



Monitoring Otomatisasi Perangkat Elektronik Lampu Dan Kipas Berbasis ESP32 Dan Sensor PIR Pada Sistem Smart Class Terintegrasi

Rizal Ari Nugroho^{1,*}, Radiktyo Nindyo Sumarno², Laily Muntasiroh³,

^a Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl.Kedungmundu No.18, Semarang, Indonesia

¹ rizalarinugroho21@gmail.com; ² radiktyonindyo@unimus.ac.id; ³ lailymuntasiroh@unimus.ac.id;

ARTICLE INFO

Article History

Submission : 16-08-2026

Revision : 31-08-2026

Accepted : 10-09-2026

Kata Kunci:

Smart Class; ESP32; Sensor

PIR; DHT22; Blynk;

Otomatisasi; Monitoring.

ABSTRAK

Pengoperasian lampu dan kipas pada ruang kelas yang masih dilakukan secara manual dapat menyebabkan perangkat tetap menyala ketika ruangan tidak digunakan dan menyulitkan pemantauan kondisi perangkat. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Class berbasis ESP32 yang mengintegrasikan otomatisasi berbasis deteksi aktivitas dan suhu dengan monitoring lokal serta Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan sensor PIR HC-SR501, sensor DHT22, relay, LCD 16×2 I2C, dan aplikasi Blynk, serta menyediakan mode otomatis dan manual. Kinerja sistem dievaluasi melalui pengujian jarak deteksi PIR pada 1–8 m, lima kali pengujian waktu pemadaman otomatis, pengujian logika kendali pada empat kombinasi kondisi PIR dan suhu, serta pengujian kontrol manual melalui Blynk. Hasil menunjukkan PIR mendeteksi pergerakan pada jarak 1–5 m, memberikan respons samar pada 6 m, dan tidak mendeteksi pada 7–8 m. Waktu pemadaman otomatis berada pada rentang 78–81 detik dengan rata-rata 79,6 detik dan simpangan baku 1,14 detik, atau 19,6 detik (32,7%) lebih lama daripada timer program 60 detik. Pada pengujian fungsional, logika lampu dan kipas bekerja sesuai kombinasi keberadaan objek dan ambang suhu 24°C, sedangkan mode manual mampu mengubah status perangkat melalui Blynk. Akurasi absolut pembacaan DHT22 dan latensi komunikasi Blynk belum dikuantifikasi terhadap instrumen referensi, sehingga hasil penelitian dibatasi pada validasi kinerja fungsional prototipe. Kontribusi penelitian terletak pada integrasi kendali otomatis dan manual, monitoring lokal, serta monitoring berbasis IoT dalam satu prototipe Smart Class.

This is an open access article under license [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi elektronika dan sistem tertanam mendorong penerapan sistem otomasi pada berbagai bidang, termasuk lingkungan pendidikan. Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada ruang kelas juga memungkinkan sistem kelistrikan dikendalikan dan dipantau secara otomatis untuk mendukung pengelolaan ruang kelas yang lebih terintegrasi

[12]. Ruang kelas merupakan salah satu fasilitas yang menggunakan perangkat elektronik seperti lampu dan kipas untuk mendukung kegiatan pembelajaran [1]. Pengoperasian perangkat tersebut yang masih dilakukan secara manual dapat menyebabkan lampu dan kipas tetap menyala ketika ruangan sudah tidak digunakan [2]. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan penggunaan energi listrik menjadi kurang efisien sehingga diperlukan sistem monitoring dan pengendalian yang dapat membantu mengatur penggunaan perangkat listrik secara terukur [13]. Permasalahan lain yang ditemukan adalah keterbatasan dalam melakukan pengawasan terhadap kondisi perangkat elektronik di dalam ruang kelas. Pengguna atau pengelola ruangan perlu mengetahui apakah lampu dan kipas masih dalam keadaan menyala atau sudah mati [3]. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang tidak hanya mampu mengendalikan perangkat secara otomatis, tetapi juga menyediakan informasi kondisi perangkat secara langsung. Mikrokontroler ESP32 dapat digunakan sebagai pusat kendali karena memiliki kemampuan pemrosesan data serta konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth [4]. Penggunaan ESP32 dalam sistem monitoring berbasis IoT juga memungkinkan pengiriman dan pemantauan data secara real-time melalui platform berbasis jaringan seperti Blynk [14]. Pada penelitian terdahulu, ESP32 telah digunakan untuk pengendalian perangkat elektronik berbasis Internet of Things (IoT), termasuk pengendalian lampu dan kipas melalui aplikasi Blynk [5], sedangkan integrasi ESP32 dengan sensor PIR, DHT22 dan Blynk juga diterapkan pada sistem Smart Classroom untuk mendukung otomatisasi dan efisiensi energi [11]. Pada penelitian ini, sensor Passive Infrared (PIR) digunakan untuk mendeteksi pergerakan manusia di dalam ruang kelas [6]. Sensor DHT22 digunakan untuk membaca kondisi suhu ruangan. Penggunaan DHT22 yang terintegrasi dengan ESP32 dan platform Blynk juga telah diterapkan pada sistem monitoring lingkungan secara real time [15]. Data dari kedua sensor diproses oleh ESP32 untuk menentukan kondisi lampu dan kipas. Relay digunakan sebagai penghubung antara sistem kontrol bertegangan rendah dengan perangkat lampu dan kipas bertegangan 220 V AC. LCD 16×2 digunakan sebagai media monitoring lokal, sedangkan Blynk digunakan untuk monitoring dan pengendalian perangkat melalui jaringan internet [7]. Sistem dirancang dalam dua mode pengoperasian, yaitu otomatis dan manual. Pada mode otomatis, lampu dikendalikan berdasarkan deteksi sensor PIR dan kipas dikendalikan berdasarkan suhu ruangan [8]. Nilai 24°C ditetapkan sebagai setpoint operasional prototipe untuk membentuk dua kondisi uji, yaitu suhu di bawah 24°C dan suhu sama dengan atau di atas 24°C; nilai tersebut tidak dimaksudkan sebagai penetapan standar kenyamanan termal universal. Pada mode manual, pengguna dapat mengendalikan lampu dan kipas melalui aplikasi Blynk [9]. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Class berbasis ESP32 dan sensor PIR untuk melakukan otomatisasi serta monitoring perangkat elektronik berupa lampu dan kipas di ruang kelas [10]. Sistem diharapkan dapat memberikan kemudahan pengendalian perangkat sekaligus mengurangi peluang perangkat tetap aktif saat ruang tidak digunakan.

