

# IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* DALAM MONITORING DAN CONTROLLING VARIABLE FREQUENCY DRIVE

Risky Reza Pradhana<sup>1)</sup>, Bagus Alit Prasetyo<sup>1)</sup>, Yenie Syukriyah<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Informatika, Universitas Widyatama  
Email : [alit.prasetyo@widyatama.ac.id](mailto:alit.prasetyo@widyatama.ac.id)

## ABSTRACT

*The use of the Internet of Things (IoT) has had a significant impact in various fields, including industry and automation. IoT connects devices and systems online, enabling fast and efficient exchange of data and control. In industry, the use of IoT has changed the way systems operate and monitor, including in terms of monitoring and controlling driver 3-phase induction motors/Variable Frequency Drive (VFD). The research method used in this research is making prototypes and trials. In the first stage, a prototype monitoring and controlling system using IoT was designed and developed. This system consists of a sensor to measure motor parameters, a microcontroller as a controller, and a communication module to connect the system to the internet. The implementation of IoT in this system allows real-time collection of motor data and sending this data to a cloud server for further analysis. With the implementation of IoT in monitoring and controlling 3-phase induction motor drivers/VFD, remote motor operation becomes more possible and efficient. Motor information in the form of speed and current obtained in real-time allows the operator to take appropriate steps in optimizing motor operation.*

**Keywords :** *Internet of Things (IoT), Monitoring and controlling, Variable Frequency Drive (VFD), Microcontroller, Motor speed and current.*

## ABSTRAK

*Penggunaan Internet of Things (IoT) telah memberikan dampak signifikan dalam berbagai bidang, termasuk industri dan otomasi. IoT menghubungkan perangkat dan sistem secara online, memungkinkan pertukaran data dan kontrol yang cepat dan efisien. Dalam industri, penggunaan IoT telah mengubah cara operasi dan pemantauan sistem, termasuk dalam hal monitoring dan controlling driver motor induksi 3 phase/Variable Frequency Drive (VFD). Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembuatan prototype dan uji coba. Pada tahap pertama, sebuah prototype sistem monitoring dan controlling menggunakan IoT dirancang dan dikembangkan. Sistem ini terdiri dari sensor untuk mengukur parameter motor, mikrokontroler sebagai pengontrol, dan modul komunikasi untuk menghubungkan sistem dengan internet. Implementasi IoT dalam sistem ini memungkinkan pengumpulan data motor secara real-time dan pengiriman data tersebut ke server cloud untuk melakukan monitoring melalui aplikasi pada smartphone. Dengan adanya implementasi IoT dalam monitoring dan controlling driver motor induksi 3 phase/VFD, operasi motor jarak jauh menjadi lebih mungkin dan efisien. Informasi motor berupa kecepatan dan arus yang diperoleh secara real-time memungkinkan operator untuk mengambil langkah-langkah yang tepat dalam mengoptimalkan operasi motor.*

**Kata Kunci :** *Internet of Things (IoT), pemantauan dan pengendalian, Variable Frequency Drive (VFD), Mikrokontroler, Kecepatan dan arus motor.*

## 1. Pendahuluan

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang merujuk pada koneksi antara berbagai objek, perangkat, dan sistem melalui jaringan internet (Hergika, Siswanto, & Sutarti, 2021). Konsep ini membawa dampak yang signifikan terhadap kehidupan manusia dan berbagai sistem di dalamnya. Pada saat ini penggunaan IOT banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti

untuk monitoring dan controlling pH air, suhu air dan pemberian pakan ikan atau sistem kendali peralatan elektronik rumah tangga berbasis internet of things (iot) (Muttaqin, Faisol, & Wahid, 2022), dari beberapa penelitian yang telah dilakukan IOT dapat diimplementasikan kedalam sistem sistem lain sehingga monitoring dan controlling sistem tersebut menjadi lebih mudah. Salah satu sistem yang dapat diimplementasikan

adalah monitoring dan controlling driver motor induksi 3 fasa / variable frequency drive (VFD).

Motor induksi tiga fasa adalah motor yang banyak digunakan dalam aplikasi mesin industri. Dikutip dari halaman web (PT. Osmo Marina Mandiri, 2022) perbedaan motor listrik 1 fasa dan 3 fasa terdapat pada daya yang dihasilkan, fungsi, serta sistem kerjanya. Pada motor listrik 3 fasa memiliki daya yang lebih besar dibanding dengan motor listrik 1 fasa, maka dari itu penggunaan motor listrik 3 fasa lebih banyak digunakan dalam aplikasi mesin industri.

