



Pengembangan Sistem Monitoring Motor Induksi Secara Real-Time Berbasis IoT Cloud dengan Notifikasi Mobile

Muhammad Zidan Sakha Farros^{1*}, Joko², Ibrohim³

¹⁻³Teknik Elektro, Fakultas Tekni, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Email: muhammadzidan.23227@mhs.unesa.ac.id^{1*}, joko@unesa.ac.id², ibrohim@unesa.ac.id³

*Penulis Korespondensi: muhammadzidan.23227@mhs.unesa.ac.id

Abstract. Induction motors are critical components in industrial systems that require continuous condition monitoring to prevent damage and downtime. Previous research generally uses Local Area Network (LAN)-based monitoring systems, thus limiting monitoring access to the local network and not supporting real-time mobile notifications. This research aims to develop a cloud-based Internet of Things (IoT) induction motor monitoring system capable of monitoring motor parameters in real-time via the internet. The system was developed using an ESP32 microcontroller with integrated DS18B20 sensors for temperature measurement, MPU6050 for vibration detection, and SCT013-30A and ADS1115 for electric current measurement. Monitoring data is sent to the Firebase Realtime Database and displayed on a mobile web dashboard in real-time. In addition, the system is equipped with an automatic notification feature using Telegram Bot when motor parameters exceed predetermined safe limits. Test results show that the system is able to distinguish between normal and abnormal motor conditions based on changes in temperature, vibration, and current parameters. Under normal conditions, the average temperature was 39.38°C, vibration 1.65 mm/s, and current 0.40 A, while under abnormal conditions the average vibration increased to 5.15 mm/s and the current decreased to 0.15 A. The system also succeeded in performing stable remote monitoring, cloud-based historical data storage, and sending mobile notifications with a fast response. The development of this system provides increased monitoring flexibility compared to previous research which was still based on local LAN and supports the implementation of predictive maintenance on modern IoT-based induction motors.

Keywords: Cloud Database; Induction Motor; Internet of Things; Predictive Maintenance; Telegram Bot.

Abstrak. Motor induksi merupakan komponen penting dalam sistem industri yang memerlukan pemantauan kondisi secara kontinyu untuk mencegah terjadinya kerusakan dan downtime. Penelitian sebelumnya umumnya masih menggunakan sistem monitoring berbasis Local Area Network (LAN) sehingga akses pemantauan terbatas pada jaringan lokal dan belum mendukung notifikasi mobile secara real-time. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pemantauan motor induksi berbasis Internet of Things (IoT) cloud yang mampu melakukan pemantauan parameter motor secara real-time melalui jaringan internet. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor integrasi DS18B20 untuk pengukuran suhu, MPU6050 untuk mendeteksi getaran, serta SCT013-30A dan ADS1115 untuk pengukuran arus listrik. Data hasil monitoring dikirim ke Firebase Realtime Database dan ditampilkan di dashboard web mobile secara real-time. Selain itu, sistem dilengkapi fitur notifikasi otomatis menggunakan Telegram Bot ketika parameter motor melebihi batas aman yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi motor normal dan abnormal berdasarkan perubahan parameter suhu, getaran, dan arus. Pada kondisi normal diperoleh rata-rata suhu 39,38°C, getaran 1,65 mm/s, dan arus 0,40 A, sedangkan pada kondisi abnormal rata-rata getaran meningkat hingga 5,15 mm/s dan arus menurun menjadi 0,15 A. Sistem juga berhasil melakukan pemantauan jarak jauh secara stabil, penyimpanan data historis berbasis cloud, serta pengiriman notifikasi mobile dengan respons cepat. Pengembangan sistem ini memberikan peningkatan monitoring dibandingkan penelitian sebelumnya yang masih berbasis LAN lokal serta mendukung implementasi pemeliharaan prediktif pada motor induksi berbasis IoT modern.

Kata kunci: Basis Data Cloud; Bot Telegram; Internet of Things; Motor Induksi; Pemeliharaan Prediktif.

1. LATAR BELAKANG

Motor induksi merupakan salah satu jenis motor listrik AC yang paling banyak digunakan dalam sektor industri karena memiliki konstruksi sederhana, efisiensi tinggi, serta biaya perawatan yang relatif rendah (Harahap et al., 2024). Keandalan motor induksi sangat mempengaruhi kontinuitas proses produksi sehingga diperlukan sistem pemeliharaan yang efektif untuk mengurangi risiko kerusakan dan downtime (Cazacu et al., 2022).