2. Metode Penelitian

Perancangan dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak agar sistem dapat bekerja sebagai satu kesatuan. Perangkat keras yang digunakan meliputi power supply 12V DC, buck converter, ESP32, sensor PIR HC-SR501, sensor DHT22, relay 2 channel, LCD 16×2 I2C, lampu 220 V AC, dan kipas 220V AC. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman ESP32 dan Blynk untuk monitoring serta kontrol. ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali. Sensor PIR terhubung pada GPIO 13, DHT22 pada

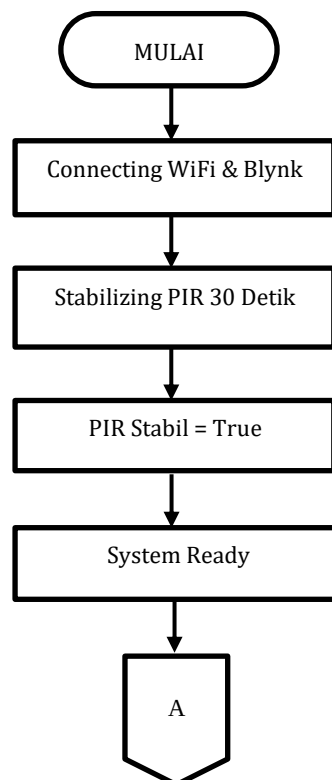
GPIO 4, relay lampu pada GPIO 26, relay kipas pada GPIO 27, sedangkan LCD I2C menggunakan GPIO 21 sebagai SDA dan GPIO 22 sebagai SCL. Data sensor diproses oleh ESP32 berdasarkan logika program kemudian digunakan untuk mengendalikan relay.

