

## Desain Sistem Monitoring Dan Controlling Penggunaan Peralatan Kelistrikan Skala Rumah Tangga Berbasis LoRa (*Long Range*)

**Diza Anugrah Rismasari**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
email : diza.21094@mhs.unesa.ac.id

**Unit Three Kartini, Raden Roro Hapsari Peni Agustin Tjahyaningtjas, Tri Rijanto**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
email : unitthree@unesa.ac.id, hapsaripeni@unesa.ac.id, tririjanto@unesa.ac.id

### Abstrak

Penggunaan energi listrik merupakan salah satu yang mengalami peningkatan saat ini, namun kurangnya kesadaran individu sehingga seringkali terjadi pemborosan dalam penggunaannya. Oleh karena itu, saat ini banyak digunakan alat pemantauan atau kontrol perangkat untuk mengurangi penggunaan energi secara berlebihan. Pada penelitian ini, peneliti mengusulkan alat monitoring dan kontrol penggunaan peralatan kelistrikan berbasis LoRa (*Long Range*). Tujuan dilakukan penelitian ini, yaitu untuk menghasilkan sebuah alat monitoring dan kontrol berbasis LoRa (*Long Range*) serta melakukan pengujian performa alat. Alat ini memanfaatkan sensor PZEM-004T sebagai pendeteksi daya, arus dan tegangan. Selanjutnya, mikrokontroler NodeMCU melakukan pengolahan data dan memproses data dari sensor. Data yang didapat akan ditransmisikan ke node penerima dengan menggunakan komunikasi LoRa. Setelah data diterima, data akan disimpan dan diproses oleh mikrokontroler, kemudian hasil dari pengolahan data akan ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) dan diteruskan untuk ditampilkan pada aplikasi Blynk. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat berhasil dibuat dan telah dilakukan pengujian kinerja dengan hasil pengujian sensor dengan tingkat akurasi pengujian tegangan sebesar 99.8%.

**Kata Kunci:** Energi, Monitoring, Kontrol, LoRa.

### Abstract

The use of electrical energy is one that is increasing today, but there is a lack of individual awareness so that there is often waste in its use. Therefore, currently monitoring or controlling devices are widely used to reduce excessive energy use. In this study, the researcher proposes a monitoring and control tool for the use of LoRa (*Long Range*) based electrical equipment. The purpose of this research is to produce a LoRa (*Long Range*)-based monitoring and control tool and test the performance of the tool. This tool utilizes the PZEM-004T sensor as a power, current and voltage detector. Next, the NodeMCU microcontroller performs data processing and processes data from the sensors. The data obtained will be transmitted to the receiving node using LoRa communication. After the data is received, the data will be stored and processed by the microcontroller, then the results of the data processing will be displayed on the LCD (*Liquid Crystal Display*) and forwarded to be displayed on the Blynk application. The results of this study show that the tool has been successfully made and has been tested for performance with sensor test results with a voltage test accuracy of 99.8%.

**Keywords:** Energy, Monitoring, Control, LoRa.

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangannya zaman dan kemajuan teknologi maka penggunaan energi listrik semakin tinggi, sehingga terus dilakukan upaya pemanfaatan teknologi untuk mengoptimalkan proses, salah satu contohnya yaitu perubahan lampu tradisional ke jenis LED (*Light Emitting Diode*), namun terdapat juga tindakan lain seperti pemantauan variabel konsumsi, memperbarui informasi dalam waktu singkat dapat mendeteksi kebiasaan konsumsi dan penggunaan peralatan dengan konsumsi yang tidak efisien (Guevara dkk., 2022). Dalam lingkungan rumah tangga, pemakaian energi listrik selain sebagai penerangan listrik juga banyak dimanfaatkan untuk

menjalankan peralatan-peralatan dalam rumah seperti kompor listrik, AC (*Air Conditioner*), kipas angin, setrika, televisi, mesin air, mesin cuci dan banyak lagi yang lainnya (Wirasmita dkk., 2022 ; Amirah dkk., 2023)

Penggunaan listrik seringkali terjadi pemborosan dan tidak terkontrol. Perlu diperhatikan bahwa perekonomian, perubahan iklim, dan bahkan krisis energi saat ini dapat dipengaruhi oleh konsumsi energi yang berlebihan, termasuk listrik (Saftari dan Rosmiati., 2023). Oleh karena itu, dilakukan langkah efisiensi penggunaan listrik mulai dari listrik skala kecil sampai skala besar seperti industri. Solusi lain untuk melakukan pengurangan konsumsi Listrik

adalah dengan merancang sebuah alat yang dapat memonitoring konsumsi daya listrik (Pradana dkk., 2024).

