu benda berada dalam keadaan diam apabila tidak ada gaya yang bekerja padanya. Vibrasi atau getaran dapat dijelaskan secara sederhana melalui ilustrasi pegas yang diberikan beban. Ketika pegas tersebut ditarik dan dilepas, maka akan terjadi gerakan naik-turun yang berulang sebagai bentuk dari getaran. Dalam kondisi ideal, mesin yang dirancang secara optimal tidak akan menghasilkan getaran berlebih karena seluruh energi yang dihasilkan digunakan secara efisien. Namun, seiring bertambahnya umur dan lamanya durasi operasi, mesin dapat mengalami berbagai permasalahan yang menyebabkan munculnya getaran, seperti keausan pada komponen motor, perubahan struktur pondasi akibat faktor lingkungan atau usia yang berujung pada misalignment poros, serta perubahan perilaku dinamis motor yang berdampak pada frekuensi kerjanya (Santoso, 2020).

Beberapa parameter yang dapat menjadi penyebab getaran pada mesin listrik antara lain adalah misalignment, yaitu ketika titik pusat dua poros tidak berada pada satu sumbu; kondisi tidak seimbang (*unbalance*); adanya cacat pada bagian mesin seperti roda gigi dan bearing; pelumasan yang tidak mencukupi; sistem transmisi rantai atau sabuk yang tidak optimal; serta kinerja bantalan yang kurang baik. Getaran yang berlebihan pada mesin dapat berdampak negatif seperti menyebabkan sambungan-sambungan mesin menjadi kendur, menimbulkan suara bising, meningkatkan beban pada elemen mesin, serta

mempercepat keausan komponen mesin. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan mengendalikan getaran agar mesin tetap beroperasi secara optimal dan memiliki umur pakai yang lebih panjang.

METODOLOGI

Dalam pembuatan perangkat yang akan digunakan sebagai instrumen penelitian ini, akan dirancang rangka alat secara menyeluruh, termasuk beberapa elemen penting yang mendukung fungsinya. Salah satu komponen utama yang digunakan adalah dua buah motor tiga fasa berdaya 1,1 kW yang dihubungkan menggunakan sebuah kopling (*coupling*). Dalam sistem ini, satu motor akan difungsikan sebagai motor penggerak (*driver*), sementara motor lainnya akan berfungsi sebagai motor beban. Pada motor beban, akan diberikan tegangan DC yang bersumber dari regulator variabel dengan rentang 0-250 VDC. Tegangan ini dialirkan ke kumparan stator motor beban untuk menciptakan efek pengereman (*braking effect*). Tegangan DC tersebut dihasilkan oleh slide regulator, yang memungkinkan pengaturan besar kecilnya daya pengereman sesuai kebutuhan pengujian.



Gambar 1. Penggunaan motor dalam pengujian

Dalam pembuatan simulasi kerusakan motor berbasis *LabVIEW* ini, digunakan 2 buah motor yang dihubungkan oleh sebuah kopling. Fungsi dari kedua motor tersebut yaitu:

1. Motor *drive* (motor 1)

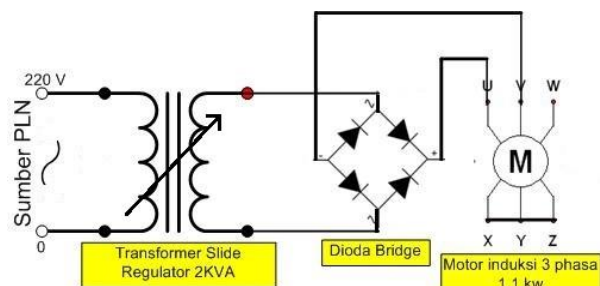
Motor ini yang akan digunakan sebagai motor simulasi dari *missalignment* motor, dalam proses pengambilan data dilakukan beberapa sampel *offset missalignment* dengan memberikan plat alumunium pada bagian bawah kaki motor.



Gambar 2. Shim Plate ukuran 0,5 mm dan 1.0 mm

2. Motor beban (motor 2)

Motor ini digunakan sebagai motor beban, dalam proses simulasi kerusakan ini motor diberikan tegangan DC dengan nilai yang bisa disetel dari tegangan 0 Vdc sampai dengan 250 Vdc. Pemberian tegangan DC ini dilakukan untuk memberikan pengereman pada motor.



