



## PERANCANGAN SISTEM SMART ATTENDANCE DAN MONITORING RUANGAN KELAS BERBASIS ESP32

Roihan Parli Lubis<sup>1</sup>, Rianda Sapitra Lubis<sup>2</sup>, Muhammad Ikbal<sup>3</sup>, Dian Putra Saragi<sup>4</sup>, Eka Dodi Suryanto<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan Williem Iskandar Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kode Pos 20221

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan Williem Iskandar Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kode Pos 20221

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan Williem Iskandar Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kode Pos 20221

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan Williem Iskandar Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kode Pos 20221

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan Williem Iskandar Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kode Pos 20221

Penulis Korespondensi: [roihan360p@gmail.com](mailto:roihan360p@gmail.com)

**Abstract:** *The rapid development of Internet of Things (IoT) and embedded systems has significantly transformed conventional manual systems into automated and integrated solutions. One of the critical applications is in attendance systems and environmental monitoring, which are still commonly implemented manually and prone to errors, data manipulation, and inefficiency. This study aims to design and implement a smart attendance system integrated with classroom environmental monitoring using the ESP32 microcontroller. The system utilizes an RFID RC522 module for user identification, a DHT11 sensor for temperature and humidity monitoring, a PIR sensor for motion detection, and an LDR sensor for light intensity measurement. The collected data are processed by the ESP32 and displayed in real-time through a 16×2 LCD interface, while actuators such as a DC fan, buzzer, and LED indicators respond automatically based on system conditions. The research methodology includes hardware and software design, system integration, and performance testing. A threshold-based control algorithm with hysteresis is implemented to ensure stable fan operation and avoid frequent switching. Experimental results indicate that the system successfully performs accurate RFID-based attendance recording, real-time environmental monitoring, and automatic fan control when the temperature exceeds the defined threshold. The integration of multiple sensors enhances system functionality and improves energy efficiency. Therefore, the proposed system can be considered a reliable prototype for smart classroom applications that combines attendance automation and environmental control in a single platform.*

**Keywords:** *ESP32; Internet of Things; Monitoring System; RFID; Smart Attendance*

**Abstrak.** Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) dan sistem embedded telah mendorong perubahan signifikan dari sistem konvensional menuju sistem otomatis yang lebih terintegrasi dan efisien. Salah satu penerapannya adalah pada sistem absensi dan monitoring kondisi ruangan yang masih banyak dilakukan secara manual sehingga rentan terhadap kesalahan pencatatan, manipulasi data, serta kurang mampu menyediakan informasi secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem smart attendance yang terintegrasi dengan monitoring kondisi ruangan berbasis mikrokontroler ESP32. Sistem ini memanfaatkan modul RFID RC522 untuk proses identifikasi pengguna, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia, serta sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya. Data yang diperoleh diproses oleh ESP32 dan ditampilkan secara real-time melalui LCD 16×2, serta digunakan untuk mengendalikan aktuator seperti kipas DC, buzzer, dan indikator LED secara otomatis. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian kinerja. Sistem kontrol kipas dirancang

menggunakan metode threshold dengan pendekatan hysteresis untuk menjaga kestabilan operasi dan menghindari switching berulang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan identifikasi RFID dengan baik, menampilkan data lingkungan secara real-time, serta mengaktifkan kipas secara otomatis saat suhu melebihi batas yang ditentukan. Integrasi multi-sensor juga meningkatkan kemampuan monitoring dan efisiensi energi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai prototipe smart classroom yang mengintegrasikan absensi otomatis dan monitoring lingkungan dalam satu sistem.

