

Desain Sistem Monitoring Gangguan Motor Induksi Berdasarkan Nilai Suhu, Getaran, dan Konsumsi Arus

Iftahul Yusro^{1*}, Achmad Setiawan², Nyaris Untung Samodro³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Gajayana, Jl. Mertojoyo Blk. I, Merjosari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65144

Keywords:

Monitoring;
Motor Induksi;
Suhu;
Getaran;
Arus.

Correspondent Email:

iftahulyusro@gmail.com



Copyright © [JPI](#) (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

Abstrak. Kerusakan motor induksi seringkali disebabkan oleh kenaikan suhu, getaran berlebih, dan arus yang tidak normal. Pemantauan ketiga parameter ini secara *real-time* menjadi langkah penting untuk mendukung perawatan prediktif dan menghindari *downtime*. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring motor induksi berbasis *Internet of Things* (IoT) melalui jaringan *Local Area Network* (LAN). Sistem menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama dalam arsitektur komunikasi master-slave. Sensor suhu DS18B20, sensor getaran MPU6050, dan sensor arus SCT013-30A yang terhubung ke ADC ADS1115 digunakan untuk akuisisi data. Data disimpan pada database MySQL dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada webserver lokal. Pengujian pada motor dalam kondisi baik mencatat suhu rata-rata 39,38°C, getaran 1,65 mm/s, dan arus 0,40A, seluruhnya masih di bawah ambang batas. Pada motor yang terindikasi kerusakan, suhu masih dalam kisaran normal, namun getaran meningkat hingga 5,15 mm/s dan arus turun menjadi 0,15 A, yang menunjukkan adanya gangguan mekanis. Sistem ini berhasil mengidentifikasi perbedaan ini dan menampilkan status motor secara *real-time* berdasarkan ambang batas yang mengacu pada ISO 10816 untuk getaran, spesifikasi pabrikan untuk suhu, dan arus nominal dari *nameplate* motor.

Abstract. Induction motor failures are often caused by increased temperature, excessive vibration, and abnormal current. Real-time monitoring of these three parameters is an important step to support predictive maintenance and avoid downtime. This study designs and implements an induction motor monitoring system based on the Internet of Things (IoT) via a Local Area Network (LAN). The system uses NodeMCU ESP8266 as the main controller in a master-slave communication architecture. The DS18B20 temperature sensor, MPU6050 vibration sensor, and SCT013-30A current sensor connected to an ADS1115 ADC are used for data acquisition. The data are stored in a MySQL database and displayed as graphs on a local web server. Testing on a motor in good condition recorded an average temperature of 39.38°C, vibration of 1.65 mm/s, and current of 0.40A, all within the specified limits. In a motor with suspected damage, the temperature remained within the normal range, but vibration increased to 5.15 mm/s and current dropped to 0.15 A, indicating mechanical faults. The system successfully identified these differences and displayed motor status in real time based on threshold values referring to ISO10816 for vibration, manufacturer specification for temperature, and nominal current from the nameplate.

1. PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan salah satu jenis motor listrik asinkron yang paling banyak digunakan di sektor industri, transportasi, fasilitas publik seperti bandara, rumah sakit, dan peralatan rumah tangga karena konstruksinya sederhana, perawatannya mudah, dan kemampuan menghasilkan torsi awal yang tinggi [1]. Keandalan motor induksi sangat bergantung pada metode perawatan yang tepat agar dapat beroperasi sesuai kebutuhan beban dan kondisi kerja. Perawatan yang efektif akan meningkatkan umur motor, menjaga kinerja, dan mencegah kerusakan yang lebih parah.

Perawatan motor induksi secara umum terbagi menjadi dua kategori, yaitu perawatan preventif dan perawatan korektif. Perawatan preventif dilakukan untuk mencegah kerusakan dengan cara pemeriksaan visual, pengecekan tahanan isolasi, pemeriksaan kondisi bearing, dan pengukuran getaran rotor [2]. Sementara itu perawatan korektif dilakukan setelah kerusakan terjadi, seperti perbaikan atau penggantian komponen [3]. Berdasarkan studi kerusakan motor, gangguan mekanis pada bearing menyumbang 41-44% dari total kerusakan motor induksi, yang umumnya ditandai dengan peningkatan getaran, kenaikan suhu, dan penurunan kinerja [4].

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan kondisi motor induksi menggunakan parameter tunggal. Misalnya, memanfaatkan sensor suhu untuk memantau kondisi suhu belitan motor [5], sedangkan memanfaatkan sensor getaran untuk mendeteksi kerusakan bearing atau bantalan aus [6]. Namun, berdasarkan kajian literatur, Sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas pada pemantauan satu parameter saja dan belum mengintegrasikan data secara real-time berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat diakses melalui website. Keterbatasan ini mengurangi efektivitas deteksi dini kerusakan motor, karena informasi yang diperoleh tidak memberikan gambaran kondisi motor secara komprehensif.

