

SISTEM PINTAR KONTROL AIR CONDITIONER (AC) BERBASIS FUZZY LOGIC DAN PENGARUHNYA PADA KONSUMSI ENERGI LISTRIK

Tomas Palallo¹, Nurhani Amin², Yusraini Arifin³, Ratih Maratus S⁴, Irwan Mahmudi⁵

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako^{1,2,3}
email : tomaspalallo11@gmail.com²

ABSTRACT

The manual use of Air Conditioners (AC) often leads to excessive electricity consumption, as temperature settings are not adjusted to actual environmental conditions. This study aims to design and implement an AC control system based on Mamdani fuzzy logic to automatically regulate room temperature according to thermal comfort standards, as well as to analyze its effect on electricity consumption. The system was developed using four DHT11 sensors connected to an ESP32 microcontroller as the main controller, while energy consumption was monitored using a PZEM-004T sensor and transmitted to the ThingSpeak platform. Experimental results show that the fuzzy logic-based control system was able to adaptively adjust the AC temperature with high accuracy. The application of the system resulted in an energy consumption of 5.01 kWh over three days, compared to 8.87 kWh under manual control. Thus, the system achieved energy savings of 3.86 kWh or 43.82%. These findings demonstrate that applying fuzzy logic to AC control is effective in improving energy efficiency and supporting electricity cost reduction.

Keywords: Fuzzy logic, AC control, energy efficiency, ESP32, DHT11 sensor

INTISARI

Penggunaan Air Conditioner (AC) secara manual sering kali menyebabkan konsumsi energi listrik yang berlebihan karena pengaturan suhu tidak disesuaikan dengan kondisi lingkungan secara nyata. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol AC berbasis logika fuzzy Mamdani yang mampu mengatur suhu ruangan secara otomatis sesuai standar kenyamanan termal, serta menganalisis pengaruhnya terhadap konsumsi energi listrik. Sistem ini dibangun menggunakan empat sensor DHT11 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sedangkan konsumsi energi dipantau dengan sensor PZEM-004T dan dikirimkan ke platform ThingSpeak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis fuzzy logic mampu menyesuaikan suhu AC secara adaptif dengan tingkat akurasi yang baik. Penerapan sistem ini menghasilkan konsumsi energi sebesar 5,01 kWh selama tiga hari, dibandingkan 8,87 kWh pada kondisi tanpa fuzzy logic. Dengan demikian, sistem berhasil menghemat energi sebesar 3,86 kWh atau setara 43,82%. Temuan ini membuktikan bahwa penerapan logika fuzzy pada kontrol AC efektif dalam meningkatkan efisiensi energi listrik sekaligus mendukung upaya penghematan biaya listrik.

Kata kunci: logika fuzzy, kontrol AC, efisiensi energi, ESP32, sensor DHT11

I. PENDAHULUAN

Air conditioner (AC) merupakan salah satu alat elektronik yang paling banyak digunakan di dunia untuk mengendalikan suhu ruangan agar lebih nyaman dihuni, meskipun termasuk alat elektronik yang paling boros energi. Pada umumnya, pengaturan suhu ruangan pada AC dilakukan secara manual oleh pengguna, di mana mereka harus mengatur suhu ruangan secara berkala dan menyesuaikannya dengan keinginan mereka. Hal ini dapat menimbulkan

ketidaknyamanan bagi pengguna karena mereka harus sering-sering meninggalkan aktivitas mereka untuk mengatur suhu ruangan.

Pengaturan suhu ruangan secara manual dapat menyebabkan konsumsi energi listrik yang tidak efisien karena pengguna sering kali tidak memperhitungkan faktor-faktor seperti kondisi cuaca dan waktu. Hal ini dapat mengakibatkan penggunaan energi berlebihan, baik dalam pemanasan maupun pendinginan ruangan, karena sistem tidak disesuaikan dengan kondisi suhu

ruangan yang sebenarnya yang memungkinkan penggunaan energi yang lebih efisien. (Abdilah et al., 2022).