Teknologi LoRa (*Long Range*) menawarkan solusi yang murah dan efisien untuk komunikasi nirkabel jarak jauh. Dengan menggunakan sistem monitoring dan kontrol berbasis LoRa, pengguna dapat memantau dan mengoptimalkan pemakaian energi mereka secara lebih efektif. Sistem monitoring dan kontrol ini akan mengirim data penggunaan energi listrik pelanggan rumah tangga serta dapat digunakan sebagai pengontrol perangkat secara otomatis, seperti mematikan peralatan yang tidak digunakan atau mengatur suhu dalam ruangan. Kemudian data yang diperoleh akan ditampilkan melalui Aplikasi Blynk.

Beberapa penelitian terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, (Hasan dan Junianto, 2023 ; Taha dan Badran, 2023) dimana dirancang suatu sistem yang dapat mengukur dan memantau energi serta mengontrol perangkat dari jarak jauh. Penelitian oleh (Agussalim dkk., 2022) dimana dibuat alat yang dapat memantau penggunaan alat listrik berbasis IoT dengan memanfaatkan Aplikasi Blynk. Penelitian ini bertujuan untuk membantu pemilik dan penghuni indekos dalam memonitor penggunaan biaya listrik secara *real-time*. Penelitian (Risfendra dkk., 2021) dimana dibuat alat monitoring besaran listrik yang dirancang menggunakan alat PZEM-004T sebagai sensor dan data secara *realtime* ditampilkan pada platform *Thingspeak*. Penelitian oleh (Pamungkas dkk., 2023) yang bertujuan untuk membantu pengguna memantau dan melihat pencatatan serta nilai rupiah yang akan dikeluarkan untuk membayar penggunaan beban listrik dalam skala waktu yang ditentukan. Untuk mengetahui penggunaan beban listrik digunakan sensor PZEM-004T v3 sebagai pembaca beban listrik yang diintegrasikan dengan mikrokontroler NodeMCU v3 ESP8266. Data yang di terima NodeMCU dari sensor akan dikirimkan ke halaman web HTML (*Hypertext Markup Language*). Penelitian oleh (Sugihardi dkk., 2022) yang bertujuan menciptakan alat yang dapat digunakan sebagai pemantau penggunaan daya listrik rumah dengan menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler dan LoRa (*Long Range*) sebagai media komunikasi jarak jauh. Hasil dari penelitian ini didapatkan sebuah alat monitoring penggunaan daya listrik berbasis LoRa dan firebase yang dapat diakses melalui android. Penelitian oleh (Prasetyo dkk., 2023) mengembangkan sistem pemantauan daya berbasis LoRa yang bertujuan untuk mengontrol dan memantau PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dari jarak jauh. Dari hasil pengujian diperoleh sistem kontrol dan monitoring daya listrik dengan nilai rata kesalahan pembacaan sensor tegangan sebesar 0,53 % serta sensor arus sebesar 5,64%. Penelitian selanjutnya oleh (Mufida dkk., 2021) membahas tentang pembuatan alat pendeteksi

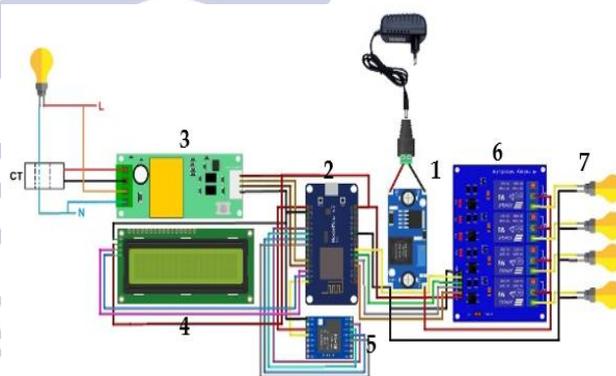
pemakaian energi listrik dengan menggunakan sensor PZEM-004T dan Split-CT (*Current Transformer*) yang digunakan untuk mendeteksi arus serta tegangan, mikrokontroler Arduino UnoR3 digunakan sebagai proses dan pengolahan data yang diperoleh dari sensor, serta LCD (*Liquid Crystal Display*) dan modul ESP8266 berfungsi mentransfer hasil pengukuran kepada pengguna untuk ditampilkan pada aplikasi berbasis web. Penelitian oleh (Islam dkk., 2022) mengusulkan arsitektur otomatisasi rumah yang mumpuni baik untuk jarak pendek maupun jarak jauh dengan sistem terintegrasi ini secara efektif mengontrol berbagai jenis peralatan rumah tangga dan menjaga manajemen cerdas di antara semua komponen elektronik. Pengguna biasa dapat dengan mudah mengelola sistem terpadu ini dengan menggunakan aplikasi Android . Penelitian yang dilakukan (Madhan dkk., 2024 ; Sutit dkk., 2021) membuat jaringan *Smart Meter* dengan spesifikasi LoRa (*Long Range*) yang memecahkan masalah yang ditimbulkan oleh jaringan nirkabel lainnya.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode perancangan perangkat lunak dan perancangan perangkat keras.

