

**PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU  
RUANGAN BATERAI BASAH BERBASIS LOGIKA  
FUZZY MAMDANI**

**SKRIPSI**

**Metodi Usman Gulo**

**20210120036**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN  
UNIVERSITAS NUSA PUTRA  
SUKABUMI**

**2025**

**PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU  
RUANGAN BATERAI BASAH BERBASIS LOGIKA  
FUZZY MAMDANI**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

**Metodi Usman Gulo**

**20210120036**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN  
UNIVERSITAS NUSA PUTRA  
SUKABUMI  
2025**

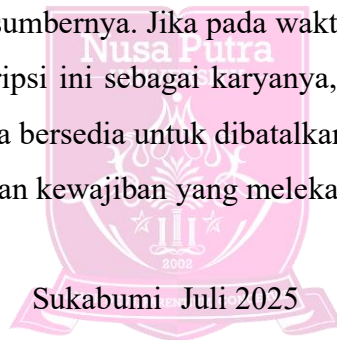
## PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU  
RUANGAN BATERAI BASAH BERBASIS LOGIKA FUZZY  
MAMDANI

NAMA : METODI USMAN GULO

NIM 20210120036

“Saya Menyatakan Dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa skripsi ini adalah karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya Beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”



Materai

METODI USMAN GULO

penulis

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU  
RUANGAN BATERAI BASAH BERBASIS FUZZY LOGIC  
MAMDANI

NAMA : METODI USMAN GULO

NIM 20210120036

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 18 Juli 2025. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Elektro.

Sukabumi, 18 Juli 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Trisiani Dewi Hendrawati, S.Pd, M.T.

NIDN. 0420038701

Panji Naputra, S.T., M.T

NIDN. 0427027803

Ketua Penguji

Ketua Program Studi

Ir. Marina Artiyasa, S.T.,M.T.,IPM

NIDN. 0403127308

Panji Naputra, S.T., M.T

NIDN. 0427027803

Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T.IPM., ASEAN. Eng

NIDN: 0402037401

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### **Skripsi ini kutunjukkan Kepada:**

" kedua orang tua saya, Ayah dan Ibu, yang tak henti-hentinya memberikan doa dan dukungan, terlebih saat saya merantau untuk menempuh pendidikan di perguruan tinggi. Kehadiran mereka, meski dari kejauhan, menjadi kekuatan utama dalam menjalani setiap langkah hingga akhirnya saya berhasil menyelesaikan studi ini. Saya juga berterima kasih kepada saudara-saudara saya atas semangat yang tak pernah putus, serta teman-teman seperjuangan yang telah menjadi sahabat dalam menghadapi berbagai tantangan selama kuliah. Capaian ini adalah hasil dari kebersamaan, doa, dan dukungan kalian semua."

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Metodi Usman Gulo

NIM 20210120026

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-exclusive RoyaltyFree Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU RUANGAN BATERAI BASAH BERBASIS FUZZY LOGIC MAMDANI” Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat :.....

Pada Tanggal:.....

Yang Menyatakan

(Metodi Usman Gulo)

## ABSTRAK

Suhu ekstrem dapat mengganggu performa dan memperpendek umur baterai basah. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring dan kontrol suhu otomatis berbasis ESP-32 dengan Logika Fuzzy Mamdani dan IoT untuk ruang penyimpanan baterai. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk suhu, sensor PIR untuk gerakan, kipas DC, dan lampu, dengan data dikirim real-time via MQTT ke *dashboard* web. Perangkat lunak mengimplementasikan Logika Fuzzy Mamdani dengan 15 *Rule* untuk mengontrol kipas dan lampu. Pengujian akurasi sensor DHT22 menunjukkan Mean Absolute Error (MAE) 0.54 °C dan Root Mean Squared Error (RMSE) 0.599 °C. Sistem diuji pada suhu 20°C (lampu aktif), 35°C (kipas aktif), dan 40°C (keduanya aktif). Validasi fuzzy menunjukkan rata-rata selisih kesalahan kurang dari 5%, dan respons PIR kurang dari 1 detik. Dengan Referensi untuk Implementasi membuktikan sistem efektif menjaga suhu stabil, mengurangi risiko overheating, serta meningkatkan efisiensi operasional secara otomatis, hemat energi, dan berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Ruang Baterai, Monitoring Suhu, Kontrol Suhu, Fuzzy Mamdani, IoT, ESP-32.



## ABSTRACT

*Extreme temperatures can impair the performance and shorten the lifespan of wet batteries. This research develops an automatic temperature monitoring and control system based on ESP-32 with Mamdani Fuzzy Logic and IoT for battery storage. The system uses a DHT22 sensor for temperature, a PIR sensor for motion, a DC fan, and a light, with data sent in real-time via MQTT to a web dashboard. The software implements Mamdani Fuzzy Logic with 15 rules to control the fan and light. The accuracy testing of the DHT22 sensor shows a Mean Absolute Error (MAE) of 0.54 °C and a Root Mean Squared Error (RMSE) of 0.599 °C. The system is tested at temperatures of 20°C (light on), 35°C (fan on), and 40°C (both on). Fuzzy validation shows a difference in average error of less than 5%, and a PIR response time of less than 1 second. Implementation has proven the system's effectiveness in maintaining temperature stability, reducing the risk of overheating, and improving operational efficiency automatically, energy-efficiently, and sustainably.*