Untuk itu, diperlukan sistem kontrol AC yang dapat mengatur suhu ruangan secara otomatis sesuai dengan suhu kenyamanan termal manusia di Indonesia 22,8°C sampai 25,8°C dan kelembapan relatif 55% sampai 60% yang diatur dalam Standar Nasional Indonesia SNI 03-6572- 2001. Sistem kontrol AC yang otomatis dapat memberikan kenyamanan bagi pengguna dan juga dapat menghemat konsumsi energi listrik. Oleh sebab itu penulis memilih judul tugas akhir “SISTEM PINTAR KONTROL AIR CONDITIONER (AC) BERBASIS FUZZY LOGIC DAN PENGARUHNYA PADA KONSUMSI ENERGI LISTRIK”.

II. LANDASAN TEORI

A. AC (Air Conditioning) Sistem

Dalam Air Conditioner(AC) terdapat beberapa bagian atau komponen komponen utama dan fungsinya adalah sebagai berikut :

1. Kompresor

Komponen AC yang satu ini berfungsi untuk menghisap dan menekan uap refrigerant dari evaporator yang mana kompresor menjadi salah satu komponen utama pada unit pendingin ruangan atau AC . Setelah itu, kompresor akan mengompresi uap tersebut sehingga suhu dan tekanannya lebih tinggi. Fungsi lain dari kompresor di sini juga akan mempertahankan perbedaan tekanan dan temperature dalam sistem. Komponen AC ini juga membantu mengalirkan refrigerant ke seluruh sistem pendingin. Intinya pendingin ruangan akan sangat bergantung pada kompresor ini untuk mengatur tekanan udara.

B. Logika fuzzy

Logika *fuzzy* atau dalam istilah bahasa inggris disebut *fuzzy logic* merupakan bentuk logika bernilai banyak yang memiliki nilai kebenaran variabel dalam bilangan real antara 0

dan 1. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya tentang teori himpunan *fuzzy* pada tahun 1965. Lotfi Asker Zadeh adalah seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dari Universitas California di Barkeley.

C. Konsumsi energi listrik

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), konsumsi listrik didefinisikan sebagai jumlah energi listrik yang digunakan oleh suatu peralatan atau instalasi listrik dalam satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam kilowatt-jam (kWh). SNI 04-6956.1:2005 tentang Persyaratan Umum Instalasi Listrik Tegangan Rendah, mendefinisikan konsumsi listrik sebagai berikut :

Konsumsi energi listrik adalah energi listrik yang digunakan oleh suatu peralatan atau instalasi listrik dalam satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam kilowatt-jam (kWh).

D. Standar nasional Indonesia(SNI)03-6572-2001

Standar Nasional Indonesia (SNI) yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung. Tata cara dalam perancangan sistem ventilasi ini, sebagai pedoman untuk semua pihak yang terlibat dalam perencanaan, pembangunan dan pengelolaan gedung, dan bertujuan untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan bagi tamu dan penghuni yang berada maupun yang menempati gedung tersebut.

E. Sensor suhu DHT11

DHT-11 merupakan sensor suhu dan kelembapan yang memiliki output yang stabil serta dapat diandalkan untuk penggunaan jangka panjang. Sensor ini mengukur suhu di sekitarnya dan menghasilkan sinyal digital pada pin data,

sehingga tidak memerlukan sinyal input analog dalam pengoperasiannya

F. NodeMCU ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler penerus dari mikrokontroler ESP328266. Yang menjadi pembeda ESP32 ialah memiliki wifi dan bluetooth, yang akan sangat membantu untuk membangun IoT yang membutuhkan konektivitas nirkabel. Fungsifungsi ini tidak termasuk dalam ESP328266, maka ini merupakan peningkatannya.

G. Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T merupakan modul sensor yang multifungsi contohnya digunakan untuk pengukuran daya aktif, tegangan AC, frekuensi, energi aktif, dan arus yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Penggunaan sensor ini khusus untuk penggunaan di dalam ruangan, selain itu beban yang terpasang tidak boleh melebihi daya yang sudah ditetapkan. Sensor PZEM-004T data dibaca melalui interface TTL dari modul ini adalah interface pasif, membutuhkan catu daya eksternal 5v artinya jika berkomunikasi keempat port (5V, RX, TX, GND) harus terhubung. Sensor PZEM004T mempunyai dimensi fisik dari papan sensor PZEM-004T 3,1 × 7,4 cm selain itu sensor PZEM-004T dibundel dengan sebuah kumparan trafo arus diameter 3 mm digunakan untuk mengukur arus maksimal rentang pengukuran 100A untuk External Transformator, dan rentang pengukuran 10A untuk Built-in Shunt.

H. Infrared receiver

Komponen yang dapat menerima infra merah ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa dioda (photodioda) atau transistor (phototransistor). Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya infra merah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal infra merah sebanyak mungkin sehingga

pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik.

I. Infrared Transmitter

Infrared transmitter merupakan suatu model pengirim data melalui gelombang infra merah dengan frekuensi carrier sebesar 38 kHz. Modul ini dapat difungsikan sebagai output dalam aplikasi transmisi data nirkabel seperti robotic, sistem pengamanan, dan sebagainya. Pemancar yang digunakan pada sistem ini terdiri atas sebuah Light Emitting Diode (LED). LED adalah suatu bahan semi konduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. LED infra merah jenis diode yang memancarkan cahaya infra merah, aplikasi sederhana penggunaan LED infra merah ini adalah pada remote TV. LED infra merah pada dasarnya adalah diode PN silicon biasa yang dikemas dalam kotak transparan..

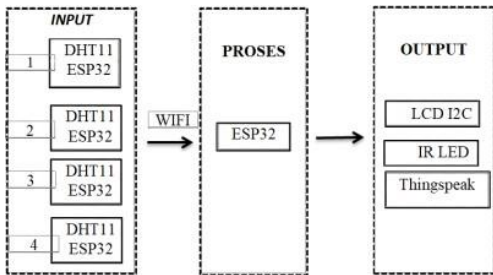
J. Wireles Mesh Network

Wireless Mesh Network (WMN) adalah jaringan nirkabel dengan topologi mesh. Ketika tugas dari setiap node dalam jaringan adalah untuk menjaga node lainnya. Baik mengirim data atau menerima data melalui base station, yang berarti bahwa setiap node bekerja sama untuk menyelesaikan tugasnya, meskipun satu node tidak dapat bekerja, node lain yang tidak aktif dapat mengambil alih proses komunikasi dengan mengatur dan mengatur dirinya sendiri. Karakteristik cakupan WMN tidak dibatasi oleh koneksi ke base station, karena node yang tidak tercakup oleh base station ditutupi oleh node yang terhubung langsung ke base station, yang disebut gateway. Jaringan mesh nirkabel terintegrasi dengan Internet, jaringan seluler, jaringan IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16 dan jaringan sensor nirkabel.

III. METODE PENELITIAN

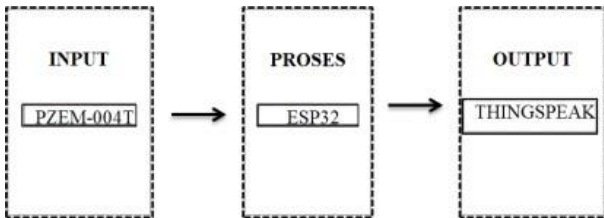
Metode Penelitian / Metode merupakan prosedur atau teknik penelitian. Antara satu penelitian dengan penelitian yang lain, prosedur dan tekniknya bisa saja berbeda.

