

Sistem Lampu Emergency Otomatis dengan Waktu Menggunakan Sensor RTC DS3231

Jupriola Jeskris Soleman Tualaka^{1*}, Arsandy Vidya Gupta Pradana², Marcello Nika Boma³, Pramono⁴,

¹Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
^{1*}jupriolas@gmail.com

²Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
²clashergriffin@gmail.com

³Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
³marcellopro3044@gmail.com

⁴Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
⁴pramono@udb.ac.id

Abstrak— Penggunaan teknologi otomatisasi semakin penting dalam sistem rumah pintar, khususnya dalam efisiensi energi dan kenyamanan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem lampu emergency otomatis berbasis waktu menggunakan mikrokontroler ESP32 dan modul Real Time Clock (RTC) DS3231. Sistem ini dirancang untuk menghidupkan lampu secara otomatis serta mampu menyalakan saat terjadi pemadaman listrik. Metode pengujian yang digunakan adalah Black Box Testing untuk memastikan fungsi logika sistem berjalan sesuai dengan input waktu. Akurasi sistem diuji selama tujuh hari berturut-turut dengan mencatat waktu aktual saat lampu menyala dan mati. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata tidak ada penyimpangan waktu yaitu 0,5 detik, yang dihitung menggunakan metode Mean Absolute Error (MAE). Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam merespon waktu yang telah diprogram. Dengan integrasi sensor RTC yang akurat dan sistem kontrol mikrokontroler, rancangan ini terbukti dapat bekerja secara andal dan konsisten, serta dapat diterapkan sebagai prototipe sistem otomatisasi penerangan darurat di berbagai lingkungan.

Kata kunci— ESP32, RTC DS3231, Lampu Emergency

Abstract— The use of automation technology is increasingly important in smart home systems, especially in energy efficiency and user comfort. This research aims to design a time-based automatic emergency lighting system using ESP32 microcontroller and DS3231 Real Time Clock (RTC) module. This system is designed to turn on the lights automatically at 17.30 WIB and turn them off at 05.30 WIB, and is able to turn on during a power outage. The testing method used is Black Box Testing to ensure the system logic function runs according to the time input. System accuracy is tested for seven consecutive days by recording the actual time when the lights switch on and off. The test results show that the average time deviation is only $\pm 0,5$ seconds, which is calculated using the Mean Absolute Error (MAE) method. This shows that the system has a high level of accuracy in responding to the programmed time. With the integration of an accurate RTC sensor and a microcontroller control system, this design is proven to work reliably and consistently, and can be applied as a prototype emergency lighting automation system in various environments.

Keywords— ESP32, RTC DS3231, Emergency Lamp

I. PENDAHULUAN

Pada era perkembangan teknologi yang sangat pesat seperti zaman sekarang ini, masih banyak dijumpai penggunaan perangkat Listrik seperti lampu yang dikendalikan secara manual oleh manusia. Pemilik rumah harus mematikan dan menghidupkan saklar lampu secara manual menuju tempat yang terhubung dengan perangkat Listrik. Apabila jumlah perangkat Listrik di dalam sebuah rumah terlalu banyak, maka sangatlah tidak efektif dan kurang nyaman untuk pengguna menyalakan dan mematikan perangkat Listrik secara manual. Penggunaan energi Listrik

dan banyaknya perangkat tersebut cenderung tidak efisien/boros energi Listrik [1].

Otomatisasi perangkat elektronik di dalam rumah dapat memberikan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi dalam penggunaan energi listrik. Teknologi smarthome akan memungkinkan pengguna untuk mengontrol peralatan listrik dari jarak jauh melalui smartphone. Dalam konteks ini, sensor akan digunakan untuk mengaktifkan peralatan secara otomatis sesuai kebutuhan. Misalnya, lampu dan kipas yang terkadang ditinggalkan menyala saat tidak diperlukan [2].

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan inovasi yang dapat memberikan solusi lampu emergency yang efisien dan hemat energi. Salah satu solusi yang diusulkan adalah penerapan alat otomatis untuk lampu emergency yang dilengkapi dengan timer Menggunakan RTC (Real-Time Clock). Alat ini dapat diatur untuk menyalakan dan mematikan lampu jalan secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, sehingga tidak hanya menghemat energi, tetapi juga memastikan penerangan yang optimal setiap malam [3].

Tujuan dari kegiatan ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem penerangan otomatis berbasis waktu menggunakan sensor RTC DS3231 yang diintegrasikan dengan mikrokontroler, untuk mengatur siklus penerangan secara otomatis sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Sistem ini diharapkan dapat menjadi prototipe solusi hemat energi yang dapat direplikasi dan diaplikasikan dalam skala besar.