Berdasarkan keterbatasan studi terdahulu, penelitian ini mengusulkan sistem monitoring multi-parameter berbasis IoT yang mampu mengukur suhu, getaran, dan arus secara simultan, menyimpan data pada database, serta menampilkannya dalam bentuk grafik interaktif melalui webserver berbasis *Local Area Network*

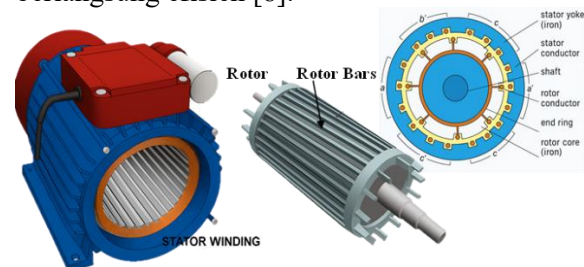
(LAN). Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi dan responsivitas dalam mendeteksi potensi kerusakan motor induksi, sehingga dapat meminimalkan resiko *downtime* dan mendukung strategi pemeliharaan berbasis kondisi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Motor Induksi

Motor induksi merupakan salah satu jenis mesin listrik arus bolak-balik (AC) yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Motor induksi satu fasa menjadi jenis motor yang banyak digunakan pada sistem kelistrikan beban ringan [7].

Motor induksi satu fasa memiliki dua komponen utama, yaitu stator dan rotor. Stator tersusun dari laminasi baja silikon (*stampings*), dengan slot-slot untuk menempatkan belitan stator yang terhubung ke sumber AC. Rotor umumnya bertipe *squirrel cage* dengan batang konduktor yang dihubungkan oleh cincin akhir (*end ring*) di kedua ujungnya, bekerja tanpa sikat, atau slip ring, sehingga lebih andal dan minim perawatan. Konstruksi keduanya memungkinkan interaksi elektromagnetik berlangsung efisien [8].



Gambar 1. Konstruksi Motor Induksi 1 Fasa

2.2. Kerusakan dan Pemeliharaan Motor

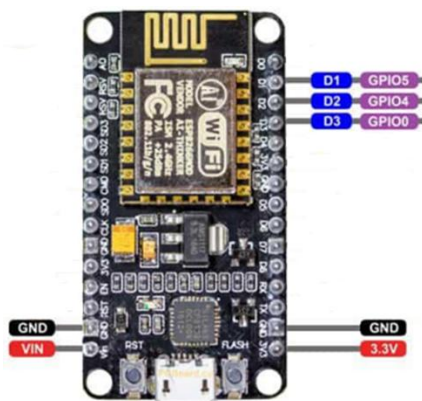
Kerusakan pada motor listrik, banyak dipicu oleh empat faktor yaitu: kelistrikan, suhu, mekanis, dan lingkungan. Tegangan berlebih merusak bahan isolasi, fluktuasi suhu mempercepat degradasi material isolasi, getaran menimbulkan keausan, sedangkan kelembaban dan kontaminasi lingkungan mempercepat korosi dan karbonisasi permukaan isolasi [9].

Oleh karena itu, pemantauan kondisi actual motor berbasis suhu belitan, getaran mekanis, dan arus listrik menjadi relevan untuk mendeteksi gejala kerusakan lebih dini [10].

Pemeliharaan prediktif dengan pendekatan ini mampu mengurangi risiko kegagalan sekaligus meningkatkan keandalan operasi [11].

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah NodeMCU ESP8266. Modul ini menggunakan prosesor Tensilica 32-bit RISC dengan kecepatan hingga 160 MHz, dilengkapi 128 KB RAM dan 4MB memori Flash. NodeMCU menggunakan ESP-12 dan firmware dari Espressif, serta menyediakan konektivitas Wi-Fi bawaan. Antarmuka yang digunakan yaitu jalur komunikasi I²C, masing-masing berfungsi sebagai SCL (*Serial Clock Line*) dan SDA (*Serial Data Line*). Selain itu terdapat 17 pin GPIO yang dapat digunakan sebagai jalur input/output (I/O) yang mendukung komunikasi *One-Wire* [12].



Gambar 2. NodeMCU ESP8266

2.4 Sensor Suhu

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dari lingkungan sekitar dengan rentang -55°C hingga 125°C . Terdapat ADC internal untuk menyediakan pengukuran dengan konversi mandiri dari data analog menjadi format digital 16-bit *signed two's complement* yang disimpan di dalam *scratchpad memory* milik sensor [13].

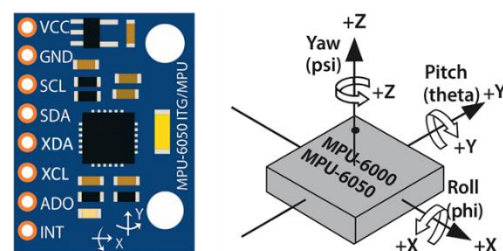


Gambar 3. Sensor Suhu DS18B20

2.5 Sensor Getaran

Getaran merupakan Gerakan osilasi atau bolak balik suatu benda yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti operasi mesin, aktivitas seismik, maupun gelombang suara. Untuk mendeteksi getaran, digunakan jenis sensor *Inertial Measurement Unit* (IMU), yaitu sensor yang mampu mengukur percepatan, orientasi, dan pengaruh gaya gravitasi terhadap objek. IMU terdiri dari dua komponen sensor *accelerometer*, dan *gyroscope* [14].

