



Implementasi Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Instalasi Otomasi Panel Listrik Industri Menggunakan IOT Berbasis Mobile

Asy'ari Fandi Ahmad^{1*}, M. Faishol Amrullah²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Yudharta Pasuruan, Pasuruan, Indonesia

^{1*}asyarifandiahmad3@gmail.com, ²faishol@yudharta.ac.id

Received on 6/01/2023	Revised on 10/01/2023	Accepted on 27/01/2023
--------------------------	--------------------------	---------------------------

Abstract

PT. Prima Alloy Steel Universal has problems faced by an electrician in the industry in operating a large number of machines, depending on the performance of each worker and a large enough location. Causes monitoring of current, voltage, power and frequency on electrical panel automation and manual control of buttons. So it requires very high workmanship and the occurrence of short circuits in electrical automation is very high due to lack of control and monitoring. This research applies the prototype method to realize the actual tool in accordance with the running system, saving time and costs. The test results on the monitoring menu application where the sensor reads a value with an average Current: 3 A, Voltage: 220 V, Power: 4 W, and Frequency: 50 Hz and if it shows the current value of Low, Medium, and High engine conditions, then the mobile application provides notifications on the mobile top sider and controls the automation of electrical panels remotely in realtime.PT.

Keywords: Control and Monitoring System, IOT, Nodemcu Esp8266, dan Sensor PZEM-004t.

Abstrak

Prima Alloy Steel Universal memiliki permasalahan yang dihadapi oleh seorang ahli listrik pada industri dalam mengoperasikan mesin yang sangat banyak, bergantung pada performa setiap pekerja dan tempat lokasi yang cukup luas. Menyebabkan monitoring arus, tegangan, daya dan frekuensi pada otomasi panel listrik dan mengontrol tombol secara manual. Sehingga membutuhkan pengerjaan yang sangat tinggi dan tingkat terjadinya konsleting pada otomasi listrik sangat tinggi karena kurangnya kontrol dan monitoring. Penelitian ini menerapkan pada metode prototype untuk mewujudkan alat sesungguhnya sesuai dengan sistem yang berjalan, menghemat waktu, dan biaya. Hasil pengujian pada aplikasi menu monitoring yang mana sensor membaca nilai dengan rata – rata Arus : 3 A, Tegangan : 220 V, Daya : 4 W, Dan Frekuensi : 50 Hz dan jika menunjukkan nilai arus kondisi mesin Low, Medium, dan High, maka aplikasi mobile memberikan notifikasi pada sileder atas mobile dan mengontrol otomasi panel listrik dengan jarak jauh secara realtime.

Kata Kunci: Sistem Kontrol dan Monitoring, IOT, Nodemcu Esp8266, Sensor PZEM-004t.

PENDAHULUAN

Sistem kontrol dan monitoring merupakan kerangka kerja teknologi yang sangat maju di Industri 4.0. Indonesia saat ini adalah negara maju dan telah dicoret sebagai negara berkembang oleh WTO. Peningkatan inovasi dan gaya hidup menunjukkan pentingnya peningkatan produktivitas pada industri, ini membuat kebutuhan mengontrol dan monitoring berbagai otomasi panel listrik industri sangat di butuhkan [1].

Permasalahan yang dihadapi oleh seorang ahli listrik pada industri di PT. Prima Alloy Steel Universal adalah pengoprasian mesin yang sangat banyak dan bergantung pada performa setiap pekerja dan tempat lokasi yang cukup luas [2]. Menyebabkan monitoring (arus, tegangan, daya dan ferkuensi) pada otomasi panel listrik dan mengontrol tombol untuk mengoprasikan otomasi panel listrik secara manual. Sehingga membutuhkan pengerjaan yang sangat tinggi dan tingkat terjadinya konsleting pada otomasi listrik sangat tinggi karena kurangnya kontrol dan monitoring [3]. Tindakan ini mengartikan bahwa seorang ahli listrik membutuhkan sistem kontrol dan monitoring yang berfungsi untuk memantau kinerja otomasi panel listrik dengan jarak jauh secara cepat dari lokasi yang berbeda. Salah satu ilustrasi otomasi listrik di industri secara spesifik, misalnya menjalankan mesin, menyalakan siphon air di industri, dan mematikan perangkat listrik di industri. Hal ini lebih berguna dengan asumsi bahwa mereka dapat mengendalikan dengan cepat melalui program kontrol dan monitor pada panel listrik dengan teknologi IOT [4].

