



Rancang Bangun Sistem *Smart Class Lafas (Lamp and Fan Automation System)* Berbasis ESP 32 Dengan Sensor PIR dan DHT 22

Deka Agus Putra Setiawan¹, Radiktyo Nindyo Sumarno², Laily Muntasiroh³

1)Program Studi S1 Rekayasa Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kedungmundu Raya No. 18 Kedungmundu Tembalang Semarang – 50273

¹ putradeka770@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:

ESP32, Smart Class, sensor PIR, DHT22, otomasi lampu, otomasi kipas

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengevaluasi fungsi dasar sistem Smart Class LAFAS (Lamp and Fan Automation System) berbasis ESP32 untuk mengendalikan lampu dan kipas secara otomatis. Sensor PIR digunakan sebagai input deteksi gerakan, sedangkan DHT22 digunakan sebagai input suhu dengan ambang kendali kipas 24°C. Pengujian yang tersedia bersifat uji fungsional prototipe dan mencakup deteksi PIR pada jarak 1, 3, 5, 6, dan 7 m, respons kendali kipas pada pembacaan 20–27°C, serta pengukuran catu daya, stepdown, relay, dan LCD. Pada pengujian tunggal di setiap jarak, PIR mendeteksi gerakan hingga 6 m dan tidak mendeteksi pada 7 m. Kipas berada pada kondisi mati untuk pembacaan suhu di bawah 24°C dan menyala pada pembacaan 24–27°C. Tegangan power supply tercatat 11,53–11,54 V, keluaran stepdown 4,905–4,947 V, dan tegangan VCC LCD 4,805–4,917 V. Data tersebut menunjukkan fungsi otomasi dasar bekerja sesuai logika rancangan. Namun, karena pengujian PIR belum direplikasi, DHT22 belum dibandingkan dengan termometer referensi, dan relay belum diuji waktu switching maupun endurance, penelitian ini tidak menyimpulkan akurasi sensor, repeatability, atau reliabilitas jangka panjang.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong penerapan sistem otomasi di berbagai bidang, termasuk lingkungan pendidikan. Ruang kelas membutuhkan pengelolaan fasilitas yang efisien, nyaman, dan mudah dioperasikan. Penggunaan lampu dan kipas yang sepenuhnya bergantung pada pengoperasian manual dapat menyebabkan perangkat tetap menyala ketika ruangan tidak digunakan. Penelitian Renhard dkk. (2025) melaporkan penerapan sensor PIR untuk otomasi beban listrik pada ruangan kosong [1]. Temuan tersebut menunjukkan potensi pemanfaatan deteksi keberadaan sebagai dasar

pengendalian beban, tetapi besarnya penghematan energi pada sistem LAFAS tidak dievaluasi secara langsung dalam penelitian ini.

Salah satu penerapan Smart Class adalah otomasi lampu dan kipas yang bekerja secara otomatis berdasarkan keberadaan manusia dan kondisi lingkungan ruangan. Sensor Passive Infrared (PIR) digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia, sedangkan sensor DHT22 berfungsi untuk mengukur suhu. Data dari kedua sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem (Veliyanti, Sasmoko and Dzuhur, 2025) [2].

Penelitian Attamimi dan Saptadi (2022) memanfaatkan sensor PIR untuk pengendalian lampu otomatis pada toilet [3], sedangkan Mubarak, Fattah, dan Azis (2025) mengembangkan prototipe smart home berbasis ESP32 dengan fitur keamanan, lampu, dan AC otomatis [4]. Penelitian ini berfokus pada integrasi sensor PIR dan DHT22 dalam satu prototipe Smart Class berbasis ESP32 untuk mengendalikan lampu berdasarkan deteksi gerakan dan kipas berdasarkan ambang suhu. Kontribusi yang dievaluasi pada naskah ini dibatasi pada keberhasilan fungsi logika otomatis dan karakteristik pengukuran komponen yang tersedia, bukan pada klaim akurasi sensor atau efisiensi energi yang belum diuji dengan instrumen pembanding.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi fungsi dasar sistem Smart Class LAFAS (Lamp and Fan Automation System) berbasis ESP32 dengan sensor PIR dan DHT22. Evaluasi diarahkan pada respons kendali lampu dan kipas terhadap input sensor serta kestabilan tegangan catu daya dan perangkat pendukung berdasarkan data pengujian yang tersedia.

2. Metode Penelitian

2.1 Landasan Teori

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, sistem kendali otomatis pada bangunan hunian umumnya masih dirancang untuk mengendalikan perangkat secara terpisah, seperti lampu atau aktuator lainnya, tanpa adanya integrasi dalam satu sistem kendali terpadu. Selain itu, beberapa penelitian lebih menitikberatkan pada aspek pemantauan atau pengendalian dasar, sehingga fungsi otomatisasi belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan perancangan sistem *LAFAS* berbasis ESP32 yang mampu mengintegrasikan pengendalian lampu dan kipas secara otomatis dalam satu sistem. Sistem ini dirancang menggunakan logika kendali lokal berbasis mikrokontroler, sehingga dapat beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada jaringan internet. Dengan pendekatan tersebut, sistem LAFAS diharapkan menjadi solusi kendali yang terintegrasi, sederhana, efisien, dan mudah diterapkan pada ruang kelas.

A. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki keunggulan berupa modul WiFi dan Bluetooth terintegrasi sehingga sangat sesuai untuk aplikasi Internet of Things (IoT). ESP32 dipilih karena memiliki performa tinggi, konsumsi daya rendah, dan kompatibilitas luas dengan berbagai sensor dan aktuator. Secara arsitektur, ESP32 dibekali prosesor dual-core 32-bit yang mampu menjalankan beberapa proses secara bersamaan, sehingga sangat mendukung aplikasi sistem kendali yang membutuhkan respon cepat dan stabil [5].

B. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, menyusun dan mengunggah program ke mikrokontroler yang kompatibel dengan Arduino maupun papan lain seperti ESP32. sehingga mempermudah proses pengembangan perangkat seperti otomasi lampu, kipas, dan sensor lainnya. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman [6]

C. Sensor PIR (Passive Infrared)

Sensor Passive Infrared (PIR) adalah komponen elektronik yang bekerja dengan mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia ketika bergerak di area jangkauannya, sehingga dapat memberikan sinyal kepada sistem kendali untuk menyalakan atau mematikan lampu secara otomatis sesuai keberadaan penghuni ruang. [7]

D. Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor digital yang umum digunakan dalam sistem IoT untuk mengukur suhu, sehingga cocok diaplikasikan dalam berbagai sistem monitoring lingkungan, termasuk Smart Class, rumah kaca, atau alat pengontrol suhu dan kelembapan lainnya [8]. Sensor DHT22 digunakan untuk menyediakan data lingkungan secara langsung yang kemudian dikirim melalui IoT untuk pengawasan kondisi suhu dan kelembapan secara efektif [9] [10] .

E. Relay 2 Channel

Relay yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 merupakan elemen penting dalam pengembangan sistem otomasi berbasis IoT karena memungkinkan ESP32 memberikan sinyal digital untuk membuka atau menutup dua jalur beban listrik, seperti lampu ataupun kipas, melalui modul relay yang terhubung. Relay berfungsi sebagai switch elektromekanis untuk memutus atau menghubungkan aliran listrik sesuai perintah logika dari ESP32 [4] [11].

F. Liquid Crystal Display (LCD) 16×2 I2C

Liquid Crystal Display (LCD) I2C 16×2 merupakan modul tampilan karakter yang banyak digunakan dalam aplikasi sistem berbasis mikrokontroler untuk menampilkan informasi berupa teks, angka. Modul ini terdiri dari dua baris tampilan, masing-masing mampu menampilkan 16 karakter. Penggunaan antarmuka I2C menyederhanakan penggunaan pin mikrokontroler, sehingga rangkaian menjadi lebih ringkas dan efisien. [12]

G. Power Supply dan Stepdown 5V

Power supply atau catu daya berfungsi untuk mengubah arus listrik bolak-balik (AC) menjadi arus listrik searah (DC) yang dibutuhkan oleh sistem elektronik agar dapat bekerja dengan stabil dan optimal [13]. Stepdown merupakan rangkaian elektronik yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC dari level yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah sesuai kebutuhan beban, seperti tegangan 5V yang umum dipakai pada

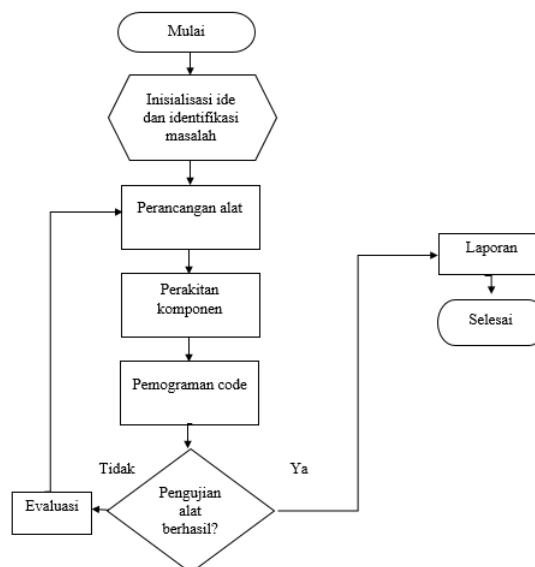
mikrokontroler dan modul IoT. [14] [15]

2.2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Arduino IDE untuk pemrograman ESP32, Fritzing dan SketchUp untuk perancangan visual, serta Microsoft Word untuk dokumentasi. Perangkat keras yang digunakan meliputi ESP32, sensor PIR, sensor DHT22, modul relay 2 channel, LCD 16×2 I2C, power supply 12 V, modul stepdown 5 V, lampu AC, kipas angin AC, multimeter digital, test pen, laptop, solder, tang potong, obeng, dan gunting. Multimeter digital digunakan untuk mencatat tegangan pada sumber AC, keluaran power supply, keluaran stepdown, keluaran relay pada kondisi ON, dan VCC LCD. Tidak tersedia catatan alat ukur referensi suhu atau sertifikat kalibrasi DHT22 pada data penelitian ini.