1. Diagram Blok Sistem perangkat AC controller



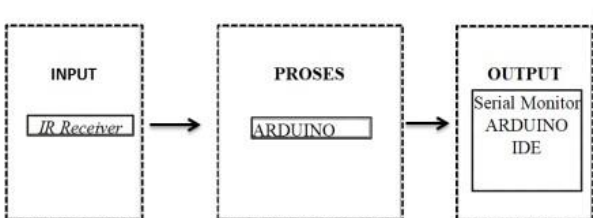
Gambar 1. Diagram blok perangkat AC controller

2. Diagram blok perangkat monitoring energi listrik



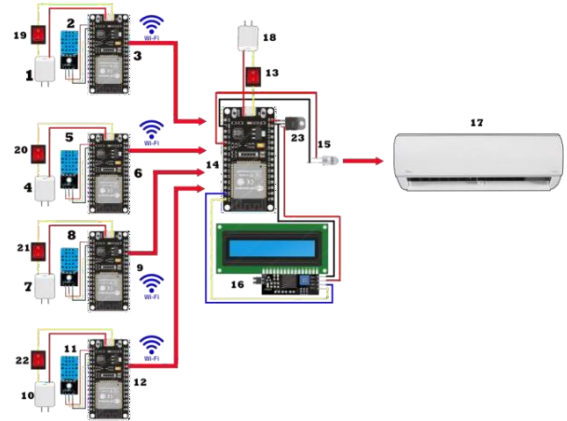
Gambar 2. Diagram blok perangkat monitoring energi listrik

3. Diagram blok perangkat perekam kode remote



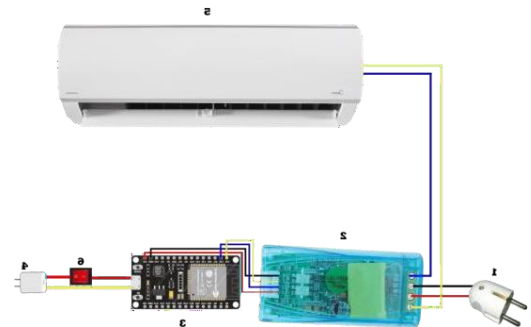
Gambar 3. Diagram blok perekam kode remote

4. Perancangan sistem perangkat AC controller



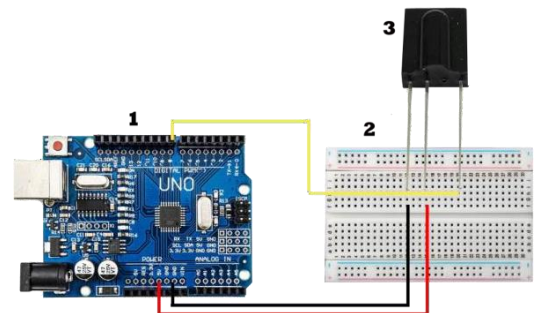
Gambar 4. perancangan sistem perangkat AC controller

5. Perancangan sistem perangkat monitoring energi listrik



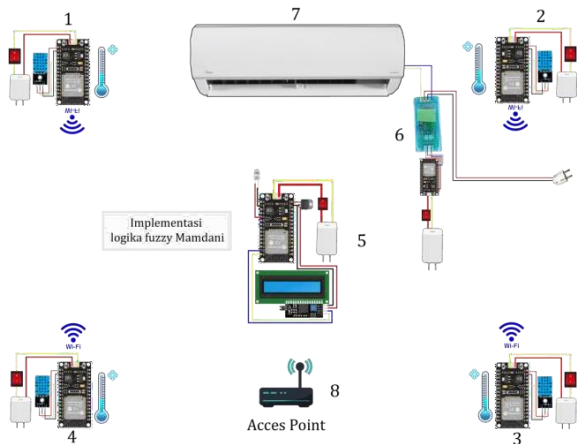
Gambar 5. Perancangan sistem perangkat monitoring energi listrik