Dari permasalahan yang terjadi diatas, diperlukan metode yang bisa memecahkan masalah tersebut secara tepat dan efisien. Metode yang diusulkan pada penelitian ini, dari hasil review jurnal internasional dan nasional saat ini yaitu metode prototype, dan metode waterfall. Metode prototype memiliki kelebihan pada pengembangan sistem yang mewujudkan sesungguhnya sesuai dengan sistem yang berjalan, menghemat waktu, dan biaya, akan tetapi memiliki kelemahan yang bersifat kerangka tidak bagus karena hanya berfokus pada bagian kenyamanan klien [5]. Metode waterfall memiliki kelebihan pada pengembangan sistem yang bersifat sistematis untuk membangun softwer yang mana prosesnya begitu berurutan, mulai dari analisa hingga support, akan tetapi memiliki kelemahan harus teliti awal pengembangan karena kesalahan kecil akan menjadi besar menimbulkan error dan diperlukan administrasi yang baik, karena siklus perbaikan tidak dapat diulang sebelum terjadinya suatu produk [6].

Melihat permasalahan diatas, penelitian mengusulkan menggunakan metode prototype yang bisah memecahkan masalah tersebut secara tepat, efisien dan terfokus pada bagian kenyamanan klien. Maka terciptalah gagasan untuk membuat “Implementasi Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Instalasi Otomasi Panel Listrik Industri Menggunakan IOT Berbasis Mobile”, sistem alat yang diusulkan dapat dimanfaatkan untuk mengontrol dan memonitoring otomasi listrik panel industri yang di program menggunakan perangkat seperti Nodemcu Esp8266, Sensor Pzem-400t. Dalam penggunaannya, itu sangat baik dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitor arus, tegangan, daya, frekuensi dan meghidupkan mesin. Perangkat ini menggunakan inovasi teknologi Internet of Things sehingga penggunaan instalasi listrik panel industri dapat diakses melalui smartphone menggunakan aplikasi mobile.

METODE PENELITIAN

1. Sistem Kontrol dan Monitoring

Sistem kontrol dan monitoring merupakan kerangka kerja teknologi yang sangat maju di Industri 4.0. Indonesia saat ini adalah negara maju dan telah dicoret sebagai negara berkembang oleh WTO. Sistem kontrol dan monitoring adalah sistem yang sangat diperlukan dalam aplikasi. Sistem kontrol disini berfungsi sebagai menghidupkan atau mematikan mesin dan Sistem monitoring disini berfungsi sebagai pemberi data yang akan diproses lebih lanjut setelah data dikirim dari sensor. Peningkatan inovasi dan gaya hidup menunjukkan pentingnya peningkatan produktivitas pada industri, ini membuat kebutuhan mengontrol dan monitoring berbagai otomasi panel listrik industri sangat di butuhkan [7].

2. IOT

Internet of Things adalah gagasan objek tertentu yang dapat memindahkan data jaringan tanpa memerlukan interaksi dari manusia ke manusia atau manusia ke perangkat komputer. Internet of Things sebagai platform di mana perangkat menjadi lebih cerdas, penanganan menjadi lebih cepat, dan komunikasi menjadi informatif. Banyak yang memperkirakan bahwa IoT adalah "The next big thing" dalam bidang kemajuan informasi. Dikarenakan, ada segudang potensi yang bisa dibuat dengan perkembangan inovasi teknologi IOT [8].