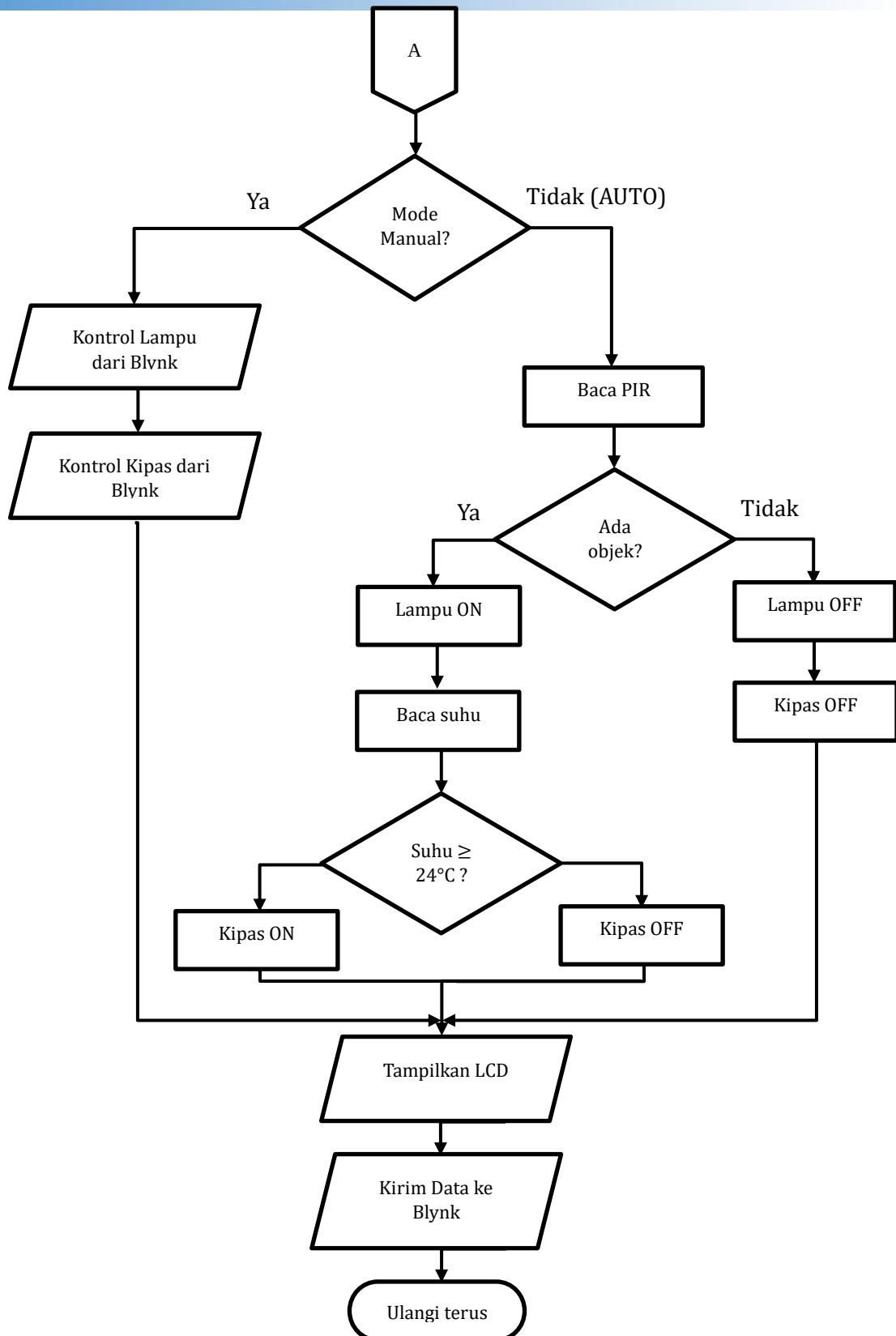
Tabel 1: Koneksi komponen dengan Esp32

Komponen	Pin Esp32	Fungsi
Sensor PIR	GPIO 13	Input deteksi gerakan
Sensor DHT22	GPIO 4	Input suhu
LCD SDA	GPIO 21	Data I2C
LCD SCL	GPIO 22	Clock I2C
Relay lampu	GPIO 26	Kontrol lampu
Relay kipas	GPIO 27	Kontrol kipas

Pada mode otomatis, sensor PIR membaca aktivitas manusia. Jika gerakan terdeteksi, ESP32 mengaktifkan relay lampu, sedangkan sensor DHT22 digunakan sebagai input suhu untuk kendali kipas. Kipas diaktifkan ketika suhu mencapai atau melebihi setpoint 24°C sesuai logika sistem. Ketika tidak terdapat aktivitas, timer program 60 detik digunakan untuk menentukan pemadaman perangkat setelah deteksi terakhir. Nilai 24°C diperlakukan sebagai setpoint eksperimen untuk membedakan kondisi $<24^{\circ}\text{C}$ dan $\geq 24^{\circ}\text{C}$, bukan sebagai hasil kalibrasi sensor atau standar kenyamanan termal. Pada mode manual, lampu dan kipas dikendalikan melalui Blynk. Prosedur pengujian dan kriteria keberhasilan dijelaskan pada Bagian 2.3. Data primer diperoleh melalui pengukuran dan pengamatan langsung, sedangkan data sekunder berasal dari literatur acuan.

2.1 Rancangan Sistem



Gambar 1. flowchart sistem *smart class*

Gambar 1. menggambarkan alur kerja sistem Smart Class yang terdiri atas sub sistem sumber daya, sub sistem sensor, sub sistem monitoring, dan output. Sumber daya berasal dari 220 V

AC yang diturunkan menjadi 12V DC melalui power supply dan selanjutnya menjadi 5V DC menggunakan buck converter. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler utama yang menerima data dari sensor PIR dan DHT22. Sensor PIR berfungsi mendeteksi pergerakan manusia, sedangkan DHT22 digunakan untuk membaca suhu ruangan. Data sensor diproses oleh ESP32 untuk mengendalikan relay yang terhubung dengan lampu dan kipas. Sistem monitoring menggunakan LCD 16×2 sebagai tampilan lokal dan Blynk sebagai media monitoring serta pengendalian. Dengan rancangan tersebut, proses sensor, pengendalian output, dan monitoring dapat terintegrasi dalam satu sistem Smart Class.

2.2 Implementasi sistem

Implementasi sistem Smart Class dilakukan dengan merealisasikan rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibuat. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi mengolah data dari sensor dan mengendalikan perangkat output. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari power supply 12V DC, buck converter, ESP32, sensor PIR HC-SR501, sensor DHT22, relay 2 channel, LCD 16×2 I2C, lampu, dan kipas. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman ESP32 dan Blynk sebagai media monitoring serta pengendalian sistem. Pada implementasinya, sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pergerakan manusia di dalam ruang kelas, sedangkan sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan ruangan. Data dari kedua sensor dikirimkan ke ESP32 untuk diproses berdasarkan program yang telah dibuat. ESP32 kemudian memberikan perintah kepada relay untuk mengendalikan lampu dan kipas sesuai kondisi yang terdeteksi. Lampu digunakan sebagai perangkat pencahayaan yang bekerja berdasarkan deteksi sensor PIR, sedangkan kipas dikendalikan berdasarkan nilai suhu dengan batas yang telah ditentukan, yaitu 24°C. Sistem juga memiliki dua mode pengoperasian, yaitu mode otomatis dan mode manual. Pada mode otomatis, perangkat bekerja berdasarkan data sensor. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya aktivitas manusia, lampu akan diaktifkan, sedangkan kondisi kipas ditentukan berdasarkan pembacaan suhu DHT22. Ketika tidak terdapat aktivitas, sistem menjalankan mekanisme pemadaman otomatis. Pada mode manual, pengguna dapat mengendalikan lampu dan kipas melalui aplikasi Blynk. Informasi kondisi sistem ditampilkan melalui LCD 16×2 I2C dan aplikasi Blynk. LCD digunakan sebagai media monitoring secara lokal, sedangkan Blynk digunakan untuk memantau kondisi sistem dan memberikan perintah pengendalian dari perangkat pengguna. Informasi yang ditampilkan meliputi suhu, kelembapan, status deteksi PIR, serta kondisi ON/OFF lampu dan kipas.