Penerapan IoT dalam monitoring dan controlling driver motor induksi atau VFD memiliki banyak potensi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas industri. IoT dapat memungkinkan pengumpulan data secara real-time dan akurat, yang dapat membantu mengoptimalkan kinerja motor dan mengurangi biaya operasional. Selain itu, IoT juga memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan data yang lebih cepat dan akurat, sehingga dapat meningkatkan produktivitas industri.

Pada dasarnya Inverter ini dapat dioperasikan secara langsung menggunakan display control panel yang terdapat pada fisik perangkat bawaannya atau menggunakan koneksi eksternal yang dapat kita hubungkan dengan tombol kontrol atau Sistem PLC pada control room menggunakan koneksi kabel.

Maka dari itu penelitian yang dilakukan akan menjelaskan dengan cukup jelas bagaimana IOT dapat diimplementasikan dalam mengendalikan VSD dengan menggunakan aplikasi yang dirancang sedemikian rupa. Berkaitan dengan latar belakang tempat saya bekerja sebagai technical support di salah satu authorized distributor industrial automation part, menjadi salah satu alasan saya sebagai penulis untuk membuat laporan tugas akhir yang berjudul "Implementasi Internet of Things dalam Monitoring dan Controlling Driver Motor Induksi / Variable Frequency Drive (VFD)". Melalui skripsi ini, diharapkan dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai implementasi IoT dalam monitoring dan controlling driver motor induksi atau VFD. Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan controlling driver motor induksi atau VFD berbasis IoT yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas industri. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan teknologi industri di masa depan.

**2. Pembahasan**

**2.1 Implementasi Perangkat Lunak**

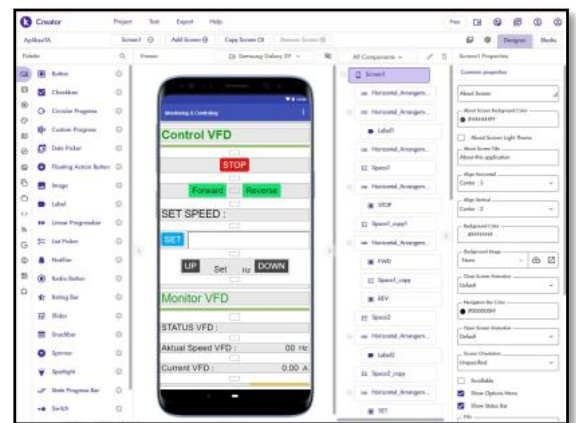
Implementasi terhadap perangkat lunak yang dibangun sesuai dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Spesifikasi Perangkat Lunak dapat dilihat pada Tabel 1. Kodular digunakan sebagai platform untuk membangun aplikasi mobile dengan spesifikasi OS Android 9.0.

**Tabel 1. Spesifikasi Perangkat lunak**

No	Perangkat	Spesifikasi
1	Perangkat Aplikasi	Android

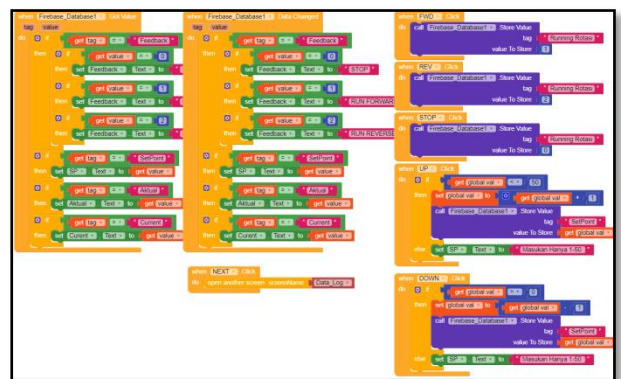
2	OS Android	OS Android 9.0
3	Platform Development	Kodular
4	Bahasa Pemrograman	Block Programming

Desain tampilan halaman pertama dari aplikasi yang dikembangkan dapat dilihat dalam Gambar 1. Gambar tersebut menggambarkan halaman awal dari aplikasi mobile yang telah dibangun, dengan tiga tombol yang terletak di bagian atas halaman untuk mengontrol kondisi operasi VFD. Selain itu, terdapat Text Box yang berfungsi untuk menerima masukan nilai referensi speed VFD, serta dua tombol yang memungkinkan pengguna untuk menaikkan atau menurunkan kecepatan VFD sesuai kebutuhan.