**Kata kunci:** ESP32; Internet of Things; Monitoring Ruangan; RFID; Smart Attendance

## **LATAR BELAKANG**

Perkembangan Internet of Things (IoT) menawarkan peluang besar bagi digitalisasi manajemen ruang kelas, namun penerapannya saat ini masih belum optimal. Sistem presensi konvensional sering kali memakan waktu, kurang efisien, dan rentan terhadap manipulasi data. Di sisi lain, pengendalian utilitas keras seperti kipas angin dan lampu penerangan yang masih bergantung pada intervensi manual kerap memicu pemborosan energi listrik, terutama saat ruangan dibiarkan kosong atau saat pencahayaan alami sudah memadai. Meskipun berbagai kajian terdahulu telah mengembangkan inovasi absensi berbasis Radio Frequency Identification (RFID) maupun otomatisasi tata ruangan menggunakan sensor suhu dan gerak, mayoritas solusi tersebut masih diimplementasikan secara parsial atau berdiri sendiri. Pemisahan fungsionalitas ini justru memunculkan tantangan baru berupa inefisiensi biaya instalasi, kerumitan pemeliharaan infrastruktur, serta ketiadaan sinkronisasi kerja antar perangkat pintar di dalam satu ekosistem ruang kelas yang sama.

Merespons kesenjangan teknologi tersebut, penelitian ini menawarkan sebuah kebaruan (novelty) berupa arsitektur sistem kendali terpusat yang mengintegrasikan fungsionalitas Smart Attendance dan pemantauan kondisi lingkungan fisik kelas dalam satu platform mikrokontroler ESP32. Urgensi dari rancangan ini adalah menciptakan lingkungan belajar yang responsif secara otonom dan hemat energi tanpa redundansi perangkat. Secara operasional, sistem dirancang untuk memverifikasi kehadiran siswa melalui modul RFID yang berkolaborasi dengan sensor Infrared dan motor servo guna mengotomatisasi akses sirkulasi pintu. Pada saat yang bersamaan, mikrokontroler juga memproses parameter lingkungan secara seketika (real-time) untuk mengendalikan aktuator cerdas; meliputi aktivasi kipas angin otomatis saat sensor DHT11 mendeteksi suhu melampaui ambang batas maksimal, serta manajemen lampu kelas dan teras menggunakan kombinasi sensor PIR dan LDR berdasarkan presensi manusia dan

intensitas cahaya matahari. Berdasarkan rasionalisasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun, mengimplementasikan, dan mengevaluasi keandalan purwarupa sistem terpadu yang mampu mengelola data kehadiran secara digital sekaligus mengoptimalkan konsumsi energi kelistrikan ruang kelas berskala laboratorium.

### **KAJIAN TEORITIS**

Konsep dasar perancangan sistem ini bertumpu pada arsitektur Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat komputasi logis. Penerapan IoT saat ini telah membawa transformasi yang sangat krusial dalam berbagai sistem informasi dan teknologi modern (Kusuma & Waluyo, 2025). Dalam domain manajemen kehadiran ruang kelas, proses identifikasi secara presisi sangat mengandalkan teknologi Radio Frequency Identification (RFID). Keandalan teknologi ini telah dibuktikan secara empiris; implementasi IoT dalam sistem absensi siswa berbasis RFID dan komputasi awan mampu mendigitalisasi serta mengamankan proses presensi secara efektif (Sianturi & Sitio, 2025). Lebih lanjut, pengembangan presensi mahasiswa menggunakan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) berbasis RFID juga terbukti secara signifikan dapat mempercepat birokrasi pencatatan kehadiran di lingkungan perguruan tinggi (Farida et al., 2025). Meskipun demikian, kajian-kajian terdahulu tersebut umumnya masih membatasi ruang lingkupnya murni pada administrasi data kesiswaan semata, tanpa mengeksplorasi lebih jauh potensi integrasinya dengan aspek otomatisasi fisik ruang tata kelas itu sendiri.