Sensor *accelerometer* pada MPU6050 bekerja dengan cara mengukur percepatan linear suatu benda berdasarkan integrasi percepatan terhadap waktu. Sedangkan sensor *gyroscope* berfungsi mengukur kecepatan sudut serta perubahan orientasi berdasarkan tiga sumbu utama yaitu sumbu-x, sumbu-y, dan sumbu-z [15].

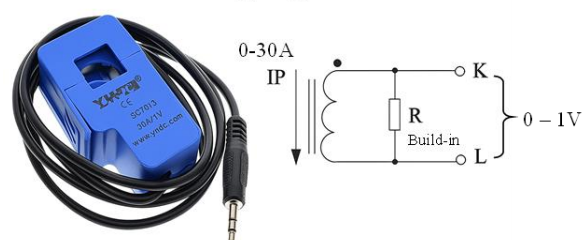


Gambar 4. Sensor Getaran MPU6050

2.6 Sensor Arus

Sensor arus SCT013-30A merupakan jenis sensor arus bolak-balik (AC) tipe *non-invasive* yang bekerja berdasarkan prinsip transformator arus induktif dengan inti ferrit dan desain *split-core*, sehingga memungkinkan pemasangan tanpa memutus aliran listrik pada konduktor utama. Sensor ini mendukung pengukuran arus primer dari 0 sampai 30 ampere. Tegangan keluarannya berkisar 0 hingga 1V, dengan resistor beban internal sebesar 62Ω yang berfungsi mengubah arus induksi menjadi sinyal tegangan proporsional [16].

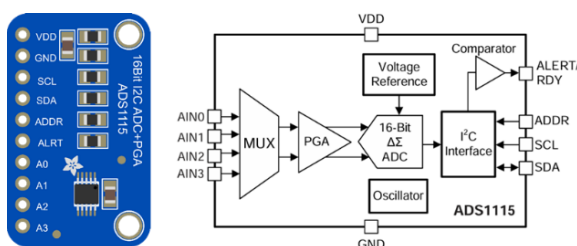
Wiring diagram:



Gambar 5. Sensor Arus SCT013-30A

2.7 Konverter dan Penguat Sinyal

ADS1115 merupakan konverter eksternal 16-bit yang presisi dan kompatibel dengan I²C. Modul ini memiliki empat input analog (A0-A3) yang dapat dikonfigurasi sebagai input diferensial [17]. Pada mode diferensial, ADC akan membaca selisih tegangan antara dua pin, seperti A0 dan A1 yang berguna untuk pengukuran sinyal AC kecil seperti pada sensor SCT013-30A. ADS1115 dilengkapi Penguat sinyal $\pm 0.256V$ hingga $\pm 6.144V$, sehingga tegangan yang sangat kecil dari sensor arus tetap dapat terbaca secara presisi [18].



Gambar 6. ADS1115-ADC Konverter

2.8 OLED 0.96 inc

OLED 0,96 inc merupakan modul tampilan berbasis teknologi *Organic Light-Emitting Diode* (OLED) yang memiliki resolusi 128 kolom dan 64 baris, menghasilkan 8192 piksel menyala secara independent tanpa memerlukan cahaya latar atau *backlight*. Modul ini menggunakan jalur komunikasi I²C dan SPI. Driver CMOS bertipe SSD1306 yang dilengkapi dengan kontrol kontras, RAM tampilan internal. Mendukung fitur *continuous scrolling* baik dalam arah vertikal dan horizontal, mendukung animasi teks atau grafis secara dinamis [19].