**Gambar 1.** Desain Tampilan Halaman Control dan Monitor VFD

Tampilan halaman kedua dapat dilihat dalam Gambar 10, di mana halaman ini dibagi menjadi dua bagian yang berbeda. Konsepnya adalah bagian atas halaman akan menampilkan riwayat data log yang telah direkam selama sistem berjalan dan informasi tersebut disimpan dalam spreadsheet.



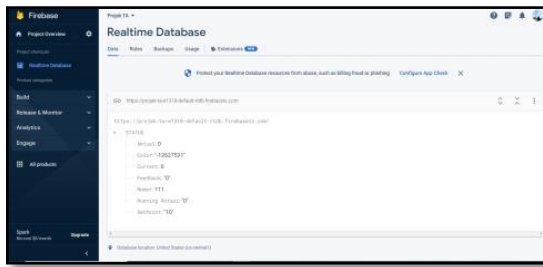
**Gambar 2.** Blok Program Halaman Control dan Monitoring

Untuk menghasilkan tampilan tombol atau desain yang berfungsi sesuai harapan, diperlukan pemrograman dalam Kodular agar aplikasi dapat berjalan sesuai rencana. Di platform Kodular, jenis pemrograman yang digunakan disebut "Blocks Programming." Program yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2 diatas.

## 2.2 Implementasi Firebase Database

Penelitian ini memanfaatkan layanan database Firebase sebagai penghubung antara mikrokontroler dan aplikasi pada smartphone Android. Firebase berperan sebagai perantara dalam pertukaran informasi antara keduanya, memungkinkan pengiriman dan penerimaan data.

Firebase memiliki banyak layanan yang disediakan secara gratis namun pada penelitian ini hanya menggunakan layanan realtime database. Realtime database, yaitu database NoSQL yang di-hosting pada cloud. Tampilan Realtime database dapat dilihat pada Gambar 3.

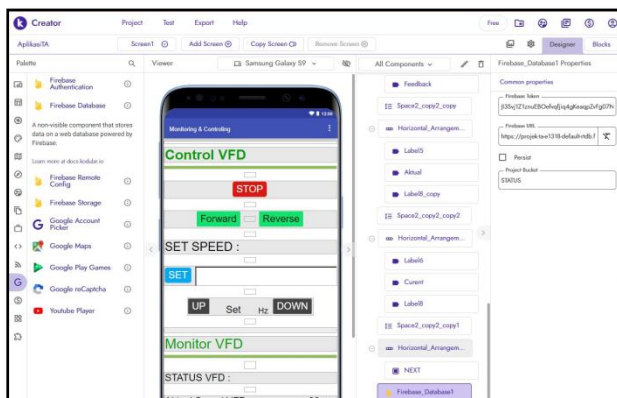


Gambar 3. Halaman Dashboard Firebase Realtime Database

## 2.3 Implementasi Firebase dengan Mobile App dan Mikrokontrol

Pada penelitian ini firebase akan terhubung dengan mobile app dan Mikrokontrol. Agar firebase dapat diakses oleh perangkat lain settingan rules pada halaman realtime database firebase harus diatur terlebih dahulu, dengan mengubah variable read dan write yang sebelumnya false menjadi true.

Dalam proses desain aplikasi mobile dengan Kodular, penting untuk menambahkan komponen firebase database ke halaman yang akan terhubung dengan firebase. Gambar 4 mengilustrasikan langkah ini dengan jelas. Setelah komponen firebase database dimasukkan ke dalam halaman yang bersangkutan, langkah selanjutnya adalah mengisi kolom-kolom yang tersedia sesuai dengan informasi yang ada di firebase. Hal ini diperlukan agar aplikasi dapat terhubung dengan database firebase dan berinteraksi dengan data yang tersimpan di sana.