**Keywords:** *Battery Room, Temperature Monitoring, Temperature Control, Fuzzy Mamdani, IoT, ESP-32.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang maha kuasa Sang Sumber hikmat dan kekuatan. Berkat kasih dan penyertaan-Nya yang setia, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “ pengembangan sistem monitoring dan kontrol suhu ruangan baterai basah berbasis logika fuzzy mamdani”. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai syarat lulus menyelesaikan masa studi dan mendapat penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan hormat kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi dan seterusnya.
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi
3. Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi, Panji Naputra, S.T., M.T. dan seterusnya.
4. Dosen Pembimbing I Universitas Nusa Putra Sukabumi, Trisiani Dewi Hendrawati, S.Pd, M.T.
5. Dosen Pembimbing II Universitas Nusa Putra Sukabumi, Panji Naputra, S.T., M.T.
6. Ketua Dosen Penguji Marina Artiyasa, S.T., M.T
7. Para Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi.
8. Kedua orang tua terkasih, Ayah dan Ibu, atas doa dan dukungan terlebih saat penulis menjalani kehidupan sebagai mahasiswa.
9. Sahabat dan rekan-rekan yang telah hadir sebagai penguat, penyemangat.
10. Semua pihak yang telah membantu pelaksanaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Kuasa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Sukabumi, Juli 2025

Metodi Usman Gulo

## DAFTAR ISI

|                                                      | HALAMAN     |
|------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL.....</b>                            | <b>i</b>    |
| <b>FUZZY MAMDANI.....</b>                            | <b>i</b>    |
| <b>PERNYATAAN PENULIS.....</b>                       | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>                | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b> | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK.....</b>                                  | <b>vi</b>   |
| <b><i>ABSTRACT</i>.....</b>                          | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                           | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                              | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                           | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                            | <b>xiv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                       | <b>1</b>    |
| 10.1. Latar Belakang Masalah .....                   | 1           |
| 10.2. Rumusan Masalah.....                           | 4           |
| 10.3. Batasan Masalah .....                          | 4           |
| 10.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....            | 4           |
| 10.5. Sistematika Penulisan .....                    | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                 | <b>7</b>    |
| 2.1. Penelitian Terkait.....                         | 7           |
| 2.2. Kesimpulan Dan Peluang Kebaruan .....           | 14          |
| 2.3. Logika Fuzzy Mamdani .....                      | 15          |
| 2.4. Landasan Teori .....                            | 17          |
| 2.4.1. Sistem Monitoring ruangan baterai Basah ..... | 18          |
| 2.4.2. Ruang Bateria Basah.....                      | 18          |
| 2.4.3. ESP 32 .....                                  | 19          |
| 2.4.4. Sensor DHT22.....                             | 20          |
| 2.4.5. Sensor PIR.....                               | 21          |
| 2.4.6. Kipas DC .....                                | 21          |
| 2.4.7. L298N.....                                    | 22          |

|                |                                                         |           |
|----------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.8.         | Baterai .....                                           | 23        |
| 2.4.9.         | Relay.....                                              | 24        |
| 2.4.10.        | Lampu Pijar .....                                       | 25        |
| 2.4.11.        | Kabel Jumper.....                                       | 26        |
| 2.4.12.        | Arduino IDE.....                                        | 27        |
| 2.4.13.        | Bahasa Pemrograman C++ .....                            | 27        |
| 2.4.14.        | Python.....                                             | 28        |
| 2.4.15.        | Web <i>Dashboard</i> .....                              | 28        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                      | <b>30</b> |
| 3.1.           | Metode Penelitian .....                                 | 30        |
| 3.2.           | Jenis Penelitian .....                                  | 30        |
| 3.3.           | Diagram Alir Penelitian .....                           | 30        |
| 3.4.           | Spesifikasi Sistem.....                                 | 33        |
| 3.4.1.         | NODE MCU.....                                           | 33        |
| 3.4.2.         | DHT22.....                                              | 34        |
| 3.4.3.         | PIR.....                                                | 34        |
| 3.4.4.         | Kipas DC .....                                          | 35        |
| 3.4.4.         | L298N.....                                              | 35        |
| 3.4.5.         | Baterai .....                                           | 36        |
| 3.4.6.         | Modul Wi-Fi.....                                        | 36        |
| 3.4.7.         | MQTT ( <i>Message Queue Telemetry Transport</i> ) ..... | 36        |
| 3.4.8.         | Ruangan baterai basah.....                              | 37        |
| 3.4.9.         | Relay.....                                              | 37        |
| 3.4.10.        | Lampu Pijar .....                                       | 38        |
| 3.5.           | Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....    | 38        |
| 3.5.1.         | Perancangan dan Implementasi Mikrokontroler.....        | 40        |
| 3.5.2.         | Rangkaian Sensor DHT22 dengan Mikrokontroler ESP32..... | 41        |
| 3.5.3.         | Rangkaian Sensor PIR dengan Mikrokontroler ESP32.....   | 42        |
| 3.5.4.         | Rangkaian L298N dengan ESP32 .....                      | 42        |
| 3.5.6.         | Rangkaian Kipas Dengan L298N.....                       | 43        |
| 3.5.7.         | Rangkaian Baterai Dengan L298N.....                     | 44        |

