EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260

pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

Deteksi Dini Kerusakan Mekanis Motor Listrik Tiga Phasa berbasis Analisis Sinyal Getaran menggunakan FFT Matlab

Muhamad Rizky Bachtiar[1], Sunardi[2]

[1 2]*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang*
[1 2] *Tangerang Selatan 15417, Indonesia*

[1]*rizkybachtiarr123@gmail.com*
[2]*dosen00856@unpam.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 01-12-2024
revisi : 04-01-2025
diterima : 12-05-2025
dipublish : 30-06-2025

ABSTRAK

Motor listrik tiga phasa merupakan komponen utama yang banyak digunakan dalam sistem industri karena memiliki efisiensi dan keandalan yang tinggi. Meskipun demikian, motor listrik berpotensi mengalami gangguan mekanis seperti kelonggaran baut dan kerusakan *bearing* yang dapat menyebabkan peningkatan getaran, penurunan kinerja, serta mempercepat kerusakan komponen. Oleh karena itu, diperlukan metode *monitoring* kondisi motor yang mampu mendeteksi gangguan mekanis secara dini dan akurat.. (1) Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *Spektrum* frekuensi getaran motor listrik tiga phasa menggunakan metode *Fast fourier transform* (*FFT*) dalam mengidentifikasi kerusakan mekanis. (2) Sistem *monitoring* dirancang dengan memanfaatkan *sensor* getaran *MPU6050* sebagai pengukur percepatan dan mikrokontroler *ESP32* sebagai pengolah serta pengirim data. Pengambilan data getaran dilakukan pada beberapa kondisi motor, yaitu kondisi normal, baut *cassing* longgar, baut *mounting* longgar, dan kondisi *bearing* rusak. Data getaran yang diperoleh kemudian dianalisis dalam*domain* frekuensi menggunakan *FFT* pada perangkat lunak MATLAB. (3) Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap kondisi gangguan mekanis menghasilkan pola *Spektrum* frekuensi yang berbeda dibandingkan kondisi normal, ditandai dengan peningkatan amplitudo pada frekuensi tertentu. Hasil ini membuktikan bahwa analisis getaran berbasis *FFT* efektif digunakan sebagai metode identifikasi kerusakan mekanis pada motor listrik tiga phasa.

Kata kunci: *motor listrik tiga phasa ; Fast fourier transform (FFT) ; MPU6050 ; ESP32 ; MATLAB.*

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

PENDAHULUAN

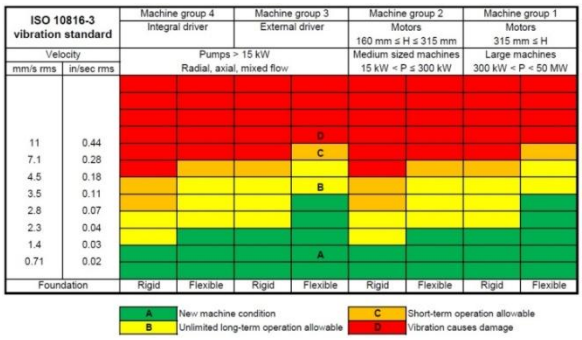
Motor listrik tiga phasa merupakan komponen utama yang banyak digunakan pada sistem industri dan fasilitas bangunan karena memiliki keandalan dan efisiensi yang tinggi (Putra et al., 2015). Keberlangsungan operasi motor listrik sangat berpengaruh terhadap kontinuitas proses kerja, sehingga gangguan mekanik yang tidak terdeteksi sejak dini berpotensi menyebabkan penurunan kinerja, peningkatan biaya perawatan, hingga terjadinya downtime yang merugikan (Siregar et al., 2021). Monitoring kondisi motor listrik umumnya dilakukan melalui pengukuran getaran, dengan parameter Root Mean Square (RMS) sebagai indikator utama. Evaluasi berbasis RMS telah distandarkan dalam ISO 10816-3 dan banyak digunakan sebagai acuan untuk menilai kelayakan operasi mesin berputar (Yustin et al., 2022). Parameter ini efektif untuk mengidentifikasi kondisi getaran secara global dan mendeteksi gangguan mekanik yang bersifat signifikan (Roza et al., 2020). Namun, dalam praktik pemeliharaan, kerusakan mekanik tahap awal seperti kelonggaran baut atau keausan awal bearing sering kali belum menyebabkan peningkatan nilai RMS yang signifikan, sehingga kondisi motor masih dikategorikan layak operasi berdasarkan standar tersebut (Rachmanu et al., 2023). Kondisi ini berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam pendeteksian gangguan mekanik minor (Muhlisin, 2020). Kerusakan yang awalnya berskala kecil dapat berkembang secara bertahap menjadi gangguan yang lebih serius apabila tidak teridentifikasi sejak dini, sehingga meningkatkan risiko terjadinya kegagalan sistem dan downtime operasional (Romahadi & Maris, 2022). Oleh karena itu, diperlukan metode monitoring tambahan yang mampu memberikan informasi lebih detail mengenai karakteristik getaran motor listrik. Analisis sinyal getaran menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) memungkinkan sinyal getaran diubah dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga komponen frekuensi dominan serta perubahan amplitudo getaran dapat diamati secara lebih rinci (Fatah et al., 2020). Pendekatan ini memberikan gambaran karakteristik getaran yang tidak selalu tercermin pada nilai RMS, khususnya pada kondisi gangguan mekanik minor (Ilhamullah et al., 2023). Dengan demikian, FFT dapat berperan sebagai analisis lanjutan yang melengkapi evaluasi berbasis RMS (Romahadi & Putra Youlia, 2023). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menerapkan sistem monitoring getaran motor listrik tiga phasa berbasis analisis FFT menggunakan sensor MPU6050 dan mikrokontroler ESP3 (Bisri & Anzhory, 2024). Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi mekanik motor, meliputi kondisi normal, kelonggaran baut Cassing, kelonggaran baut mounting, serta kondisi bearing rusak atau aus. Hasil analisis FFT dibandingkan dengan evaluasi RMS mengacu pada ISO 10816-3 untuk menunjukkan kemampuan analisis spektrum frekuensi dalam mendeteksi indikasi awal gangguan mekanik yang belum teridentifikasi melalui parameter RMS (Wu et al., 2025).