Pemantauan dan pengendalian perangkat tanpa keterlibatan manusia sistem dapat mengontrol perangkat, Sehingga kita dapat menghemat waktu dan tingkat energi. Jadi sekarang kita punya memperkenalkan sistem ini.. Pemrograman waktu penyalaan dan pemadaman akan disesuaikan dengan kebutuhan dan pola penggunaan energi di lokasi aplikasi

II. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut adalah diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem

1. Studi Literatur

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Black Box Testing, yaitu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pemeriksaan fungsi-fungsi sistem berdasarkan input dan output tanpa memperhatikan struktur internal program. Dalam konteks penelitian ini, pengujian dilakukan dengan memberikan input waktu dari modul RTC DS3231 untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay secara otomatis, serta memverifikasi apakah data waktu dan status perangkat ditampilkan dengan benar pada 128x64 OLED LCD Display Module. Hasil yang diharapkan adalah keluaran sistem yang sesuai dengan perencanaan logika program, sehingga dapat dipastikan bahwa setiap komponen berfungsi dengan baik dalam skenario nyata. Untuk metode perhitungan akurasi kami menggunakan metode MAE (Mean Absolute Error) yang sangat cocok sebagai perhitungan selisih waktu pada kasus kami.

2. Analisis Kebutuhan

a. ESP32



Gambar 2. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan Bluetooth dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. ESP32 memiliki fitur yang cukup lengkap karena mendukung input/output Analog dan Digital, PWM, SPI, I2C, dll [4].

b. RTC DS3231



Gambar 3. RTC DS3231

Serial RTC DS3231 merupakan low-power dan full binary-coded-decimal (BCD). Data dan Alamat yang didapat pada RTC ditransfer berurutan secara serial melalui dua kabel dan bidirectional bus. Clock/calendar pada RTC dapat menyediakan informasi waktu dari mulai detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Akhir dari tanggal dan bulan akan disesuaikan secara otomatis dan juga dapat mencakup koreksi untuk tahun kabisat. Jam pada RTC dapat beroperasi dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indicator AM/PM. RTC DS3231 mempunyai suatu system untuk mendeteksi apabila terjadi gangguan pada daya dan secara otomatis memasok tegangan dari baterai apabila VBAT lebih besar dari VCC [5]. Secara Otomatis, RTC mampu menyimpan seluruh data waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun, hingga perbedaan bulan yang memiliki 30 hari ataupun 31 hari. RTC DS3231 merupakan Real Time Clock yang dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun, valid hingga tahun 2100 [6].

c. Relay 5V 2 Channel

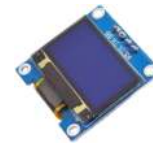


Gambar 4. Relay 5V 2 Channel

Modul relay merupakan sebuah board yang di desain sedemikian rupa dan tersusun dari satu atau beberapa buah

komponen relay yang digunakan sebagai perantara mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat elektronika yang membutuhkan sumber tegangan besar atau AC [7]. Prinsip kerja pada Relay 5V adalah saat listrik dialirkan maka otomatis inti besi di relay akan berubah menjadi magnet. Relay 5V akan menarik tuas penyangga untuk menghubungkan arus ke kutub rangkaian lainnya .

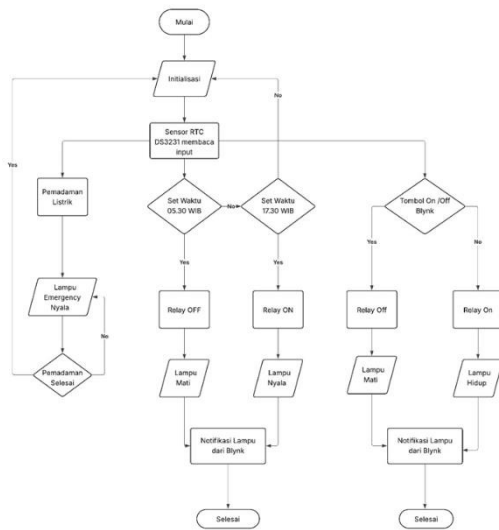
d. 128x64 OLED Display Module



Gambar 5. 128x64 OLED Display Module

OLED merupakan akronim dari Organic Light-Emitting diode. Memiliki lapisan film tipis (thin film) electroluminescent yang terbuat dari bahan organik yang memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik. OLED dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah display dengan ketelitian pixel 128x64 [8]. Kelebihan LCD ini daripada LCD biasanya adalah memiliki gambar yang tajam serta konsumsi daya yang rendah. Kelebihan OLED dibanding penampil lain diantaranya waktu tanggap jauh lebih cepat, pemakaian energi lebih efisien, sudut pandang lebih lebar, lentur, awet, lebih tipis, harga lebih murah, dan nyaman di mata karena memiliki kontras, kecerahan, dan aspek warna lebih baik[9]. OLED memiliki kelebihan yaitu konsumsi daya yang rendah[10].