|                            |                                                       |           |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.8.                     | Rangkaian Relay Dengan ESP32 .....                    | 45        |
| 3.5.9.                     | Rangkaian Lampu Pijar Dengan Relay .....              | 46        |
| 3.5.10.                    | Rangkaian Keseluruhan dan Implementasi Jaringan.....  | 47        |
| 3.6.                       | Perancangan Logika Fuzzy Mamdani.....                 | 47        |
| 3.6.1.                     | Fuzzifikasi .....                                     | 47        |
| 3.6.2.                     | Inferensi.....                                        | 51        |
| 3.7.                       | Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) ..... | 52        |
| 3.6.3.                     | Defuzzifikasi.....                                    | 52        |
| 3.7.1.                     | Perancangan Pemograman Arduino IDE.....               | 52        |
| 3.7.2.                     | Perancangan <i>Interface</i> Web.....                 | 53        |
| <b>BAB IV</b>              | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                     | <b>57</b> |
| 4.1.                       | Kalibrasi Sensor.....                                 | 57        |
| 4.1.1.                     | Kalibrasi Sensor DHT22 .....                          | 57        |
| 4.1.2.                     | Kalibrasi sensor PIR.....                             | 60        |
| 4.2.                       | Perancangan komponen Sistem .....                     | 61        |
| 4.2.1.                     | Komponen Yang Dibutuhkan .....                        | 61        |
| 4.2.2.                     | Rangkaian Komponen .....                              | 62        |
| 4.2.3.                     | Implementasi Sistem .....                             | 62        |
| 4.3.                       | Hasil Pengujian Sistem .....                          | 67        |
| 4.3.1.                     | Pengujian Modul <i>Drive</i> .....                    | 68        |
| 4.3.2.                     | Pengujian Relay.....                                  | 69        |
| 4.3.3.                     | Validasi Perhitungan Manual.....                      | 70        |
| 4.4.                       | Pembahasan Hasil Pengujian .....                      | 71        |
| <b>BAB V</b>               | <b>KESIMPULAN .....</b>                               | <b>72</b> |
| 5.1.                       | Kesimpulan .....                                      | 72        |
| 5.2.                       | Saran .....                                           | 73        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b> |                                                       | <b>74</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>      |                                                       | <b>82</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                          | HALAMAN |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2. 1. Ruangan Baterai .....                                       | 19      |
| Gambar 2.2. ESP 32 .....                                                 | 19      |
| Gambar 2.3. Sensor DHT22 .....                                           | 20      |
| Gambar 2. 4. Sensor PIR.....                                             | 21      |
| Gambar 2. 5. Kipas DC .....                                              | 22      |
| Gambar 2. 6. L298N.....                                                  | 23      |
| Gambar 2. 7. Baterai.....                                                | 24      |
| Gambar 2. 8. Relay .....                                                 | 25      |
| Gambar 2. 9. Lampu Pijar .....                                           | 25      |
| Gambar 2. 10. Kabel Jumper.....                                          | 26      |
| Gambar 2. 11. Arduino IDE.....                                           | 27      |
| Gambar 2. 12. Bahasa Pemrograman C++ .....                               | 28      |
| Gambar 2. 13. Web <i>Dashboard</i> .....                                 | 29      |
| Gambar 3. 1. Diagram alir penelitian .....                               | 31      |
| Gambar 3. 2. Diagram Blok Sistem Secara Umum.....                        | 39      |
| Gambar 3. 3. Diagram Sistem Monitoring .....                             | 40      |
| Gambar 3. 4. Skema Perancangan Perangkat Keras.....                      | 41      |
| Gambar 3. 5. Rangkaian Sensor DHT22 + ESP32.....                         | 41      |
| Gambar 3.6. Rangkaian Sensor PIR.....                                    | 42      |
| Gambar 3.7. Rangkaian L298N dengan ESP32 .....                           | 43      |
| Gambar 3. 8. kipas ke L298N.....                                         | 44      |
| Gambar 3. 9. Rangkaian Batere baterai 18650V ke L298N.....               | 45      |
| Gambar 3. 10. Rangkaian Relay Dengan ESP32 .....                         | 46      |
| Gambar 3. 11. Rangkaian Lampu Pijar Dengan Relay.....                    | 46      |
| Gambar 3. 12. Rangkaian Keseluruhan monitoring .....                     | 47      |
| Gambar 3. 13. Fuzzy <i>Input</i> DHT <i>Output</i> kipas dan Lampu ..... | 48      |
| Gambar 3. 14. Kurva Fungsi Keanggotaan Suhu .....                        | 48      |
| Gambar 3.15. Kurva Fungsi Keanggotaan Kipas.....                         | 49      |
| Gambar 3. 16. fungsi keanggotaan lampu.....                              | 50      |

## HALAMAN

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 17. Aturan Rule Fuzzy .....                                     | 51 |
| Gambar 3.18. Diagram Alir Program Arduino IDE pada perangkat Lunak .....  | 53 |
| Gambar 3.19. Perancangan Interface Web Halaman Login dan Registrasi ..... | 54 |
| Gambar 3.20. Perancangan Interface Web Halaman Keseluruhan .....          | 55 |
| Gambar 3.21. Prototipe Tempet Pengujian Alat .....                        | 56 |
| Gambar 4. 1. Implementasi rangkaian Komponen Sistem .....                 | 62 |
| Gambar 4.2. Tampilan Perancangan dari luar .....                          | 63 |
| Gambar 4.3. Tampilan perancangan dari dalam .....                         | 64 |
| Gambar 4.4. Kondisi lampu nyala .....                                     | 64 |
| Gambar 4.5. Kondisi lampu mati .....                                      | 65 |
| Gambar 4.6. Tampilan monitoring dari <i>dashboard</i> .....               | 66 |
| Gambar 4.7. Tampilan monitoring perubahan suhu .....                      | 67 |