TEORI

Monitoring kondisi motor listrik berbasis getaran merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk mendeteksi gangguan mekanik pada mesin berputar (Muhammad Iqbal Naufal & Irwanto Irwanto, 2023). Getaran yang muncul selama operasi motor mengandung informasi penting mengenai kondisi mekanik komponen, seperti baut pengikat, sistem mounting, dan bearing. Perubahan karakteristik getaran dapat menjadi indikasi awal terjadinya degradasi mekanik yang berpotensi

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

mempengaruhi kinerja dan keandalan motor listrik (Muhammad Iqbal Naufal & Irwanto Irwanto, 2023). Evaluasi getaran secara konvensional umumnya dilakukan menggunakan parameter Root Mean Square (RMS), yang merepresentasikan nilai energi getaran secara keseluruhan. Parameter RMS banyak digunakan dalam praktik industri karena mudah diukur dan memberikan gambaran kondisi umum mesin. Standar ISO 10816-3 menetapkan batasan tingkat keparahan getaran mesin berputar berdasarkan nilai RMS dalam satuan mm/s (Muhlisin, 2020). Berdasarkan standar tersebut, mesin dapat diklasifikasikan ke dalam kategori layak operasi atau memerlukan tindakan perawatan tertentudapat dilihat di **gambar 1.**



Gambar 1 Standar ISO 10816-3

Meskipun evaluasi berbasis RMS efektif untuk mendeteksi gangguan mekanik berskala besar, parameter ini memiliki keterbatasan dalam mendeteksi kerusakan mekanik tahap awal (Rachmanu et al., 2023). Nilai RMS hanya merepresentasikan besaran getaran global tanpa menunjukkan distribusi frekuensi penyusunnya. Pada kondisi kerusakan minor, seperti kelonggaran baut atau keausan awal bearing, perubahan getaran yang terjadi sering kali belum cukup signifikan untuk meningkatkan nilai RMS secara drastis, sehingga kondisi motor masih berada dalam kategori layak operasi menurut ISO 10816-3. Untuk memperoleh informasi getaran yang lebih detail, analisis sinyal dalam domain frekuensi diperlukan (Kusuma, 2020). Fast Fourier Transform (FFT) merupakan metode transformasi yang mengubah sinyal getaran dari domain waktu ke domain frekuensi. Melalui analisis spektrum frekuensi, komponen frekuensi dominan dan perubahan amplitudo getaran dapat diidentifikasi secara lebih spesifik (Ilhamullah et al., 2023). Metode ini memungkinkan pengamatan karakteristik getaran yang berkaitan dengan gangguan mekanik tertentu, meskipun nilai RMS masih berada dalam batas normal. Dengan demikian, analisis FFT berperan sebagai pendekatan lanjutan yang melengkapi evaluasi berbasis RMS (Arvianto & Rameli, 2017). Kombinasi kedua metode tersebut memungkinkan pemantauan kondisi motor listrik secara lebih komprehensif, khususnya dalam mendeteksi indikasi awal kerusakan mekanik sebelum berkembang menjadi gangguan yang lebih serius dan menyebabkan downtime operasional.