6. Perancangan sistem perangkat perekam kode remote



Gambar 6. Perancangan sistem perangkat perekam kode remote

7. Skema perancangan alat dalam ruangan.



Gambar 7. Skema perancangan alat dalam ruangan

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

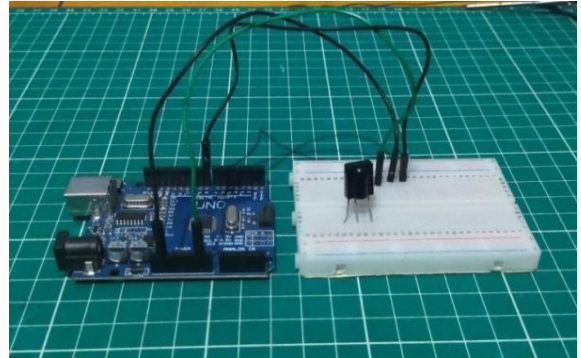
Hasil perancangan perangkat keras dan penelitian dengan judul “Sistem Pintar Kontrol Air Conditioner(AC) Berbasis *Fuzzy logic* Dan Pengaruhnya Pada Konsumsi Energi Listrik” disajikan dalam bentuk alat, software, data, serta analisis data. Berikut adalah hasil perancangan dan penelitian.

A. Bentuk fisik perangkat AC controller



Gambar 8. Bentuk fisik perangkat AC controller

B. Bentuk fisik perangkat monitoring energi listrik



Gambar 9. Bentuk fisik perangkat perekam kode remote

C. Bentuk fisik perekam kode remote



Gambar 10. Bentuk fisik perangkat perekam kode remote

D. Pengujian perangkat perekam kode remote

Tabel 4. 1 Pengujian perangkat perekam kode remote

No	Suhu (°C)	Kode Remot (Hexadesimal)
1	16	860815E
2	17	860825F
3	18	8608350
4	19	8608451
5	20	8608552
6	21	8608653
7	22	8608754
8	23	8608855
9	24	8608956
10	25	8608A57
11	26	8608B58

12	27	8608C59
13	28	8608D5A
14	29	8608E5B
15	30	8608F5C

E. Pengujian konsumsi energi listrik

Tabel 4.2 Pengujian konsumsi energi listrik antara penggunaan tanpa logika *fuzzy* dan dengan logika *fuzzy*

No	Hari/Tanggal	Kondisi	Konsumsi Energi (kWh)	Total kWh	Selisih (kWh)	P Energi (%)
1	Selasa, 3 Juni 2025	Dengan Fuzzy	1,28	5,01	3,86	43,82
2	Rabu, 4 Juni 2025	Dengan Fuzzy	2,04			
3	Selasa, 10 Juni 2025	Dengan Fuzzy	1,69			
4	Kamis, 12 Juni 2025	Tanpa Fuzzy	3,01	8,87		
5	Jumat, 13 Juni 2025	Tanpa Fuzzy	3,08			
6	Senin, 14 Juli 2025	Tanpa Fuzzy	1,69			

F. Pengujian sensor

1. Pengujian sensor DHT11 dan alat ukur digital HTC-2 untuk suhu

Tabel 4.3 Pengujian sensor DHT11 dan alat ukur digital HTC-2 untuk kelembapan

No	Waktu	Suhu DHT11 (°C)	Suhu HTC-2 (°C)	Selisih (°C)	Error (%)
1	09:53	30,2	30,7	0,5	1,63
2	09:58	30,8	31,0	0,2	0,64
3	10:03	31,3	31,4	0,1	0,32
4	10:08	31,8	32,0	0,2	0,63
5	10:13	32,3	32,4	0,1	0,31
Rata-rata Error					0,71

2. Pengujian sensor DHT11 dan alat ukur digital HTC-2 untuk kelembapan

Tabel 4.4 Pengujian sensor DHT11 dan alat ukur digital HTC-2 untuk kelembapan

No	Waktu	Kelembapan DHT11 (%)	Kelembapan HTC-2 (%)	Selisih (%)	Error (%)
1	09:53	75	76	1	1,32
2	09:58	74	75	1	1,33
3	10:03	72	75	3	4,00
4	10:08	71	74	3	4,05
5	10:13	71	72	1	1,39
Rata-rata Error					2,42

3. Pengujian PZEM004T dan alat ukur digital kWh meter D96-2049

Tabel 4.5 Pengujian PZEM004T dan alat ukur digital kWh meter D96-2049

No	Parameter	PZEM-004T	D96-2049	Selisih (Δ)	Error (%)	Lama Waktu
1	Tegangan (V)	207	206	1	0,49	Sesaat
2	Arus (A)	1,60	1,59	0,01	0,63	Sesaat
3	Daya (W)	321	329	8	2,43	Sesaat
4	Energi (kWh)	0,35	0,34	0,01	2,94	12:54 – 13:54