### Perancangan Perangkat Keras

Adapun terdapat 2 desain perancangan perangkat keras, yaitu perancangan pada sisi pengirim dan penerima. Berikut merupakan perancangan pada sisi pengirim yang dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



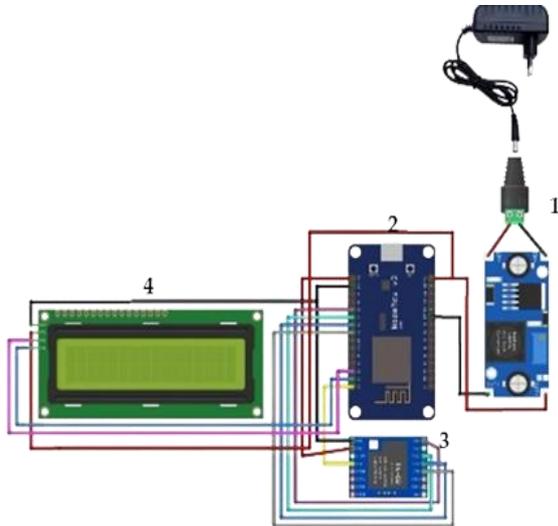
Gambar 1. Desain Rancangan Sisi Pengirim

Berikut keterangan desain pancangan pada Gambar 1, sebagai berikut :

1. Sumber tegangan, perangkat untuk memberikan supply tegangan arus listrik
2. NodeMCU V3, sebagai mikrokontroler
3. Sensor PZEM-004T, digunakan untuk mendeteksi arus, tegangan, daya dan energi.
4. LCD (*Liquid Crystal Display*), menampilkan data yang dibaca oleh sensor

5. Modul LoRa (*Long Range*), digunakan sebagai perangkat komunikasi data
6. Relay, pemutus arus dari sumber listrik
7. Beban

Perancangan pada sisi penerima yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini :



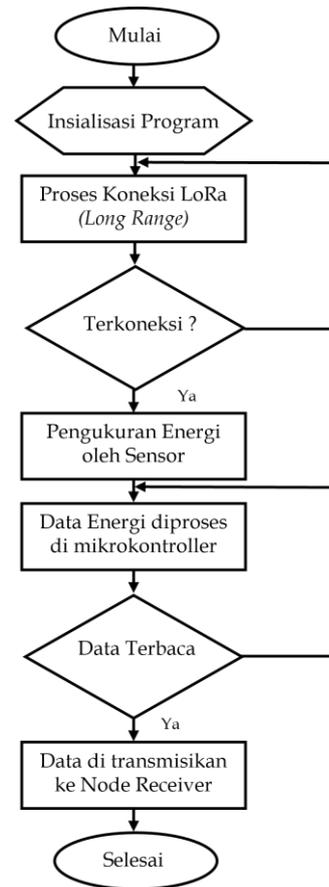
Gambar 2. Desain Rancangan Sisi Penerima

Keterangan desain pancangan pada Gambar 2, sebagai berikut :

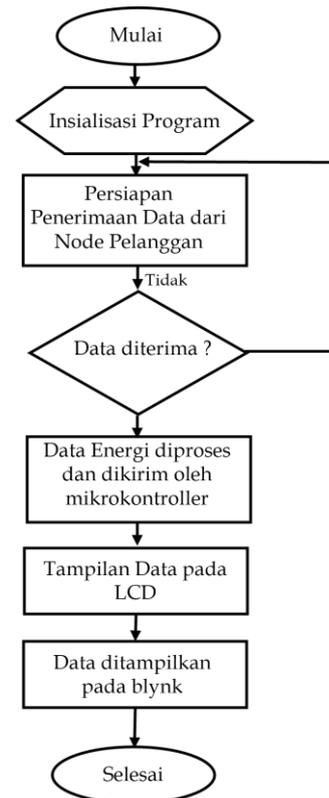
1. Sumber tegangan, perangkat untuk memberikan supply tegangan arus Listrik
2. NodeMCU V3, sebagai mikrokontroler
3. Modul LoRa (*Long Range*), digunakan sebagai perangkat komunikasi data
4. LCD (*Liquid Crystal Display*), indikator pengiriman data LoRa (*Long Range*).