3. Perancangan Sistem
a. Flowchart Sistem



Gambar 6. Flowchart Sistem

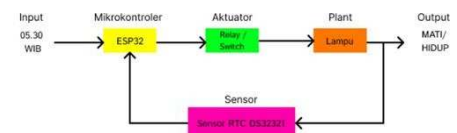
Sistem ini dimaksudkan untuk mengatur nyala dan matinya lampu secara otomatis pada waktu yang ditentukan dan menangani ketika ada pemadaman listrik. Alur logika kerja sistem ini digambarkan pada gambar. Setelah memulai proses "Mulai", sistem masuk ke tahap inialisasi semua komponen, termasuk mikrokontroler, sensor RTC, relay, dan tampilan OLED. Setelah diaktifkan, sensor RTC DS3231 membaca waktu secara real-time untuk membandingkannya dengan jadwal waktu yang telah ditentukan sebelumnya maupun menggunakan Blynk dalam menyalakan atau mematikan lampu .

Dua kondisi utama yang diperiksa adalah jika waktu menunjukkan pukul 05.30 WIB, relay akan diatur dalam keadaan OFF oleh sistem, sehingga lampu mati. Jika waktu menunjukkan pukul 17.30 WIB, sistem akan mengaktifkan relay (ON), yang berarti lampu akan menyala. Untuk memberikan informasi status sistem

kepada pengguna, kondisi ini ditampilkan pada layar OLED LCD.

Selain itu, sistem memiliki fitur pemantauan pemadaman listrik. Jika terdeteksi adanya pemadaman, lampu bantuan akan secara otomatis menyala. Setelah pemadaman selesai, sistem akan kembali ke siklus utama dan melanjutkan pembacaan waktu dari RTC.

b. Diagram Blok



Gambar 7. Diagram Blok

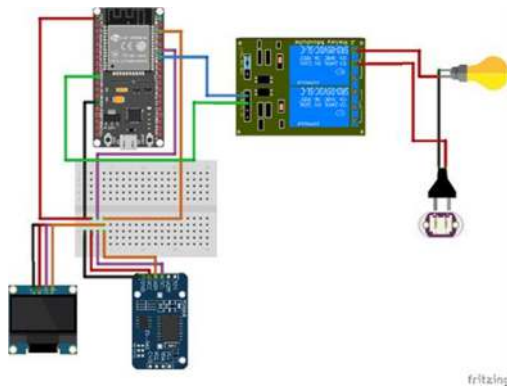
Gambar di atas menunjukkan diagram blok sistem pengendalian lampu otomatis yang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor waktu nyata (RTC) DS3231. Sistem ini dimaksudkan untuk secara otomatis menghidupkan atau mematikan lampu berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

Sensor RTC DS3231 membaca waktu, misalnya pukul 05.30 WIB. Sensor ini memberikan informasi waktu yang akurat dan kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai pusat kontrol utama. Mikrokontroler ESP32 memproses data waktu dan mengirimkan sinyal kendali ke aktuator, yang dapat berupa relay atau switch. Aktuator ini bertanggung jawab untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik menuju plant, dalam hal ini lampu, sebagai perangkat yang dikendalikan.

Jika waktu yang dibaca sesuai dengan jadwal yang telah diprogram,

mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk menyalakan lampu. Jika waktu yang dibaca tidak sesuai, relay akan tetap dalam keadaan terbuka sehingga lampu tidak menyala. Dengan demikian, output sistem dapat secara otomatis dicapai pada waktu yang telah diprogram, yaitu status lampu seperti "HIDUP" atau "MATI".

c. Desain Alat



Gambar 8. Desain Alat

Mikrokontroler ESP32 digunakan dalam rangkaian ini untuk membaca data dari sensor, dan menunjukkannya pada layar OLED. Ketika kondisi tertentu terpenuhi, ESP32 mengirimkan sinyal ke relay, yang kemudian menghubungkan atau memutuskan aliran listrik ke lampu, memungkinkan lampu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Sistem

Sistem ini dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan skenario pemadaman otomatis antara pukul 09.05 dan 09.15 pagi, selama periode tersebut lampu akan mati secara otomatis selama 10 menit. Setelah pukul 09.15 pagi, lampu akan menyala kembali tanpa intervensi manual. Jadwal ini berfungsi sebagai fitur penghematan energi pada siang hari ketika pencahayaan tidak terlalu diperlukan. Selain pengaturan waktu ini, sistem juga

diuji terhadap skenario pemadaman listrik mendadak. Berdasarkan hasil uji coba, sistem mampu mendeteksi pemadaman listrik dan mengaktifkan lampu darurat dalam waktu 0–1 detik. Waktu respons yang sangat cepat ini didukung oleh fitur RTC DS3231, yang menyimpan data waktu nyata dengan presisi, dan ESP32, yang secara langsung mengaktifkan kondisi darurat melalui modul relay.