Kerusakan motor induksi umumnya disebabkan oleh peningkatan suhu, getaran berlebih, dan ketidaknormalan arus listrik. Gangguan tersebut dapat menyebabkan penurunan performa motor bahkan kegagalan operasi apabila tidak terdeteksi sejak dini (Yusro, 2025). Oleh karena itu, monitoring kondisi motor secara real-time menjadi bagian penting dalam mendukung sistem predictive maintenance.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan sistem monitoring dilakukan secara otomatis dan jarak jauh melalui jaringan internet (Chafa et al., 2022). Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring motor induksi berbasis IoT menggunakan parameter suhu, getaran, dan arus. Namun sebagian besar penelitian masih menggunakan jaringan Local Area Network (LAN) sehingga monitoring hanya dapat dilakukan pada jaringan lokal dan belum mendukung penyimpanan data cloud maupun notifikasi mobile secara real-time (Raikar et al., 2025).

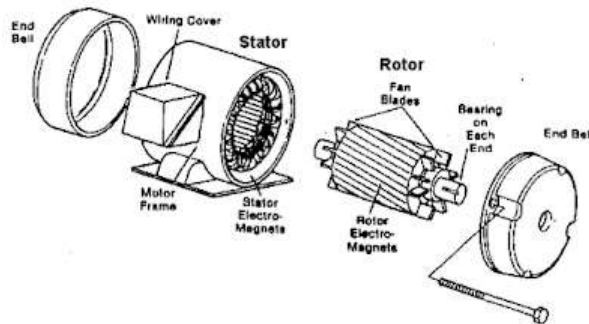
Penelitian sebelumnya menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama dengan tampilan monitoring berbasis webserver lokal. Keterbatasan sistem tersebut terletak pada akses monitoring yang belum fleksibel, tidak tersedianya penyimpanan data historis berbasis cloud, serta belum adanya sistem peringatan dini melalui perangkat mobile (Tarigan et al., 2023).

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring motor induksi berbasis IoT cloud menggunakan ESP32 dengan integrasi cloud database dan notifikasi otomatis menggunakan Telegram Bot (M. A. Fauzi et al., 2023). Sistem ini memungkinkan monitoring kondisi motor secara real-time melalui internet, penyimpanan data historis online, serta pengiriman peringatan otomatis ke smartphone ketika parameter motor berada di luar batas aman.

Kontribusi utama penelitian ini adalah pengembangan sistem monitoring motor induksi berbasis cloud dengan fitur monitoring jarak jauh, dashboard web mobile real-time, penyimpanan data historis online, serta notifikasi mobile otomatis yang belum tersedia pada penelitian sebelumnya (M. A. Fauzi et al., 2023).

2. KAJIAN TEORITIS

Motor Induksi



Gambar 1. Motor Induksi.

Motor induksi merupakan mesin listrik AC yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Motor ini banyak digunakan pada sektor industri karena memiliki konstruksi sederhana, daya tahan tinggi, dan biaya perawatan yang rendah (Sihombing et al., 2020). Motor induksi 1-fasa merupakan motor listrik arus bolak balik yang bekerja berdasarkan induksi medan magnet dari kumparan stator ke kumparan rotornya. Motor ini paling banyak digunakan oleh masyarakat terutama pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci dan lain sebagainya (P. C. Sen, 1997). 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 (Iqbal et al., 2021).

Predictive Maintenance

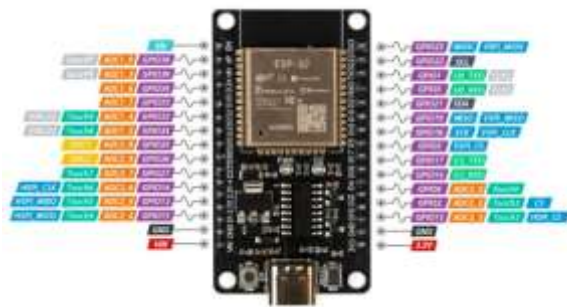
Predictive maintenance merupakan metode pemeliharaan berbasis kondisi aktual peralatan (condition-based maintenance) yang dilakukan dengan memanfaatkan data hasil monitoring parameter operasi mesin secara kontinu, seperti suhu, getaran, arus listrik, tekanan, maupun kecepatan putaran (Cazacu et al., 2022). Dalam implementasinya, predictive maintenance memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sensor cerdas, cloud computing, dan sistem monitoring berbasis internet untuk mengumpulkan serta menganalisis data kondisi mesin secara otomatis (Yousuf et al., 2024). Parameter seperti kenaikan suhu motor, getaran berlebih pada bearing, dan konsumsi arus yang tidak normal dapat menjadi indikator awal adanya gangguan mekanis maupun elektris pada motor induksi (Yusro, 2025). Dengan melakukan pemantauan secara terus-menerus, sistem mampu memberikan peringatan