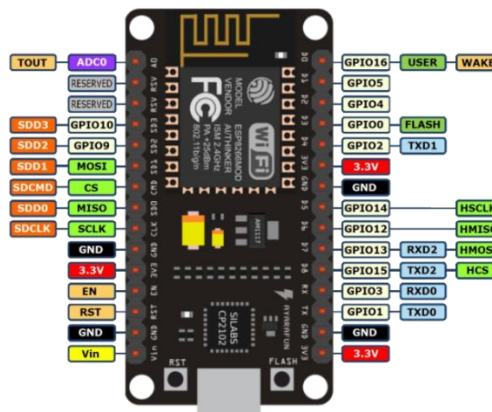


Gambar 1 Internet of Things (IOT)

Sumber: youthproactive.com

3. Nodemcu Esp8266

Node MCU ESP8266 merupakan hasil produk mikrokontroler yang direncanakan oleh Sistem Espressif. ESP8266 sudah memiliki koneksi WiFi sebagai teknologi yang canggih dari mikrokontroler ke koneksi wifi internet untuk menjalankan aplikasi. Node MCU adalah sebuah peningkatan open source platform IoT yang menggunakan bahasa pemrograman Lua (seorang programmer dapat mengintegrasikannya kedalam sebuah software) untuk membantu membuat rancangan IOT dengan memanfaatkan sketch arduino IDE [9].



Gambar 2 Node MCU ESP 8266

Sumber: mikroavr.com

4. Sensor PZEM-004t

Sensor PZEM-004T merupakan sensor yang dapat membaca nilai arus, tegangan, daya, frekuensi, dan energi dari arus AC. Sensor ini menghasilkan output dengan korespondensi berurutan dan sensor yang digunakan memiliki cakupan arus yang diharapkan hingga 100 ampere dengan transformator CT eksternal. Sensor ini sangat mudah digunakan, karena hasilnya dapat dibaca secara langsung, baik sebagai arus, tegangan, daya atau energi, namun sensor ini tidak dapat membaca arus AC dengan presisi mili ampere. [10].



Gambar 3 Sensor PZEM-004T

Tabel 2. 1 Sensor PZEM-004T

Spesifikasi	Ukuran
Arus	0 – 100 A
Tegangan	80 – 260 VAC
Daya	100 A / 22000W
Frekuensi	45 - 65Hz

Sumber: Datasheet PZEM-004T, 2019

5. Daya Listrik dan cos phi

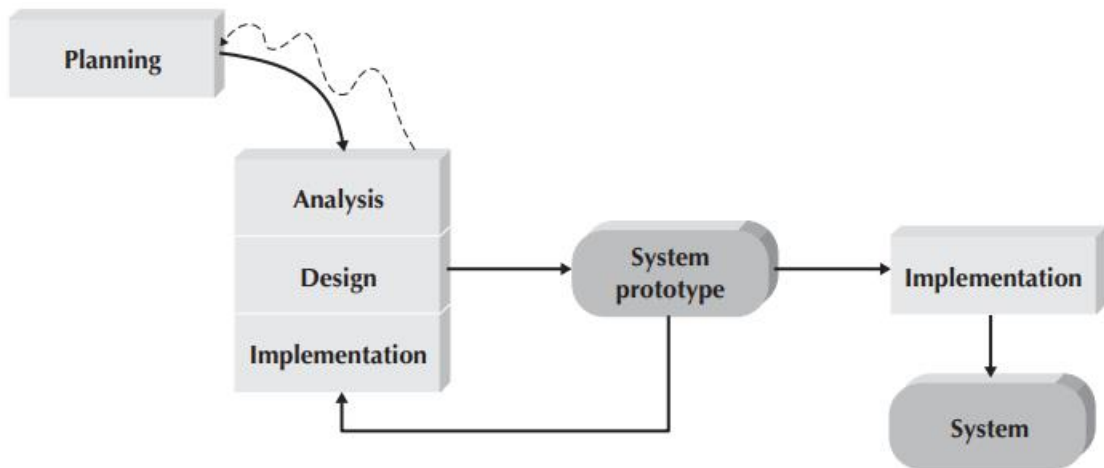
Daya listrik merupakan energi yang dikonsumsi atau dibuat dalam suatu rangkaian. Sebuah sumber energi misalnya, tegangan listrik akan memberikan daya listrik, sedangkan beban yang terkait dengannya akan menghabiskan daya listrik tersebut. Selanjutnya, daya listrik adalah derajat penggunaan energi dalam suatu rangkaian listrik (Widyastuti et al., 2020). Persamaan yang digunakan untuk menghitung arus mesin 3 phase adalah sebagai berikut:

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$ $I = P / V \times \sqrt{3} \times \cos \phi$
Keterangan: P : Daya (Watt) I : Arus (Ampere) V : Tegangan (Voltage) $\sqrt{3}$: jika Konstanta menggunakan 3 phase dengan nilai, maka didesimalkan 1.73 $\cos \phi$: 85 % dari motor biasanya nilai standarnya 0.85

Gambar 2. 4 Rumus 3 Phase

METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai oleh penelitian ini yaitu metode prototype merupakan pengembangan atau pembuatan sistem yang mewujudkan sesungguhnya sesuai dengan sistem yang berjalan, menghemat waktu, dan biaya, akan tetapi memiliki kelemahan yang bersifat kerangka tidak bagus karena hanya berfokus pada bagian kenyamanan klien [11]. Adapun langkah – langkah dari metode prototype sebagai berikut :



Gambar 2.5 Metode Prototype

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat yaitu sensor PZEM-400t merupakan pengujian pada sensor yang dapat membaca nilai arus, tegangan, daya, dan frekuensi dari arus AC. Sensor ini, dipasang pada otomasi panel listrik dengan beban motor 3 phas.



Gambar 4. 1 Rangkaian Hardwere

2. Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak ini, pada aplikasi mobile yang mana menampilkan fitur – fitur kontrol dan monitoring listrik, juga record data yang telah disimpan. Pada fitur tampilan kontrol dan monitoring ini menjelaskan tentang mengoperasikan otomasi panel listrik dan monitoring arus, tegangan, daya dan frekuensi pada otomasi panel listrik. Hasil pengujian sebagai berikut:

1. Pengujian Aplikasi

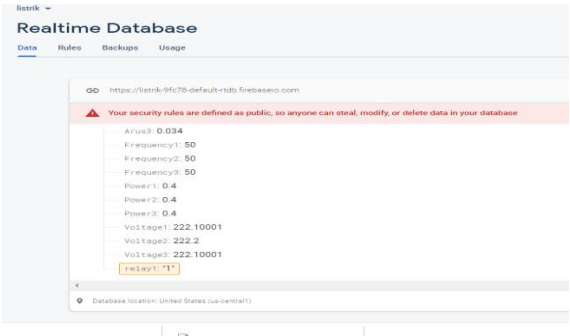
Pengujian aplikasi mulai fitur Login, Dashboard, Kontrol dan Monitoring, Record Data, K 3 Industri dan Spesifikasi.

Tabel 4. 1 Pengujian Aplikasi

No.	Fitur Tampilan /	Diharapkan	Status
1.	Login	User bisa autentifikasi dan masuk ke tampilan dasbord	[☒] Sukses [☐] Gagal
2.	Dashboard	Menampilkan menu Kontrol & Monitoring, Record Data, K 3 Industri, dan Spesifikasi Sistem	[☒] Sukses [☐] Gagal
3.	Kontrol & Monitoring	Menampilkan fitur kontrol MCB 1 Phas dan fitur monitoring MCB 3 Phas	[☒] Sukses [☐] Gagal
4.	Record Data	Menampilkan fitur yang mana ada link menuju ke google sheet	[☒] Sukses [☐] Gagal
5.	K 3 Industri	Menampilkan gambar yang mengedukasi bagi pegawai agar tau sevty dalam bekerja di industri	[☒] Sukses [☐] Gagal
6.	Spesifikasi Sistem	Menampilkan fitur yang mengedukasi tentang spesifikasi sistem sensor yang dipakai dan warning pada aplikasi tersebut	[☒] Sukses [☐] Gagal

2. Pengujian Sistem Kontrol

Pengujian ini pada pengoprasian otomasi panel listrik dengan smartphone, apakah ON/OFF pada panel listrik tersebut.



