

SISTEM PENGUKURAN DAN OTOMATISASI DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO

Rizki Abdul Hakim Siregar^{1*}, Muhammad Ikhsan², Aidil Halim Lubis³

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

email: ¹*rizkiabdulhakim01@gmail.com, ²mhd.ikhsan@uinsu.ac.id,

³aidilhalimlubis@uinsu.ac.id

Abstract: *The need for an accurate household electrical power measurement and control system is becoming increasingly urgent to prevent equipment damage due to power fluctuations and to optimize energy consumption. This study tested a system with 15, 20, 25, 30, and 40-watt lamp loads using the ZMPT101B sensor for voltage and ACS712 for current, which were integrated with an Arduino Uno. Fuzzy logic was applied to control the relay based on sensor measurements, taking into account parameters such as voltage, current, and power. This fuzzy logic allows the system to make power regulation decisions automatically and adaptively in response to changes in load conditions, thereby increasing system efficiency and reliability. The results show that the system successfully achieved design and automation goals. Measurements on a 15-watt load resulted in a voltage of 218 V, a current of 0.068 A, and a power of 15.33 watts; on a 20-watt load, the voltage was 221 V, the current was 0.091 A, and the power was 19.80 watts; on a 25-watt load, the voltage was 220 V, the current was 0.114 A, and the power was 24.95 watts; on a 30-watt load, the voltage was 219 V, the current was 0.136 A, and the power was 29.84 watts; and on a 40-watt load, the voltage was 219 V, the current was 0.182 A, and the power was 40.36 watts.*

Keyword: *Power Measurement System, Household Energy Control, ZMPT101B Sensor, ACS712 Sensor, Arduino Uno, Fuzzy Logic*

Abstrak: Kebutuhan sistem pengukuran dan kontrol daya listrik rumah tangga yang akurat semakin mendesak untuk menghindari kerusakan peralatan akibat fluktuasi daya dan mengoptimalkan konsumsi energi. Penelitian ini menguji sistem dengan beban lampu 15, 20, 25, 30, dan 40 watt menggunakan sensor ZMPT101B untuk tegangan dan ACS712 untuk arus, yang diintegrasikan dengan Arduino Uno. Logika fuzzy diterapkan untuk mengontrol relay berdasarkan pengukuran sensor, dengan mempertimbangkan parameter tegangan, arus, dan daya. Logika fuzzy ini memungkinkan sistem untuk membuat keputusan pengaturan daya secara otomatis dan adaptif terhadap perubahan kondisi beban, sehingga meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem. Hasil menunjukkan bahwa sistem berhasil dalam perancangan dan otomatisasi. Pengukuran pada beban 15 watt menghasilkan tegangan 218 V, arus 0,068 A, dan daya 15,33 watt pada beban 20 watt, tegangan 221 V, arus 0.091 A, dan daya 19,80 watt pada beban 25 watt, tegangan 220 V, arus 0,114 A, dan daya 24,95 watt; pada beban 30 watt, tegangan 219 V, arus 0,136 A, dan daya 29,84 watt serta pada beban 40 watt, tegangan 219 V, arus 0,182 A, dan daya 40,36 watt.

Kata kunci: Daya Listrik, Kontrol Energi Rumah Tangga, Sensor ZMPT101B, Sensor ACS712, Arduino Uno, Logika Fuzzy

PENDAHULUAN

Penggunaan daya listrik dalam sebuah bangunan bergantung pada

pemakaian. Semakin banyak peralatan yang digunakan maka daya yang terpakai juga akan semakin besar sehingga dapat menyebabkan beban arus yang berlebih