dini (early warning) kepada operator sehingga kerusakan dapat dicegah lebih awal dan biaya perawatan dapat diminimalkan (Yousuf et al., 2024)

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep komunikasi antar perangkat melalui jaringan internet sehingga memungkinkan proses monitoring dan pengendalian dilakukan secara real-time dan jarak jauh (Chafa et al., 2022). Perkembangan IoT didukung oleh integrasi sensor, mikrokontroler, cloud computing, serta teknologi komunikasi data yang mampu mengirimkan informasi secara cepat dan akurat (Chafa et al., 2022). Dalam implementasinya, IoT banyak digunakan pada bidang industri, energi, kesehatan, pertanian, hingga sistem monitoring motor induksi karena mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mempermudah proses pengawasan sistem secara otomatis (Cil et al., 2022). Selain itu, penggunaan IoT memungkinkan data hasil monitoring dapat diakses kapan saja melalui smartphone maupun komputer sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih cepat dan efektif (Cil et al., 2022).

Mikrokontroler ESP32



Gambar 2. Mikrokontroler ESP32.

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dengan fitur Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi sehingga sangat mendukung pengembangan sistem Internet of Things (IoT) modern (Helena Manurung et al., 2022). Mikrokontroler ini memiliki performa yang lebih baik dibandingkan ESP8266 karena menggunakan prosesor dual-core dengan kecepatan tinggi, kapasitas RAM yang lebih besar, serta kemampuan multitasking yang lebih stabil untuk pengolahan data real-time (Helena Manurung et al., 2022). Selain itu, ESP32 juga mendukung berbagai antarmuka komunikasi seperti UART, SPI, I2C, PWM, dan ADC sehingga memudahkan integrasi dengan sensor maupun perangkat monitoring lainnya (Broto, 2023). Kemampuan tersebut menjadikan ESP32 banyak digunakan pada sistem monitoring berbasis cloud karena mampu mengirim dan menerima data secara cepat melalui jaringan internet (Broto, 2023).

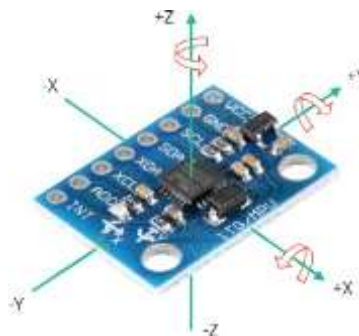
Sensor Suhu DS18B20



Gambar 3. Sensor Suhu DS18B20.

DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang banyak digunakan pada sistem monitoring karena memiliki tingkat akurasi yang baik serta mampu mengukur suhu pada rentang -55°C hingga 125°C (Huda & Kurniawan, 2022). Sensor ini menggunakan metode komunikasi One-Wire sehingga hanya memerlukan satu jalur data untuk terhubung dengan mikrokontroler, sehingga proses instalasi menjadi lebih sederhana dan efisien (Huda & Kurniawan, 2022). Selain itu, DS18B20 memiliki kemampuan identifikasi alamat unik pada setiap sensor sehingga beberapa sensor dapat digunakan secara bersamaan dalam satu jalur komunikasi tanpa terjadi konflik data (Akmal Darman Putra et al., 2025). Karakteristik tersebut menjadikan DS18B20 sangat cocok diterapkan pada sistem monitoring suhu berbasis Internet of Things (IoT), terutama untuk kebutuhan pemantauan real-time pada industri, kesehatan, maupun pertanian (Akmal Darman Putra et al., 2025).

Sensor Getaran MPU6050



Gambar 4. Sensor Getaran MPU6050.