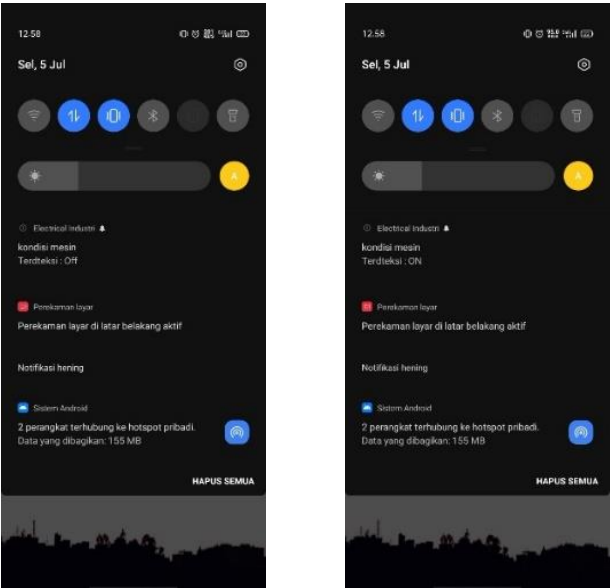
Gambar 2 Pengujian Sistem Kontrol

Pada Gambar 2 menjelaskan database membaca relay “ 1 ” bahwasannya panel otomasi listrik industri dalam posisi ON dan relay “ 0 ” bahwasannya panel otomasi listrik industri dalam posisi OFF. Seperti penjelasan tabel dibawah ini :

Tabel 2 Hasil Tombol pada Aplikasi

No.	Hasil Tombol	
	Aplikasi	Firestore
1.	ON	1
2.	OFF	0
3.	ON	1
4.	OFF	0

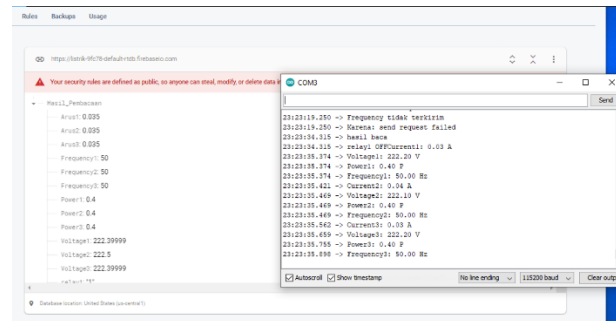
Aplikasi mendeteksi dan memberikan informasi bahawasannya kondisi mesin terdeteksi ON, sebagai berikut :



Gambar 3 Hasil Posisi ON dan OFF Pada Aplikasi

3. Pengujian Sistem Monitoring

Pengujian ini, pada sistem monitoring MCB 3 phas, apakah menampilkan nilai sesuai yang ada pada database dengan baik.