METODOLOGI

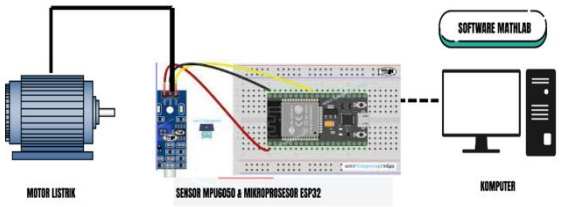
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk menganalisis sensitivitas metode monitoring getaran motor listrik tiga phasa terhadap kerusakan mekanik minor. Evaluasi berbasis Root Mean Square (RMS) digunakan sebagai acuan kondisi global motor dengan mengacu pada standar ISO 10816-3, sedangkan analisis Fast Fourier Transform (FFT) digunakan sebagai metode utama untuk mengidentifikasi karakteristik spektrum frekuensi getaran secara lebih detail.

Perancangan dan Pembuatan Sistem Monitoring

Tahap awal penelitian dimulai dengan perancangan dan pembuatan sistem monitoring getaran motor listrik tiga phasa. Sistem terdiri dari sensor getaran MPU6050 sebagai pengukur percepatan getaran tiga sumbu, mikrokontroler ESP32

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

sebagai unit akuisisi dan pemrosesan awal data, serta komputer sebagai media pemantauan dan analisis data. Rangkaian sistem dirancang agar mampu merekam sinyal getaran motor secara real-time dan mengirimkan data tersebut ke komputer melalui komunikasi serial UART. Bisa dilihat seperti pada **gambar 2.**



Gambar 2 Diagram sistem monitoring getaran motor listrik tiga phasa berbasis MPU6050 dan ESP32 dengan analisis FFT.

Kondisi Pengujian Motor Listrik

Pengujian dilakukan pada motor listrik tiga phasa dalam empat kondisi mekanis yang berbeda, yaitu kondisi normal, baut Cassing longgar, baut mounting longgar, dan kondisi bearing rusak atau aus. Setiap kondisi pengujian direkam secara terpisah untuk memastikan bahwa karakteristik getaran yang diperoleh merepresentasikan kondisi mekanis motor secara spesifik. Rincian kondisi pengujian disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Jenis Kondisi Motor Listrik Yang di Ujikan

No	Kondisi Motor	Kondisi Mekanik	Keterangan
1	Normal	Semua baut terpasang	Bearing dalam kondisi normal
2	Baut Cassing Longgar	Baut Cassing dilonggarkan	Gangguan mekanik ringan
3	Baut Mounting Longgar	Baut mounting dilonggarkan	Getaran struktur meningkat
4	Bearing Rusak/Aus	Bearing mengalami keausan	Indikasi awal kerusakan

Pemasangan Sensor dan Kalibrasi Awal

Setelah kondisi pengujian motor ditentukan, sensor getaran MPU6050 dipasang pada bodi motor listrik tiga phasa pada titik yang paling merepresentasikan getaran mekanis motor. Pemasangan sensor dilakukan secara kaku dan stabil agar getaran yang terjadi pada motor dapat diteruskan secara langsung ke sensor tanpa peredaman yang signifikan.

Gambar 3 Titik Penempatan Sensor

Titik pemasangan sensor ditunjukkan pada **Gambar 3**. Setelah sensor terpasang, dilakukan kalibrasi awal pada kondisi motor tidak beroperasi (motor mati). Kalibrasi ini bertujuan untuk menentukan nilai offset pada masing-masing sumbu pengukuran (X, Y, dan Z) agar pembacaan data percepatan tidak dipengaruhi oleh bias awal dan noise statis. Nilai offset yang diperoleh digunakan sebagai acuan koreksi pada proses pengambilan data getaran selanjutnya. Contoh pengambilan data offset ditunjukkan pada **Gambar 4.**

```
10  float offsetAx = 28.0;
11  float offsetAy = -53.0;
12  float offsetAz = -1.0;
13
```