MPU6050 merupakan sensor yang menggabungkan accelerometer dan gyroscope dalam satu modul sehingga mampu mendeteksi percepatan, getaran, serta perubahan orientasi berdasarkan sumbu x, y, dan z (R. Saputra et al., 2023). Sensor ini banyak digunakan pada sistem monitoring dan kendali karena memiliki kemampuan pembacaan gerakan secara real-time dengan tingkat sensitivitas yang cukup baik (R. Saputra et al., 2023). Accelerometer pada MPU6050 berfungsi untuk mendeteksi percepatan dan kemiringan objek, sedangkan gyroscope

digunakan untuk mengukur kecepatan sudut atau rotasi suatu perangkat (F. Ramadhan & D. Kurniawan, 2024). Dengan kombinasi kedua sensor tersebut, MPU6050 mampu memberikan data gerakan yang lebih akurat sehingga cocok diterapkan pada sistem monitoring getaran, stabilisasi, navigasi, maupun pendeteksi posisi pada perangkat berbasis Internet of Things (IoT) (F. Ramadhan & D. Kurniawan, 2024)

Sensor Arus SCT013-30A



Gambar 5. Sensor Arus SCT013-30A.

SCT013-30A merupakan sensor arus non-invasive berbasis current transformer (CT) yang digunakan untuk mengukur arus AC tanpa harus memutus jalur listrik utama. Sensor ini bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik sehingga proses pengukuran arus dapat dilakukan secara aman dan praktis hanya dengan menjepit kabel penghantar listrik. SCT013-30A banyak digunakan pada sistem monitoring energi listrik karena mampu mendeteksi besarnya arus secara real-time dengan tingkat sensitivitas yang cukup baik (F. Ramadhan & D. Kurniawan, 2024). Selain itu, sensor ini memiliki desain yang sederhana, konsumsi daya rendah, dan kompatibel dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino maupun ESP32 sehingga sangat cocok diterapkan pada sistem Internet of Things (IoT) berbasis cloud.

Konverter dan Penguat Sinyal ADS1115



Gambar 6. Konverter dan Penguat Sinyal ADS1115.

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 (R. Saputra et al., 2023). 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 (Wibowo et al., 2024).

Cloud Database



Gambar 7. Cloud Database.

Cloud database merupakan teknologi penyimpanan data berbasis internet yang digunakan untuk menyimpan data monitoring secara online sehingga data historis dapat diakses kapan saja melalui jaringan internet (M. A. Fauzi et al., 2023). Dalam sistem Internet of Things (IoT), cloud database berfungsi sebagai pusat penyimpanan dan pengolahan data hasil pembacaan sensor yang dikirim oleh mikrokontroler secara real-time (M. A. Fauzi et al., 2023). Penggunaan cloud database memungkinkan proses monitoring dan pengendalian perangkat dilakukan dari jarak jauh melalui dashboard web maupun aplikasi smartphone dengan lebih cepat dan efisien. Selain itu, teknologi ini mendukung sinkronisasi data otomatis, keamanan penyimpanan, backup data, serta integrasi notifikasi sehingga meningkatkan keandalan sistem monitoring modern berbasis IoT (M. A. Fauzi et al., 2023).

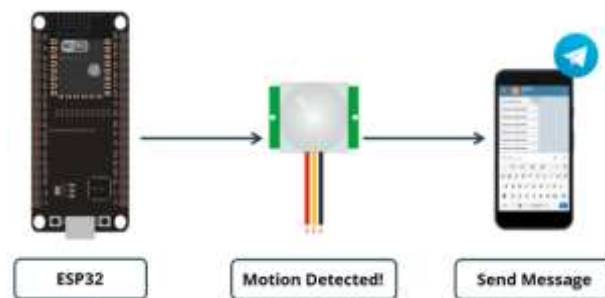
OLED 0.96 inc



Gambar 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 (Tarigan et al., 2023)

Telegram Bot



Gambar 9. Telegram Bot.

Telegram Bot merupakan layanan berbasis aplikasi pesan instan yang digunakan sebagai media notifikasi otomatis pada sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) (M. A. Fauzi et al., 2023). Dalam implementasinya, Telegram Bot mampu mengirimkan informasi secara real-time ketika parameter monitoring motor seperti suhu, arus, atau getaran melebihi ambang batas tertentu sehingga pengguna dapat segera melakukan tindakan preventif untuk mencegah kerusakan sistem (M. A. Fauzi et al., 2023). Penggunaan Telegram Bot banyak diterapkan karena memiliki proses integrasi yang mudah dengan mikrokontroler seperti ESP32 maupun platform cloud, serta mendukung pengiriman pesan secara cepat melalui jaringan internet. Selain itu, Telegram Bot juga memungkinkan pengguna melakukan monitoring jarak jauh melalui smartphone sehingga meningkatkan efisiensi pengawasan dan respons terhadap gangguan pada sistem motor induksi (M. A. Fauzi et al., 2023).

3. METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Sistem monitoring terdiri dari sensor suhu DS18B20, sensor getaran MPU6050, sensor arus SCT013-30A, modul ADS1115, mikrokontroler ESP32, cloud database, dashboard web mobile, dan Telegram Bot. Data sensor dibaca oleh ESP32 kemudian dikirim melalui jaringan internet menuju cloud database. Selanjutnya data ditampilkan pada dashboard web secara real-

time dan sistem akan mengirimkan notifikasi Telegram apabila parameter motor melebihi batas aman.



Gambar 10. Perancangan Sistem.

Implementasi Hardware

Komponen utama pada sistem ini meliputi ESP32 sebagai pusat pengolahan data dan pengirim data ke cloud, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu motor, sensor MPU6050 untuk mendeteksi getaran, serta sensor SCT013-30A untuk mengukur arus listrik. Modul ADS1115 digunakan sebagai ADC untuk pembacaan sensor arus, sedangkan OLED Display berfungsi menampilkan data monitoring secara lokal. Motor induksi digunakan sebagai objek utama yang dimonitor secara real-time berbasis IoT.

Implementasi Software

Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini meliputi Arduino IDE untuk pemrograman ESP32, Firebase Realtime Database sebagai penyimpanan data monitoring berbasis cloud, Telegram Bot API untuk pengiriman notifikasi otomatis, serta Web Dashboard sebagai media monitoring data secara real-time melalui internet.

Flowchart Sistem

Flowchart sistem monitoring motor induksi berbasis IoT cloud dimulai ketika sistem dinyalakan dan ESP32 melakukan inisialisasi seluruh perangkat, seperti sensor DS18B20 untuk suhu, MPU6050 untuk getaran, SCT013-30A dan ADS1115 untuk arus, OLED display, koneksi Wi-Fi, cloud database Firebase, serta Telegram Bot. Setelah proses inisialisasi selesai, sensor membaca data kondisi motor secara real-time kemudian data diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada OLED serta dikirim ke cloud database melalui jaringan internet. Selanjutnya data monitoring ditampilkan pada web dashboard untuk pemantauan jarak jauh. Sistem kemudian melakukan pemeriksaan terhadap batas aman parameter motor, dan apabila terdeteksi kondisi abnormal seperti suhu, getaran, atau arus melebihi ambang batas, maka Telegram Bot akan mengirimkan notifikasi otomatis ke smartphone pengguna sehingga tindakan perawatan dapat segera dilakukan.



Gambar 11. Flowchart Sistem.

Pengolahan Data Suhu

Data suhu yang dideteksi sensor akan disimpan sementara dalam format digital 16-bit. Nilai digital tersebut kemudian dikirim melalui komunikasi OneWire menuju mikrokontroler untuk diproses dan dikonversi menjadi nilai suhu dalam satuan derajat Celcius. Adapun persamaan matematis yang digunakan untuk proses pengukuran suhu adalah sebagai berikut:

$$T_{celsius} = \frac{TempRAW}{16} \quad \dots\dots(i)$$

Pengolahan Data Getaran

Pengolahan sinyal getaran dilakukan melalui beberapa tahapan agar parameter fisik yang dihasilkan lebih representatif dan minim gangguan (noise). Tahapan tersebut meliputi Kalman Filter, High-Pass Filter (HPF), integrasi percepatan menjadi kecepatan, Moving Average Filter, serta perhitungan kecepatan RMS.

Data awal yang diperoleh sensor berupa nilai percepatan (a) dalam satuan gravitasi (g). Agar dapat digunakan dalam proses analisis, nilai tersebut terlebih dahulu dikonversi ke satuan m/s^2 dengan mengalikan konstanta gravitasi bumi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$. Setelah konversi dilakukan, data percepatan kemudian diproses menggunakan Kalman Filter untuk mengurangi derau pada sinyal.

Kalman Filter bekerja dengan metode rekursif, yaitu memperkirakan nilai saat ini berdasarkan estimasi sebelumnya dan data pengukuran terbaru. Besaran fisik yang diestimasi adalah percepatan $\hat{a}(t)$ dalam satuan m/s^2 . Nilai estimasi tersebut diperoleh menggunakan persamaan matematis berikut:

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

Perhitungan tersebut digunakan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai besarnya getaran yang terjadi dalam periode waktu tertentu.