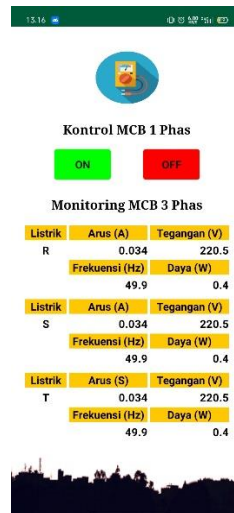


Gambar 4 Pengujian Sistem Monitoring

Tabel 3 Pengujian Sistem Monitoring

No.	Hasil Nilai Output Sensor	
	Serial Monitor (Arduino IDE)	Firestore (Database)
1.	Arus1 : 0.03	Arus1 : 0.035
2.	Arus2 : 0.04	Arus2 : 0.035
3.	Arus3 : 0.03	Arus3 : 0.035
4.	Frequency1 : 50	Frequency1 : 50
5.	Frequency2 : 50	Frequency2 : 50
6.	Frequency3 : 50	Frequency3 : 50
7.	Power1 : 0.4	Power1 : 0.4
8.	Power2 : 0.4	Power2 : 0.4
9.	Power3 : 0.4	Power3 : 0.4
10.	Voltage1 : 223.20	Voltage1 : 223.20
11.	Voltage2 : 223.22	Voltage2 : 223.22
12.	Voltage3 : 223.20	Voltage3 : 223.20
13.	Relay : 1	Relay : 1

Pada Tabel 3 dan Gambar 4 diatas tersebut menjelaskan bahwasannya serial monitoring pada software arduino ide hasilnya sama pada database di firestore dan apabila datanya antara serial dan firestore tidak sama, contohnya permasalahan di atas pada serial monitor arusnya 0.04 atau 0.03 di firestore 0.35 , maka di firestore ini membaca nilai secara angka yang dibulatkan. Hasil tampilan dari aplikasi mobilyenya sebagai berikut:



Gambar 5 Hasil Monitoring Pada Aplikasi

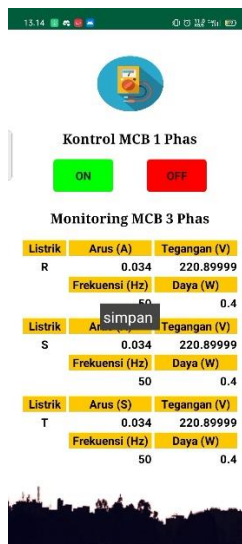
4. Pengujian Record Data

Pengujian ini, pada penyimpanan data yang ada di fitur sistem monitoring secara otomatis disimpan ke google sheet selama 15 menit.

	Timestamp	Listrik	arus	tegangan	frekuensi	daya
20	24/06/2022 2:00:20	R	35	22.239.999	50	0.4
21	24/06/2022 2:00:20	S	35	222.5	50	0.4
22	24/06/2022 2:00:20	T	35	22.239.999	50	0.4
23	24/06/2022 2:15:20	T	35	22.239.999	50	0.4
24	24/06/2022 2:15:20	R	35	22.239.999	50	0.4
25	24/06/2022 2:15:20	S	35	222.5	50	0.4
26	24/06/2022 2:30:21	T	35	22.239.999	50	0.4
27	24/06/2022 2:30:21	S	35	222.5	50	0.4
28	24/06/2022 2:30:20	R	35	22.239.999	50	0.4
29	24/06/2022 2:45:20	R	35	22.239.999	50	0.4
30	24/06/2022 2:45:21	T	35	22.239.999	50	0.4
31	24/06/2022 2:45:21	S	35	222.5	50	0.4
32	24/06/2022 3:00:21	R	35	22.239.999	50	0.4
33	24/06/2022 3:00:21	S	35	222.5	50	0.4
34	24/06/2022 3:00:21	T	35	22.239.999	50	0.4
35	24/06/2022 3:15:53	R	35	22.239.999	50	0.4
36	24/06/2022 3:15:53	S	35	222.5	50	0.4
37	24/06/2022 3:15:53	T	35	22.239.999	50	0.4
38	24/06/2022 3:30:53	T	35	22.239.999	50	0.4

Gambar 6 Pengujian Record Data Pada Google Sheet

Pada Gambar 6 bahwasannya pada fitur menu monitoring berjalan dengan baik dan menyimpan data selama 15 menit. Berdasarkan data di atas rata – rata Arus : 3 A, Tegangan : 220 V, Daya : 4 W, dan Frekuensi : 50 Hz. Seperti gambar tampilan aplikasi dibawah ini ketika data tersimpan.