Pada aspek manajemen fasilitas ruangan, efisiensi energi dan kenyamanan termal dapat dikendalikan melalui kombinasi sensor dan aktuator cerdas. Studi sebelumnya menegaskan bahwa sistem monitoring suhu berbasis IoT menggunakan ESP32 sangat andal untuk memantau kondisi lingkungan rumah pintar secara real-time (Rozi, Wiranto, & Putri, 2025). Penggunaan sensor termal yang dipadukan dengan mikrokontroler NodeMCU juga terbukti krusial dalam mengendalikan iklim mikro, baik pada ruang server (Implementasi Sistem Monitoring Suhu, 2025) maupun pada ruang koleksi berisiko tinggi di fasilitas publik (Mi'rajtania, Yuana, & Puspitasari, n.d.). Secara spesifik, integrasi antara sensor dan aktuator berbasis IoT telah berhasil diterapkan untuk pengaturan nyala-mati kipas otomatis sekaligus memonitor lingkungan secara adaptif (Roihan, n.d.). Berpijak pada tinjauan literatur yang komprehensif tersebut, terbuka peluang besar untuk menyatukan dua domain teknologi (absensi dan monitoring) yang

selama ini berjalan terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini dilandasi oleh pemikiran bahwa penggabungan algoritma smart attendance berbasis RFID dengan sistem kendali lingkungan responsif ke dalam satu kerangka kerja ESP32 akan menghasilkan ekosistem kelas yang terpadu; di mana redundansi perangkat dapat dieliminasi, sekaligus mempertahankan kenyamanan termal, visual, dan efisiensi kelistrikan secara otonom.

## **METODE PENELITIAN**

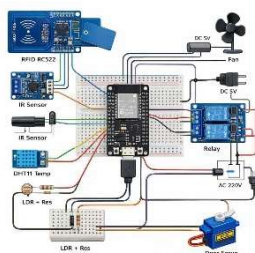
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan pendekatan eksperimental untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Attendance dan monitoring ruangan berbasis mikrokontroler ESP32. Fokus penelitian adalah pada perancangan, integrasi, serta pengujian kinerja sistem dalam skala prototipe.

### **A. Arsitektur Sistem**

Sistem dirancang menggunakan model *Input–Process–Output (IPO)*. Pada model ini, data dari berbagai sensor sebagai masukan diproses oleh mikrokontroler untuk menghasilkan keluaran berupa informasi dan aksi otomatis.

1. Input: RFID RC522, sensor DHT11, sensor PIR, sensor LDR, dan sensor IR
2. Process: Mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data dan eksekusi algoritma
3. Output: LCD 16×2, LED indikator, buzzer, motor DC (kipas), relay, dan servo motor

Pendekatan ini digunakan untuk memastikan sistem mampu bekerja secara real-time dan terintegrasi dalam satu platform. Wiring koneksi untuk sistem smart attendance dan monitoring ruangan kelas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Wiring Diagram Sistem Smart Attendance Dan Monitoring Ruangan Kelas Berbasis Esp32.

### **B. Perancangan Perangkat Keras**

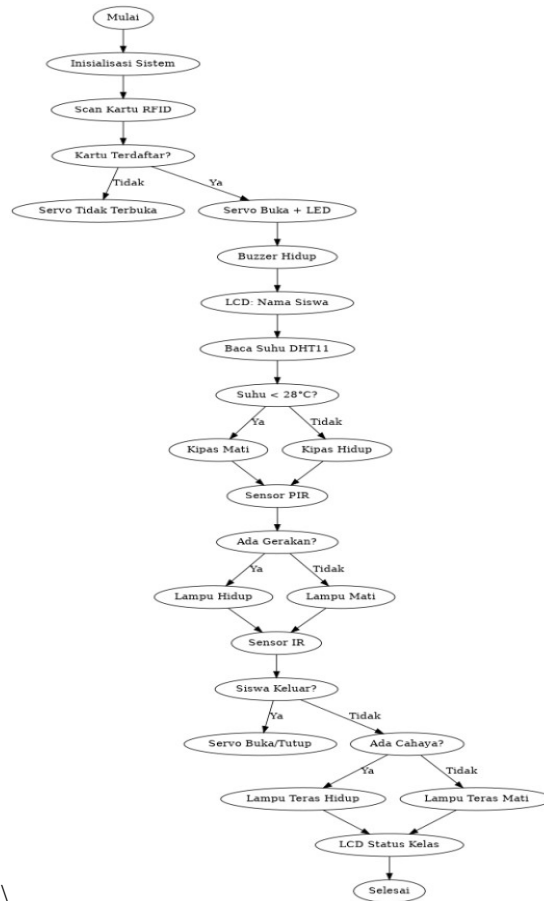
Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak berbasis ESP32. Sensor seperti RFID RC522 (SPI), DHT11 (digital), dan