Gambar 4. Tampilan Pengaturan Firebase pada Kodular

## 2.4 Implementasi Perangkat Keras

### 2.4.1 Implementasi Mikrokontroler dengan Relay

Dalam perencanaan sistem yang dibangun, penggunaan relay bertindak sebagai saklar yang bertugas mengaktifkan atau mengendalikan driver motor atau *Variable Frequency Drive* (VFD).

Tabel 2. Tabel Kebenaran Kondisi Relay

Kondisi	Relay 1	Relay 2
Forward	Menyala	Mati
Reverse	Mati	Menyala
Stop	Mati	Mati

Untuk menjalankan fungsi sesuai seperti yang diharapkan, dibuat sebuah kode program yang sesuai dengan hasil Tabel 2. Kode program dalam tabel tersebut bertugas membaca nilai perintah yang tersimpan di firebase, yang sesuai dengan input yang diberikan melalui aplikasi mobile.

### 2.4.2 Implementasi Mikrokontroler dengan Modul DAC MCP4725

Penggunaan Modul Digital to Analog Converter (DAC) MCP4725 dalam sistem ini bertujuan untuk menyediakan nilai setpoint atau referensi yang diperlukan untuk mengatur kecepatan motor pada driver motor atau *Variable Frequency Drive* (VFD).

Tabel 3. Tabel Kebenaran Modul MCP4725

Set Point	Analog Output	Nilai Seharusnya	Selisih
10 Hz	0.9 V	1 V	0.1 V / 10%
20 Hz	1.9 V	2 V	0.1 V / 5%
30 Hz	2.9 V	3 V	0.1 V / 3%
40 Hz	3.8 V	4 V	0.2 V / 5%
50 Hz	4.8 V	5 V	0.2 V / 4%

Untuk memastikan fungsi modul MCP4725 berjalan seperti yang diharapkan maka dilakukan pengujian dengan membuat program dan hasil dapat dilihat pada Tabel 3. Kode program pada tabel tersebut memiliki fungsi untuk dapat membaca nilai Setpoint yang tersimpan pada Firebase sesuai dengan masukan yang diberikan oleh aplikasi mobile. Implementasi Mikrokontroler dengan Modul ADC ADS1115

### 2.4.3 Implementasi Mikrokontroler dengan Modul ADC ADS1115

Penggunaan Modul Analog to Digital Converter (ADC) ADS1115 dalam sistem ini bertujuan untuk membaca nilai aktual atau keluaran yang dihasilkan oleh driver motor atau *Variable Frequency Drive* (VFD) yang memberikan informasi terkait feedback Frekuensi speed yang telah sesuai dengan setpoint yang dimasukkan.

Tabel 4. Tabel Kebenaran Modul ADS1115

Analog Input	Nilai Pembacaan	Nilai Seharusnya	Selisih
1 V	10 Hz	10 Hz	0 Hz /

			0%
2 V	20 Hz	20 Hz	0 Hz / 0%
3 V	30 Hz	30 Hz	0 Hz / 0%
4 V	40 Hz	40 Hz	0 Hz / 0%
5 V	50 Hz	50 Hz	0 Hz / 0%

Untuk memastikan fungsi modul berjalan seperti yang diharapkan maka dilakukan pengujian dengan membuat program dan hasil dapat dilihat pada Tabel 4. Kode program pada tabel tersebut memiliki fungsi untuk dapat membaca nilai analog yang yang dikeluarkan oleh VFD sesuai dengan masukan yang diberikan oleh setpoint. Implementasi Mikrokontroler dengan Modul PZEM-004T

2.4.4 Implementasi Mikrokontroler dengan Modul PZEM-004T

Modul PZEM-004T merupakan sensor yang dapat membaca arus pada sebuah kabel. Penggunaan modul ini diperuntukan untuk membaca arus yang dikeluarkan VFD untuk menjalankan Motor.

2.4.5 Implementasi Mikrokontroler dengan Display LCD

Penggunaan display LCD untuk membantu dalam memberikan informasi secara realtime pada tempat dimana perangkat dipasang. Beberapa informasi yang ditampilkan display LCD akan muncul ketika Mikrokontroler telah terhubung dengan koneksi internet.

Tampilan display LCD akan menunjukkan informasi terkait kondisi status perintah VFD, setpoint masukan, nilai aktual speed VFD, dan arus motor. Informasi tersebut akan sama dengan informasi yang ditampilkan pada aplikasi *Mobile*.