(Eko Nur Andre Prasetyo et al., 2024; Fernando, 2020). Ciri dari beban lebih adalah terjadinya arus lebih pada komponen. Arus lebih ini dapat menimbulkan pemanasan yang berlebihan sehingga bisa menimbulkan kerusakan dan juga dapat menyebabkan hubungan singkat. Hubungan singkat adalah terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung tidak melalui media yang semestinya sehingga terjadi aliran arus yang tidak normal (sangat besar). Korsleting atau *overload* akan bisa berbahaya jika sistem pengaman dalam instalasi listrik tidak berfungsi dengan baik. beban lebih merupakan gangguan yang terjadi akibat konsumsi energi yang melebihi energi listrik yang dihasilkan pembangkit (Bayu Kusumo & Deni Krisnandi, 2023). Maka dibuat alat yang berfungsi memonitoring kondisi arus yang mengalir dan penggunaan daya listrik pada suatu bangunan. Ketika proses pengukuran arus berlangsung, terjadi perubahan arus yang dapat dideteksi oleh sensor arus. Perubahan akan masuk ke dalam rangkaian (Nainggolan et al., 2021). Kemudian diproses menggunakan mikrokontroler untuk dihitung besar arus yang diukur yang kemudian akan ditampilkan dalam bentuk daya dan juga arus yang mengalir. Penggunaan microcontroller didasarkan pada kemudahan dalam implementasi dan pemrosesan data karena bahasa C-nya relatif mudah dan *microcontroller* memiliki fungsi yang dapat diterapkan dalam realisasi alat *monitoring* penggunaan daya listrik ini.

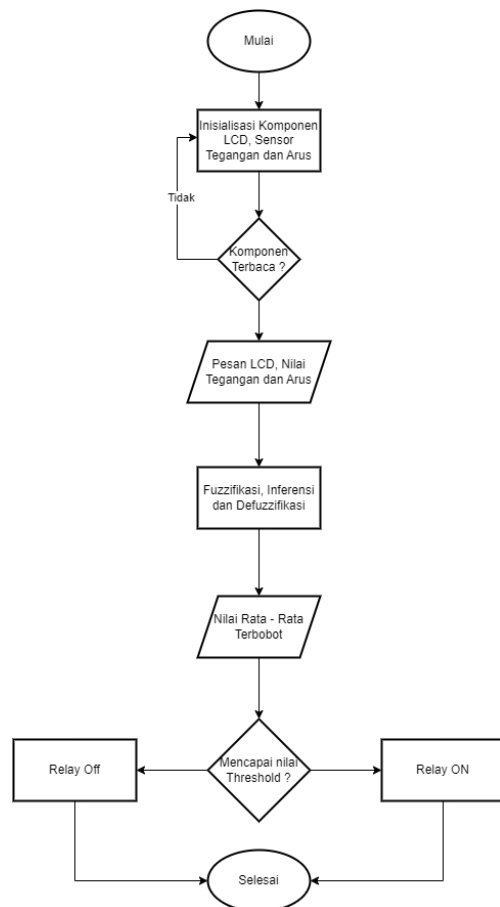
Kilo Watt Hour (KWH) meter adalah alat untuk mengukur energi aktif yang menggunakan suatu alat hitung serta memakai asas induksi. KWH meter tersebut merupakan alat untuk menghitung jumlah kerja listrik (*Watt*

jam) dalam waktu tertentu (Yuniar Adekayanti et al., 2021). Jadi KWH meter dilengkapi dengan satu buah piringan aluminium serta alat hitung yang dapat disebut penghitung mekanis. Alat ukur ini terdiri dari kumparan arus yang dihubungkan seri dengan beban dan kumparan tegangan dihubungkan secara paralel dengan beban (Sriwati et al., 2024).