## DAFTAR TABEL

### HALAMAN

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1. Penelitian Terkait .....                                  | 8  |
| Tabel 3. 1. Spesifikasi Sistem Monitoring Ruangan Baterai Basah ..... | 33 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Node MCU .....                                  | 34 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi DHT22 .....                                     | 34 |
| Tabel 3.4 Spesifikasi PIR .....                                       | 34 |
| Tabel 3.5 Spesifikasi Kipas DC.....                                   | 35 |
| Tabel 3.6 Spesifikasi L298N .....                                     | 35 |
| Tabel 3.7 Spesifikasi Baterai .....                                   | 36 |
| Tabel 3.8 Spesifikasi Modul Wi-Fi.....                                | 36 |
| Tabel 3.9 Spesifikasi MQTT .....                                      | 37 |
| Tabel 3.10. baterai basah .....                                       | 37 |
| Tabel 3.11. Spesifikasi Relay.....                                    | 38 |
| Tabel 3.12. Spesifikasi lampu Pijar.....                              | 38 |
| Tabel 3.13 Pin DHT22 Ke ESP32 .....                                   | 41 |
| Tabel 3.14 Pin PIR Ke ESP32 .....                                     | 42 |
| Tabel 3.15 Pin L298N Ke ESP32 .....                                   | 43 |
| Tabel 3.16 Pin kipas ke L298N .....                                   | 44 |
| Tabel 3.17 Pin Baterai baterai 18650 V Ke L298N+ ESP32.....           | 45 |
| Tabel 3.18 Pin Relay Ke ESP32 .....                                   | 46 |
| Tabel 3.19 Pin Lampu Pijar Ke Relay .....                             | 47 |
| Tabel 3.20 Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....              | 48 |
| Tabel 4. 1. Kalibrasi Sensor DHT22 Pengujian Pada Suhu Ruangan .....  | 58 |
| Tabel 4.2. Kalibrasi Sensor DHT22 Pengujian Dekat Kipas.....          | 58 |
| Tabel 4.3. Kalibrasi Sensor DHT22 Pengujian Dekat Api .....           | 59 |
| Tabel 4.4. Pengujian Kalibrasi sensor DHT22 keseluruhan .....         | 60 |
| Tabel 4.5. Kalibrasi sensor PIR pengukuran sudut jarak.....           | 60 |
| Tabel 4.6. Hasil Pengujian Data Modul Drive .....                     | 68 |
| Tabel 4.7. Hasil Pengujian Relay.....                                 | 69 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Baterai basah memiliki peran krusial dalam penyimpanan energi, terutama dalam sektor telekomunikasi. Stabilitas lingkungan di ruang penyimpanan baterai sangat penting untuk menjaga kinerja optimal dan memperpanjang masa pakainya. Ketidakseimbangan suhu dapat mempercepat degradasi elektrolit, menurunkan kapasitas penyimpanan daya, serta meningkatkan risiko kegagalan operasional sistem [1]. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan dan pengendalian otomatis yang mampu menjaga kondisi lingkungan tetap ideal dengan menerapkan Fuzzy Logic Mamdani [2].

Adapun jenis baterai yang digunakan baterai basah (*Flooded Lead-Acid*) Meskipun masih dalam batas operasional, perubahan kondisi yang tidak terpantau secara *real-time* dapat menyebabkan fluktuasi suhu yang tidak terdeteksi. Suhu ekstrem dapat mempercepat penguapan cairan elektrolit dalam baterai, sehingga menurunkan efisiensi penyimpanan daya. Selain itu, kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan kondensasi, berisiko memicu korosi pada terminal baterai dan mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan. Untuk mengatasi masalah ini, Logika Fuzzy Mamdani diterapkan dalam sistem monitoring guna memastikan suhu tetap stabil [3].

Permasalahan utama yang dihadapi saat ini adalah belum adanya sistem monitoring dan kontrol suhu yang bekerja secara otomatis dan berbasis *real-time*. Pemantauan kondisi ruang baterai masih dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan berisiko terjadi keterlambatan dalam menangani perubahan suhu mendadak. Selain itu, sistem pengaturan suhu yang digunakan masih kurang optimal dalam hal efisiensi energi, menyebabkan konsumsi daya listrik yang berlebihan tanpa mekanisme optimasi yang efektif. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penerapan Logika Fuzzy Mamdani untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pengendalian suhu [4].

Sebagai solusi, penelitian ini merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu menggunakan ESP-32, yang dilengkapi dengan sensor DHT22 untuk mengukur suhu secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor akan diolah oleh mikrokontroler ESP-32 dan dikirimkan ke *dashboard* berbasis web, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh dengan lebih efisien. Jika suhu melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, sistem akan secara otomatis mengaktifkan kipas pendingin atau pemanas melalui modul untuk menjaga kestabilan suhu di ruang penyimpanan baterai. Dengan penerapan Logika Fuzzy Mamdani, sistem ini mampu menyesuaikan pengendalian suhu secara fleksibel dan adaptif berdasarkan perubahan kondisi lingkungan.

Logika Fuzzy Mamdani digunakan untuk mengolah data dari sensor suhu serta menentukan tindakan yang harus dilakukan berdasarkan aturan fuzzy yang telah dirancang. dipilih karena mampu menangani ketidakpastian dalam sistem kontrol dan memberikan keputusan yang lebih fleksibel dibandingkan berbasis logika biner. Dengan pendekatan ini, sistem dapat menyesuaikan respons pengendalian suhu secara dinamis berdasarkan perubahan lingkungan, sehingga suhu ruangan tetap optimal dengan konsumsi daya yang lebih efisien [5].

Adapun penelitian yang pernah dilakukan Bagus Fatkhurrozi1, Hery Teguh Setiawan dengan judul “Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kendali Suhu Udara untuk Ruangan Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroller “pengeringan biji kopi 2024 [6]. penelitian terdahulu telah mengeksplorasi bidang ini, khususnya dalam pengembangan sistem otomatis untuk mengendalikan suhu. Salah satu studi yang telah dilakukan membandingkan manual dan otomatis dalam pengaturan suhu, dengan hasil menunjukkan bahwa sistem otomatis lebih efektif dalam menjaga kestabilan kondisi lingkungan. Dalam penelitian tersebut, menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dalam ruangan pengering biji kopi. Pemilihan sensor ini didasarkan pada kemampuannya dalam menghasilkan pengukuran suhu yang sangat presisi, dengan margin kesalahan yang sangat kecil, sehingga data yang dihasilkan memiliki tingkat keandalan tinggi untuk digunakan dalam sistem monitoring dan kontrol. Meskipun kedua penelitian sama-sama mengadopsi teknologi *Internet of Things* (IoT), terdapat perbedaan mendasar dalam prioritas masing-masing penelitian. penelitian sebelumnya lebih banyak diarahkan pada

pengendalian suhu untuk mendukung proses produksi atau pemeliharaan kondisi tertentu. Misalnya, penelitian tentang sistem kendali suhu dan kelembapan dalam ruang pengering biji kopi berfokus pada penciptaan kondisi optimal guna meningkatkan kualitas hasil pengeringan. sedangkan penelitian ini lebih difokuskan pada pemantauan dan pengendalian suhu dalam ruang penyimpanan baterai basah. Tujuan utamanya adalah menjaga kestabilan suhu untuk memperpanjang masa pakai baterai, mencegah degradasi elektrolit akibat perubahan suhu yang tidak terkendali, serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi melalui sistem otomatis dan protokol komunikasi MQTT. Dengan menerapkan Logika Fuzzy Mamdani, sistem ini mampu menyesuaikan pengendalian suhu secara fleksibel berdasarkan kondisi lingkungan yang terus berubah [7].