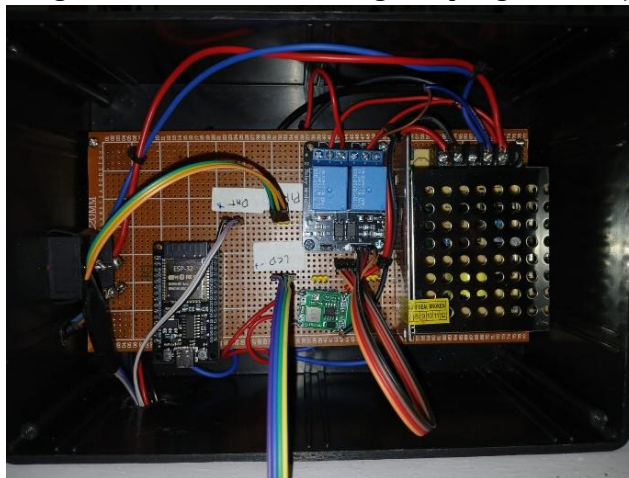
2.3 Uji produk

Uji produk dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keberhasilan sistem Smart Class setelah seluruh komponen diimplementasikan. Pengujian jarak PIR dilakukan pada jarak nominal 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 m dengan mencatat status deteksi serta keluaran lampu. Hasil dikategorikan sebagai terdeteksi, terdeteksi samar, atau tidak terdeteksi berdasarkan respons sensor dan keluaran sistem. Dokumentasi pengujian awal tidak mencatat jumlah pengulangan pada setiap jarak, tinggi pemasangan sensor, sudut lintasan objek, maupun kondisi geometris ruang secara numerik; oleh karena itu, hasil jarak PIR pada penelitian ini diperlakukan sebagai karakterisasi fungsional prototipe dan tidak digunakan untuk menyatakan reliabilitas statistik sensor.

Pengujian waktu pemadaman dilakukan sebanyak lima kali. Waktu pemadaman didefinisikan sebagai selang setelah tidak ada pergerakan sejak deteksi terakhir sampai relay mematikan perangkat, dengan timer program ditetapkan 60 detik. Kriteria keberhasilan pengujian ini adalah perangkat dapat berpindah ke kondisi OFF setelah tidak terdapat aktivitas dan durasi aktual dapat dicatat untuk dibandingkan dengan setpoint timer. Pengujian sistem otomatis dilakukan pada empat kombinasi kondisi, yaitu ada orang dengan suhu $\geq 24^{\circ}\text{C}$, ada orang dengan suhu $< 24^{\circ}\text{C}$, tidak ada orang dengan suhu $\geq 24^{\circ}\text{C}$, dan tidak ada orang dengan suhu $< 24^{\circ}\text{C}$. Sistem dinyatakan berfungsi sesuai rancangan apabila status lampu dan kipas mengikuti logika pada Tabel 5. Pengujian mode manual dilakukan pada kombinasi ON/OFF lampu dan kipas melalui Blynk, dengan keberhasilan ditentukan dari perubahan status relay dan kesesuaian tampilan pada sistem. Akurasi DHT22 terhadap termometer referensi, prosedur kalibrasi DHT22, dan latensi komunikasi Blynk belum dikuantifikasi pada pengujian awal. Jenis alat ukur dan titik ukur untuk data tegangan PIR juga belum terdokumentasi secara memadai. Keterbatasan tersebut dinyatakan secara eksplisit agar hasil tidak ditafsirkan melebihi cakupan pengujian yang tersedia.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem Smart Class berhasil mengintegrasikan ESP32, sensor PIR, DHT22, relay, LCD I2C, lampu, kipas, dan Blynk. ESP32 memproses data sensor dan mengendalikan perangkat sesuai mode yang dipilih. LCD memberikan monitoring lokal, sedangkan Blynk digunakan untuk monitoring dan pengendalian jarak jauh.



Gambar 2. Implementasi Sistem Smart Class

3.1 Penyajian Data

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data penelitian yang selanjutnya dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.2 Pengujian Sensor PIR

Sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan dengan baik pada jarak 1–5 m. Pada jarak 6 m, sensor masih memberikan respons tetapi bersifat samar, sedangkan pada 7–8 m pergerakan tidak terdeteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor PIR dapat digunakan sebagai input pendeteksi aktivitas pada ruang kelas, dengan area efektif deteksi sampai sekitar 5 m.