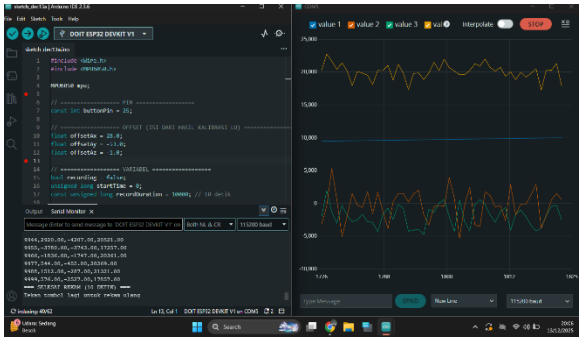
Gambar 4 Contoh Penetapan Nilai Offset

Proses pemasangan dan kalibrasi sensor ini dilakukan sebelum pengambilan data pada setiap kondisi pengujian untuk memastikan konsistensi dan keakuratan data getaran yang direkam.

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

Proses Pengambilan dan Pemantauan Data

Setelah proses pemasangan sensor dan kalibrasi selesai, motor listrik tiga phasa dijalankan sesuai dengan kondisi pengujian yang telah ditentukan. Pengambilan data getaran dilakukan menggunakan sensor MPU6050 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Data percepatan getaran direkam selama durasi tertentu dengan laju sampling konstan untuk setiap kondisi pengujian.

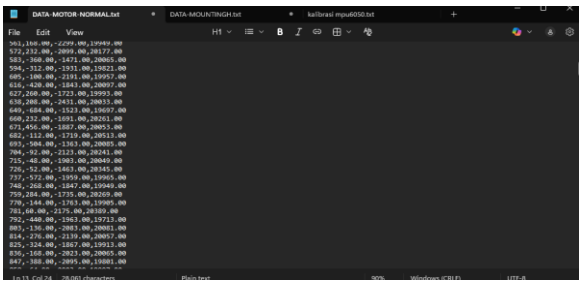


Gambar 5 Contoh Pemantauan Pengambilan Data Getaran Melalui Serial Plotter & Serial Monitor.

Dapat dilihat pada **Gambar 5** selama proses pengambilan data, sinyal getaran dipantau secara langsung melalui Serial Monitor dan Serial Plotter pada perangkat lunak Arduino IDE. Pemantauan ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem monitoring bekerja dengan baik dan tidak terjadi kegagalan selama proses akuisisi data, seperti kehilangan data, gangguan komunikasi, atau ketidakstabilan pembacaan sensor.

Penyimpanan Data Getaran

Setelah proses pengambilan dan pemantauan data selesai, data getaran yang direkam oleh sistem monitoring disimpan menggunakan perangkat lunak Tera Term. Pengambilan data dilakukan melalui komunikasi serial UART antara mikrokontroler ESP32 dan komputer. Penggunaan Tera Term memungkinkan data hasil pengukuran direkam dan disimpan secara langsung dalam format file teks (*.txt).



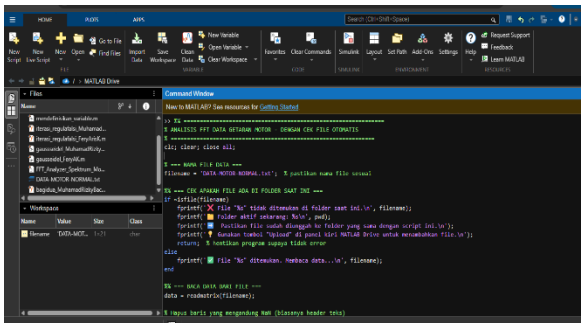
Gambar 6 Contoh Data Getaran Dalam Format *.txt

Dapat dilihat penyimpanan data dalam format *.txt pada **Gambar 6** Metode ini dipilih agar data getaran dapat dengan mudah diimpor dan diolah pada perangkat lunak MATLAB. Setiap file data disimpan secara terpisah sesuai dengan kondisi pengujian motor untuk menjaga keterlacakan dan memudahkan proses analisis selanjutnya. Data yang tersimpan dalam format teks ini selanjutnya digunakan sebagai input utama pada tahap analisis spektrum frekuensi menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT).