Sistem ini dirancang agar dapat mencegah terjadinya tegangan berlebih yang dapat membahayakan penghuni rumah. Dalam konteks penelitian, sistem otomatisasi yang berbasis Arduino dan logika *fuzzy* bertindak sebagai mekanisme perlindungan yang kuat. Dengan kemampuan mengukur dan menyesuaikan daya listrik secara *real-time*, sistem ini memberikan lapisan perlindungan tambahan bagi rumah tangga, menghindari risiko bahaya dari tegangan listrik yang tidak stabil. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk memastikan keselamatan penghuni rumah dari potensi bahaya listrik.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan melakukan sebuah penelitian untuk membuat sebuah implementasi pada pengukuran daya listrik rumah tangga dengan penggunaan logika *fuzzy* (Sistem & Tgd, 2023). Sensor yang digunakan pada sistem ini adalah sensor *Voltage* ZMPT101B dan Sensor Arus ACS712. Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah mikrokontroler arduino nano. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output dan mempunyai nilai kontiniu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran (Afandi et al., 2024). Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.

METODE



Gambar 1. Flowchart Sistem

Penjelasan fungsi diagram *flowchart*:

1. Sistem mulai dihidupkan.
2. Inisialisasi program komponen LCD, Sensor Tegangan dan Arus.
3. LCD menampilkan pesan inisialisasi LCD, Nilai Tegangan dan Arus.
4. Sistem melakukan proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi nilai tegangan dan arus.
5. Sistem mengeluarkan nilai rata-rata terbobot
6. Jika nilai rata-rata terbobot mencapai nilai threshold maka Relay dalam keadaan off jika tidak maka Relay dalam keadaan ON.

Proses dimulai dengan menginisialisasi komponen LCD, Sensor

Tegangan dan Arus kemudian, dilakukan proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi berdasarkan nilai masukan dari sensor tegangan dan arus. Selanjutnya, sistem mengeluarkan nilai rata-rata terbobot yang menjadi dasar sistem untuk memutuskan dan menyambungkan aliran listrik ke beban.

HASIL DAN PEMBAHASAN

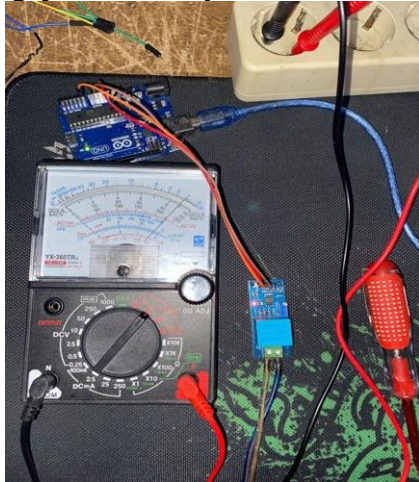
Representasi Data Input Fuzzy Pertama

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dua *input fuzzy* yaitu tegangan dan arus serta dua *output*, yaitu Daya dan Status Relay. Penelitian ini menggunakan beban lampu dengan kapasitas daya 15, 20, 25, 30 dan 40 watt yang diukur menggunakan sensor ZMPT101B dan sensor Arus ACS712. Berikut data pengukuran sebagai berikut ini:

Tabel 1. Data Pengukuran Lampu

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Input	Sensor ZMPT101B	Tinggi	[180 270]
		Normal	[90 180]
		Rendah	[0 90]
Input	Sensor Arus ACS 712	Tinggi	[0.136 , 0.182]
		Normal	[0.091 , 0.136]
		Rendah	[0, 0.091]
Output	Daya	Tinggi	[30 50]
		Normal	[20 30]
		Rendah	[0 20]
Output	Relay	HIGH (1)	
		LOW (0)	

Hasil Perancangan Perangkat Keras Pengujian Catu Daya



**Gambar 2. Pengujian Pengukuran
Catu Daya Sumber Listrik PLN**

Pada pengujian catu daya ini, pengukuran terhadap sumber listrik PLN 220 volt dilakukan menggunakan *voltmeter* digital yang dihubungkan secara paralel dengan jalur masukan listrik. *Voltmeter* menunjukkan nilai tegangan sebesar 219-221 volt. Pengukuran bertujuan untuk memastikan bahwa tegangan yang disuplai oleh PLN berada dalam rentang yang aman dan sesuai untuk peralatan elektronik yang digunakan dalam sistem.