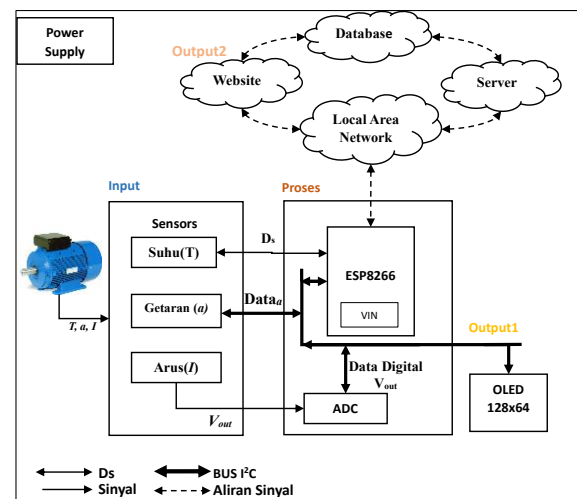


Gambar 7. OLED 0,96 inci

3 METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem

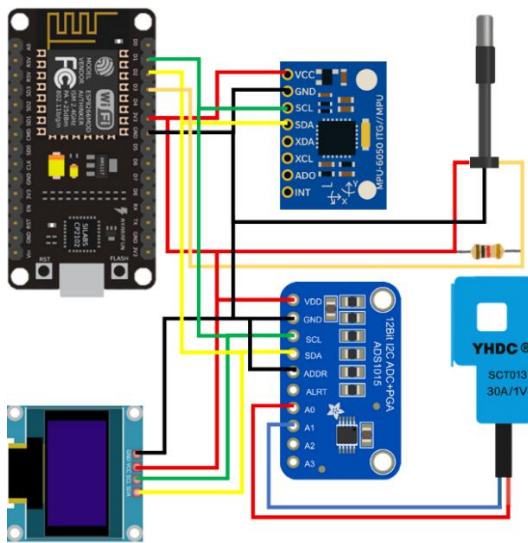
Perancangan sistem ditunjukkan pada diagram blok yang memperlihatkan alur kerja mulai dari input sensor hingga keluaran sistem. Motor induksi dipantau melalui tiga parameter utama, yaitu suhu, getaran, dan arus. Data dari ketiga sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler untuk menghasilkan keluaran berupa informasi kondisi motor yang ditampilkan pada layar OLED, serta dikirimkan ke server, disimpan di database, dan ditampilkan pada laman website melalui jaringan lokal untuk kebutuhan pemantauan jarak jauh.



Gambar 8. Blok Sistem

3.2 Implementasi Alat

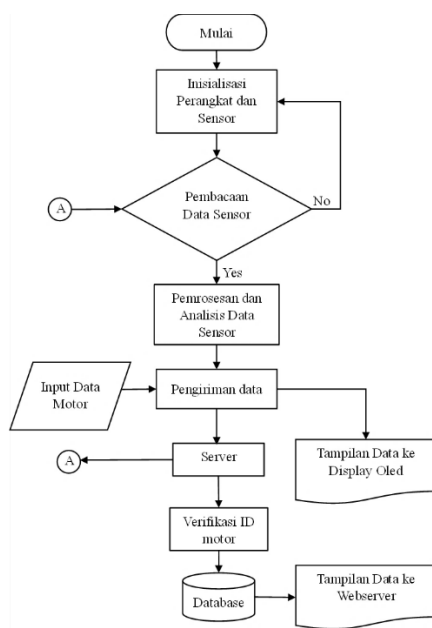
Pada implementasi alat NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, sensor getaran MPU6050, dan sensor arus SCT013-30A melalui modul ADC ADS1115. Semua perangkat terintegrasi melalui jalur I²C, sementara OLED digunakan untuk menampilkan data secara *real-time*. Sistem ini memungkinkan pemantauan suhu, getaran, dan arus motor induksi secara simultan dan pengiriman data ke server.



Gambar 9. Skematik Rancangan

3.3 Flowchart Sistem

Untuk menggambarkan alur kerja perangkat secara lebih rinci, *flowchart* sistem digunakan sebagai representasi urutan proses. Alur dimulai dari sistem dinyalakan, kemudian dilanjutkan inisialisasi sensor dan mikrokontroler, dilanjutkan dengan pembacaan data suhu, getaran, dan arus motor. Data yang terbaca diproses dan dikirim ke server untuk diverifikasi, kemudian disimpan dalam database dan ditampilkan pada webserver. Selain itu, hasil pemantauan juga ditampilkan secara langsung melalui OLED untuk kebutuhan visualisasi lokal.



Gambar 10. Flowchart Sistem

Berdasarkan alur pada *flowchart*, sistem tidak hanya melakukan akuisisi data dari sensor tetapi juga memprosesnya sebelum ditampilkan maupun dikirim ke server. Data yang diterima mikrokontroler masih berupa data mentah yang perlu diolah menjadi satuan terukur sebagai parameter pemantauan. Proses pengolahan data suhu, getaran, dan arus dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1 Pengolahan Data Suhu

Nilai suhu yang diperoleh oleh sensor disimpan pada memori sementara dalam bentuk format digital 16-bit. Melalui jalur data *One-Wire* pada mikrokontroler, nilai digital dibaca dan diolah oleh mikrokontroler untuk diubah menjadi satuan suhu derajat Celcius. Berikut persamaan matematis yang digunakan dalam pengukuran suhu:

$$T_{Celcius} = \frac{Temp_{RAW}}{16} \quad (1)$$

3.3.2 Pengolahan Data Getaran

Pengolahan sinyal getaran memerlukan tahap pengolahan sinyal untuk memperoleh parameter fisik yang representatis dan bebas derau. Ada lima tahapan yaitu: Kalman Filter, HPF (*High-Pass Filter*), Integrasi percepatan pada kecepatan, Moving Average Filter, dan kecepatan RMS.