Tabel 2: Pengujian jarak deteksi Sensor PIR

No.	Jarak	Hasil Deteksi	Output
1.	1 m	Berhasil terdeteksi	Menyala
2.	2 m	Berhasil terdeteksi	Menyala
3.	3 m	Berhasil terdeteksi	Menyala
4.	4 m	Berhasil terdeteksi	Menyala
5.	5 m	Berhasil terdeteksi	Menyala
6.	6 m	Terdeteksi samar	Menyala
7.	7 m	Tidak terdeteksi	Mati
8.	8 m	Tidak terdeteksi	Mati

Pengujian waktu pemadaman dilakukan untuk mengetahui respons sistem ketika tidak ada pergerakan. Hasil lima pengujian adalah 80, 78, 81, 79, dan 80 detik. Rata-rata waktu pemadaman sebesar 79,6 detik dengan simpangan baku 1,14 detik dan rentang 78–81 detik. Dibandingkan dengan timer program 60 detik, terdapat keterlambatan rata-rata 19,6 detik atau 32,7%. Data pengujian ini membuktikan adanya selisih waktu terhadap setpoint program, tetapi belum dapat menentukan sumber keterlambatan secara kausal karena pengujian belum memisahkan waktu respons PIR, siklus pembacaan program, proses ESP32, dan komunikasi antarkomponen. Identifikasi penyebab keterlambatan memerlukan pengukuran waktu pada setiap tahap menggunakan pencatatan timestamp atau instrumen pengukuran waktu yang terpisah.

Tabel 3: Hasil pengujian waktu pemadaman otomatis

No.	Durasi Hasil Pengujian
1.	1 menit 20 detik
2.	1 menit 18 detik
3.	1 menit 21 detik
4.	1 menit 19 detik
5.	1 menit 20 detik
Rata-rata	79,6 detik ($\approx$ 1 menit 20 detik)

Pengukuran pada pengujian PIR menghasilkan nilai HIGH sebesar 4,846–4,861 V dan nilai LOW sebesar 0,07–0,10 V. Namun, nilai HIGH tersebut perlu diverifikasi kembali terhadap titik ukur dan rangkaian antarmuka karena ESP32 menggunakan domain logika 3,3 V. Dokumentasi pengujian yang tersedia belum mencantumkan titik ukur secara rinci maupun penggunaan rangkaian pembatas tegangan atau level shifting. Oleh karena itu, data pada Tabel 4 tidak digunakan untuk menyimpulkan bahwa tegangan 4,846–4,861 V diterapkan langsung dan aman pada GPIO ESP32. Verifikasi rangkaian antarmuka dan pengukuran ulang pada pin yang benar diperlukan sebelum data tegangan digunakan sebagai bukti kompatibilitas level logika.

Tabel 4: Hasil pengukuran tegangan sensor PIR

No.	HIGH	LOW
1.	4,846V	0,08V
2.	4,853V	0,07V
3.	4,861V	0,09V
4.	4,848V	0,10V
5.	4,857V	0,08V

3.3 Pengujian Sensor DHT22

Sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan ruangan sebagai input bagi logika kendali kipas. Pada pengujian fungsional, pembacaan suhu dibandingkan dengan setpoint 24°C untuk membentuk dua kondisi, yaitu $<24^{\circ}\text{C}$ dan $\geq 24^{\circ}\text{C}$. Empat kondisi utama yang diuji adalah terdapat orang dengan suhu $\geq 24^{\circ}\text{C}$, terdapat orang dengan suhu $<24^{\circ}\text{C}$, tidak terdapat orang dengan suhu $\geq 24^{\circ}\text{C}$, dan tidak terdapat orang dengan suhu $<24^{\circ}\text{C}$. Ketika terdapat orang, lampu menyala; kipas menyala ketika suhu mencapai atau melebihi 24°C. Ketika tidak terdapat orang, lampu dan kipas berada pada kondisi mati setelah mekanisme pemadaman dijalankan. Hasil pada Tabel 5 menunjukkan bahwa hubungan antara PIR, pembacaan suhu, ESP32, dan relay bekerja sesuai logika rancangan. Pengujian ini menilai keberhasilan fungsi kendali, bukan akurasi absolut DHT22. Karena dokumentasi pengujian tidak mencantumkan termometer referensi dan prosedur kalibrasi, galat, bias, dan akurasi pembacaan suhu DHT22 belum dapat dihitung. Dengan demikian, nilai suhu dalam penelitian ini digunakan sebagai variabel pemicu logika kendali dan tidak ditafsirkan sebagai hasil validasi metrologis sensor.