LDR (analog) dihubungkan sesuai jenis sinyalnya, sedangkan relay digunakan untuk mengendalikan perangkat seperti kipas dan lampu secara otomatis.

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++ untuk membaca data sensor secara kontinu dan mengontrol aktuator. Sistem menggunakan metode *threshold control* dengan pendekatan *hysteresis* untuk menjaga kestabilan kerja, terutama pada pengendalian kipas berdasarkan suhu.

### C. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem menggambarkan proses operasional sistem secara keseluruhan, mulai dari proses identifikasi pengguna hingga pengendalian perangkat secara otomatis.



Gambar 2. Flowchart Sistem Smart Attendance Dan Monitoring Ruang.

Sumber: Penulis (2026)

Secara umum, sistem bekerja melalui beberapa tahapan terintegrasi yang dijalankan secara berurutan oleh mikrokontroler ESP32. Proses diawali dengan inisialisasi seluruh

perangkat, meliputi konfigurasi sensor dan aktuator agar siap beroperasi. Selanjutnya, pengguna melakukan pemindaian kartu RFID yang kemudian diverifikasi oleh sistem berdasarkan data identitas yang telah terdaftar. Apabila kartu dinyatakan valid, sistem secara otomatis mencatat kehadiran dan mengaktifkan mekanisme akses, seperti membuka pintu. Setelah itu, sistem secara kontinu membaca kondisi lingkungan melalui sensor, meliputi suhu, intensitas cahaya, dan keberadaan gerakan. Data tersebut diproses untuk mengendalikan perangkat secara otomatis, seperti mengaktifkan kipas ketika suhu melebihi batas tertentu dan mengatur pencahayaan berdasarkan kondisi ruangan. Seluruh informasi terkait status sistem dan kondisi lingkungan kemudian ditampilkan secara real-time melalui LCD sebagai antarmuka pengguna

#### **D. Metode Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black-box testing* untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai dengan yang dirancang.

Pengujian meliputi:

1. Pengujian pembacaan RFID
2. Pengujian sensor suhu dan kelembapan
3. Pengujian sensor PIR dan LDR
4. Pengujian kontrol kipas otomatis
5. Pengujian integrasi keseluruhan sistem

Hasil pengujian dianalisis dengan membandingkan respons sistem terhadap kondisi yang diberikan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan keandalan sistem.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilaksanakan secara berkesinambungan pada bulan Maret 2026, bertempat di Rumah Roihan Parli Lubis. Fase pengambilan data dilakukan melalui metode observasi eksperimental terhadap purwarupa sistem yang telah dirakit secara utuh. Fokus pengamatan bertumpu pada pencatatan waktu respons aktuator, akurasi pembacaan sensorik, serta stabilitas transmisi instruksi dari mikrokontroler ESP32 ketika diberikan berbagai stimulus lingkungan buatan dan input identitas secara berulang. Seluruh rekaman data hasil pengujian fungsional kemudian

direduksi dan dianalisis secara komparatif untuk mengevaluasi sejauh mana algoritma komputasi selaras dengan luaran mekanis dan elektris yang dihasilkan.

### **A. Implementasi Sistem**

Sistem Smart Attendance dan monitoring ruangan telah berhasil direalisasikan dalam bentuk prototipe berbasis mikrokontroler ESP32. Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator dalam satu sistem yang terpasang pada model ruangan sederhana.