Penelitian ini berjudul "Prototipe Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Ruangan Baterai Basah Berbasis Logika Fuzzy Mamdani " yang berfokus pada pemantauan serta pengendalian suhu secara otomatis dalam ruang penyimpanan baterai. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem yang mampu menjaga suhu ruangan tetap stabil agar dapat memperpanjang umur baterai dan mencegah kerusakan akibat perubahan suhu yang tidak terkontrol. Sedangkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, berjudul " Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kendali Suhu Udara untuk Ruangan Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler" 2024. Penelitian ini berfokus mengembangkan sistem kendali otomatis untuk mengatur suhu dalam ruang pengering biji kopi menggunakan logika fuzzy berbasis mikrokontroler.

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan baterai basah berbasis Logika Fuzzy Mamdani . dirancang untuk memastikan suhu ruangan tetap stabil guna mencegah dampak negatif akibat fluktuasi suhu yang tidak terkendali, seperti percepatan penguapan elektrolit, penurunan kapasitas baterai, serta peningkatan risiko kegagalan sistem. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan menggunakan ESP-32 sebagai mikrokontroler utamanya [8]. Dengan mengimplementasikan teknologi otomatisasi, sistem ini dapat melakukan pemantauan dan pengaturan suhu secara

mandiri dan *real-time* tanpa perlu campur tangan langsung dari pengguna, sehingga menghasilkan kendali yang efisien dan responsif terhadap perubahan lingkungan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang ada maka dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan menerapkan sistem monitoring suhu ruangan berbasis logika fuzzy Mamdani untuk mengendalikan kipas dan lampu pijar secara otomatis?
2. Bagaimana pengolahan data dari sensor DHT22 dan PIR digunakan untuk mengaktifkan modul *drive* dan relay berdasarkan perubahan suhu dan gerakan?
3. Bagaimana memvalidasi hasil *output* sistem dengan membandingkan nilai dari mikrokontroler ESP32 dan hasil perhitungan manual metode fuzzy Mamdani?

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah berdasarkan rumusan masalah, maka pada ini memiliki batasan masalah yaitu:

1. Sistem hanya menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan.
2. Perangkat *output* yang dikendalikan meliputi kipas melalui motor *driver* dan lampu pijar melalui relay.
3. Pengujian sistem dilakukan melalui prototipe yang berfungsi sebagai media simulasi kondisi ruang penyimpanan baterai.
4. Platform kontrol dan monitoring menggunakan ESP32 yang terhubung dengan *dashboard* Node-RED.

### 1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengendalian suhu secara otomatis. Agar lebih terarah, maka tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu ruangan baterai basah berbasis logika fuzzy Mamdani.
2. Mengintegrasikan sensor DHT22 dan PIR dengan mikrokontroler ESP32 untuk membaca suhu dan mendeteksi gerakan.
3. Mengendalikan kipas dan lampu secara otomatis berdasarkan hasil pengolahan logika fuzzy.

Selain menetapkan tujuan, penelitian ini juga diharapkan memberikan manfaat secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat yang dapat diperoleh antara lain:

1. Menyediakan sistem otomatis yang dapat membantu menjaga kestabilan suhu ruang penyimpanan baterai agar tetap berada dalam batas aman dan terkendali.
2. Mengurangi risiko kerusakan atau penurunan performa baterai akibat suhu yang melebihi ambang batas, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional perangkat.
3. Menjadi referensi dalam pengembangan sistem pengendalian suhu berbasis logika fuzzy yang dapat diterapkan pada ruang teknis lain, serta mendorong pemanfaatan mikrokontroler dan sensor dalam sistem otomatisasi berbasis IoT.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Penelitian ini terbagi ke dalam 5 bab, isi dari setiap bab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menyajikan latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bagian ini, akan dibahas aspek-aspek dasar teori dan tinjauan pustaka berdasarkan studi sebelumnya yang telah dilaksanakan sebagai dukungan untuk pengembangan sistem penelitian ini.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi Pembahasan mengenai tahap demi tahap proses pelaksanaan penelitian, dimulai dari jenis penelitian, studi literatur, perancangan sistem perangkat keras dan Perangkat lunak, dan implementasi sistem monitoring Suhu menggunakan *dashboard* menggunakan logika fuzzy mamdani Berdasarkan Teori Pada Bab II.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini membahas tentang hasil Perancangan Sistem, pengujian sistem *Hardware* dan *software*, dari hasil implemetasi logika fuzzy mamdani serta analisis terhadap prinsip kerja dan proses dari suatu alat yang dibuat.

### **BAB V : KESIMPULAN**

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil literatur yang telah dipelajari, untuk membuat sistem pengambilan keputusan berdasarkan logika fuzzy mamdani terhadap perubahan suhu melalui *dashboard* dan saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal penting terkait sistem yang dikembangkan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring dan kontrol suhu otomatis berhasil dirancang menggunakan mikrokontroler ESP-32, sensor DHT22, sensor PIR, *driver* motor L298N, dan modul relay. Implementasi logika fuzzy Mamdani memungkinkan sistem mengambil keputusan berdasarkan kondisi suhu lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada suhu 25 °C, hanya lampu pijar menyala, pada suhu 35 °C, kipas aktif, dan pada suhu 40 °C, lampu dan kipas menyala bersamaan. Sistem ini dapat bekerja secara mandiri tanpa intervensi pengguna, menunjukkan keandalan logika fuzzy dalam pengambilan keputusan berbasis kondisi *real-time*.
2. Data dari sensor DHT22 diolah oleh mikrokontroler menggunakan logika fuzzy untuk menentukan kendali aktuator. Sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia dan memicu sistem penerangan melalui relay, dengan waktu respons kurang dari 1 detik, menunjukkan sistem memiliki performa cepat dan adaptif. Modul *driver* L298N mengatur kecepatan kipas sesuai tingkat suhu, mendemonstrasikan kemampuan sistem dalam mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator secara efektif dalam satu kesatuan kerja otomatis.
3. Hasil *output* sistem dibandingkan dengan perhitungan manual fuzzy Mamdani menunjukkan kesesuaian yang tinggi, dengan rata-rata selisih kesalahan di bawah 5%. Ini membuktikan bahwa aturan fuzzy yang dirancang telah berjalan optimal dan dapat diandalkan dalam implementasi nyata. Validasi ini juga memperkuat bahwa pendekatan fuzzy logic memberikan hasil yang presisi dan logis dalam pengendalian suhu berbasis sensor.