Analisis Spektrum Frekuensi Menggunakan FFT di Matlab

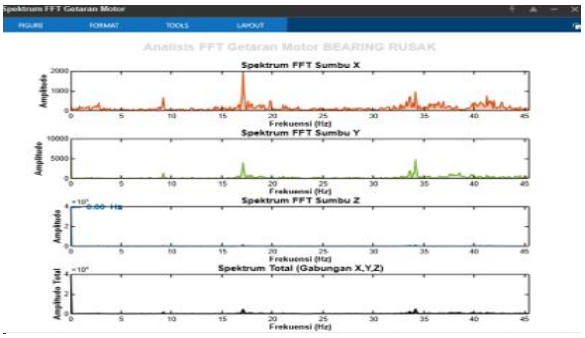
Data getaran yang telah tersimpan dalam format file teks (*.txt) selanjutnya dianalisis menggunakan perangkat lunak MATLAB. Tahapan analisis sinyal getaran menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT) dilakukan melalui proses pembacaan data, pemrosesan sinyal, serta transformasi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi (Kusuma, 2020). Alur proses analisis FFT pada MATLAB ditunjukkan pada **Gambar 7.**

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595



Gambar 7 Proses Analisis FFT di Matlab

Hasil transformasi FFT kemudian divisualisasikan dalam bentuk spektrum frekuensi yang menampilkan hubungan antara amplitudo getaran dan frekuensi. Contoh tampilan hasil analisis spektrum frekuensi menggunakan MATLAB ditunjukkan pada **Gambar 8**. Grafik spektrum FFT ini digunakan untuk mengamati komponen frekuensi dominan serta perubahan amplitudo getaran yang muncul pada setiap kondisi pengujian motor listrik tiga phasa.



Gambar 8 Contoh Tampilan Analisis Spektrum FFT

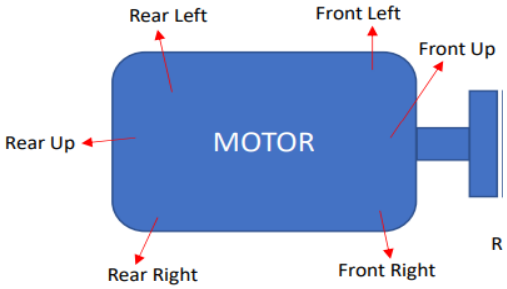
Spektrum frekuensi hasil analisis FFT selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik getaran antar kondisi motor. Analisis lebih lanjut terhadap perbedaan spektrum frekuensi pada masing-masing kondisi pengujian dibahas pada bagian hasil dan pembahasan.

Pengambilan Data Getaran RMS

Pengambilan data getaran berbasis Root Mean Square (RMS) dilakukan menggunakan vibration meter Smart Sensor AR63B sebagai metode pembanding terhadap analisis spektrum frekuensi berbasis Fast Fourier Transform (FFT). Pengukuran RMS bertujuan untuk mengevaluasi kondisi global motor listrik tiga phasa berdasarkan standar evaluasi getaran mesin ISO 10816-3. Alat ukur getaran yang digunakan pada pengujian ini ditunjukkan pada **Gambar 9**.

Gambar 9 Vibrasi Meter Smart Sensor AR63B

Pengukuran getaran RMS dilakukan pada beberapa titik pengukuran di sekitar bodi motor yang merepresentasikan arah dan lokasi getaran utama motor, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 10**. Titik pengukuran meliputi bagian depan dan belakang motor dengan arah pengukuran vertikal (up), horizontal kiri (left), dan horizontal kanan (right). Pengukuran dilakukan pada titik yang sama dengan lokasi pemasangan sensor MPU6050 untuk menjaga konsistensi data.



Gambar 10 Titik Pengambilan Data RMS

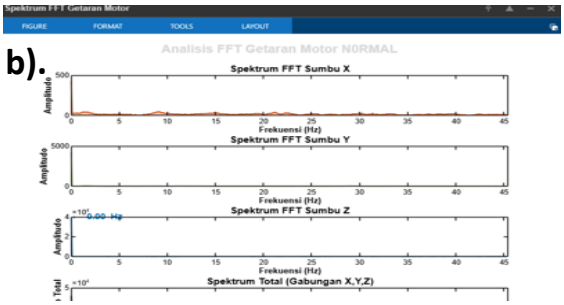
HASIL DAN PEMBAHASAN

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

Pengujian dilakukan pada motor listrik tiga phasa dalam empat kondisi mekanis, yaitu kondisi normal, baut Cassing longgar, baut mounting longgar, dan kondisi bearing rusak atau aus. Setiap kondisi dianalisis menggunakan dua pendekatan, yaitu pengukuran getaran berbasis Root Mean Square (RMS) mengacu pada standar ISO 10816-3 dan analisis spektrum frekuensi menggunakan Fast Fourier Transform (FFT).

Perbandingan RMS dan FFT pada Kondisi Motor Normal

Perbandingan hasil pengukuran RMS dan spektrum FFT pada kondisi motor normal ditunjukkan pada **Gambar 11**. Pada **Gambar 11(a),** nilai RMS getaran pada seluruh titik pengukuran berada pada rentang rendah dan masih berada di bawah batas standar ISO 10816-3, sehingga motor dikategorikan dalam kondisi yang baik.