2.5 Implementasi Spreadsheet

Penelitian ini memanfaatkan layanan Spreadsheet sebagai alat pencatatan dan penyimpanan data log sejarah sistem.

contoh Implementasi Spreadsheet dapat dilihat pada Gambar 8 yang menampilkan tampilan dashboard spreadsheet yang berisi data log yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Pada tampilan tersebut, terdapat tiga kolom terakhir yang memiliki peran penting dalam pemantauan kinerja driver motor.

2.6 Implementasi Sistem dengan Driver Motor/Variable Frekuensi Drive (VFD)

Tahap pertama dalam mengimplementasikan sistem dengan VFD adalah melakukan pengaturan dan konfigurasi awal pada VFD. Setelah melakukan pengaturan inverter, tahap berikutnya adalah menghubungkan sistem dengan *Variable Frequency Drive (VFD)* yang digunakan untuk mengendalikan motor listrik. Terakhir adalah mengamati hasil dari cara kerja sistem setelah diimplementasikan.

2.6.1 Pengaturan Konfigurasi VFD

Dalam penggunaan *Variable Frequency Drive (VFD)*, terdapat beberapa parameter yang perlu diatur terlebih dahulu untuk menyesuaikan penggunaan VFD sesuai kebutuhan. Salah satu parameter yang harus diatur adalah data motor yang akan digunakan. Pengaturan Parameter disesuaikan seperti pada Tabel 5.

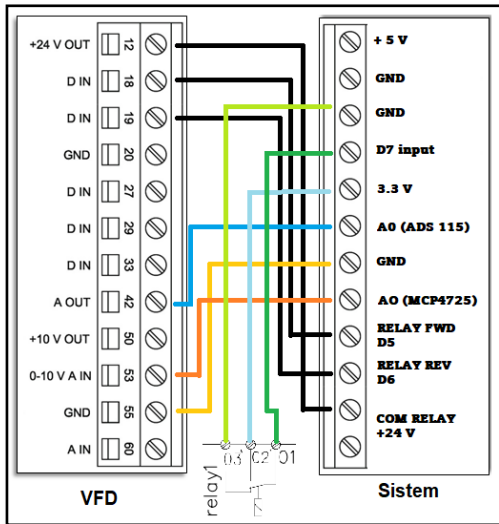
Pada Tabel 5 dapat dilihat parameter apa saja yang perlu diubah, nilai yang diubah disesuaikan seperti pada tabel. Pengaturan parameter ini sangat penting karena bila tidak dilakukan maka VFD tidak akan berjalan sesuai dengan yang diharapkan .

Tabel 5 Parameter setting

Parameter	Value
1-20 (Motor Power kW/HP)	3 (0.18K/0.25HP)
1-22 (Motor Voltage)	230 V
1-23 (Motor frequency)	50 Hz
1-24 (Motor Current)	1.14 A
1-25 (Motor Speed)	1310 Rpm
3-02 (Minimum Reference)	0.00
3-03 (Maximum Referemce)	50.00
3-41 (Ramp-up Time)	5.00 s
3-42 (Ramp-up Down)	5.00 s
5-10 (Terminal 18 Digital input)	8 (Start)
5-11 (Terminal 19 Digital Input)	1 (Start Reversing)
5-40 (Function Relay)	5 (Drive Running)
6-10 (Terminal 53 Low Voltage)	0.00 V
6-11 (Terminal 53 High Voltage)	5.00 V
6-90 (Terminal 42 Mode)	0 (0-20 mA)
6-91 (Terminal 42 Analog output)	10 (Output Frequency)

2.6.2 Koneksi Sistem dengan VFD

Pada sub bab ini, akan dijelaskan mengenai pengkoneksian antara sistem yang telah dirancang dengan *Variable Frequency Drive (VFD)*. Pengkoneksian ini disesuaikan dengan fungsi terminal yang dimiliki oleh VFD.



Gambar 5. Wiring koneksi Sistem dengan VFD

Pada Gambar 5 dapat dilihat koneksi antara *Variable Frequency Drive* (VFD) dengan sistem. Gambar tersebut merupakan acuan dalam mengkoneksikan VFD dan sistem. Dengan begitu sistem akan berjalan sesuai dengan yang di harapkan.