4. Pengujian pengaruh perubahan suhu dan kelembapan terhadap suhu set AC

Tabel 4.6 Pengujian pengaruh perubahan suhu dan kelembapan terhadap suhu set AC

No	Suhu Rata-rata	Kelembapan Rata-rata	Suhu set AC
1	32,88	57	25
2	32,85	57,5	24
3	32,75	58	23
4	32,75	58,25	22
5	32,75	58,75	21
6	32,75	61,25	20
7	33,13	64,5	19

V. KESIMPULAN

1. Sistem berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan metode logika *fuzzy* Mamdani yang mengontrol suhu AC secara otomatis berdasarkan input suhu dan kelembapan ruangan. Data suhu dan kelembapan dikirimkan dari empat sensor

DHT11 yang terpasang di empat sudut ruangan dan diproses oleh ESP32 perangkat AC *controller* secara real-time. Output dari sistem *fuzzy* menghasilkan suhu setpoint yang dikirim ke AC melalui sinyal inframerah (IR).

2. Penerapan logika *fuzzy* pada kontrol AC menghasilkan total konsumsi energi listrik sebesar 5,01 kWh selama tiga hari pengujian, sedangkan pada kondisi tanpa logika *fuzzy* tercatat sebesar 8,87 kWh.
3. Sistem kontrol AC berbasis *fuzzy logic* mampu menurunkan konsumsi energi listrik sebesar 3,86 kWh, atau setara dengan 43,82%, dibandingkan dengan penggunaan AC tanpa logika *fuzzy*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis *fuzzy logic* efektif dalam meningkatkan efisiensi energi listrik pada AC, serta berpotensi mengurangi biaya operasional dan mendukung upaya penghematan energi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdilah, B. A., Murti, M. A., & Fuadi, A. Z. (2022). Rancang Bangun Pengontrolan AC (Air Conditioner) Untuk Penghematan Energi Dengan Kendali *Fuzzy logic* Sugeno Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan LoRa. Vol. 9 No. 5 (2022):Oktober 2022.
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.AC.id/index.php/engineering/article/view/18502>
- [2] Anif, M., & Prasetyo, B. H. (2019). Kendali dan Monitoring Ruang Server dengan Sensor Suhu DHT-11, Gas MQ-2 serta Notifikasi SMS. Vol ., 1.
- [3] Dzul Rahman. (2023, March 17). Mengenal Wireless Mesh Network. S1Teknik Telekomunikasi - Telkom University Jakarta. <https://bte-jkt.telkomuniversity.AC.id/mengenal-wireless-mesh-network/>
- [4] Fikriyah, L., & Rohmanu, A. (2018). SISTEM KONTROL PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN ARDUINO WEB SERVER DAN EMBEDDED *FUZZY LOGIC* DI PT. INOAC POLYTECHNO INDONESIA. 3(1).
- [5] Iksal, I., Saefudin, S., & Aswad, I. (2016). RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*. ETHOS (Jurnal Penelitian dan Pengabdian), 207.
<https://doi.org/10.29313/ethos.v0i0.1790>
- [6] Pramesti, N. M. G. A. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengendali Air Conditioner Dengan *Fuzzy Logic*. Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET), 1(1),Article1.
<https://doi.org/10.26740/inajet.v1n1.p23-27>
- [7] Pratama, R. A., Pratikto, P., & Arman, M. (2023). Sistem Akuisisi Data Temperatur Showcase Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dengan Sensor Termokopel dan Logging ke Google Spreadsheets. 14(1), 252–257.
- [8] Yulistiani, T. (2023). ALAT PEMBATAS ARUSADJUSTABLE LIMITER BERBASIS MIKROKONTROLER.
- [9] Yusniati, Y. (2018). Penggunaan Sensor Infrared Switching Pada Motor DC Satu Fasa. JET (Journal of Electrical Technology), 3(2), 90–96.