Lampu emergency dapat menyala otomatis juga dalam keadaan mati lampu. Selama periode pengujian selama 5 hari berturut-turut, dilakukan pencatatan waktu aktual perubahan status lampu dan dibandingkan dengan waktu yang telah diprogram. Dari pengamatan tersebut, selisih antara waktu aktual dan waktu target kemudian dihitung menggunakan metode Mean Absolute Error (MAE).

Tabel Perhitungan berdasarkan Jam

Hari	Waktu Mati	Selisih (s)	Waktu Nyala	Selisih (s)
1	09:05	0,5 s	09:15	0,5 s
2	11:20	0,5 s	11:30	0,5 s
3	16:10	0,5 s	16:20	0,5 s
4	14:30	0,5 s	14:40	0,5 s
5	13:15	0,5 s	13:25	0,5 s

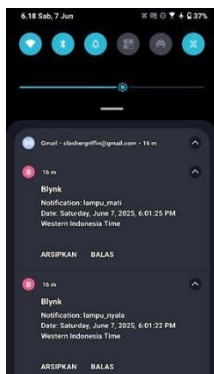
Tabel 1. Tabel Perhitungan berdasarkan Jam

- Berdasarkan Aplikasi Blynk
 Pengujian lebih lanjut dilakukan menggunakan skenario kontrol manual melalui aplikasi Blynk. Dalam mode ini, pengguna dapat menyalakan dan mematikan lampu darurat secara langsung menggunakan tombol yang tersedia di antarmuka aplikasi.

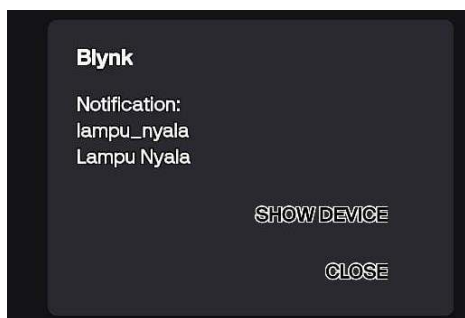
No	Tombol	Waktu Target	Waktu Aktual	Selisih (s)
1	ON	09:05:00	09:05:02	2 s
2	OFF	09:15:00	09:15:03	3 s
3	ON	09:20:00	09:20:04	4 s
4	OFF	09:25:00	09:25:02	2 s
5	ON	10:00:00	10:05:03	3 s

Tabel 2. Tabel Perhitungan berdasarkan Aplikasi Blynk

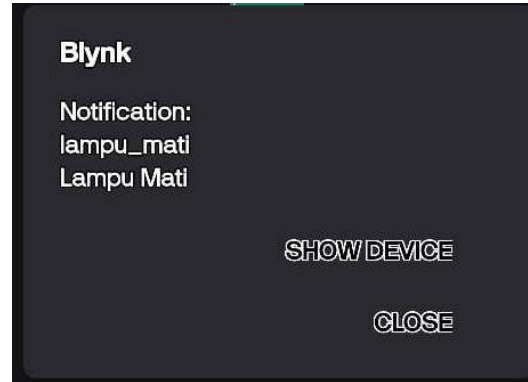
Lampu yang mati maupun menyala dapat terlihat pada notifikasi aplikasi blynk yang digunakan pengguna seperti pada gambar berikut



Gambar 9. Notifikasi Blynk



Gambar 10. Notifikasi Lampu Nyala



Gambar 11. Notifikasi Lampu Mati

2. Analisis Data

Untuk menghitung akurasi waktu sistem, digunakan rumus Mean Absolute Error (MAE):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Dimana y_i adalah waktu aktual, \hat{y}_i adalah waktu target, dan n adalah jumlah pengujian. Berdasarkan pengujian otomatis selama 5 hari, setiap perubahan status (nyala/mati) memiliki selisih waktu sebesar 0,5 detik untuk tiap peristiwa.

$$MAE = \frac{(0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5)}{5} = 0,5 \text{ detik}$$

Sementara itu, berdasarkan pengujian manual melalui aplikasi Blynk dengan 5 skenario, diperoleh selisih: 2, 3, 4, 2, serta 3 detik. Maka MAE adalah:

$$MAE = \frac{(2 + 3 + 4 + 2 + 3)}{5} = 2,8 \text{ detik}$$

Nilai ini menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang sangat akurat, dengan tidak berdampak terhadap fungsi keseluruhan sistem.