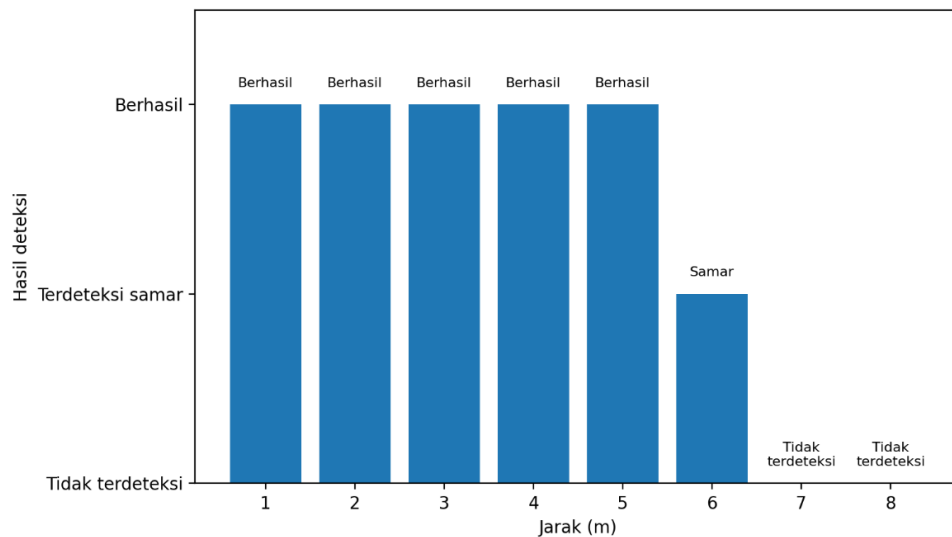
Tabel 5: Pengujian sistem otomatis

No.	Kondisi	PIR	Suhu	Lampu	Kipas
1.	Ada orang, suhu tinggi	Terdeteksi	$>24^{\circ}\text{C}$	Menyala	Menyala
2.	Ada orang, suhu rendah	Terdeteksi	$<24^{\circ}\text{C}$	Menyala	Mati
3.	Tidak ada orang, suhu tinggi	Tidak terdeteksi	$>24^{\circ}\text{C}$	Mati	Mati
4.	Tidak ada orang, suhu rendah	Tidak terdeteksi	$<24^{\circ}\text{C}$	Mati	Mati

Pada mode manual, pengguna dapat mengendalikan lampu dan kipas melalui Blynk. Pengujian dilakukan pada kombinasi kedua perangkat menyala, kedua perangkat mati, lampu menyala dan kipas mati, serta lampu mati dan kipas menyala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perintah manual dapat mengubah kondisi relay dan status perangkat dapat dipantau melalui LCD serta Blynk. Pengujian ini membuktikan fungsi kontrol manual secara fungsional, tetapi latensi dari perintah Blynk hingga perubahan status relay belum diukur secara kuantitatif. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memenuhi fungsi utama yang dirancang, yaitu mendeteksi aktivitas, membaca suhu sebagai pemicu logika, mengendalikan lampu dan kipas, menampilkan informasi melalui LCD, serta menyediakan monitoring dan kontrol melalui Blynk. Sistem berpotensi mengurangi kondisi perangkat tetap menyala ketika ruang kelas tidak digunakan. Namun, penelitian belum melakukan pengukuran konsumsi energi listrik secara langsung sehingga efisiensi energi tidak dinyatakan sebagai hasil kuantitatif penelitian.

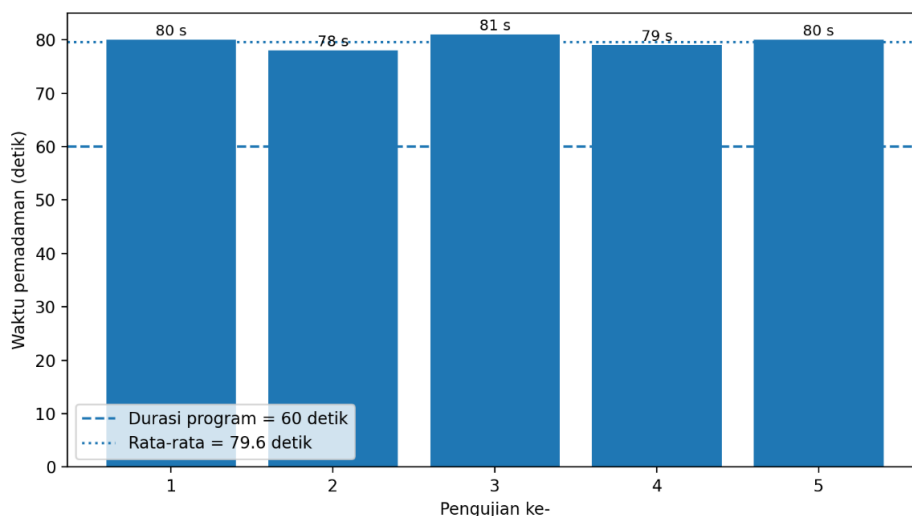
3.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap hasil pengujian sistem Smart Class dengan menekankan tiga aspek, yaitu rentang fungsi deteksi PIR, deviasi waktu pemadaman terhadap setpoint program, serta kesesuaian status keluaran dengan logika kendali. Untuk data waktu pemadaman dihitung nilai rata-rata, simpangan baku, rentang, selisih terhadap timer 60 detik, dan persentase deviasi. Data jarak PIR disajikan secara deskriptif karena pengulangan pada setiap jarak tidak terdokumentasi. Data DHT22 dan Blynk dianalisis sebagai keberhasilan fungsi kendali karena akurasi sensor terhadap alat referensi dan latensi komunikasi belum diukur. Grafik digunakan untuk memperjelas pola hasil pengujian tanpa memperluas klaim di luar parameter yang benar-benar diukur.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian jarak deteksi sensor PIR