**Perancangan Software**

Perancangan software diawali dengan pembuatan diagram alir, hal ini berfungsi untuk memudahkan peneliti dalam hal pembuatan program. Pada Gambar 3, sisi pelanggan, dilakukan koneksi LoRa, jika LoRa berhasil terkoneksi maka akan dilakukan pengukuran energi yang dikonsumsi oleh perangkat elektronik yang diukur. Kemudian data energi akan diproses oleh mikrokontroler. Jika data berhasil terbaca maka data akan ditransmisikan ke node penerima. Pada Gambar 4, node *receiver* atau penerima, dilakukan proses penerimaan data dari node pelanggan. Jika data berhasil diterima, maka mikrokontroler akan menyimpan dan memproses penerimaan data. Selanjutnya, hasil pengolahan data akan ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Selain itu data yang diterima akan diteruskan ke server untuk ditampilkan dalam aplikasi Blynk. Adapun keseluruhan sistem dalam penelitian disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut ini :



Gambar 3. Flowchart Sistem Node Pelanggan



Gambar 4. Flowchat Sistem Node Penerima

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Implementasi Hardware**

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan sebuah alat sistem monitoring dan kontrol penggunaan perangkat listrik menggunakan LoRa (*Long Range*). Adapapun hasil implementasi dapat ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5. Hasil Implementasi Hardware

Rangkaian ditempatkan pada 2 box panel. Pada box panel 1 (Node Pelanggan) terdiri dari sensor PZEM-004T yang digunakan sebagai pembaca tegangan, daya, arus dan tegangan yang terukur. Sensor PZEM-004T pada node pelanggan ini dihubungkan pada mikrokontroler, selain terdapat sensor pada box panel 1 juga terdapat LCD dan Modul LoRa. Pada box panel 2 (Node Receiver), terdiri dari Modul LoRa (*Long Range*), LCD (*Liquid Crystal Display*) dan Mikrokontroler.

**Hasil Implementasi Software**

Pada penelitian ini implementasi software merupakan hasil penerapan realisasi tampilan Blynk. Pada aplikasi Blynk ini dapat menampilkan nilai tegangan, daya, frekuensi, kWh dan arus yang terukur oleh sensor. Selain itu, pada tampilan aplikasi Blynk terdapat tampilan untuk mengontrol ON / OFF perangkat. Adapun hasil tampilan aplikasi Blynk disajikan pada Gambar 6 dibawah ini :



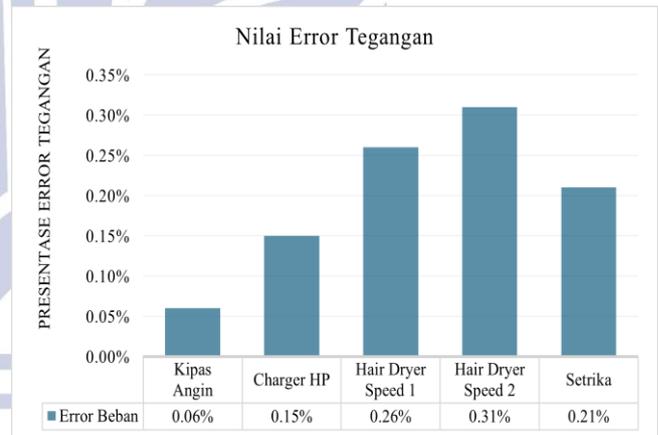
Gambar 6. Implementasi Software

**Pengujian Sensor PZEM-004T**

Pada pengujian sensor dilakukan pengambilan data dimana digunakan untuk mengetahui keakurasian dari pembacaan sensor tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang dibaca oleh sensor PZEM-004T dengan nilai pembacaan alat ukur.