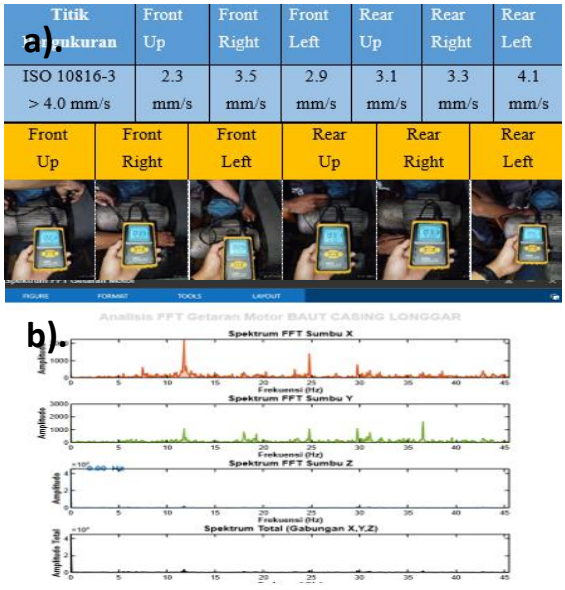


Gambar 11 Perbandingan RMS dan spektrum FFT pada kondisi motor normal. ;(a) RMS getaran pada titik pengukuran front dan rear. ;(b) Spektrum FFT getaran motor listrik tiga phasa.

Hasil analisis spektrum frekuensi FFT Spektrum FFT pada kondisi normal yang ditunjukkan pada **Gambar 11(b)** memperlihatkan amplitudo getaran yang relatif rendah dan stabil tanpa adanya lonjakan amplitudo yang signifikan. Karakteristik spektrum ini digunakan sebagai acuan (*baseline*) untuk membandingkan perubahan getaran pada kondisi gangguan mekanis.

Perbandingan RMS dan FFT pada Kondisi Baut Cassing Longgar

Perbandingan hasil pengukuran RMS dan analisis spektrum FFT pada kondisi baut Cassing longgar ditunjukkan pada **Gambar 12**. Nilai RMS getaran pada kondisi ini mengalami peningkatan dibandingkan kondisi normal, terutama pada arah horizontal, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 12(a).** Namun demikian, nilai RMS tersebut masih berada dalam kategori layak operasi berdasarkan standar ISO 10816-3, sehingga gangguan mekanis ringan belum teridentifikasi secara jelas melalui parameter RMS.



Gambar 12 Perbandingan RMS dan spektrum FFT pada kondisi baut casing longgar. (a) RMS getaran pada titik pengukuran front dan rear. (b) Spektrum FFT getaran motor listrik tiga phasa.

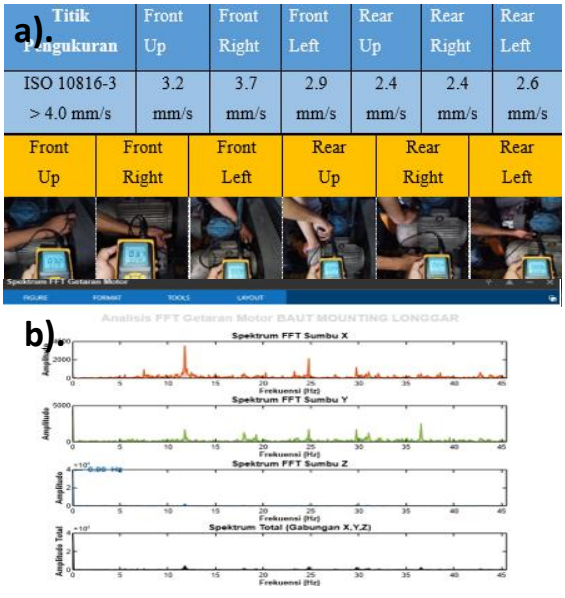
Sebaliknya, spektrum FFT pada kondisi baut Cassing longgar (**Gambar**

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

12(b)) menunjukkan adanya peningkatan amplitudo getaran pada beberapa komponen frekuensi dibandingkan kondisi normal, khususnya pada sumbu X dan Y. Peningkatan amplitudo pada frekuensi rendah hingga menengah mengindikasikan adanya ketidakstabilan struktur akibat kelonggaran baut Cassing. Hal ini menunjukkan bahwa analisis FFT lebih sensitif dalam mendeteksi gangguan mekanis ringan dibandingkan evaluasi berbasis RMS.