Gambar 3. Skema pengereman

Studi ini menggunakan software LabVIEW sebagai alat analisis, yang merupakan bahasa pemrograman grafis dari National Instruments. Sinyal getaran ditampilkan dalam bentuk spektrum dan gelombang. Proses analisis dilakukan dengan mengubah sinyal analog menjadi digital menggunakan DAQ Card NI-USB 6212. Sensor disambungkan ke port analog DAQ, dan konversi sinyal dari domain waktu ke frekuensi dilakukan menggunakan algoritma FFT yang tersedia di LabVIEW.

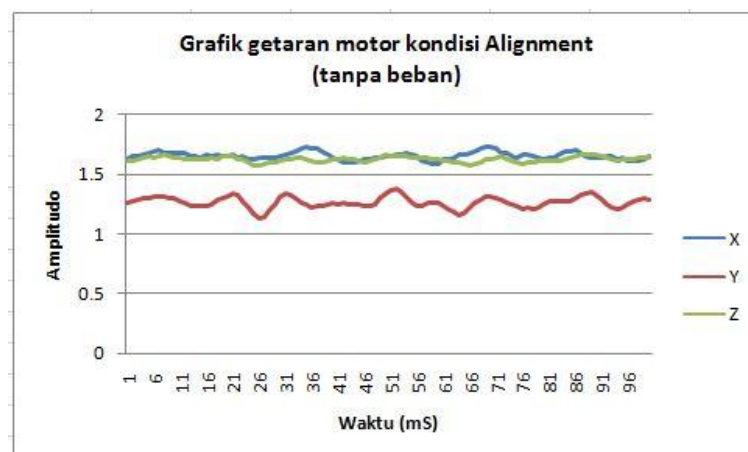
Pada studi ini FFT dimanfaatkan guna memunculkan sinyal spektrum yang menginformasikan besaran frekuensi khusus dari sinyal getaran. Perubahan sinyal memanfaatkan fitur FFT pada *LabVIEW*. FFT mentransformasi sinyal yang diperoleh dari sensor menjadi domain frekuensi dari domain waktu. Jendela (*window*) yang dimanfaatkan merupakan *Hanning*. Jendela tersebut berfungsi untuk memutus sinyal sehingga sepotong sinyal dapat diperoleh untuk dianalisis. Sensor adalah salah satu elemen utama untuk mengukur getaran karena ada di posisi paling depan dari proses peninjauan getaran mesin. Sensor getaran akan merubah nilai sinyal getaran menjadi sinyal analog dalam satuan

listrik yang biasanya berupa tegangan listrik. Sensor MEMS (*Micro electro mechanical Systems*) dimanfaatkan pada studi ini. MEMS yang dimanfaatkan merupakan ADXL 335 *Accelerometer* dengan wujud modul yang tergabung dengan pengkondisi sinyal sehingga mampu dimanfaatkan langsung dalam mendeteksi getaran. ADXL 335 adalah sistem pengukuran akselerasi 3-axis yang terpadu serta menyeluruh dalam satu IC., memiliki sensor micromachined yang permukaannya berupa polysilicon serta rangkaian penguat. Sinyal keluaran berbentuk tegangan analog berbanding lurus dengan nilai akselerasi. Sensor tersebut mampu mendeteksi akselerasi dinamik yang ditimbulkan dari pergerakan (motion) serta akselerasi statis dari gaya gravitasi. *Output* dari sensor tersebut dikoneksikan ke komputer lewat NI-USB 6212 dari *National Instruments* dengan memanfaatkan aplikasi *LabVIEW*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam analisis ini, data yang digunakan untuk memahami dampak offset misalignment motor terhadap getaran dan arus berasal dari sinyal output tiga buah CT (Current Transformer) dan sensor accelerometer ADXL 335, dengan satuan amplitudo berupa tegangan (Volt). Hasil analisis FFT di domain frekuensi menunjukkan bahwa amplitudo tertinggi muncul pada frekuensi 51 Hz sebesar 83,243 dB. Selain itu, muncul juga frekuensi lain dengan amplitudo lebih rendah, yaitu 151 Hz (50,676 dB), 251 Hz (52,939 dB), 351 Hz (40,642 dB), 451 Hz (31,661 dB), 551 Hz (35,277 dB), 651 Hz (23,066 dB), 751 Hz (17,617 dB), dan 851 Hz (24,697 dB). Spektrum ini menunjukkan adanya komponen frekuensi tambahan setelah frekuensi utama, yang dapat memberikan informasi penting tentang kondisi dinamis motor.

Pada gambar 4 merupakan bentuk gelombang antara sinyal output sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z menampilkan amplitudo yang cukup rendah fluktuasinya, hal tersebut disebabkan oleh keadaan getaran pada motor saat kondisi alignment (normal) yang rendah.