Gambar 3. Implementasi Sistem Smart Attendance Dan Monitoring Ruangan.

Sumber: Penulis (2026)

Berdasarkan Gambar 2, sistem terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengolah seluruh data dari sensor. Modul RFID RC522 digunakan untuk proses identifikasi pengguna dalam sistem absensi, sedangkan sensor DHT11 berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan ruangan. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau pergerakan manusia, dan sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya di lingkungan sekitar.

Pada sisi keluaran, sistem dilengkapi dengan LCD 16×2 sebagai media tampilan informasi, relay sebagai pengendali perangkat listrik, motor DC sebagai kipas pendingin ruangan, serta servo motor yang digunakan sebagai mekanisme akses pintu. Selain itu, LED dan buzzer digunakan sebagai indikator visual dan suara untuk memberikan notifikasi terhadap kondisi tertentu dalam sistem.

Secara fisik, seluruh komponen dirakit menggunakan breadboard dan dihubungkan menggunakan kabel jumper, sehingga memudahkan dalam proses pengujian dan pengembangan sistem. Prototipe dirancang dalam bentuk model ruangan sederhana untuk mensimulasikan kondisi nyata dalam ruang kelas. Dengan konfigurasi tersebut, sistem mampu bekerja secara terintegrasi dalam membaca data sensor, memproses informasi, serta mengontrol aktuator secara otomatis sesuai dengan logika yang telah diprogram.

### **B. Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Pengujian meliputi pembacaan RFID, deteksi gerakan oleh sensor PIR, serta respon sistem terhadap kondisi yang diberikan. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1.

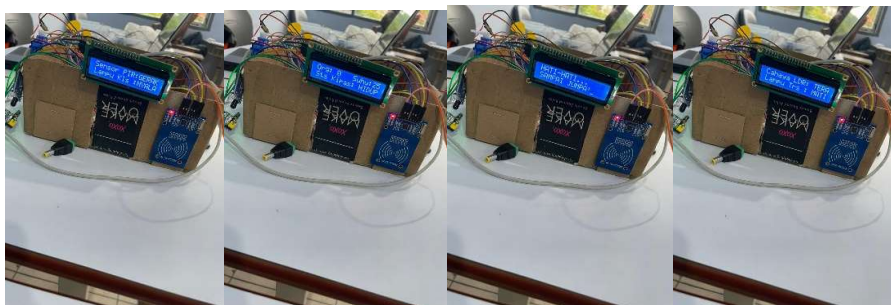
Tabel 1. Hasil Pengujian Subsystem *Smart Attendance*

Sumber: Data Primer Diolah (2026).

No.	Skenario Pengujian	Input Sistem (Sensor)	Respons Sistem yang Diharapkan	Hasil Aktual (Output Aktuator)	Status
1	Pemindaian kartu siswa yang telah terdaftar di <i>database</i> .	UID Kartu Valid dibaca oleh RFID RC522.	Autentikasi berhasil; sistem memberikan akses masuk dan mencatat kehadiran.	Layar LCD menampilkan nama siswa, LED indikator menyala, dan motor servo membuka pintu, lalu menutup kembali.	Berhasil
2	Pemindaian kartu acak yang tidak terdaftar di <i>database</i> .	UID Kartu Tidak Valid dibaca oleh RFID RC522.	Autentikasi ditolak; sistem memblokir akses	Layar LCD menampilkan status penolakan, motor servo	Berhasil