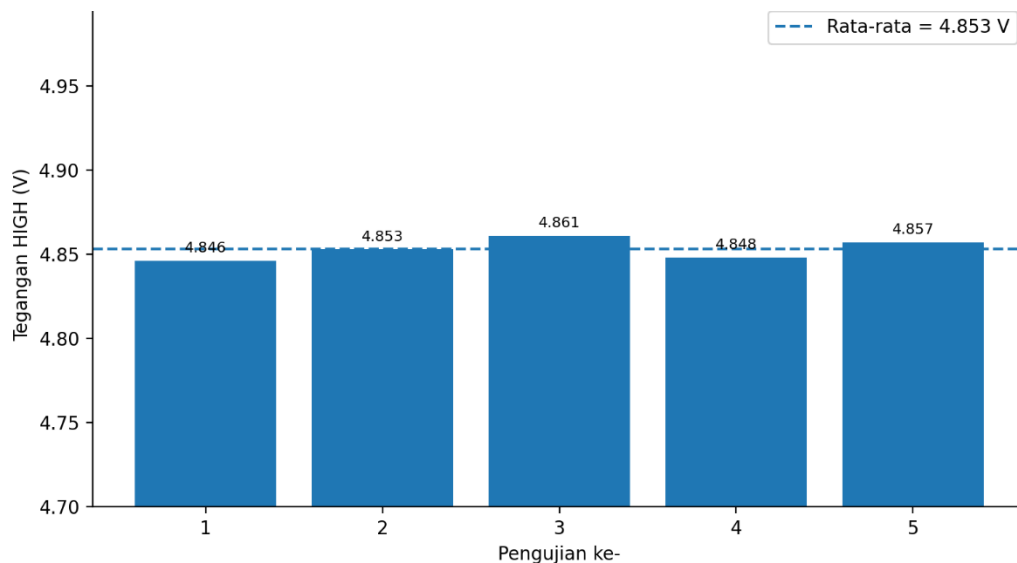
Grafik menunjukkan bahwa sensor PIR berhasil mendeteksi pergerakan pada jarak 1–5 m. Pada jarak 6 m sensor masih memberikan deteksi secara samar, sedangkan pada jarak 7–8 m tidak terdeteksi. Dengan demikian, pada konfigurasi prototipe dan kondisi pengujian yang digunakan, jarak deteksi efektif yang teramati adalah 1–5 m. Karena jumlah pengulangan pada setiap jarak tidak terdokumentasi, hasil ini tidak digunakan untuk menyatakan probabilitas deteksi atau reliabilitas statistik sensor.



Gambar 4. Grafik waktu pemadaman otomatis

Grafik waktu pemadaman menunjukkan hasil 80, 78, 81, 79, dan 80 detik pada lima pengujian. Nilai rata-rata sebesar 79,6 detik dengan simpangan baku 1,14 detik dan rentang 78–81 detik. Dibandingkan dengan pengaturan program 60 detik, selisih rata-rata adalah 19,6 detik atau 32,7% lebih lama. Variasi antarpengujian relatif kecil, tetapi adanya offset sekitar 19,6 detik menunjukkan bahwa waktu aktual belum mengikuti setpoint program. Data yang tersedia belum dapat membuktikan apakah offset berasal dari karakteristik PIR, siklus pembacaan program, pemrosesan ESP32, atau faktor lain. Oleh sebab itu, penyebab

selisih waktu dinyatakan sebagai hal yang memerlukan pengujian terpisah, bukan sebagai kesimpulan kausal dari data saat ini.



Gambar 5. Grafik tegangan HIGH sensor PIR

Grafik tegangan HIGH pada pengujian PIR menunjukkan nilai 4,846–4,861 V dengan rata-rata 4,853 V. Nilai antarpercobaan berdekatan, tetapi konsistensi nilai tidak sama dengan verifikasi kompatibilitas level logika. Karena titik ukur, alat ukur, dan rangkaian pembatas atau level shifting belum terdokumentasi secara rinci, hasil ini harus diverifikasi sebelum dikaitkan langsung dengan tegangan yang masuk ke GPIO ESP32. Dengan demikian, Gambar 5 hanya merepresentasikan hasil pengukuran yang tercatat dan tidak digunakan untuk menyimpulkan keamanan antarmuka listrik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi, sistem Smart Class berbasis ESP32 berhasil diimplementasikan untuk mengintegrasikan otomatisasi dan monitoring lampu serta kipas. Pada pengujian jarak, PIR mendeteksi pergerakan pada 1–5 m, memberikan respons samar pada 6 m, dan tidak mendeteksi pada 7–8 m. Lima pengujian waktu pemadaman menghasilkan rata-rata 79,6 detik dengan simpangan baku 1,14 detik, yaitu 19,6 detik atau 32,7% lebih lama daripada timer program 60 detik. Pengujian pada empat kombinasi kondisi PIR dan suhu menunjukkan bahwa status lampu dan kipas mengikuti logika kendali dengan setpoint 24°C, sedangkan mode manual melalui Blynk dapat mengubah status perangkat sesuai perintah. Hasil tersebut menunjukkan keberhasilan integrasi fungsional sensor, ESP32, relay, LCD, dan Blynk. Meskipun demikian, akurasi DHT22 terhadap instrumen referensi, latensi Blynk, penyebab selisih waktu pemadaman, serta titik ukur dan kompatibilitas level tegangan PIR terhadap GPIO ESP32 belum diverifikasi secara khusus. Oleh karena itu, klaim penelitian dibatasi pada kinerja fungsional prototipe; pengujian lanjutan diperlukan untuk validasi metrologis, karakterisasi waktu respons, dan verifikasi antarmuka listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. Lasera And I. H. Wahyudi, "Pengembangan Prototipe Sistem Pengontrolan Daya Listrik Berbasis Iot Esp32 Pada Smart Home System," *Elinvo (Electronics, Informatics,*