## 5.2. Saran

Berdasarkan rangkaian penelitian, perancangan, serta pengujian sistem yang telah dilaksanakan, terdapat sejumlah aspek yang masih dapat ditingkatkan untuk mendukung optimalisasi kinerja dan pengembangan sistem di masa mendatang. Oleh karena itu, saran-saran berikut disampaikan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan lanjutan sistem.

1. Diperlukan peningkatan akurasi dan stabilitas sensor suhu DHT22 melalui kalibrasi dan perawatan berkala, mengingat hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan pembacaan antara sensor dan alat ukur standar. Meskipun nilai error relatif kecil dan masih dapat diterima, langkah ini penting agar sistem tetap dapat memberikan kontrol suhu yang konsisten dan andal dalam jangka panjang.
2. Sebaiknya sistem diintegrasikan dengan fitur notifikasi berbasis IoT, seperti pesan peringatan melalui web atau aplikasi, ketika suhu melewati ambang batas tertentu.
3. Diperlukan pengujian jangka panjang untuk menilai konsistensi dan kestabilan sistem dalam berbagai kondisi suhu dan waktu operasional yang berbeda.
4. Sistem fuzzy logic ini juga dapat dipadukan dengan metode kecerdasan buatan lainnya seperti machine learning atau logika adaptif agar dapat menyesuaikan diri dengan perubahan data suhu secara lebih dinamis.
5. Prototipe alat sebaiknya dibuat lebih ringkas, kuat, dan praktis agar mudah digunakan di berbagai lokasi pengujian maupun penerapan langsung di ruang teknis penyimpanan baterai.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Robson *et al.*, “Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech ) manusia,” *J. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–11, 2020.
- [2] M. B. Ginting *et al.*, “Sistem Kontrol dan Monitoring AC dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis IoT,” vol. 6, no. 1, pp. 382–396, 2024, doi: 10.47065/josh.v6i1.5944.
- [3] P. G. Habibie, “Analisis fuzzy-based temperature control untuk perancangan prototipe smart-hencoop,” *Business, Soc. Sci. Innov. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 738–748, 2020.
- [4] M. N. Taukid, I. Elzandy, A. P. Adyani, and ..., “Program Pengendali Kipas Angin Berdasarkan Suhu dan Kelembaban Menggunakan Logika Fuzzy,” *Pros. Semin. ...*, vol. 3, pp. 42–52, 2023, [Online]. Available: <http://santika.upnjatim.ac.id/submissions/index.php/santika/article/view/186%0Ahttp://santika.upnjatim.ac.id/submissions/index.php/santika/article/download/186/90>
- [5] S. Komputer, N. Sari, and D. Wulandari, “Penerapan Algoritma Fuzzy Mamdani pada Monitoring dan Sistem Kontrol Pemakaian Kipas Angin di Ruang Berbasis Internet Of Things,” vol. 19, no. 2, pp. 255–268, 2024.
- [6] B. Fatkhurrozi and H. T. Setiawan, “Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kendali Suhu Dan Kelembaban Udara Ruang Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroller,” *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 50–59, 2024, doi: 10.20895/jtece.v6i1.1319.
- [7] N. Zaky and M. Basri, “Prototype of Temperature and Humidity Control System in Dry House or Coffee Drying Dom Using NodeMCU ESP8266,” *Hanif J. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 79–86, 2025, doi: 10.56211/hanif.v2i2.33.
- [8] D. Aristiono and A. R. Putri, “Pengembangan Sistem Pengendalian Dan Monitoring Suhu Pada Ruang Inkubator Budidaya Lovebird Berbasis FUZZY LOGIC,” *JOEICT (Jurnal Educ. Inf. Commun. Technol.*, vol. 03, pp. 141–149, 2019.
- [9] M. Arfan Ravy Wahyu Pratama, Y. Agus Pranoto, and M. Orisa, “Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Pasien Isolasi Covid-19

- Berbasis Iot,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 495–502, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3786.
- [10] S. Monitoring and K. Suhu, “nal Education and development,” vol. 12, no. 3, pp. 350–358, 2024.
- [11] A. A. Khrysna Dwipangga, M. Abdillah, M. F. Apriansyah, and R. A. Saputra, “Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Untuk Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 3, pp. 3967–3974, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i3.9851.
- [12] K. Dan, M. Suhu, S. Kasus, P. Pt, and A. Acs, “Kelembapan Pada Ruang Freezer,” vol. 10, no. 4, pp. 106–112, 2023.
- [13] P. Prayitno, S. M. Mukhlis, and B. H. Hariyanto, “Sistem Otomatisasi Pengatur Suhu Dan Kelembapan Pada (Germinator) Portabel,” *J. Pengemb. Potensi Lab.*, vol. 3, no. 1, pp. 24–29, 2024, doi: 10.25047/plp.v3i1.4517.
- [14] A. F. Oklilas, R. Zulfahmi, Ermatita, and A. P. Jaya, “Temperature Monitoring System Based on Protocol Message Queue Telemetry Transport (MQTT),” *Proc. - 1st Int. Conf. Informatics, Multimedia, Cyber Inf. Syst. ICIMCIS 2019*, pp. 61–66, 2019, doi: 10.1109/ICIMCIS48181.2019.8985356.
- [15] T. E. S, I. Teknologi, and N. Malang, “Implementasi Monitoring Suhu Ruangan Dan Sistem Kandang Baterai Berbasis Iot,” vol. 8, pp. 402–409, 2024.
- [16] M. Safii and N. Indrayani, “Perancangan Piranti Lunak Responsive Untuk Monitoring Ruangan Server Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things,” *J. Ilm. Matrik*, vol. 22, no. 3, pp. 270–277, 2020, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v22i3.1121.
- [17] D. Rama, H. Prastyo, and M. E. Martawati, “Desain dan Pembuatan Sitem Alat Monitoring Suhu Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Internet of Things ( IoT ) pada saat dikendarai . Pada penelitian ini juga digunakan untuk meneliti besarnya nilai Pembuatan Sistem Alat Monitoring Suhu Baterai Kendaraan L,” vol. 2, no. 5, 2024.
- [18] Y. G. Purba and D. Avianto, “Implementation of Fuzzy Logic Tsukamoto to Optimize the Quantity of Packaged Ice Cube Production Implementasi

- Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Optimasi Jumlah Produksi Es Batu Kemasan,” vol. 5, no. January, pp. 119–129, 2025.
- [19] S. Batubara, “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan,” *It J. Res. Dev.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2017, doi: 10.25299/itjrd.2017.vol2(1).644.
- [20] M. F. Hirzi, H. Arahman, G. S. Nasution, and P. C. Sabila, “Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD Sistem Monitoring Suhu dan Tingkat Kekotoran Pada Air Conditioner ( AC ) Indoor Menggunakan Teknik Simplex Berbasis Mikrokontroler Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD,” vol. 7, pp. 238–245, 2024.
- [21] A. K. Susilo, I. N. Fathoni, I. Grina, and D. Majaya, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Server dengan,” pp. 271–277, 2024.
- [22] Retno Devita, Nanda Tommy Wirawan, and David Agustri Syafni, “Perancangan Prototipe Keamanan Pintu Rumah Menggunakan Kamera Ttl Dan Aplikasi Telegram Berbasis Arduino,” *J. Ilm. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 49–61, 2022, doi: 10.55606/juisik.v2i2.199.
- [23] M. Zaenal Mutaqin, M. Edra Favian, and Ade Kurniawan, “Sistem Smart Home Pemantauan dan Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Arduino ESP32 Berbasis Green Energy,” *JUPITER J. Comput. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 101–113, 2024, doi: 10.53990/jupiter.v5i2.355.
- [24] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [25] H. Ubaya and K. Exhaudi, “Monitoring Temperatur dan Kelembaban Ruang Server Berbasis Web Telegram,” *Generic*, vol. 12 No 2, pp. 27–31, 2020.
- [26] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.
- [27] Siswanto, Ikin Rojikin, and Windu Gata, “Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22, Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 3, pp.

- 544–551, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i3.1334.
- [28] D. P. Sari, “Prototype Alat Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin Untuk Smart Farming Menggunakan Komunikasi LoRa dengan Daya Listrik Menggunakan Panel Surya,” *Kilat*, vol. 10, no. 2, pp. 370–380, 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i2.1376.
- [29] A. Maulia, N. Baihaqi, N. F. Faiz, M. Rizki, and D. Aribowo, “Simulasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Ruangan Menggunakan Arduino Uno dan DHT22 pada Wokwi,” 2024.
- [30] I. Y. Attamimi, M. T. Prasetyo, A. H. Saptadi, and L. Muntasiroh, “Rancang Bangun Toilet Nyala Lampu Otomatis Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared) Pendeteksi Orang Berbasis Arduino Uno Design Of Automatic Light On Toilet Using PIR Sensor (Passive Infrared) People Detection Based On Arduino Uno,” pp. 124–130, 2022.
- [31] D. C. R. H. C. M Ilham Bintang, Dimas Galipatara, Rahmat Mustaqim, “Pengendali Lampu dan Pendingin Ruangan secara Otomatis berbasis Mikrokontroler,” *Univ. Mulawarman*, vol. 3, no. 1, p. 7, 2021.
- [32] U. F. Al-afifi, E. Syam, I. Bahar, and E. Piter, “Perancangan Simulasi Saklar Otomatis Menggunakan Sensor PIR Berbasis Arduino Berdasarkan Pergerakan Manusia,” *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 22, no. 1, p. 53, 2021, doi: 10.30595/techno.v22i1.7678.
- [33] A. Viantika and M. Parwinoto, “Perancangan Pengontrol Kecepatan Kipas Secara Otomatis Dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega328,” *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 305–313, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4444.
- [34] S. Sadi, “DC Motor Speed Control Using Mamdani Fuzzy Logic Based on Microcontroller,” *J. Tek.*, vol. 9, no. 2, 2020, doi: 10.31000/jt.v9i2.3676.
- [35] R. Aulia, R. A. Fauzan, and I. Lubis, “Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino,” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 1, p. 30, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i1.21113.
- [36] M. R. A. Rahat, M. M. Rashid, M. C. Dey, and T. Banik, “Design and Implementation of a Safety Fire Fighter (SAFF) Robot with Dual Controlling