Pengujian Output Sensor ACS712



**Gambar 3. Pengujian Sensor Arus
ACS712**

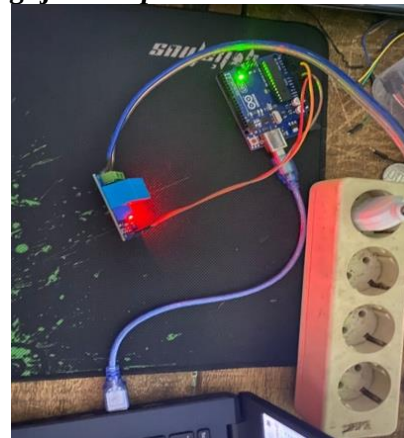
**Tabel 2. Data Pengujian Sensor Arus
ACS712**

No	Beban Lampu (Watt)	Output Sensor Arus ACS712 (Amper)	Arus (Amper) Multimeter	% Error
1	15	0.068	0.070	2.9
2	20	0.091	0.090	1.09
3	25	0.114	0.114	0
4	30	0.136	0.136	0
5	40	0.182	0.184	1.1

**Pengujian Output Daya Listrik
Tabel 3. Data Pengujian Daya Listrik**

No	Beban Lampu (Watt)	Pengukuran Sensor Tegangan	Pengukuran Sensor Arus ACS 712	Perhitungan Daya (watt)
1	15	218	0.068	15.33
2	20	221	0.091	19.80
3	25	220	0.114	24.95
4	30	219	0.136	29.84
5	40	219	0.182	40.36

Pengujian Output Sensor ZMPT101B



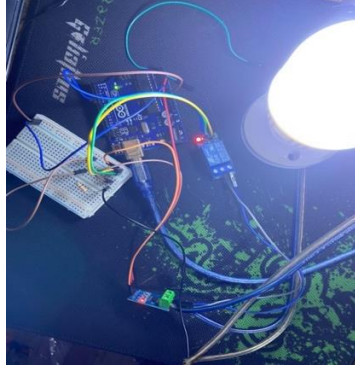
**Gambar 4. Pengujian Output Sensor
ZMPT101**

**Tabel 4. Data Pengujian Sensor
Tegangan ZMPT101**

No	Beban Lampu (Watt)	Pengukuran Sensor Tegangan (volt)	Pengukuran Voltmeter (v)	% error
1	15	218	219	0.45
2	20	221	220	0.45
3	25	220	220	0

4	30	219	219	0
5	40	219	219	0

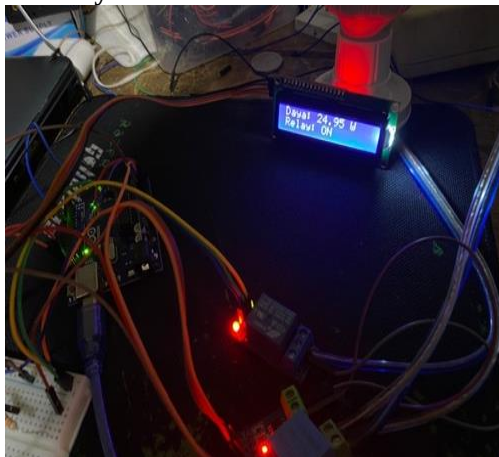
Pengujian Saklar Relay 1 channel pada Lampu



Gambar 5. Pengujian Saklar Relay 1 Channel

No	Beban Lampu (Watt)	Kondisi Saklar Relay (On/Off)	Tegangan Lampu (v)	Arus (amp)
1	15	ON	218	0.068
2	15	Off	0	0
3	20	Off	221	0.091
4	20	Off	0	0
5	25	On	220	0.114
6	25	Off	0	0
7	30	On	219	0.136
8	30	Off	0	0
9	40	On	219	0.182
10	40	On	220	0.184