- Vocat. Educ.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 112–120, 2020, Doi: 10.21831/Elinvo.V5i2.34261.
- [2] A. Pratikto, W. Hendrawan, And N. P. Agustini, “Arjun Pratikto Wahyu Hendrawan,” Vol. 3, No. 1, 2022.
 - [3] B. Busran, R. P. Ilahi, E. K. Putra, I. Warman, And P. Mandarani, “Sistem Otomatisasi Pengendalian Perangkat Listrik Dan Penguncian Pintu Ruangan Menggunakan Komunikasi Bluetooth Rendah Energi,” *J. Inform. J. Pengemb. It*, Vol. 10, No. 2, Pp. 455–463, 2025, Doi: 10.30591/Jpit.V10i2.7826.
 - [4] P. Rahayu, S. Sularno, And I. U. Sari, “Perancangan Sistem Smart Home Berbasis Iot Menggunakan Esp32 Dan Aplikasi Blynk Untuk Otomatisasi Perangkat Rumah Tangga,” *J. Sist. Inf. Dan Inform.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 95–100, 2025, Doi: 10.47233/Jiska.V3i2.2137.
 - [5] A. Saleh And F. Azmi, “Sistem Otomatis Pengendalian Ruangan Berbasis Web Menggunakan Esp32 Untuk Efisiensi Energi,” Vol. 10, No. 2, Pp. 123–134, 2025.
 - [6] M. F. Wicaksono And M. D. Rahmatya, “Implementasi Arduino Dan Esp32 Cam Untuk Smart Home,” *J. Teknol. Dan Inf.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 40–51, 2020, Doi: 10.34010/Jati.V10i1.2836.
 - [7] H. A. Kusuma, S. B. Wijaya, And D. Nusyirwan, “Sistem Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam Dan Telegram Sebagai Notifikasi,” *Infotronik J. Teknol. Inf. Dan Elektron.*, Vol. 8, No. 1, P. 30, 2023, Doi: 10.32897/Infotronik.2023.8.1.2291.
 - [8] A. Prafanto *Et Al.*, “Pendeteksi Kehadiran Menggunakan Esp32 Untuk Sistem Pengunci,” Vol. 7, Pp. 37–43, 2021.
 - [9] R. B. Santoso *Et Al.*, “Rancang Bangun Smarthome Berbasis Qr Code Dengan Mikrokontroller Module Esp32,” Vol. 2, No. 1, Pp. 47–60, 2021.
 - [10] A. Rifaini, S. Sintaro, And A. Surahman, “Alat Perangkap Dan Kamera Pengawas Dengan Menggunakan Esp32-Cam Sebagai,” Vol. 2, Pp. 53–63, 2021.
 - [11] Veliyanti, R., Sasmoko, D., & Dzuhur, F. F. (2025). “Desain dan Implementasi Smart Classroom Berbasis Sensor PIR dan DHT22 untuk Efisiensi Energi,” *Joined Journal (Journal of Informatics Education)*, vol. 8, no. 1, pp. 14–24, 2025, doi: 10.31331/joined.v8i1.3812.
 - [12] Ibrahim, A. B., Shamsudin, N., Ab. Majid, M. H., Dzulkifly, S., Abdullah, Y., & Setiawan, M. I. (2024). “Smart Classroom: A development of electrical control system with Internet of Things,” *Journal of ICT in Education*, vol. 11, no. 1, pp. 103–114, 2024, doi: 10.37134/jictie.vol11.1.8.2024.
 - [13] Maulidi, A. K., Syifa, F. T., & Wibisono, G. (2023). “Pemanfaatan Sensor Arus untuk Efektifitas Penggunaan Daya Listrik pada Ruangan Kelas Menggunakan Internet of Things,” *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 5, no. 1, pp. 41–49, 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i1.836.
 - [14] El-Khozondar, H. J., Mtair, S. Y., Qoffa, K. O., Qasem, O. I., Munyarawi, A. H., Nassar, Y. F., Al Mansoori, F. N., & Halim, A. A. E. B. A. E. (2024). “A smart energy monitoring system using ESP32 microcontroller,” *e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, vol. 9, 100666, 2024, doi: 10.1016/j.prime.2024.100666.
 - [15] Bakti, A. I., Laoh, M. A., Mosey, H. I. R., Jumriadi, Lumembang, M. M., & Suoth, V. A. (2024). “Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kadar CO₂ di Udara Berbasis Internet of Things,” *Jurnal MIPA*, vol. 13, no. 2, pp. 94–98, 2024, doi: 10.35799/jm.v13i2.56234.

HALAMAN INI SENGAJA DI KOSONHKAN