Nilai data mentah yang diperoleh berupa nilai akselerasi (a) dengan satuan gravitasi. Untuk kebutuhan nilai akselerasi dengan satuan m/s^2 dapat dikalikan dengan konstanta gravitasi bumi, yaitu $9,81 m/s^2$ sebelum ke proses pengolahan data akselerasi yang terfilter. Setelah data akselerasi menggunakan satuan m/s^2 proses selanjutnya adalah menfilter data dengan Kalman.

Kalman Filter bekerja menggunakan metode rekursif dengan menghitung estimasi nilai saat ini berdasarkan estimasi sebelumnya dan pengukuran terbaru. Besaran fisis yang di estimasi adalah percepatan $\hat{a}(t)$ yang dinyatakan dalam satuan m/s^2 . Estimasi ini dihitung menggunakan persamaan matematis berikut:

$$\hat{a}(t) = \hat{a}(t|t-1) + K(t)(z(t) - \hat{a}(t|t-1)) \quad (2)$$

Kalman Gain $K(t)$ dihitung dengan persamaan matematis berikut:

$$K(t) = \frac{P(t|-1)}{P(t|t-1) + R} \quad (3)$$

Setelah proses Kalman Filter dilanjutkan dengan pemrosesan sinyal akselerasi menggunakan HPF. Sinyal dari akselerometer MEMS digital seringkali ditemukan komponen frekuensi rendah yang berasal dari gravitasi atau perubahan orientasi perangkat. Oleh karena itu, digunakan pendekatan HPF orde satu untuk menghilangkan *baseline drift* dari sinyal percepatan.

$$a_{hpf}(t) = \alpha \cdot (a_{hpf}(t-1) + a(t) - a(t-1)) \quad (4)$$

Integrasi percepatan dalam konteks ini, percepatan $a(\tau)$ yang sudah difilter kemudian diintegrasikan secara matematis untuk memperoleh kecepatan sesaat dengan satuan mm/s .

$$v(t) = 1000 \int_{t_0}^t a(\tau) d\tau \quad (5)$$

Setelah proses integrasi, nilai kecepatan dari percepatan yang diperoleh seringkali mengandung fluktuasi acak atau derau akibat gangguan mekanis atau getaran semu. Untuk mereduksi gangguan tersebut digunakan metode *moving average filter* (MAF). Prinsip kerjanya menghitung rata-rata dari sejumlah nilai kecepatan sebelumnya dalam sebuah jendela atau *window* waktu berukuran tetap. Besaran fisisnya adalah kecepatan rata-rata dalam satuan mm/s . Berikut persamaan matematisnya:

$$\bar{v}(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} v(t-i) \quad (6)$$

Proses yang terakhir adalah mendapatkan nilai kecepatan RMS yang mewakili energi rata-rata getaran selama periode tertentu dan berfungsi sebagai indikator utama dalam standar internasional getaran yaitu ISO 10816. Besaran fisisnya adalah kecepatan RMS (v_{rms}) dalam satuan mm/s .

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i^2} \quad (7)$$

Perhitungan ini memberikan informasi menyeluruh seberapa besar getaran yang terjadi dalam waktu tertentu.

Batas getaran pada motor listrik berbeda berdasarkan kelasnya, setiap motor listrik memiliki batasan terjadinya getaran pada bagian motor. ISO 10816 merupakan standar kecepatan getaran motor yang dapat digunakan.

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816					
Machine		Class I small machines	Class II medium machines	Class III large rigid foundation	Class IV large soft foundation
	in/s	mm/s			
Vibration Velocity Vrms	0.01	0.28			
	0.02	0.45			
	0.03	0.71		good	
	0.04	1.12			
	0.07	1.80			
	0.11	2.80		satisfactory	
	0.18	4.50			
	0.28	7.10		unsatisfactory	
	0.44	11.2			
	0.70	18.0			
	0.71	28.0		unacceptable	
	1.10	45.0			

Gambar 11. ISO 10816

3.3.3 Pengolahan Data Arus

Pengolahan data arus menggunakan pendekatan hubungan linear antara arus primer dan tegangan output, setiap 30A arus yang mengalir pada lilitan primer sama dengan 1V AC. Seperti dinyatakan dalam rasio persamaan matematis berikut:

$$\frac{V_{out}}{I_p} = \frac{1V}{30A} \quad (8)$$

Dengan rasio ini, arus primer I_p dapat dihitung dari tegangan keluaran sebagai berikut:

$$I_p = V_{out} \times 30 \quad (9)$$

Untuk memperoleh nilai arus efektif (I_{rms}) digunakan persamaan RMS berikut:

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_p(i)^2} \quad (10)$$

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil pengujian sistem monitoring motor induksi satu fasa yang dikembangkan dengan menggunakan NodeMCU ESP8266. Parameter yang dimonitor adalah suhu, getaran (v_{rms}), dan

arus. Pengujian dilakukan pada dua kondisi motor, yaitu motor dalam keadaan baik dan motor dalam keadaan terindikasi kerusakan. Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan tampilan website. Selanjutnya data tersebut dibahas untuk menjelaskan hubungan antar parameter, membandingkan dengan teori maupun penelitian terdahulu, serta mengungkap implikasi hasil penelitian.