**2.7 Hasil Pengujian Implementasi Sistem Monitoring dan Controlling Driver, Motor Induksi 3 Phase / Variable Frequency Drive (VFD)**

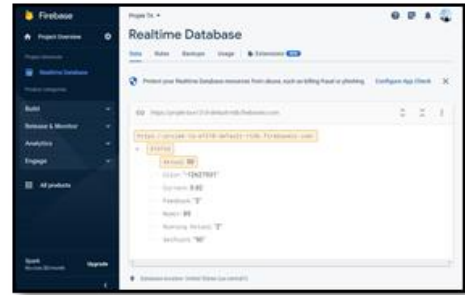
Pengujian dilakukan dengan mencoba mengendalikan fungsi relay sistem untuk menjalankan Driver Motor Induksi 3 Phase atau *Variable Frequency Drive* (VFD) melalui aplikasi mobile yang sudah diinstall pada smartphone android. Tampilan Dashboard Mobile App dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Dashboard pada Mobile App

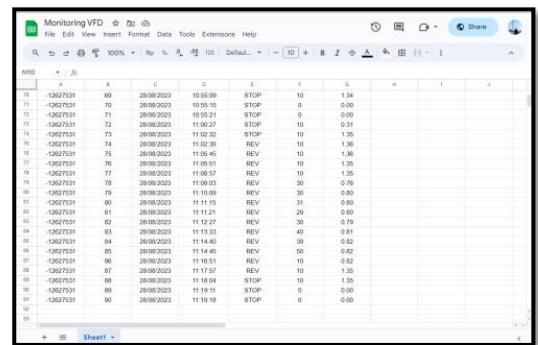
Pada proses tersebut, peran firebase dapat dilihat melalui dashboard realtime database yang ada pada Gambar 7. Perubahan data yang terjadi cukup cepat sehingga mampu mengimbangi kebutuhan akan

informasi data yang dibutuhkan. Data-data ini berubah sesuai dengan kondisi kerja motor dan hasil pembacaan sistem.



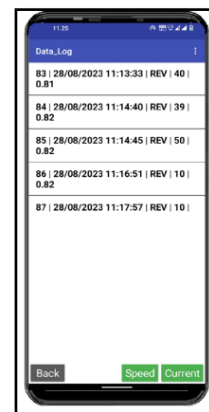
Gambar 7. Tampilan Dashboard Firebase pada Saat Pengujian

Selain firebase, pada Gambar 8 halaman spreadsheet yang telah dibuat juga akan mencatat setiap perubahan data yang terjadi dalam sistem. Data yang tercatat akan terus bertambah hingga jumlah baris pada halaman spreadsheet terisi sepenuhnya. Hal ini berarti bahwa setiap perubahan atau pembaruan dalam sistem akan terekam secara lengkap dan kronologis pada spreadsheet.



Gambar 8. Tampilan Dashboard Spreadsheet saat Pengujian

Data pada halaman spreadsheet diatas juga dapat dilihat dalam aplikasi mobile. Dengan menekan tombol History data log, maka halaman akan berubah menjadi halaman data log, pada halaman tersebut akan menampilkan list data log yang sama seperti pada halaman spreadsheet



Gambar 9. Tampilan Halaman Datalog pada Mobile App

Pada Gambar 9 halaman history data log dapat menampilkan grafik actual speed dan current motor dengan menekan tombol speed dan current pada pojok kanan bawah layar.



**Gambar 10.** Tampilan Halaman Grafik Monitor Speed dan Current

Dari hasil grafik pada Gambar 10, data yang ditampilkan dalam aplikasi seluler menampilkan 90 data yang tercatat dalam percobaan pengendalian kecepatan motor dengan variasi mulai dari 0Hz, 30Hz, 40Hz, hingga 50Hz. Selama percobaan pengendalian kecepatan ini, nilai arus yang terpantau berkisar antara 0.82A hingga 1.35A