**PERANCANGAN SISTEM SMART ATTENDANCE DAN MONITORING  
RUANGAN KELAS BERBASIS ESP32**

			masuk dan memberikan peringatan.	tetap terkunci, dan <i>buzzer</i> berbunyi sebagai alarm.	
3	Deteksi siswa yang hendak keluar dari dalam ruangan kelas.	Pergerakan objek terdeteksi oleh Sensor <i>Infrared</i> (IR).	Sistem merespons pergerakan dari arah dalam untuk membuka pintu secara otomatis.	Motor servo menarik tuas untuk membuka pintu dan LCD menampilkan pesan penutup ("Semangat Hari Ini").	Berhasil
4	Kondisi <i>Standby</i> (Tidak ada pemindaian atau pergerakan).	Tidak ada input dari RFID maupun Sensor IR.	Sistem berada dalam mode siaga menunggu instruksi masuk.	Pintu tertutup rapat (servo di posisi awal), <i>buzzer</i> mati, LCD menampilkan status kelas siap.	Berhasil



Gambar 4. Tampilan Hasil Pengujian Output Sistem Pada LCD.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, sistem menunjukkan tingkat keberhasilan yang sangat baik pada seluruh skenario yang diuji. Modul RFID RC522

mampu membaca kartu dengan akurat dan cepat, serta sistem dapat membedakan antara kartu yang terdaftar dan tidak terdaftar dengan benar. Pada kondisi kartu valid, sistem berhasil menampilkan identitas pengguna pada LCD, mengaktifkan LED indikator, serta menggerakkan servo untuk membuka akses pintu. Sebaliknya, pada kartu yang tidak terdaftar, sistem memberikan respon berupa penolakan akses yang ditandai dengan bunyi buzzer.

Selain itu, sensor Infrared (IR) juga menunjukkan kinerja yang baik dalam mendeteksi pergerakan objek sebagai indikasi pengguna yang keluar dari ruangan. Sistem secara otomatis merespons dengan mengaktifkan servo untuk membuka pintu, yang menunjukkan bahwa mekanisme akses keluar dapat berjalan tanpa intervensi manual.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem absensi cerdas yang dirancang telah mampu bekerja secara stabil dan sesuai dengan logika yang diimplementasikan. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator berjalan dengan baik tanpa ditemukan kesalahan fungsi selama proses pengujian.

### **C. Analisis Data**

Analisis data dilakukan berdasarkan keluaran sistem yang ditampilkan pada serial monitor untuk mengevaluasi kesesuaian antara input sensor dan respon aktuator. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem mampu membaca parameter lingkungan secara real-time dan menghasilkan keputusan sesuai dengan logika yang telah diprogram.

```
Output Serial Monitor X
Not connected. Select a board and a port to connect automatically.
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 941 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.20 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 939 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.20 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 933 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.30 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 935 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.30 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 946 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.00 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 946 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.00 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 946 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.40 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 945 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.40 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 944 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.10 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP
Data -> LDR: 946 | PIR: ADA GERAK | Suhu: 27.10 | Orang di Kelas: 0
>>> PERINTAH: LAMPU KELAS HIDUP

[!!!] SENSOR KELUAR AKTIF!
```

Gambar 5. Tampilan data serial monitor sistem.

Contoh data hasil pengujian menunjukkan nilai LDR, status sensor PIR, serta suhu yang terbaca oleh DHT11, yang kemudian diproses untuk menentukan aksi sistem, seperti mengaktifkan lampu atau kipas. Respon yang dihasilkan sesuai dengan kondisi input, sehingga menunjukkan bahwa algoritma kontrol berjalan dengan baik dan sistem bekerja secara stabil.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem *smart attendance* dan *monitoring* ruangan kelas yang terintegrasi menggunakan mikrokontroler ESP32. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem dapat beroperasi secara stabil dalam menjalankan komputasi secara bersamaan tanpa mengalami kegagalan instruksi (*error*). Sistem absensi cerdas berbasis pemindai RFID terbukti mampu bekerja sinkron dengan sensor *infrared* dan motor servo untuk mengotomatisasi akses kontrol pintu keluar-masuk. Secara bersamaan, sistem kontrol lingkungan berhasil meningkatkan efisiensi energi melalui pengaktifan kipas pendingin secara otomatis ketika suhu melampaui batas *threshold* 28°C, serta manajemen pencahayaan yang adaptif menggunakan sensor PIR dan LDR berdasarkan pergerakan manusia dan intensitas cahaya matahari.