4.1 Hasil Pengujian Motor Kondisi Baik

Hasil pengujian pertama dilakukan pada motor dalam kondisi normal. Parameter suhu, getaran, dan arus dicatat pada periode tertentu. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Motor Normal

No.	Suhu (°C)	Getaran (mm/s)	Arus (A)
1	25,25	1,09	0,38
2	28,38	1,34	0,37
3	33,06	1,69	0,37
4	37,31	1,74	0,4
5	41,88	1,74	0,42
6	43,38	1,79	0,39
7	44,13	1,77	0,42
8	45,75	1,79	0,39
9	46,94	1,78	0,43
10	47,75	1,76	0,42

4.2 Hasil Pengujian Motor Kondisi Rusak

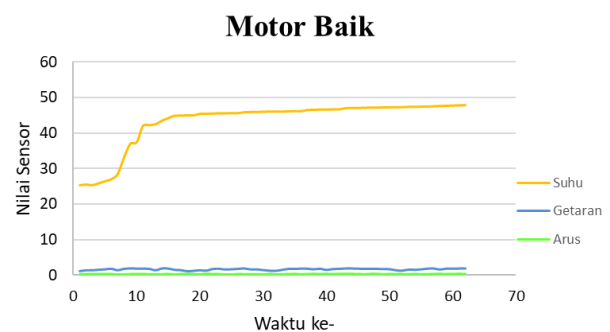
Hasil pengujian selanjutnya dilakukan pada motor dalam kondisi terindikasi kerusakan. Parameter suhu, getaran, dan arus dicatat pada periode tertentu. Hasil Pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor Rusak

No.	Suhu (°C)	Getaran (mm/s)	Arus (A)
1	26,69	1,46	0,15
2	27,88	6,79	0,15
3	28,88	7,06	0,15
4	29,63	7,55	0,15
5	30,94	6,93	0,15
6	31,88	5,37	0,14
7	33,13	5,47	0,14
8	34,63	5,9	0,13
9	37,81	2,87	0,16
10	39,06	2,09	0,15

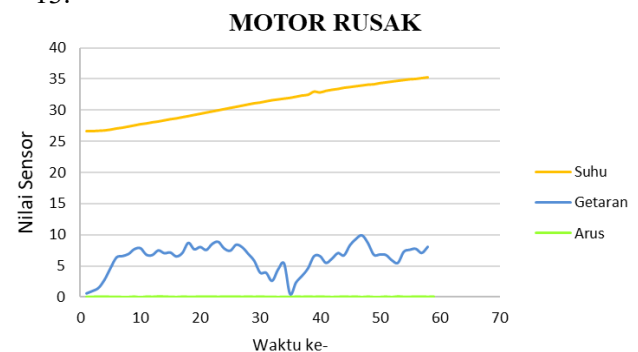
4.3 Analisis Data Motor Baik dan Rusak

Untuk bagian ini disajikan hasil analisis data sensor suhu, getaran, dan arus untuk dua kondisi motor, yaitu motor baik dan motor rusak. Hasil pengujian motor baik menunjukkan parameter berada dalam batas normal, dengan suhu rata-rata 39,38 °C (maksimum 47,75°C, < 80°C batas suhu kumparan), getaran 1,65 mm/s (< 1,80 mm/s sesuai ISO 10816), dan arus sekitar 0,40 A (< 0,9A arus nominal), sehingga motor dikategorikan beroperasi normal. Sebaliknya, pada motor rusak tercatat suhu rata-rata 32,05°C (masih dalam batas aman), tetapi nilai getaran meningkat signifikan dengan rata-rata 5,15 mm/s dengan maksimum 7,55 mm/s (melebihi batas ISO 10816), serta arus turun menjadi 0,15A (jauh di bawah arus nominal 0,9A). perbedaan ini divisualisasikan dalam grafik, penyajian motor baik menampilkan kestabilan parameter, sedangkan motor rusak menunjukkan pola anomali yang mengindikasikan adanya gangguan mekanis maupun kelistrikan. Berikut Grafik kondisi motor dalam keadaan normal disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Kondisi Motor Baik

Selanjutnya grafik kondisi Ketika motor terindikasi kerusakan. Disajikan pada Gambar 13.