Tabel 1. Pengujian Tegangan (Volt)

No.	Beban	PZEM-004T (Volt)	Multimeter (Volt)	% Error
1	Kipas Angin	231.93	231.78	0.06
2	Charger HP	234.4	234.03	0.15
3	Hair Dryer Speed 1	226.2	225.6	0.26
4	Hair Dryer Speed 2	220.07	220	0.31
5	Setrika	224.7	224.21	0.21
<b>Rata – Rata Error</b>				0.198
<b>Akurasi</b>				99.802%



Gambar 7. Nilai Error Tegangan

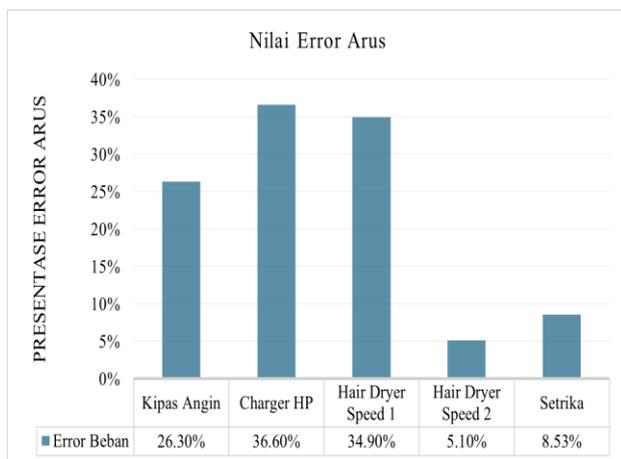
Dari hasil pengukuran tegangan yang dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa nilai error yang dihasilkan pada pengukuran memiliki rata – rata error yang kecil, yaitu sebesar 0.198% sehingga nilai akurasi yang didapatkan pada pengujian perbandingan hasil nilai pengukuran diatas sebesar 99.8%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor dapat diandalkan untuk pengukuran tegangan dengan Tingkat kesalahan yang minim. Grafik presentase nilai error tegangan ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 2. Pengujian Arus (A)

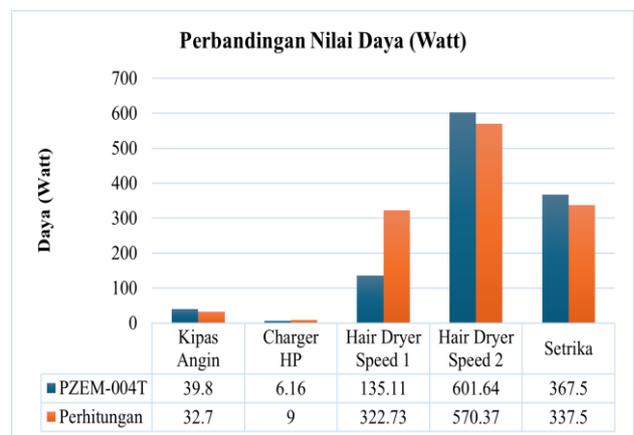
No.	Beban	PZEM-004T (A)	Multimeter (A)	% Error
1	Kipas Angin	0.19	0.14	26.3
2	Charger HP	0.06	0.038	36.6
3	Hair Dryer Speed 1	0.93	1.43	34.9
4	Hair Dryer Speed 2	2.73	2.59	5.1
5	Setrika	1.64	1.5	8.53
<b>Akurasi</b>				<b>86.47%</b>

Tabel 3. Pengujian Daya (Watt)

No.	Beban	PZEM (Watt)	Perhitungan (Watt)	% Error
1	Kipas Angin	39.8	32.7	17.83
2	Charge HP	6.16	9	31.5
3	Hair Dryer Speed 1	135.11	322.73	31.6
4	Hair Dryer Speed 2	601.64	570.37	5.19
5	Setrika	367.5	337.5	8.16
<b>Akurasi</b>				<b>81.14%</b>