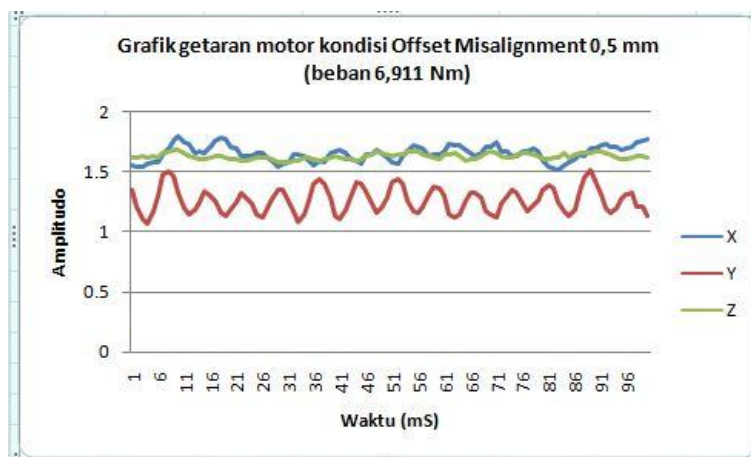


Gambar 4. Bentuk grafik getaran pada motor kondisi *alignment*

Hasil spektrum FFT dengan Amplitudo dan satuannya Desibel (dB) terhadap Frekuensi (Hz). Pada kondisi motor *offset misalignment* 0,5 mm dengan beban 6,911 Nm

dari hasil pengukuran memperlihatkan wujud spektrum FFT yang dihasilkan dari analisis FFT domain frekuensi, amplitudo dominan terdeteksi pada frekuensi 51 Hz (84,438 dB), frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 151 Hz (47,559 dB), 251 Hz (50,723 dB), 351 Hz (32,605 dB), 451 Hz (30,152 dB), 551 Hz (33,425 dB), 651 Hz (18,352 dB), 751 Hz (17,664 dB), dan frekuensi terakhir 851 Hz (7,017 dB).

Hasil data getaran yang dihasilkan dari penelitian ini dapat ditinjau melalui gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Data getaran pada motor kondisi *offset misalignment* 0,5 mm

Sinyal yang dihasilkan oleh spektrum FFT dengan Amplitudo dan satuannya Desibel (dB) terhadap Frekuensi (Hz). Pada kondisi motor *offset misalignment* 1 mm dengan beban 6,920 Nm dari hasil pengukuran terlihat bentuk spektrum FFT yang dihasilkan oleh analisa FFT domain frekuensi, amplitudo dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (84,232 dB), frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 151 Hz (47,263 dB), 251 Hz (50,396 dB), 351 Hz (31,289 dB), 451 Hz (29,318 dB), 551 Hz (34,434 dB), 651 Hz (19,189 dB), 751 Hz (13,065 dB), dan frekuensi terakhir 851 Hz (12,579 dB). Terjadi perubahan pada sumbu Y saat diberi beban 6,920 Nm pada offset misalignment 1 mm, dimana sumbu Y amplitudonya lebih tinggi dibandingkan dengan sumbu X dan sumbu Z.

Spektrum FFT dengan Amplitudo dan satuannya Desibel (dB) terhadap Frekuensi (Hz). Pada kondisi motor *offset misalignment* 1,5 mm dengan beban 6,911 Nm dari hasil pengukuran terlihat bentuk spektrum FFT yang dihasilkan oleh analisa FFT domain frekuensi, amplitudo dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (84,322 dB), frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 151 Hz (35,149 dB), 251 Hz (50,355 dB), 351 Hz (34,438 dB), 451 Hz (28,749 dB), 551 Hz (33,811 dB), 651 Hz (18,641 dB), 751 Hz (14,721 dB), dan frekuensi terakhir 851 Hz (14,015 dB).

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pengukuran pada motor induksi 3 fasa 1,1 kW menggunakan perangkat National Instruments USB-6212, diperoleh beberapa kesimpulan penting.