Perbandingan RMS dan FFT pada Kondisi Baut Mounting Longgar

Perbandingan hasil RMS dan FFT pada kondisi baut mounting longgar ditunjukkan pada **Gambar 13**. Nilai RMS pada **Gambar 13(a)** menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan kondisi baut casing longgar, meskipun sebagian besar masih berada dalam batas standar ISO 10816-3.

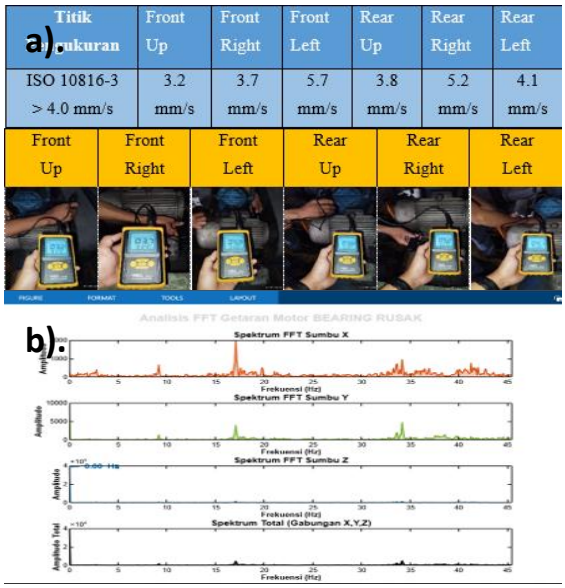


Gambar 13 Perbandingan RMS dan spektrum FFT pada kondisi baut mounting longgar. (a) RMS getaran pada titik pengukuran front dan rear. (b) Spektrum FFT getaran motor listrik tiga phasa.

Namun, spektrum frekuensi FFT pada kondisi baut mounting longgar (**Gambar 13(b)**) menunjukkan peningkatan amplitudo yang lebih signifikan pada beberapa frekuensi dominan. Lonjakan amplitudo ini mengindikasikan bahwa kelonggaran mounting memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap getaran struktur motor. Perbedaan karakteristik getaran ini terlihat jelas pada spektrum FFT meskipun belum tercermin secara signifikan pada nilai RMS.

Perbandingan RMS dan FFT pada Kondisi Bearing Rusak atau Aus

Perbandingan RMS dan FFT pada kondisi bearing rusak atau aus ditunjukkan pada **Gambar 14**. Pada **Gambar 14(a),** nilai RMS getaran menunjukkan peningkatan paling besar dibandingkan kondisi lainnya, namun sebagian nilai masih berada di sekitar batas standar ISO 10816-3.



Gambar 14 Perbandingan RMS dan spektrum FFT pada kondisi bearing rusak atau aus. (a) RMS getaran pada titik pengukuran front dan rear. (b) Spektrum FFT getaran motor listrik tiga phasa.

Sebaliknya, spektrum FFT pada kondisi bearing rusak (**Gambar 14(b**)) menunjukkan peningkatan amplitudo getaran yang signifikan pada frekuensi

EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)
Teknik Elektro – Universitas Pamulang
Vol. 8, No. 1, Bulan Juni, Tahun 2025, Hal 64-73
http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit
DOI: 10.32493/epic.v8i1.58260
pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

tertentu serta pola spektrum yang lebih kasar dan menyebar. Karakteristik ini mengindikasikan adanya gesekan dan ketidakteraturan pada sistem putaran poros akibat keausan bearing. Analisis FFT mampu mengidentifikasi indikasi awal kerusakan bearing dengan lebih jelas dibandingkan metode RMS.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis getaran motor listrik tiga phasa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengukuran getaran berbasis Root Mean Square (RMS) hanya mampu memberikan gambaran kondisi getaran secara global. Pada keempat kondisi pengujian, yaitu kondisi normal, baut casing longgar, baut mounting longgar, dan kondisi bearing rusak atau aus, sebagian besar nilai RMS masih berada dalam batas standar ISO 10816-3 sehingga motor dikategorikan layak operasi apabila hanya dievaluasi menggunakan parameter RMS.