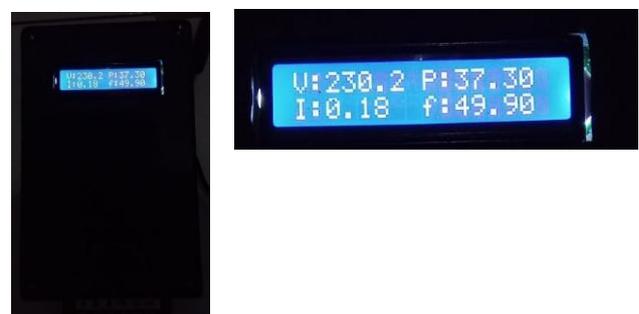


Gambar 8. Preentase Nilai Error Arus



Gambar 9. Perbandingan Nilai Daya

Pada Tabel 2, dapat ditunjukkan nilai hasil pengukuran arus yang mengalir pada beban pengering rambut dengan kecepatan lambat dan cepat memiliki nilai yang berbeda. Pada kecepatan dengan *speed 1* memiliki nilai arus sebesar 1.43A sedangkan pada *speed 2* terbaca 2.59 A. Hal ini dapat diartikan semakin tinggi kecepatan yang digunakan maka akan menghasilkan nilai arus yang semakin besar. Selain itu, dari Tabel 2, menunjukkan nilai akurasi pengukuran arus sebesar 86.47%, pengukuran menggunakan sensor PZEM-004T cukup mendekati hasil dari pengukuran pada alat multimeter meskipun terdapat beberapa beban yang memiliki hasil presentase error yang cukup besar, terutama pada beban *charge handphone* dan *hair dryer speed 1*. Hal ini bisa disebabkan oleh sensitivitas alat pengukuran yang kurang optimal pada arus kecil. Grafik presentase nilai error tegangan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 10. Pengujian Beban

Pada pengujian nilai daya untuk membandingkan hasil daya pada pembacaan sensor maka dilakukan perhitungan secara manual dengan persamaan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \dots\dots\dots (1) \\
 &= 234.02 \times 0.038 \\
 &= 8.89 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- P = Daya Listrik (Watt)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus Listrik (Ampere)

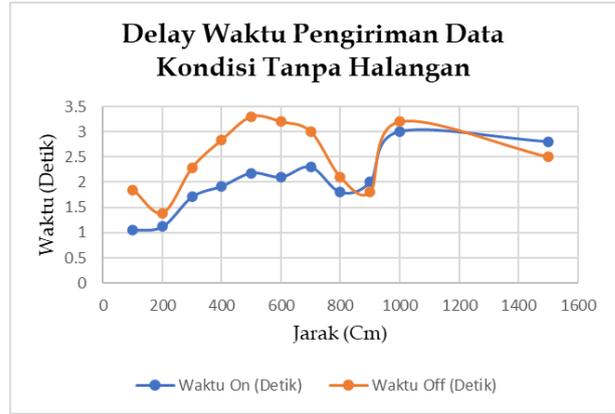
Pada Tabel 3 menunjukkan perbandingan nilai daya yang diukur menggunakan sensor PZEM-004T dan nilai daya yang dihitung menggunakan pengukuran secara teoritis. Dengan melihat perbandingan nilai daya diatas, kita dapat menentukan nilai akurasi pada kerja alat tersebut. Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa nilai akurasi pada pengukuran terdapat perbedaan yang cukup besar. Dan dilihat pada tabel pada beban *Hair Dryer Speed 1* yang memiliki nilai error arus yang cukup besar yaitu sebesar 31.6%. Hal ini dapat menunjukkan dalam pengukuran daya pada beban tersebut mengalami ketidakakuratan yang signifikan yang disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya faktor efisiensi. Secara keseluruhan dengan nilai akurasi sebesar 81.14%, performa kerja pada alat berjalan cukup baik dalam pengukuran daya, meskipun ada kesalahan *error* yang harus diperhatikan, terutama pada beban dengan daya yang rendah. Grafik perbandingan nilai daya beban dapat dilihat pada Gambar 9 dan tampilan LCD pengujian beban ditampilkan pada Gambar 10.

**Pengujian Komunikasi LoRa**

Pada pengujian komunikasi LoRa ini dilakukan 2 pengujian yang pertama pengujian dengan kondisi tanpa halangan dan pengujian dengan kondisi terhalang benda. Pada pengujian ini meliputi pengujian waktu (*delay*).

Tabel 4. Pengujian dengan Kondisi Tanpa Halangan

Pengukuran Ke-	Jarak (cm)	Waktu On (Detik)	Waktu Off (Detik)	Status
1	100	1,05	1,85	Terdeteksi
2	200	1,12	1,39	Terdeteksi
3	300	1,71	2,29	Terdeteksi
4	400	1,92	2,84	Terdeteksi
5	500	2,18	3,3	Terdeteksi
6	600	2,1	3,2	Terdeteksi
7	700	2,3	3	Terdeteksi
8	800	1,8	2,1	Terdeteksi
9	900	2	1,8	Terdeteksi
10	1000	3	3,2	Terdeteksi
11	1500	2,8	2,5	Terdeksi
12	2000	-	-	Tidak Terseteksi
<b>Rata – Rata</b>		1,99	2,49	