Perubahan yang terlihat pada spektrum FFT arus disebabkan oleh pergeseran kondisi motor dari posisi *alignment* ke posisi *offset misalignment*. Berdasarkan hasil pengujian, semakin besar tingkat *offset misalignment*, semakin banyak amplitudo yang muncul pada spektrum FFT dibandingkan dengan kondisi motor yang dalam posisi *alignment*. Hasil pembacaan sensor accelerometer dapat digunakan untuk membedakan kondisi motor saat *alignment* dan saat terjadi *offset misalignment* melalui analisis getaran. Pembacaan *accelerometer* memberikan informasi mengenai perubahan amplitudo akibat getaran motor induksi. Output dari accelerometer ADXL 335 berupa tegangan (Voltage), karena sensor ini menghasilkan sinyal dalam bentuk tegangan analog. Kondisi *offset misalignment* pada motor memberikan dampak langsung terhadap peningkatan getaran yang dihasilkan. Hasil pengujian dengan accelerometer menunjukkan bahwa getaran muncul secara kontinu dan besarnya sebanding dengan tingkat *offset misalignment* pada poros motor. Getaran tertinggi tercatat pada sumbu Y dengan kondisi *offset misalignment* sebesar 1,5 mm dan beban 6,804 Nm, yaitu sebesar 1,785 V. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan kondisi normal (*alignment*), di mana getaran hanya sebesar 1,380 V.

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, puji syukur selalu penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat, taufik dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Penulis juga ingin menghaturkan ucapani terimakasih yang itak iterhingga dan ipenghargaan isetinggi-itingginya kepada

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H. W., Rajab, M. A., Khodair, Z. T., & Alkhalidi, J. (2020). The effect of inter laminate layer on flexural strength for unsaturated polyester resin reinforced hybrid fabric composite. *International Journal of Nanoelectronics and Materials*, 13(1), 55–62.
- Bernadeta Wuri Harini. (2021). Pengaruh Parameter Motor pada Sistem Kendali tanpa Sensor Putaran. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 10(3), 236–242. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i3.1848>
- Dhiya' Ushofa, B., Anifah, L., Buditjahjanto, G., & Endryansyah. (2022). Sistem Kendali Kecepatan Putaran Motor DC pada Conveyor dengan Metode Kontrol PID. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(Universitas Negeri Surabaya), 332–342.
- Hari Nugroho, W., Gede Eka Lesmana, I., & Camalia Hartantrie, R. (2022). Analisis Kinerja Motor Terhadap Kerusakan Kompresor Tipe B – 304 pada LRT Jakarta Seri 1100. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 4, 89–96. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v4i1.2429>
- Hendrawan, A., Siswadi, S., Supari, S., & Ragil Ajun Abdilah Al Khomsi. (2021). Penyebab Kerusakan Electro Motor Oil Max Pump pada Mesin Induk di KM. Dharma Kartika IX. Saintara : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim, 5(2), 28–35. <https://doi.org/10.52488/saintara.v5i2.104>
- Junior S., S., & Saleh, A. (2022). Analisis Pengaruh Misalignment Pada Kinerja Motor Induksi. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 24(1), 18–25. <https://doi.org/10.37612/gema-maritim.v24i1.274>
- Meidiasha, D., Rifan, M., & Subekti, M. (2020). Alat Pengukur Getaran, Suara Dan Suhu Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Indikasi Kerusakan Motor Induksi Berbasis Arduino.

- Journal of Electrical Vocational Education and Technology, 5(1), 27–31.
<https://doi.org/10.21009/jevet.0051.05>
- Nahin, N. I., Nafis, M., Prokash Biswas, S., Kamal Hosain, M., Das, P., & Haq, S. (2022). Investigating the input power quality of multi-pulse AC-DC power converter fed induction motor drives. *Heliyon*, 8(12), e11733.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11733>
- Rizqi Tsaniy Arif, am, & Nur Yahya, S. (2021). Simulasi Proteksi Transformator Daya Dengan Relai Diferensial Dual-Bias Presentase Menggunakan Perangkat Lunak Pscad. *Vertex Elektro*, 13(01), 25–29.
- Santoso, K. J. (2020). Analisis Missalignment Dengan Vibration Trend Analysis. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(3), 82. <https://doi.org/10.22441/jtm.v8i3.5898>
- Suryadi, D., Febriyanto, M. R., & Fitrilina, F. (2021). Analisis Ketidaksesumbuan Poros (Misalignment) pada Rotordinamik Berdasarkan Sinyal Suara. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(2), 487–495. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.02.25>
- Syahputra, R., Purwanto, H., Wiyagi, R. O., Mustar, M. Y., & Soesanti, I. (2021). Analysis of Induction Motor Performance Using Motor Current Signature Analysis Technique. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), PRESS.
<https://doi.org/10.18196/jet.v5i1.11764>
- Triyanto, A., Gunawan, W., Kusnadi, H., & Sunardi, A. (2022). *Praktikum Transformator* (A. Triyanto (ed.); Issue 1). UNPAM PRESS.
- Winarta, A., Rasta, I. M., Suamir, I. N., & Puja, I. G. K. (2021). Experimental Study of Thermoelectric Cooler Box Using Heat Sink with Vapor Chamber as Hot Side Cooling Device. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0736-3_37