### 3. Kesimpulan dan Saran

#### 3.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Internet of Thing (IoT) dapat diimplementasikan dalam pemantauan dan pengendalian motor induksi tiga fase atau *Variable Frequency Drive* (VFD) melalui perancangan prototipe sistem. Sistem ini menggunakan NodeMCU sebagai kontroler utama, sedangkan modul-modul pendukung seperti Modul MCP4725, Modul ADS1115, dan PZEM-004T berfungsi sebagai modul pengendali yang bertugas mengendalikan serta memantau operasi VFD.
2. Dalam pengimplementasian prototipe sistem untuk pengendalian Motor Induksi tiga fase, penggunaan mikrokontroler tidak hanya terbatas sebagai kontroler utama, tetapi juga berfungsi sebagai modul komunikasi data dengan Firebase dan Spreadsheet. Modul ini memungkinkan akses data melalui aplikasi seluler. Dengan aplikasi seluler yang telah dibangun, pengguna dapat melakukan pengendalian dan pemantauan driver motor tiga fase secara real-time. Hal ini mempermudah interaksi dan pengelolaan sistem, memberikan kemudahan akses dan kontrol yang efisien melalui perangkat seluler pengguna
3. Data yang diperoleh dari prototipe sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai nilai acuan untuk kondisi motor, memberikan dasar bagi kegiatan perawatan atau langkah preventif.

Dengan memantau kondisi motor secara real-time, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk mendeteksi potensi masalah atau anomali pada motor atau driver. Pendekatan ini memungkinkan tindakan perawatan yang tepat waktu dan efektif, mencegah kerusakan lebih lanjut, dan memperpanjang umur pakai motor.

#### 3.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan implementasi yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan dari sistem ini, yaitu:

1. Meminimalisir penggunaan kabel dengan mengadopsi komunikasi Modbus antara VFD dan sistem, sehingga mengurangi kebutuhan akan banyak kabel dan modul beraneka ragam dalam mengontrol dan memonitor VFD.
2. Tampilan dashboard pada aplikasi mobile dapat diperluas dengan informasi tambahan yang relevan bagi pengguna, seperti RPM motor atau kemampuan untuk mengakses beberapa VFD sekaligus, tidak terbatas hanya pada satu VFD saja.

#### Daftar Pustaka

- Admin. (2021, Januari 21). Membangun Aplikasi Android Menggunakan Tools Blocks Programming Tanpa Coding. Retrieved Agustus 31, 2023, from technojogja.com: <https://technojogja.com/cara-mudah-membangun-aplikasi-pemrograman-perangkat-mobile-tanpa-coding/>
- Ali, M. (2011). Modul Kuliah Manajemen Industri "Peran Manajemen dalam Industri". In M. Ali, "Peran Manajemen dalam Industri" (pp. 2-9). Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Anwar, S., Artono, T., Nasrul, Dasrul, & Fadli, A. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe (pp. 272-276). Padang: Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Badruzzaman, Y. (2015 ). SISTEM MONITORING KENDALI MOTOR INDUKSI TIGA FASA DENGAN VARIABLE SPEED DRIVE BERBASIS PLC DAN SCADA. SEMARANG: ORBITH Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial.
- Behmann, F., & Wu, K. (2015). Collaborative Internet of Things for Future Smart Connected Life and Business. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Danniswara, A., Christyono, Y., & Sukiswo. (2020). PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN ARUS DAN PROTEKSI ARUS LEBIH PADA SISTEM KONTROL DAN MONITORING STOP KONTAK. TRANSIENT, VOL. 9, NO. 3, SEPTEMBER 2020, e-ISSN: 2685-0206, 390-398.