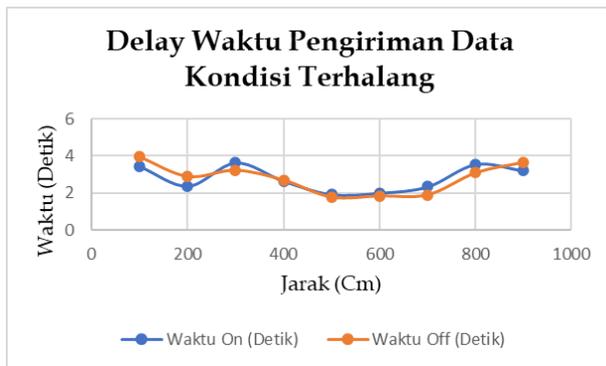


Gambar 11. Grafik Delay Kondisi Tanpa Halangan

Dari hasil pengukuran delay pada Tabel 4, dengan ini dapat dilihat dijarak 500 cm sampai 1500 cm LoRa dapat menjangkau dengan rata - rata nilai *delay* saat kondisi *on* 1.99 detik dan kondisi *off* 2.49 detik. Sedangkan pada jarak 2000 cm LoRa tidak dapat terdeteksi, hal ini dapat menunjukkan bahwa terdapat batasan jangkauan deteksi sensor. Jika dilihat dari hasil diatas, dapat diketahui bahwa semakin jauh jarak yang diuji, maka waktu *delay* akan semakin besar. Ini bisa menunjukkan bahwa semakin jauh jaraknya, sensor membutuhkan waktu lebih lama untuk *on / off* beban. Untuk grafik *delay* pengujian dengan kondisi tanpa terhalang dapat ditunjukkan pada Gambar 11.

Tabel 5. Pengujian dengan Kondisi Terhalang Benda

Pengukuran Ke-	Jarak (cm)	Waktu On (Detik)	Waktu Off (Detik)	Status
1	100	3,43	3,95	Terdeteksi
2	200	2,38	2,90	Terdeteksi
3	300	3,63	3,24	Terdeteksi
4	400	2,64	2,70	Terdeteksi
5	500	1,92	1,78	Terdeteksi
6	600	2	1,85	Terdeteksi
7	700	2,34	1,91	Terdeteksi
8	800	1,8	2,13	Terdeteksi
9	900	3,2	3,67	Terdeteksi
10	1000	-	-	Tidak Terdteksi
11	1500	-	-	Tidak Terdeteksi
12	2000	-	-	Tidak Terdeksi
<b>Rata – Rata</b>		2,786	2,788	



Gambar 12. Grafik Delay Kondisi Terhalang

Dengan kondisi terhalang benda yang ditunjukkan pada Tabel 5, proses komunikasi akan semakin membutuhkan delay yang besar. Pada kondisi terhalang benda saat *on* mempunyai rata – rata *delay* sebesar 2,78 detik dan kondisi *off* sebesar 2,78 detik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan kondisi terhalang dapat menghambat gelombang elektromagnetik serta kualitas sinyal sehingga dapat mengurangi keefektifan sensor. Pada Gambar 12, ditunjukkan nilai *delay* pengiriman data dengan kondisi terhalang benda.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berhasil dikembangkan sebuah alat sistem monitoring dan pengendalian (*controlling*) penggunaan perangkat kelistrikan berbasis LoRa. Alat ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk mendeteksi parameter kelistrikan, seperti daya, arus dan tegangan. Data yang diperoleh dari pengukuran sensor tersebut kemudian akan diolah oleh perangkat nodeMCU untuk diteruskan ke layar LCD, sehingga data dapat dengan mudah dibaca oleh pengguna. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan aplikasi Blynk yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat kelistrikan secara jarak jauh. Dengan demikian, alat ini dapat mempermudah pemantauan dan pengelolaan penggunaan listrik secara efisien dan praktis.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun berhasil direalisasikan dengan baik. Sistem ini menunjukkan performa yang cukup baik dalam pembacaan sensor, terutama dalam mendeteksi tegangan. Rata-rata tingkat akurasi pembacaan tegangan mencapai 99,8%, yang menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan hasil pembacaan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Sementara itu nilai akurasi arus dan daya mencapai nilai 86.47% dan 81.14%, hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi pada pengukuran arus dan daya masih dapat diperbaiki untuk mencapai nilai akurasi yang lebih tinggi. Selain itu, untuk pengujian *delay* dengan kondisi terhalang

benda memiliki nilai *delay* yang lebih besar dengan rata – rata sebesar 2.7 detik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan kondisi terhalang benda dapat mempengaruhi kinerja sistem.