Pengujian LCD 16X2 dengan Modul I2C Crystal

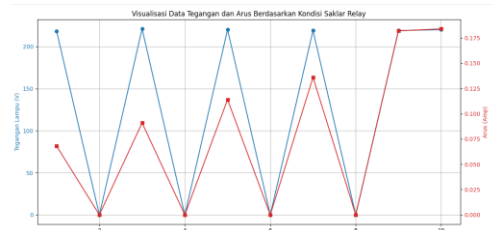


Gambar 6. Pengujian LCD 16X2 I2C module

Tabel 6. Perbandingan Pembacaan Sensor pada LCD

No	Perhitungan Pengukuran			Pembacaan LCD		
	Beban Lampu (Watt)	Status Relay	Daya (Watt)	Beban Lampu (Watt)	Status Relay	Daya (Watt)
1	15	On	15.33	15	On	15.33
2	20	Off	19.80	20	Off	19.80
3	25	On	24.95	25	On	24.95
4	30	On	29.84	30	On	29.84
5	40	On	40.36	40	On	40.36

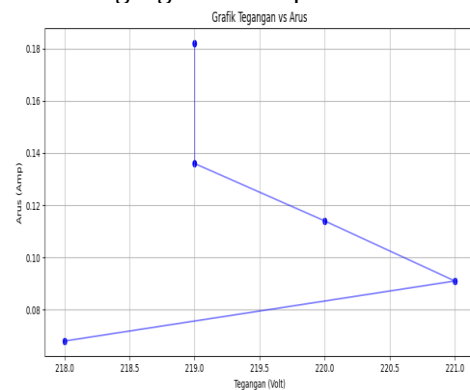
Pengujian Perangkat Lunak Pengujian Logic Fuzzy menggunakan Matlab



Gambar 7. Grafik Logic Fuzzy Relay menggunakan Matlab

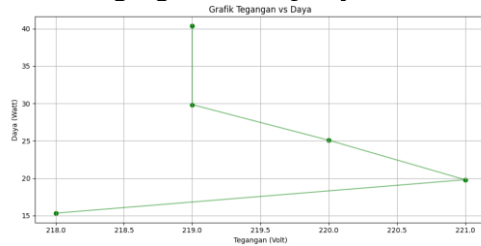
Selanjutnya dilakukan pengukuran analisis data sebagai berikut:

Grafik Tegangan terhadap arus



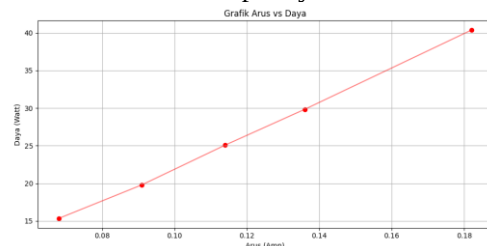
Gambar 8. Grafik Tegangan Terhadap Arus

Grafik Tegangan terhadap daya



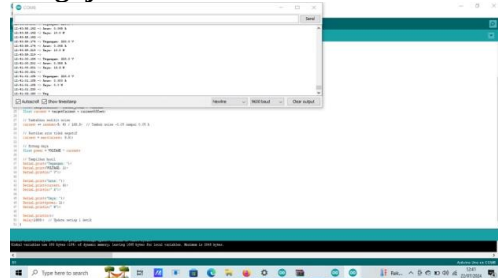
Gambar 9. Grafik Tegangan terhadap Daya

Grafik Arus Terhadap Daya



Gambar 10. Grafik Arus Terhadap Daya

Pengujian Arduino IDE Serial Monitor



Gambar 11. Pengujian Arduino IDE Serial Monitor

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, terdapat beberapa point penting yang dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

1. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban lampu 15, 20, 25, 30, dan 40 watt. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil dalam perancangan mekanik dan otomatisasi. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sensor ZMPT101B dan ACS712 berfungsi dengan baik dalam mengukur tegangan, arus, dan daya. Perolehan hasil pengukuran yang dilakukan

yaitu pada Beban 15 watt menghasilkan nilai Tegangan = 218 V, Arus = 0.068 A, Daya = 15.33 watt. Untuk beban lampu 20 watt, parameter Tegangan = 221 V, Arus = 0.091 A, Daya = 19.80 watt. Beban 25 watt yaitu nilai Tegangan = 220 V, Arus = 0.114 A, Daya = 24.95 watt. Pengukuran dengan beban 30 watt yaitu diperoleh nilai Tegangan = 219 V, Arus = 0.136 A, Daya = 29.84 watt. Beban 40 watt, diperoleh Tegangan = 219 V, Arus = 0.182 A, Daya = 40.36 watt.

2. Integrasi sensor *input* dan *output* dalam rangkaian elektronik menunjukkan bahwa sistem dapat menggabungkan data dari sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus ACS712 dengan mikrokontroler Arduino Uno. Pada pin *input relay*, peneliti menggunakan pin NC, sehingga jika terjadinya tegangan lebih yaitu melebihi tegangan 220 volt, maka *relay* akan *off* untuk mematikan beban lampu, sehingga mencegah terjadinya tegangan lebih yang dapat merusak beban.
3. Penerapan logika *fuzzy* dalam sistem ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mengendalikan beban listrik secara otomatis berdasarkan pengukuran variabel yang tidak pasti. Hasil pengujian menunjukkan bahwa logika *fuzzy* dapat mengatur status *relay* dengan memproses *input* dari sensor tegangan dan arus berdasarkan nilai *output* yang dibaca oleh sensor-sensor tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. S., Soetedjo, A., & Faradisa, I. S. (2024). Desain Sistem Management Energi Listrik Rumah Berbasis Artificial Intelligent Yang Di Implementasikan Pada Prototype Smarthome. *Magnetika*, 2, 224–235.
- Bayu Kusumo, & Deni Krisnandi. (2023). Analisa Kebocoran Arus Pada

- Distribusi Listrik Dengan Simulasi Penerapan Rcbo Schneider 1 Phasa 6 Amper Pada Rumah Hunian. *Jurnal Elektro*, 11(1), 81–95. <https://doi.org/10.61488/jetro.v11i1.430>
- Eko Nur Andre Prasetyo, Asep Suhendi, & Asep Suhendi. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Aplikasi Android Pada Panel Pp-3 Lab. A Gedung Deli Universitas Telkom. *E-Proceeding of Engineering*, 11(4), 3054–3061.
- Fernando, D. (2020). Monitoring Penggunaan Daya Listrik Satu Fasa. *MSI Transaction on Education*, 1(4), 176–182.
- Nainggolan, E., Warman, E., Syafril, M., & Siregar, L. A. (2021). Perancangan Smarthome Dirumah Tipe 36 Dengan Iot Pengontrolan Plc Bertenaga Panel Surya. *Jurnal Simetri Rekayasa*, 3, 165–177. <https://doi.org/10.15575/jw.xxx.xxx>
- Sistem, J., & Tgd, K. (2023). Sistem Monitoring Otomatis Pembibitan Stroberi Dalam Rumah Kaca Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler. *JURNAL SISTEM KOMPUTER TGD*, 2(2), 79–88. <https://doi.org/10.53513/jursik.v2i2.7314>
- Sriwati, Khaidir, M., & Risaldi. (2024). Modul Praktikum Instrumentasi Dan Pengukuran Besaran Listrik. *Al-Gazali Journal Of Mechanical Engineering*, 2(1), 14–23.
- Yuniar Adekayanti, Iksan Adiasa, & Ismi Mashabai. (2021). Analisis Gangguan Pada KWH Meter Pelanggan Di PT. PLN (PERSERO) UP3 Sumbawa Menggunakan Fishbone Dan Pdca (Plan, Do, Check, Action). *Jurnal Industri & Teknologi Samawa*, 2, 22–31. <https://doi.org/10.36761/jitsa.v2i1.1020>