Setiap motor listrik memiliki batas toleransi getaran yang berbeda sesuai dengan kelas dan karakteristik motornya. Standar yang umum digunakan untuk menentukan batas kecepatan getaran pada motor listrik adalah ISO 10816.

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 V_{rms}	0.009	0.25			
	0.018	0.43			
	0.029	0.68		good	
	0.038	1.00			
	0.066	1.72			
	0.105	2.65		satisfactory	
	0.164	4.10			
	0.266	6.80		unsatisfactory	
	0.410	10.3			
	0.680	17.2		unacceptable	
	1.050	26.5			
	1.650	35.5			

Gambar 12. Pengolahan Data Getaran.

Pengolahan Data Arus

Pengolahan data arus dilakukan menggunakan pendekatan hubungan linear antara arus primer dan tegangan keluaran sensor, di mana setiap arus sebesar 30 A yang mengalir pada lilitan primer setara dengan tegangan keluaran sebesar 1 V AC. Hubungan tersebut dapat dinyatakan melalui persamaan matematis berikut:

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

Berdasarkan rasio tersebut, nilai arus primer I_p dapat ditentukan melalui tegangan keluaran menggunakan persamaan berikut:

$$I_p = V_{out} \times 30 \quad \text{.....(iv)}$$

Untuk mendapatkan nilai arus efektif (I_{rms}), digunakan persamaan Root Mean Square (RMS) berikut:

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

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Monitoring Motor Kondisi Normal

Pengujian pertama dilakukan pada motor induksi dalam kondisi normal untuk mengetahui performa sistem monitoring berbasis IoT cloud yang telah dikembangkan.

Parameter yang diamati meliputi suhu motor menggunakan sensor DS18B20, getaran menggunakan sensor MPU6050, serta arus menggunakan sensor SCT013-30A yang terintegrasi dengan modul ADS1115. Data sensor dibaca secara real-time oleh ESP32 kemudian dikirim menuju cloud database melalui jaringan internet.

Tabel 1. Hasil Pengujian Motor Kondisi Normal.

No	Suhu (°C)	Getaran (mm/s)	Arus (A)
1	25,18	1,07	0,37
2	28,45	1,36	0,38
3	33,12	1,67	0,36
4	37,24	1,76	0,41
5	41,95	1,73	0,43
6	43,29	1,81	0,40
7	44,21	1,75	0,41
8	45,68	1,80	0,40
9	46,87	1,77	0,42
10	47,82	1,74	0,43

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, sistem berhasil melakukan monitoring parameter motor secara stabil. Nilai suhu mengalami kenaikan bertahap dari 25,18°C hingga 47,82°C akibat proses kerja motor, namun masih berada pada batas aman operasional. Nilai getaran berkisar antara 1,07–1,74 mm/s sehingga masih tergolong normal berdasarkan standar getaran motor induksi. Selain itu, arus motor berada pada rentang 0,37–0,43 A yang menunjukkan kondisi beban motor masih stabil dan tidak mengalami gangguan.

Hasil Pengujian Monitoring Motor Kondisi Rusak

Pengujian berikutnya dilakukan pada motor yang disimulasikan mengalami gangguan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi abnormalitas parameter motor. Pengujian dilakukan dengan memantau perubahan suhu, getaran, dan arus secara real-time.

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor Kondisi Rusak.

No	Suhu (°C)	Getaran (mm/s)	Arus (A)
1	36,74	1,51	0,16
2	37,95	6,72	0,14
3	38,81	7,11	0,16
4	39,57	7,48	0,15
5	41,02	6,88	0,16
6	41,95	5,42	0,15
7	43,07	5,53	0,13
8	44,71	5,84	0,14
9	47,74	2,93	0,15
10	49,12	2,14	0,16

Hasil pengujian pada kondisi rusak menunjukkan adanya perubahan signifikan pada parameter getaran motor. Nilai getaran meningkat hingga mencapai 7,48 mm/s yang mengindikasikan adanya gangguan mekanis pada motor induksi. Selain itu, arus motor

mengalami penurunan menjadi sekitar 0,13–0,16 A sehingga menunjukkan kondisi kerja motor tidak normal. Suhu mengalami kenaikan dari awal dan mencapai titik tertinggi, menjadi indikator utama terjadinya abnormalitas sistem.