### Saran

Alat ini saat ini hanya menampilkan data secara *real time* tanpa menyimpan informasi secara permanen. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar alat ini dilengkapi dengan sistem *database* untuk menyimpan dan mengelola data yang terkumpul. Selain itu, agar sistem dapat lebih fleksibel, penambahan saklar untuk melakukan restart alat sangat diperlukan, guna memastikan perangkat tetap berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi. Pelanggan juga diharapkan dapat menerima notifikasi secara otomatis jika terjadi kelebihan beban, sehingga mereka dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan. Dengan penambahan fitur-fitur tersebut, diharapkan kinerja alat ini akan semakin optimal dan memberikan kemudahan bagi pengguna.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Ibu Unit Three Kartini, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan tenaga, waktu dan masukan yang sangat bermanfaat selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Wirasasmita, R. H., Prihatmoko, D., & Supriyadi, M. (2022). *Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Pada kWh Meter Menggunakan Arduino Dan Sms Gateway*. Jurnal Disprotek : Vol 13, No.1.
- Amirah., Salman., & Abidin, Z. (2023). *Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Bagi Pelanggan Rumah Tangga Berbasis IoT*. Cogito Smart Journal : Vol 9, No.2.
- Saftari, P. P., & Rosmiati, M. (2023). *IoT-Integrated Android Mobile App For House Electricity Smart Control System*. e-Proceeding of Applied Science : Vol.9, No.3.
- Pradana, A. A., Yuliantoro, P., & Indriyanto, S. (2024). *Perancangan Sistem Monitoring Daya Listrik 1 Fasa Pada Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)*. SINTA Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi, 1(1).
- Hasan, M. Z., & Junianto, E. (2023). *Sistem Monitoring dan Kontrol Peralatan Listrik Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk*. e-Proceeding TEKNIK INFORMATIKA, 4(2).

- Agussalim, M. S., Indra., Wajidi, F., Mansyur, M. F., & Cirua, A. A. A. (2022). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Listrik Pada Layanan Indekos Berbasis Internet of Things*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI), 8(1)
- Risfendra., Ananda, G. F., & Stephanus, A. (2021). *Internet of Things on Electrical Energy Monitoring Using Multi-Electrical Parameter Sensors*. MOTIVECTION : Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering, 3(1).
- Taha, N. Z., & Badran, A. I. (2023). *IoT Based Energy Monitoring and Control System*. International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology (IRJIET), 7(3).
- Pamungkas, L. F., Soetedjo, A., & Widodo, K. A. (2023). *Prototype Sistem Manajemen Energi Pada Rumah Dengan Metode Grouping beban Berbasis Internet Of Things*. Magnetika 7(2).
- Sugihardi., Solekhan., & Dahlan, M. (2022). *Sistem Monitoring Pemakaian Listrik Menggunakan LoRa Berbasis Aplikasi*. Jurnal ELKON, 2(1).
- Prasetyo, A. P., Irawan, Budhi., & Hasibuan, F. C. (2023). *Implementasi Sistem Kontrol Dan Pemantauan Daya Listrik Berbasis IoT Di Desa Tambolosu, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara*. e-Proceeding of Engineering : Vol.10, No.1.
- Mufida, Elly., Adriansyah, M. I., Ihsan, N. M., & Anwar, R. S. (2021). *Perancangan Alat Pendeteksi KWH Meter Berbasis Arduino UnoR3 dan ESP8266*. INSANtek -Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro : Vol.2, No.1.
- Guevara, N. E., Bolanos, Y. H., Diago, J. P., & Segura, J. M. (2022). *Development of a low-cost IoT system based on LoRaWAN for monitoring variables related to electrical energy consumption in low voltage networks*. Journal ELSEIVER. Volume 12.
- Madhan, A., Shunmugalatha, A., & Vigneshwar, A. (2024). *Real-Time Installation of a Smart Energy Meters Using the Long-Range Network*. Journal of Electrical Engineering & Technology, 19:223-236.
- Sutil, F. S., Ortega, A. C., & Hernandez, J. C. (2021). *Design and Implementation of a Smart Energy Meter Using a LoRa Network in Real Time*. Electronics, 10(24),3152.
- Islam, R., Rahman, W., Rubaiat, R., Hasan, M., Reza, M., & Rahman, M. M. (2022). *LoRa and server-based home automation using the internet of things (IoT)*. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences 34 (2022) 3703-3712.