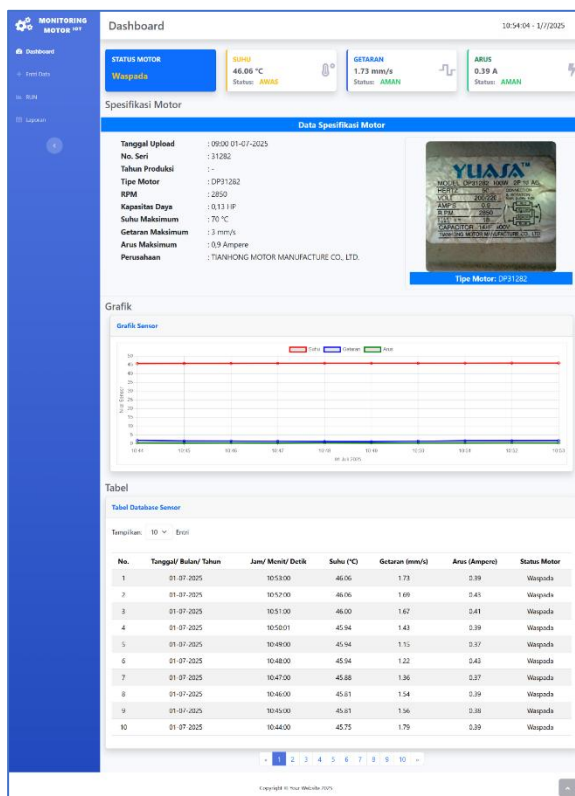


Gambar 13. Grafik Kondisi Motor Rusak

4.4 Tampilan Web Server

Selain tabel dan grafik, sistem juga menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* melalui web server. Gambar 14 menunjukkan tampilan antarmuka web server yang memuat informasi suhu, getaran dan arus dengan perbedaan kondisi yang divisualisasikan pada web server dalam bentuk tabel dan grafik serta diperkuat dengan indikator warna sebagai status motor.

Tampilan web server mempermudah pemantauan kondisi motor secara *real-time* dari jarak jauh tanpa harus berinteraksi langsung dengan perangkat.



Gambar 14. Tampilan Dashboard Webserver

4.5 Diskusi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi motor dapat dibedakan secara jelas melalui parameter suhu, getaran, dan arus. Pada motor baik, nilai suhu $< 80^{\circ}\text{C}$ berada pada batas aman [20], dan arus dibawah nilai arus nominal sehingga masih dalam rentang aman, sedangkan getaran tetap di bawah ambang batas ISO 10816 yaitu $1,80\text{ mm/s}$. sebaliknya, pada motor rusak, nilai getaran meningkat signifikan sehingga melebihi standar, sementara arus cenderung tidak stabil dan rendah dari arus nominal, yang

mengindikasikan adanya kerusakan pada bagian mekanis maupun belitan motor. Peningkatan getaran ini umumnya disebabkan oleh ketidakseimbangan rotor atau kerusakan bearing yang menimbulkan rugi daya mekanis.

Fokus ketiga parameter ini sejalan dengan penelitian pada [21], yang juga menekankan pentingnya akuisisi data suhu, getaran, dan arus untuk kondisi motor. Bedanya, penelitian ini masih berbasis ambang batas sederhana, sedangkan [21] mengintegrasikan IoT dan *Machine Learning* untuk melakukan prediksi kondisi motor DC secara lebih akurat. Dengan demikian, temuan ini mengonfirmasi validitas parameter tersebut sebagai indikator utama, sekaligus menunjukkan potensi pada sistem ini untuk dikembangkan lebih lanjut ke arah sistem prediktif sebagaimana tren terbaru.