Meskipun kinerja prototipe ini sangat baik pada skala pengujian laboratorium, sistem masih memiliki keterbatasan operasional pada jarak pembacaan modul RFID yang relatif pendek serta tingginya ketergantungan terhadap kestabilan suplai daya listrik. Sebagai tindak lanjut, penerapan arsitektur *Internet of Things* (IoT) ini sangat direkomendasikan bagi institusi pendidikan untuk mewujudkan manajemen fasilitas kelas yang lebih cerdas dan efisien. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar sistem ini diintegrasikan dengan *database* berbasis *cloud computing* untuk sentralisasi data kehadiran secara *real-time*. Selain itu, penggunaan teknologi identifikasi yang lebih mutakhir seperti *Near Field Communication* (NFC) atau sensor biometrik juga perlu dikaji untuk meningkatkan jangkauan pembacaan dan tingkat keamanan akses.

## **DAFTAR REFERENSI**

Asshiddiqi, F. F., Triayudi, A., & Aldisa, R. T. (2022). Pembangunan smart detection absensi berbasis kartu RFID dan ESP32. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, 4(1), 204–209. <https://doi.org/10.30865/json.v4i1.4912>

- Amri, M. I., Srg, S. C. A., & Rusdi, M. (2025). Rancang bangun sistem monitoring ketersediaan ruang kelas berbasis RFID dengan e-KTP. *TRekRiTel: Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 6–12.
- Ariyanto, D. (2024). Rancang bangun sistem pencatat kehadiran di laboratorium menggunakan RFID dan ESP32-CAM berbasis IoT. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 15(1), 205–214. <https://doi.org/10.31602/tji.v15i1.13979>
- Barokah, T. A., Nurfiana, N., Setyawan, D. Y., & Sudiby, N. H. (2024). Sistem monitoring kehadiran mahasiswa berbasis IoT. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, 2(3), 834–843.
- Farida, N. N., et al. (2025). Pengembangan sistem presensi mahasiswa berbasis RFID menggunakan KTM. *Journal of Information Systems and Business Technology*, 1(3).
- Jahri, M. I., Kunaryo, B. H., & Winasis, G. (2025). Rancang bangun sistem keanggotaan berbasis ESP32 dan RFID terintegrasi Firebase. *JETI: Jurnal Elektro dan Teknik Informasi*, 4(1).
- Kusuma, F., & Waluyo, S. (2025). Seminar nasional mahasiswa fakultas teknologi informasi (SENAFTI).
- Mi'rajtania, S., Yuana, H., & Puspitasari, W. D. (n.d.). Prototype of IoT-based temperature and humidity monitoring system for microenvironment control.
- Oktovialenta, T., Susilo, S., & Stepanus, S. (2025). Rancang bangun purwarupa smart attendance system berbasis IoT. *Lektrokom: Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 22–34.
- Pardani, N. P., & Yulianti, B. (2026). Sistem absensi otomatis mahasiswa berbasis RFID terintegrasi Google Spreadsheet. *Jurnal Teknologi Industri*, 15(1), 15–25.
- Prakasa, M. G., & Syafitri, N. (2023). Sistem presensi dengan fitur RFID dan capture citra menggunakan NodeMCU. *ELKOMIKA*, 11(2), 310–324.
- Rozi, A. Y. F., Wiranto, F. N., & Putri, R. L. E. (2025). Sistem monitoring suhu berbasis ESP32 melalui Telegram.
- Sianturi, F. A., & Sitio, A. S. (2025). Implementasi IoT dalam sistem absensi siswa berbasis RFID dan cloud computing. *Jurnal Media Informatika*.
- Widsono, M. Y., & Nuroji, N. (2025). Perancangan teknologi RFID dalam sistem presensi peserta didik berbasis IoT. *Arcitech Journal*, 5(1), 125–147.