Gambar 7 Hasil Data Tersimpan Di Aplikasi

5. Pengujian Notifikasi Amper

Pengujian ini menentukan arus pada motor untuk dijadikan notifikasi atau pemberitahuan user apabila arus pada listrik R, S, T telah mencapai batas yang telah ditentukan. Hasil perhitungan yang didapatkan dengan beban motor 3 HP, dan tegangan 240 V sebagai berikut:

Diketahui :

$$1 \text{ Hp} = 746 \text{ W}$$

$$P = 3 \times 746 = 2238 \text{ W}$$

$$V = 240 \text{ V}$$

$$\sqrt{3} = 1,73$$

$$\text{Cos phi} = 0,85 \varphi$$

Maka,

$$I = P / V \times \sqrt{3} \times \text{Cos } \varphi$$

$$= 2238 / 240 \times 1,73 \times 0,85$$

$$= 2238 / 352,92$$

$$= 6,34 \text{ A}$$

Untuk menentukan amper pada nominal motor,

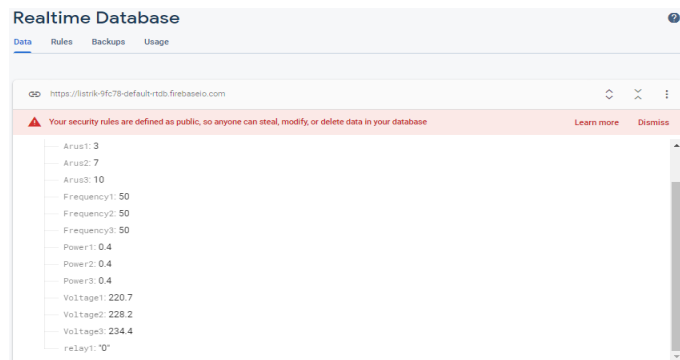
$$\text{TOR} = A \times 10 = 6,34 + 0,1 = 6,44 \text{ A}$$

Jadi untuk setting TOR atau over mesin secara otomatis,

$$A + \text{TOR } 10 \% = 6,34 + 6,44 = 12,78 \text{ A}$$

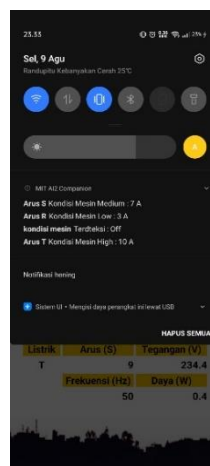
Dari hasil perhitungan di atas bahwasannya, ketika mesin berjalan normal dengan motor beban 3 phas dengan arus nominal motor 6,44 A dan ketika over pada mesin dengan arus 12,78 A. jadi,

arus yang dibuat untuk notifikasi secara level kondisi mesin yaitu 3 A – 6 A menunjukkan kondisi mesin Low, 7 A – 9 A menunjukkan kondisi mesin Medium, 10 A – 12 A menunjukkan kondisi mesin High, agar tidak terjadinya mesin over secara otomatis yang mengakibatkan produk menjadi setengah jadi atau produk gagal. Hasil pembacaan database seperti penjelasan pada gambar dibawah ini :



Gambar 8 Hasil Database di Firebase

Pada Gambar 8 diatas bahwasanya pada database apabila membaca nilai arus yang ditentukan sebagai notifikasi, maka aplikasi pada mobile memberikan notifikasi baik itu bergetar dan notifikasi pada slider atas pada mobile.



Gambar 9 Hasil Notifikasi Amper Pada Aplikasi

6. Pengujian Jarak Pengoprasian Sistem

Pengujian ini, seberapa jarak pengoprasian sistem kontrol dan monitoring yang dikendalikan oleh smartphone.