Analisis spektrum frekuensi menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) mampu menunjukkan perbedaan karakteristik getaran yang lebih jelas pada setiap kondisi motor. Peningkatan amplitudo dan perubahan pola spektrum frekuensi dapat diamati pada kondisi baut casing longgar, baut mounting longgar, dan bearing rusak atau aus, meskipun nilai RMS belum menunjukkan peningkatan yang signifikan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis FFT memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi gangguan mekanis tahap awal dibandingkan metode konvensional berbasis RMS. Oleh karena itu, analisis spektrum frekuensi berbasis FFT dapat digunakan sebagai metode pelengkap evaluasi RMS dalam sistem monitoring dan pemeliharaan prediktif motor listrik tiga phasa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arvianto, F., & Rameli, M. (2017). Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Metode Flux Vector Control Berbasis Self-Tuning PI. *Jurnal Teknik ITS*, *6*(2). https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.25079

Bisri, M. Z., & Anzhory, I. (2024). *Alat Monitoring Getaran Motor Listrik Induksi 1 Phase Berbasis Internet of Think (IoT)*. *2*, 1–6.

Fatah, A., Ungkawa, U., & Barmawi, M. M. (2020). Implementasi Algoritma Fast Fourier Transform Pada Monitor Getaran Untuk Analisis Kesehatan Jembatan. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, *5*(2), 48. https://doi.org/10.32897/infotronik.2020.5.2.414

Ilhamullah, Romahadi, D., & Putra Youlia, R. (2023). Analisis getaran displacement drum roller menggunakan FFT dan STFT. *Jurnal Teknik Mesin*, *12*(1), 41–48. https://doi.org/10.22441/jtm.v12i1.16681

Kusuma, D. T. (2020). Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Transformasi Sinyal Frekuensi Suara Sebagai Upaya Perolehan Average Energy (AE) Musik. *Petir*, *14*(1), 28–35. https://doi.org/10.33322/petir.v14i1.1022

Muhammad Iqbal Naufal, & Irwanto Irwanto. (2023). Motor Listrik 3 Fasa Sebagai Sistem Penggerak Motor Roll Pada Mesin Case Sealer di Pt. Matahari Megah. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, *2*(1), 32–45. https://doi.org/10.58169/saintek.v2i1.132

Muhlisin, I. (2020). Rancang Bangun Prototype Alat Deteksi Getaran. *Teknologi : Jurnal Ilmiah Dan Teknologi*, *2*(1), 1. https://doi.org/10.32493/teknologi.v2i1.3903

Putra, A. S. S., Sukmadi, T., & Handoko, S. (2015). Analisa Daya Motor Induksi 3 Fasa Pada Operasi Intermittent Dengan Variasi Periode Pembebanan. *Transient: Jurnal*

pISSN 2615-0646
eISSN 2614-8595

Ilmiah Teknik Elektro, *3*(4), 521–528. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/8121

Rachmanu, F., Turmudi, A., Karmiadji, D. W., Jalaluddin, M. N., & Romahadi, D. (2023). Studi Variasi Getaran Poros Rotor Dengan Satu Disc Pada Journal Bearing Menggunakan Metode FFT Dan Simulasi FEA. *Ramatekno*, *4*(1), 10–17. https://doi.org/10.61713/jrt.v4i1.164

Romahadi, D., & Maris, I. (2022). Penerapan FFT dan STFT dalam Mendiagnosis Getaran ID Fan Berjenis Sambungan Kopel. *Jurnal Teknik Mesin*, *11*(3), 208–215.

Romahadi, D., & Putra Youlia, R. (2023). Analisis Getaran Displacement Drum Roller Menggunakan Fast Fourier Transform dan Short Time Fourier Transform. *Jurnal Teknik Mesin*, *12*(1), 41.

Roza, I., Yanie, A., Almi, A., Andriana, L., Elektro, T., Listrik, K. E., & Teknik, F. (2020). *Implementasi Alat Pendeteksi Getaran Bantalan Motor Induksi Pada Pabrik Menggunakan Sensor Piezoelektrik Berbasis SMS*. *3*(1), 20–25.

Siregar, L., Silaen, R., & Hutabarat, J. L. (2021). Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Putaran dan Daya Masuk Motor Induksi Tiga Fasa (Aplikasi Pada Laboratorium Konversi Energi Listrik FT-UHN). *Jurnal ELPOTECS*, *4*(1), 1–15. https://doi.org/10.51622/elpotecs.v4i1.446

Wu, J., Luo, W., & Yao, K. (2025). *Electric Motor Vibration Signal Classification Using Wigner – Ville Distribution for Fault Diagnosis*. 1–19.

Yustin, A. P., Aswin, F., & Sateria, A. (2022). Analisis Sinyal Getaran Dalam Domain Frekuensi Pada Mesin Berputar Menggunakan Metode Failure Analysis. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *10*(1), 16–21. https://doi.org/10.33558/jitm.v10i1.2907