5 KESIMPULAN

- Sistem monitoring berbasis NodeMCU ESP8266 berhasil menampilkan data suhu, getaran, dan arus motor induksi melalui OLED, dan webserver.
- Hasil pengujian menunjukkan motor baik memiliki suhu, getaran, dan arus dalam batas aman ($< 80^{\circ}\text{C}$, $< 1,80\text{ mm/s}$, $< 0,90\text{A}$). Sedangkan motor rusak menunjukkan anomali berupa getaran tinggi ($> 7\text{ mm/s}$) dan arus rendah ($0,15\text{A}$).
- Keunggulan sistem ini adalah kesederhanaan implementasi, akurasi dalam mendeteksi perbedaan kondisi motor, serta adanya visualisasi data yang mudah dipantau jarak jauh.
- Keterbatasan sistem adalah masih berbasis ambang batas sederhana, hanya diuji pada motor induksi satu fasa, dan belum mengimplementasikan metode analisis lebih lanjut.
- Pengembangan ke depan dapat dilakukan dengan mengintegrasikan platform IoT berbasis cloud, penerapan algoritma *Machine Learning* seperti pada penelitian [21], serta perluasan pengujian pada motor tiga fasa untuk mendukung pemeliharaan prediktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Harahap, D. Despa, and L. Afriani, "Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Dengan Cycloconverter Menggunakan Vector Control Dengan Filter Hybrid," *J. Profesi Ins. Univ. Lampung*, vol. 5, no. 2, pp. 7–15, 2024, doi: 10.23960/jpi.v5n2.132.
- [2] F. Z. DEKHANDJI, S. E. HALLEDJ, and O. ZABOUB, "Predictive Maintenance Applied to Three phase Induction Motors," *Alger. J. Signals Syst.*, vol. 4, no. 2, pp. 71–88, 2019, doi: 10.51485/ajss.v4i2.84.
- [3] A. A. Amin, T. Alsuwian, A. Shahid, and S. Waseem, "Health index degradation prediction of induction motor using deep neural network algorithm," *Results Eng.*, vol. 25, no. December 2024, p. 104357, 2025, doi: 10.1016/j.rineng.2025.104357.
- [4] M. P. Darmawan and N. S. Soedjarwanto, "Analisis Identifikasi Kecacatan Bearing Motor Induksi Berdasarkan Arus Stator Dan Torsi Pada Rpm Berbasis Fast Fourier Transform," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3, pp. 303–310, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3071.
- [5] K. Abdillah, H. Situmorang, and R. R. Siregar, "Monitoring Pembacaan Timer Dan Suhu Motor Pada Centrifuge Berbasis Arduino At Mega16," *J. Mutiara Elektromedik*, vol. 7, no. 1, pp. 13–19, 2023, doi: 10.51544/elektromedik.v1i2.4497.
- [6] A. Sulthoni and B. Suprianto, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Vibrasi pada Motor Sebagai Indikator Pengaman Terhadap Perubahan Beban Menggunakan Sensor Accelerometer GY-521 MPU 6050 Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 3, pp. 147–155, 2018, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/25095>
- [7] F. Sihombing, L. Siregar, and A. N. Sibarani, "Studi Analisis Perubahan Putaran Motor Induksi 1 Fasa Akibat Output PLTS Aplikasi Kipas Angin," *J. ELPOTECs*, vol. 3, no. 2, pp. 7–14, 2020.
- [8] A. Iqbal, S. Moinoddin, and B. P. Reddy, *Electrical Machine Fundamentals with Numerical Simulation using MATLAB/SIMULINK*, no. August, India, 2021.
- [9] Z. Zou, S. Liu, and J. Kang, "Degradation Mechanism and Online Electrical Monitoring Techniques of Stator Winding Insulation in Inverter-Fed Machines: A Review," *World Electr. Veh. J.*, vol. 15, no. 10, 2024, doi: 10.3390/wevj15100444.
- [10] Y. Merizalde, L. Hernández-Callejo, and O. Duque-Perez, "State of the art and trends in the monitoring, detection and diagnosis of failures in electric induction motors," *Energies*, vol. 10, no. 7, 2017, doi: 10.3390/en10071056.
- [11] K. Shukla, S. Nefti-Meziani, and S. Davis, "A heuristic approach on predictive maintenance techniques: Limitations and scope," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 14, no. 6, pp. 1–14, 2022.
- [12] S. Bansode *et al.*, "IoT Based Smart Home Utility Prototypes: Design and Analysis," 2021.
- [13] P. Wijaya and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Suhu dan Ketinggian Air pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 225, 2022.
- [14] I. N. Farikha, Hafidudin, and D. nur Ramadan, "Land Disaster Detector Prototype Using Accelerometer and Gyroscope Sensor With The Concept Of Internet Of Things (IoT)," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 2442–2457, 2020.
- [15] A. A. Rafiq, W. N. Rohman, and S. D. Riyanto, "Development of a simple and low-cost smartphone gimbal with MPU-6050 sensor," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 4, pp. 136–140, 2020.
- [16] B. C. A. Aldana and A. E. F. Montenegro, "A Low-Cost Wireless Sensor System for Power Quality Management in Single-Phase Domestic Networks," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 14, no. 8, pp. 1025–1036, 2023.
- [17] A. Akmal, A. Hamzah¹, and O. A. Hassan, "IoT-Based Electrical Distribution Box Power Monitoring System Using Raspberry PI," vol. 5, no. 2, pp. 63–76, 2024.
- [18] A. Wibowo, I. G. B. Jayendra, D. Y. Utari, M. Rasyiid, and R. A. Aprilianto, "Design of ACS712-based Current Sensing Monitoring Evaluation for PWM Solar Charge Controller," *Saintekno J. Sains dan Tekno.*, vol. 22, no. 2, pp. 80–91, 2024.
- [19] Jonshon Tarigan, Albert Zicko Johannes, Martelda Natbais, and Ari Bangkit Sanjaya Umbu, "Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Kontrol Kondisi Ruangan Green House Untuk Budidaya Tanaman Stroberi Berbasis Internet Of Things (IoT)," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 22–32, 2023.
- [20] M. Sholeh, A. Bachri, and A. B. Laksono, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Sistem Proteksi Motor Lisrik Terhadap Panas (Over Heating) Serta Peringatan Dini Terhadap Gangguan Tegangan Dan Arus Berbasis Atmega 328," *J. Tek.*, vol. 10, no. 1, p. 1015, 2018.
- [21] M. M. Raikar, S. Kulkarni, O. S. Police Patil, K. Halingali, and A. Darshan, "Remote motor condition monitoring using IoT and Machine Learning: A predictive approach," *Procedia*

Comput. Sci., vol. 259, pp. 1096–1105, 2025,
doi: 10.1016/j.procs.2025.04.063.