- Mechanism,” *2020 IEEE Reg. 10 Symp. TENSYP 2020*, no. June, pp. 937–940, 2020, doi: 10.1109/TENSYP50017.2020.9230709.
- [37] I. Putu *et al.*, “Sistem kontrol otomatis dan monitoring temperatur ruangan menggunakan ESP-32 untuk mengendalikan motor DC pada motorized valve,” *J. Appl. Mech. Eng. Green Technol.*, vol. 3, pp. 99–103, 2022, [Online]. Available: <https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
- [38] R. Pramudya and D. Laksmiati, “Perancangan Sistem Kendali Irigasi Saluran Sekunder Dan Otomatisasi Pengumpulan Sampah Pada Aliran Air Sawah Menggunakan ...,” ... (*Jurnal Sist. ...*, vol. 11, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.indobarunasional.ac.id/index.php/jursima/article/view/572>  
%0Ahttps://ejournal.indobarunasional.ac.id/index.php/jursima/article/download/572/337
- [39] I. Redhwi and A. Fallatah, “The Versatile World of Arduino Boards : A Comprehensive Review,” vol. 9, no. 1, pp. 9–12, 2024, doi: 10.19080/JOJMS.2024.09.555753.
- [40] Prasepvianto Estu Broto, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Portable Berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32,” *J. INSYPRO*, vol. 8, pp. 1–6, 2023.
- [41] A. Husna and H. Toha Hidayat, “Penerapan IoT Pada Sistem Otomatisasi Lampu Penerangan Ruangan Dengan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya Menggunakan Android,” *J. Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 9–15, 2021.
- [42] H. HUTAPEA and Y. R. SETIAWAN, “Rancang Bangun Sistem Alarm Kebakaran Terintegrasi Berbasis Arduino,” *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 12–19, 2021, doi: 10.52447/jkte.v6i1.5195.
- [43] Suhardi, R. Hidayati, and I. Nirmala, “Smart Lamp: Kendali dan Monitor lampu Berbasis Internet Of Things,” *J. Jupiter*, vol. 14, no. 2, pp. 507–515, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/jupiter/article/view/5591>
- [44] M. Pasoloran, D. P. Setianingsih, and K. Nurhandayani, “Perancangan Sistem Pengering Ikan dengan Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis IoT Skala Usaha Rumah,” *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 9, no. 2,

- pp. 564–571, 2025, doi: 10.36277/jteuniba.v9i2.1259.
- [45] Ritzkal, A. Goeritno, K. A. M. Aziz, A. E. K. Pramuko, and A. H. Hendrawan, “Implementasi Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Untuk Sistem,” *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Di Ind. 2017*, pp. 1–10, 2020.
- [46] H. Yoal, W. Dirgantara, and S. Subairi, “Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Penetas Telur Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis IoT,” *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 176–183, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i2.356.
- [47] Sarmidi and I. T. Rohmat, “Jurnal Manajemen Dan Teknik,” *Jumantaka*, vol. 03, no. 01, pp. 81–90, 2019.
- [48] Z. Oktaviani, S. E. Pratiwi, and R. Arifatno, “Perancangan Sistem Monitoring Pada Inkubator Penetas Telur Ayam Berbasis Website,” *J. Ilm. Komputasi*, vol. 21, no. 4, pp. 503–508, 2022, doi: 10.32409/jikstik.21.4.3221.
- [49] S. Mindasari, M. As’ad, and D. Meilantika, “Sistem Keamanan Kotak Amal di Musala Sabilul Khasanah Berbasis Arduino UNO,” *J. Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 5, no. 2, pp. 7–13, 2022.
- [50] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, “Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 150, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [51] D. S. Rita Wahyuni Arifin, “Algoritma Metode Pengurutan Bubble Sort dan Quick Dalam Bahasa Pemrograman C++,” *Inf. Syst. Educ. Prof.*, vol. 4, no. 2, pp. 178–187, 2020.
- [52] Ashari Imamuddin, Mohamad Anas Sobarnas, and Nurkholis, “Pembelajaran Jarak Jauh Pemrograman Dasar Menggunakan Bahasa C++ Untuk Umum: Sebuah Program Pengabdian Kepada Masyarakat,” *BEMAS J. Bermasyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 59–67, 2021, doi: 10.37373/bemas.v1i2.85.
- [53] Sudarta, *No Title No Title No Title*, vol. 16, no. 1. 2022.
- [54] K. Zuhri, A. Ihkwan, and F. Fahurian, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Penyimpanan Roti Berbasis Internet Of Thing

- (IOT),” *J. Teknol. dan Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.57084/jeda.v2i1.978.
- [55] K. S. Lestari and H. Henderi, “Model Dashboard Information System untuk Peningkatan Kualitas Pengelolaan Jurnal Ilmiah,” *J. Ilm. Matrik*, vol. 23, no. 2, pp. 142–149, 2021, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v23i2.1405.
- [56] M. Holjevac and T. Jakopce, “Web application dashboards as a tool for data visualization and enrichment,” *2020 43rd Int. Conv. Information, Commun. Electron. Technol. MIPRO 2020 - Proc.*, no. September 2020, pp. 1740–1745, 2020, doi: 10.23919/MIPRO48935.2020.9245289.
- [57] Espressif Systems, “ESP32 Series,” *Esp32*, pp. 1–65, 2021, [Online]. Available: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s2\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s2_datasheet_en.pdf)
- [58] T. Liu, “Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302),” *Aosong Electron. Co.,Ltd*, vol. 22, pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- [59] “9G0824G102 109P0812M702 109P0812M702.”.
- [60] D. F. Driver, “nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.” 2000.
- [61] EEMB Co. Ltd., “Lithium-Ion Battery LIR18650 2600mAh Datasheet,” *Linear Technol. Corp.*, pp. 1–16, 2003, [Online]. Available: <https://www.ineltro.ch/media/downloads/SAAItem/45/45958/36e3e7f3-2049-4adb-a2a7-79c654d92915.pdf>
- [62] M. P. N. Lbwazvcd-, “WiFi Module Data Sheet Electric Imp P / N : imp003”.
- [63] OASIS, “MQTT Version 5.0 OASIS Standard,” *MQTT.org*, no. March, p. 137, 2019, [Online]. Available: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/os/mqtt-v5.0-os.html>
- [64] E. Battery, “The information contained within is provided for your information only,” no. January, pp. 8–11, 2017.
- [65] S. Relay, “Songle Relay,” *Datasheet*, pp. 5–6, 2018.
- [66] D. Fitriasari, A. Suharsono, and N. L. P. S. P. Paramita, “Pengendalian

Kualitas Bulb Lampu Pijar Tipe PS 47 di PT. Sinar Angkasa Rungkut Menggunakan Diagram Kendali Multivariat,” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.12962/j23373520.v7i2.33150.