Analisis Data Monitoring

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring berbasis IoT cloud mampu membedakan kondisi motor normal dan motor rusak secara real-time. Pada kondisi normal, parameter suhu, getaran, dan arus menunjukkan pola yang stabil dengan rata-rata suhu sebesar 39,38°C, rata-rata getaran 1,65 mm/s, dan rata-rata arus 0,40 A. Sebaliknya, pada kondisi motor rusak, suhu menjadi lebih tinggi hingga nilai getaran meningkat signifikan dengan rata-rata sebesar 5,15 mm/s sementara arus mengalami penurunan menjadi sekitar 0,15 A.

Perbedaan parameter tersebut menunjukkan bahwa sensor yang digunakan mampu mendeteksi indikasi awal kerusakan motor induksi. Data hasil monitoring juga berhasil dikirim dan disimpan pada cloud database secara real-time sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan jarak jauh melalui web dashboard.

Pengujian Dashboard dan Cloud Database

Dashboard web mobile berhasil menampilkan data monitoring suhu, getaran, dan arus secara real-time melalui jaringan internet. Data yang dikirim oleh ESP32 menuju Firebase Realtime Database dapat diperbarui secara otomatis dengan delay komunikasi yang relatif rendah. Selain itu, cloud database juga berhasil menyimpan data historis monitoring sehingga memudahkan proses analisis kondisi motor dalam jangka panjang.



Gambar 13. Pengujian Dashboard dan Cloud Database.

Pengujian Telegram Bot Notification

Sistem Telegram Bot berhasil mengirimkan notifikasi otomatis ketika parameter monitoring melebihi batas aman yang telah ditentukan yaitu rata-rata suhu sebesar 39,38°C, rata-rata getaran 1,65 mm/s, dan rata-rata arus 0,40 A. Notifikasi dikirim secara real-time ke smartphone pengguna sehingga operator dapat segera melakukan tindakan pengecekan atau

perawatan motor. Fitur ini mendukung implementasi predictive maintenance karena mampu memberikan peringatan dini terhadap potensi kerusakan motor induksi.



Gambar 14. Pengujian Telegram Bot Notification.

Analisis Perbandingan Penelitian

Tabel 3. Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Penelitian Ini.

Parameter	Penelitian Sebelumnya	Penelitian Ini
Mikrokontroler	ESP8266	ESP32
Jaringan	LAN	Internet/Cloud
Database	Lokal	Cloud
Monitoring Jarak Jauh	Terbatas	Real-Time
Notifikasi Mobile	Tidak Ada	Telegram Bot
Histori Data	Terbatas	Online
Dashboard	Web Lokal	Web Mobile

Berdasarkan hasil perbandingan, penelitian ini memberikan peningkatan pada fleksibilitas monitoring karena sistem dapat diakses melalui internet secara real-time dan mendukung penyimpanan data historis berbasis cloud. Selain itu, integrasi Telegram Bot memberikan fitur notifikasi otomatis yang belum tersedia pada penelitian sebelumnya sehingga sistem lebih efektif dalam mendukung predictive maintenance motor induksi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem monitoring motor induksi berbasis Internet of Things (IoT) cloud menggunakan ESP32 berhasil dikembangkan dan mampu melakukan monitoring parameter suhu, getaran, dan arus secara real-time melalui jaringan internet. Sensor DS18B20, MPU6050, dan SCT013-30A yang digunakan pada sistem mampu mendeteksi kondisi motor baik pada keadaan normal maupun abnormal secara stabil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan nilai getaran dan perubahan arus dapat digunakan sebagai indikator awal terjadinya gangguan pada motor induksi sehingga sistem mendukung implementasi predictive maintenance.

Integrasi Firebase Realtime Database berhasil memungkinkan penyimpanan data historis secara online serta monitoring jarak jauh melalui web dashboard mobile. Selain itu, fitur Telegram Bot mampu mengirimkan notifikasi otomatis secara real-time ketika parameter motor melebihi batas aman yang telah ditentukan. Pengembangan sistem ini memberikan peningkatan fleksibilitas, efektivitas monitoring, serta kemudahan akses dibanding penelitian sebelumnya yang masih menggunakan jaringan LAN lokal sehingga lebih sesuai diterapkan pada sistem monitoring industri berbasis IoT modern.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing, keluarga, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini berlangsung. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada institusi dan rekan-rekan yang telah membantu dalam proses pengujian sistem monitoring motor induksi berbasis IoT cloud ini.