Tabel 4. Pengujian Jarak pada sistem

No.	Jarak		
	1 Km	10 Km	Unlimited
1.	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
2.	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
3.	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
4.	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
5.	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi

Pada Tabel 4.4 diatas menjelaskan bahwasanya selama pengoprasian sistem dengan dikendalikan smartphone tersebut bisa digunakan secara kapan dan dimanapun dengan keterangan aplikasi dan sitem tersebut masih berjalan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dan eksplorasi yang telah diuraikan tersebut, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Sesuai pengujian aplikasi menu monitoring yang mana sensor membaca nilai dengan rata – rata Arus : 3 A, Tegangan : 220 V, Daya : 4 W, dan Frekuensi : 50 Hz pada otomasi panel listrik secara real time dan jika menunjukan nilai arus kondisi mesin Low, Medium, dan High, maka aplikasi mobile memberikan notifikasi bergetar dan notifikasi pada slider atas pada mobile. Pada pengujian record data dengan waktu penyimpanan data selama 15 menit sekali secara otomatis di google sheet dan memberikan notifikasi di aplikasi saat data menyimpan.
2. Sesuai dengan pengujian hasil dari sistem kontrol bahwa aplikasi ini mampu mengontrol otomasi panel listrik dengan jarak jauh secara real time dan aplikasi memberi notifikasi saat mesin ON / OFF.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. I. H. M Fatkur Rozik, “MICROCONTROLLER ARDUINO PADA INSTALASI OTOMASI KELISTRIKAN INDUSTRI Subuh Isnur Haryudo Abstrak,” *J. Tek. elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 219–227, 2019, [Online]. Available: <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/viewFile/26475/24248>
- [2] L. A. Kumar, V. Indragandhi, R. Selvamathi, V. Vijayakumar, L. Ravi, and V. Subramaniaswamy, “Design, power quality analysis, and implementation of smart energy meter using internet of things,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 93, no. May, p. 107203, 2021, doi: 10.1016/j.compeleceng.2021.107203.
- [3] A. Mahfuda, “SISTEM KENDALI JARAK JAUH BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATMEGA 8535 DI PABRIK KELAPA SAWIT,” *J. Citra Widya Edukasi*, vol. IX, no. 2, pp. 113–124, 2017.
- [4] M. Hayaty and A. R. Mutmainah, “Sistem kendali dan pemantauan penggunaan listrik berbasis IoT menggunakan Wemos dan aplikasi Blynk,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 7, no. 4, pp. 161–165, 2019, doi: 10.14710/jtsiskom.7.4.2019.161-165.
- [5] F. Qayyum, H. Jamil, F. Jamil, S. Ahmed, and D. Kim, “IoT-Orchestration based Nanogrid Energy Management System and Optimal Time-Aware Scheduling for Efficient Energy Usage in Nanogrid,” no. February, 2022, doi: 10.20944/preprints202202.0150.v1.

- [6] M. Mahbub, M. M. Hossain, and M. S. A. Gazi, "Cloud-Enabled IoT-based embedded system and software for intelligent indoor lighting, ventilation, early stage fire detection and prevention," *Comput. Networks*, vol. 184, no. August 2020, p. 107673, 2021, doi: 10.1016/j.comnet.2020.107673.
- [7] S. Sadi, "Rancang Bangun Monitoring Ketinggian Air Dan Sistem Kontrol Pada Pintu Air," *J. Tek.*, vol. Vol. 7, p. hlm. 77-91, 2018.
- [8] P. P. Ray, "A survey on Internet of Things architectures," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 30, no. 3, pp. 291–319, 2018, doi: 10.1016/j.jksuci.2016.10.003.
- [9] D. S. Widyastuti, A. Basuki, and E. S. Nugroho, "Monitoring Daya Listrik Laboratorium Instalasi Listrik Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (Itny) Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 2020, pp. 46–53, 2020.
- [10] B. Kurniawan, *RANCANG BANGUN SISTEM SMART POWER UNTUK MENGONTROL DAN MEMONITOR ENERGI LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)*. 2020. [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/4771/>
- [11] R. Eldridge, *Introduction to systems analysis and design*, vol. 31, no. 1. 1989. doi: 10.1016/0950-5849(89)90057-8.