Ini diperoleh dari integrasi sensor RTC DS3231, yang memiliki ketelitian tinggi dan kemampuan menyimpan data waktu secara real-time meskipun terjadi

pemadaman listrik. Oleh karena itu, sistem ini layak digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kontrol otomatis berbasis waktu secara konsisten, seperti pada sistem penerangan darurat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem pencahayaan darurat otomatis yang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor RTC DS3231, dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu beroperasi secara otomatis berdasarkan waktu dan merespons dengan cepat terhadap situasi darurat, seperti pemadaman listrik. Sistem ini juga diuji dengan penambahan fungsi kontrol manual melalui aplikasi Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk menyalakan dan mematikan pencahayaan secara fleksibel dari jarak jauh.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

1. Sistem dapat secara otomatis mematikan lampu pada pukul 09:05 dan menyalakannya kembali pada pukul 09:15, dengan selisih waktu rata-rata 0,5 detik menurut metode MAE dan 2,8 detik dalam penggunaan tombol pada aplikasi Blynk.
2. Saat terjadi pemadaman listrik mendadak, lampu darurat akan menyala secara otomatis dengan waktu respons antara 0–1 detik.
3. Penggunaan tombol Blynk juga menunjukkan respons cepat, dengan notifikasi real-time yang menampilkan status ON/OFF langsung di aplikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Pramono S.Kom, dosen pembimbing mata kuliah Sistem Kendali di Universitas Duta Bangsa Surakarta, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan inspirasi selama proses penyusunan penelitian ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan laporan

ini, baik dalam hal penyediaan data maupun dukungan teknis. Semoga penelitian ini bermanfaat untuk pengembangan sistem otomatisasi di masa mendatang.

REFERENSI

- [1] K. D. Prakoso, M. T. Prasetyo, A. H. Saptadi, L. Muntasiroh, U. M. Semarang, and K. Semarang, "Rancang Bangun Lampu Teras Otomatis Menggunakan Light Dependent Resistor (LDR) Dan Real Time Clock (RTC) DS3231 Berbasis Arduino Uno Design Of Automatic Porch Light Using Light Dependent Resistor (LDR) And Real Time Clock (RTC) DS3231 Based On Arduino Uno," 2022.
- [2] M. A. Faiqi, A. Hakim, and P. Yuniarto, "PERANCANGAN SMARTHOME SYSTEM BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DAN ARDUINO UNO," 2023.
- [3] M. Chusnah *et al.*, "Teknologi Saklar Lampu Penerangan Jalan Otomatis Berbasis Timer dengan RTC (Real Time Clock)," 2025.
- [4] F. F. Maulana, M. I. Muzaki, D. C. Febrina, and B. Purwahyudi, "Rancang Bangun Sistem Kontrol ON-OFF Pada Lampu Berbasis TELEGRAM," *INTER TECH*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, May 2024, doi: 10.54732/i.v2i1.1074.
- [5] "Perancangan Sistem Pencahayaan Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Arduino untuk Tanaman Hidroponik dalam Ruangan," 2022. [Online]. Available: www.zenius.net
- [6] U. A. Pringsewu, B. Widya Ermanda, and U. Latifa, "Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering," 2023, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [7] P. Rahardjo, "SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN RTC (REAL TIME CLOCK) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560 PADA TANAMAN MANGGA HARUM MANIS BULELENG BALI," 2021. [Online]. Available: www.labelektronika.com
- [8] D. Riyadi Hartono, M. Haddin, dan Arief Marwanto, and U. K. Islam Sultan Agung Semarang Jl Raya Kaligawe, "CYCLOTRON : Jurnal Teknik Elektro Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things Menggunakan Metode Simple Exponential Smoothing untuk Prediksi Kebutuhan Energi," 2023.
- [9] A. Vidya, G. Pradana, J. Jeskris, S. Tualaka, and M. N. Boma, "EasyChair Preprint Arduino-Based Automatic Emergency Lighting System with Bluetooth Module," 2023.
- [10] I. Setyo, W. Muhammad, A. Firdaus, T. T. Laksana, P. Studi, and T. Elektro, "Sistem Monitoring Ruang Server Berbasis Internet of Things Menggunakan Komunikasi Wireless LoRa Ebyte E32," 2023.