DAFTAR REFERENSI

- Broto, P. E. (2023). Sistem monitoring suhu dan kelembaban portable berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32. *Jurnal INSYPRO (Information System and Processing)*, 8(1).
- Cazacu, E., Petrescu, L. G., & Ioniță, V. (2022). Smart predictive maintenance device for critical in-service motors. *Energies*, 15(12), Article 4283. <https://doi.org/10.3390/en15124283>
- Chafa, A. T., Chirinda, G. P., & Matope, S. (2022). Design of a real-time water quality monitoring and control system using Internet of Things (IoT). *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2143054>
- Cil, A. Y., Abdurahman, D., & Cil, I. (2022). Internet of Things enabled real time cold chain monitoring in a container port. *Journal of Shipping and Trade*, 7(2), Article 9. <https://doi.org/10.1186/s41072-022-00110-z>
- Fauzi, M. A., Hidayat, R., & Prasetyo, A. (2023). Implementasi cloud database pada sistem monitoring IoT berbasis ESP32. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 10(2).
- Harahap, C., Despa, D., & Afriani, L. (2024). Pengendalian kecepatan motor induksi dengan cycloconverter menggunakan vector control dengan filter hybrid. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 5(2). <https://doi.org/10.23960/jpi.v5n2.132>
- Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa sistem pengendalian temperatur menggunakan sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 18–23.

- Iqbal, A., Moinoddin, S., & Reddy, B. P. (2021). *Electrical machine fundamentals with numerical simulation using MATLAB/SIMULINK*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119682684>
- Manurung, H. C. T., Arifin, J., Syifa, F. T., & Rochmanto, R. A. (2022). Pemanfaatan ESP32 sebagai sistem pemantauan kualitas air keran siap minum secara real-time menggunakan aplikasi. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 4(2), 93–98. <https://doi.org/10.20895/jtece.v4i2.535>
- Putra, A. D., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2025). Penerapan IoT pada alat temperature monitoring system cold chain box vaccine menggunakan sensor DS18B20. *Jurnal KomtekInfo*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v12i1.589>
- Raikar, M. M., Kulkarni, S., Police Patil, O. S., Halingali, K., & Darshan, A. (2025). Remote motor condition monitoring using IoT and machine learning: A predictive approach. *Procedia Computer Science*, 259, 1096–1105. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.04.063>
- Ramadhan, F., & Kurniawan, D. (2024). Sistem monitoring gerakan menggunakan sensor MPU6050 berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 11(2).
- Saputra, R., Nugroho, A., & Fadli, M. (2023). Implementasi sensor MPU6050 untuk monitoring getaran dan kemiringan berbasis mikrokontroler. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Pendidikan*, 2(3).
- Sen, P. C. (1997). *Principles of electrical machines and power electronics* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Sihombing, F., Siregar, L., & Sibarani, A. N. (2020). Studi analisis perubahan putaran motor induksi 1 fasa akibat output PLTS aplikasi kipas angin. *Jurnal ELPOTecs*, 3(2), 7–14. <https://doi.org/10.51622/elpotecs.v3i2.466>
- Tarigan, J., Johannes, A. Z., Natbais, M., & Umbu, A. B. S. (2023). Rancang bangun alat pemantau dan kontrol kondisi ruangan green house untuk budidaya tanaman stroberi berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, 9(1), 22–32. <https://doi.org/10.35143/elementer.v9i1.5877>
- Wibowo, A., Jayendra, I. G. B., Utari, D. Y., Rasyiid, M., & Aprilianto, R. A. (2024). Design of ACS712-based current sensing monitoring evaluation for PWM solar charge controller. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, 22(2), 80–91. <https://doi.org/10.15294/saintekno.v22i2.20604>
- Yousuf, M., Alsuwian, T., Amin, A. A., Fareed, S., & Hamza, M. (2024). IoT-based health monitoring and fault detection of industrial AC induction motor for efficient predictive maintenance. *Measurement and Control*, 57(8), 1146–1160. <https://doi.org/10.1177/00202940241231473>
- Yusro, I. (2025). Desain sistem monitoring gangguan motor induksi berdasarkan nilai suhu, getaran, dan konsumsi arus. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 6(2). <https://doi.org/10.23960/jpi.v6n2.213>