- Djarmiko, W. (2017). PROTOTIPE RESISTANSI METER DIGITAL. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 1-8.
- Djarmiko, W. (2017). PROTOTIPE RESISTANSI METER DIGITAL. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017 (pp. 1-8). Jakarta Timur: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta .
- EDEN, D. S. (2022). SISTEM KENDALI PERALATAN LISTRIK BERBASIS IOT MENGGUNAKAN FIREBASE DATABASE. Bandung: FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WIDYATAMA.
- Fachri, M. R., Sara, I. D., & Yuwaldi . (2015). Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time. Jurnal Rekayasa Elektro, 123-128.
- Firdaus, B. (2019). MONITORING TEGANGAN, ARUS, KECEPATAN DAN FREKUENSI DENGAN MENGATUR FREKUENSI TERHADAP START STOP REVERSE DAN START STOP FORWARD MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN INVERTER BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) DELTA DVP-14EC DILENGKAPI DENGAN HMI. Semarang: TUGAS AKHIR.
- Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsi, M. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan (pp. 157-162). Malang: Seminar Nasional Teknologi Terapan 2017 ( Sntet 2017) Politeknik Negeri Malang.
- Hadiyanto, & Kango, R. (2022). PENGENDALI MOTOR 3 PHASE BERBASIS ARDUINO. Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK) , 908-911.
- Hartono, Abdullatif, F., Abdullah NA, Sehad , Sugito, & Petrus RS, S. (2022). Rancang bangun data logger berbasis Arduino sebagai penyimpan data. Jurnal Teras Fisika, 23-27.
- Hartono, B. P., & Nurcahyo, E. (2017). Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa. ELEKTRIKA – Volume 01, Nomor 01, 8-16.
- Hergika, G., Siswanto, & Sutarti. (2021). PERANCANGAN INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI KONTROL INFRASTRUKTUR DAN PERALATAN TOLL PADA PT. ASTRA INFRATOLL ROAD. PROSISKO Vol. 8 No.2., 86-98.
- Imam, R., Wedashwara, I. P., & Bimantoro, F. (2020). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS IOT DAN ANDROID. JTIKA, Vol. 2, No. 1, Maret 2020, 101-112.
- Izuliansah, Y. (2020). MONITORING SISTEM IRIGASI SAWAH MENGGUNAKAN ANDROID. Surabaya: SKRIPSI UNIVERSITAS DINAMIKA.
- Jumrianto, Wahyudi, & Syakur, A. (2020). Kalibrasi Sensor Tegangan dan Sensor Arus dengan Menerapkan Rumus Regresi Linear menggunakan Software Bascom AVR. urnal of Systems, Information Technology, and Electronics Engineering, 1-14.
- Meidiasha , D., Rif'an, M., & Subekti, M. (2020). ALAT PENGUKUR GETARAN, SUARA DAN SUHU MOTOR INDUKSI TIGA FASA SEBAGAI INDIKASI KERUSAKAN MOTOR INDUKSI BERBASIS ARDUINO. Journal of Electrical and Vocational Education and Technology, 27-31.
- Muttaqin, H. Z., Faisol, A., & Wahid, A. (2022). PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) UNTUK MONITORING DAN CONTROLLING PH AIR SUHU AIR DAN PEMBERIAN PAKAN IKAN GUPPY PADA AQUARIUM MENGGUNAKAN APLIKASI WHATSAPP. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 284.
- Pratiwi, Y. D., & Prakoso, O. A. (2017). KONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA PADA MESIN SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER. Surabaya: PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI Departemen Teknik Elektro Otomasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PT. Osmo Marina Mandiri . (2022, September 1). Mengenal Dinamo Elektrik : 1 Phase Dan 3 Phase. Retrieved Agustus 4, 2023, from OSMOMARINA.COM: <https://osmomarina.com/blog/mengenal-dinamo-elektrik-1-phase-dan-3-phase/>
- PUTRA, R. P. (2018). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN KENDALI KADAR KEASAMAN (pH) PADA AIR TAMBAK UDANG MENGGUNAKAN ESP8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). BANDAR LAMPUNG: SKRIPSI IIB Darmajaya Bandar Lampung.
- Ramadhan, F. K. (2019). PENGEMBANGAN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO YANG BERBASIS ANDROID. Bandung: FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WIDYATAMA.
- Rianto , A., & Roedy , K. (2023). PERANCANGAN TEMPERATUR DETEKSI DINI PADA RUANG PENDINGIN OBAT VAKSIN DENGAN TEMPERATUR DATA LOGGER MIKROKONTROL ARDUINO DENGAN SENSOR SUHU Ds18b20. JURNAL TEKNIKA, 9-16.
- Rohiem, N. H., & Putra, N. P. (2021). Sistem Monitoring Kecepatan Motor dan Tekanan pada Saluran Air Berbasis Internet of Things (IoT). INTEGER: Journal of Information Technology, Vol 6, No 1, , 74 - 80.
- Soedjarwanto, N., Budiarto, & Nama, G. F. (2020). Kontrol kecepatan motor induksi menggunakan teknologi IoT (Internet of Things). JURNAL

ELTEK, 9-17.

Supono, Rijanto, T., & Leksono, J. W. (2020).

Perancangan Sistem Kendali dan Monitoring Tegangan Motor 3 Fasa Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk. Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET), 38-45.

Syaprudin, & Darwin. (2019). MODUL LATIH PENGATURAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN VFD BERBASIS PLC. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 4 (pp. 360-365). Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.