A. Metode dan Tahap Penelitian

Alur penelitian terdiri atas identifikasi masalah dan studi literatur, perancangan alat, perakitan komponen, pemrograman, pengujian fungsi, evaluasi hasil, dan penyusunan laporan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Alur tersebut digunakan untuk memastikan proses rancang bangun LAFAS dilakukan secara bertahap mulai dari perumusan kebutuhan hingga evaluasi prototipe.

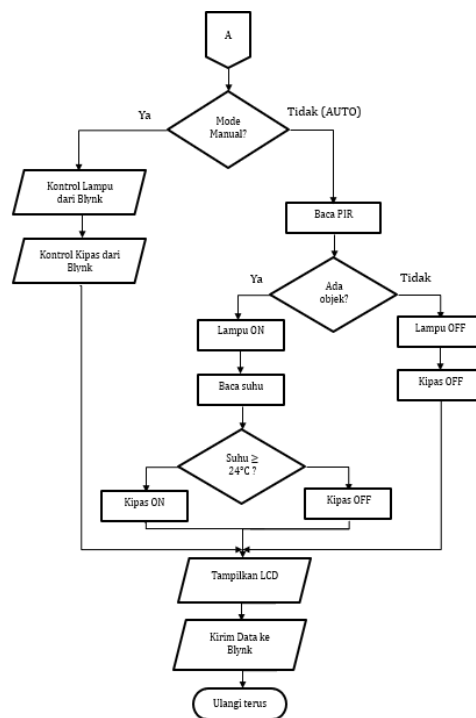
B. Algoritma dan Cara Kerja Sistem

Alur kerja sistem dimulai dengan inisialisasi ESP32 dan perangkat I/O. Diagram rancangan menyediakan dua jalur, yaitu mode otomatis dan jalur manual/IoT sebagai override relay. Pada mode otomatis, keputusan kendali dilakukan secara lokal oleh ESP32 berdasarkan sensor PIR dan DHT22. Jalur manual/IoT pada diagram merupakan bagian rancangan antarmuka, tetapi data pengujian operasional mode manual/IoT tidak tersedia pada penelitian ini; karena itu, evaluasi hasil pada naskah dibatasi pada mode otomatis lokal.

Pada mode otomatis, ESP32 membaca sensor PIR dan DHT22. Jika PIR tidak mendeteksi gerakan, relay lampu dan kipas berada pada kondisi mati. Jika gerakan terdeteksi, lampu menyala dan sistem mengevaluasi pembacaan suhu. Kipas menyala ketika pembacaan DHT22 mencapai atau melebihi setpoint 24°C dan tetap mati ketika pembacaan di bawah 24°C. Setpoint 24°C merupakan parameter kendali yang digunakan pada prototipe; penelitian ini tidak melakukan validasi kenyamanan termal atau perbandingan setpoint tersebut terhadap standar eksternal.

C. Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem pada Gambar 2 menunjukkan hubungan input, proses, dan output. Sensor PIR dan DHT22 menjadi input, ESP32 menjalankan logika kendali sebagai proses utama, sedangkan relay mengendalikan lampu dan kipas. LCD digunakan untuk menampilkan status lokal. Blok IoT kontrol ditampilkan sebagai jalur rancangan tambahan dan tidak menjadi objek pengujian pada data hasil penelitian ini.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Dengan konfigurasi tersebut, keputusan aktuasi dapat dijalankan secara lokal tanpa bergantung pada koneksi internet untuk fungsi otomatis yang dievaluasi.

D. Metode Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui observasi fungsi prototipe dan pengukuran tegangan menggunakan multimeter digital. Data sekunder berasal dari literatur yang relevan dengan ESP32, sensor PIR, DHT22, relay, LCD, dan catu daya. Naskah awal menyebut SNI sebagai acuan umum, tetapi nomor standar dan parameter yang digunakan tidak terdokumentasi dalam data penelitian; oleh karena itu, pada revisi ini SNI tidak digunakan sebagai dasar perbandingan kuantitatif agar tidak menimbulkan klaim yang tidak dapat diverifikasi.

E. Prosedur dan Kriteria Pengujian

Pengujian PIR dilakukan satu observasi pada masing-masing jarak 1, 3, 5, 6, dan 7 m dengan memberikan gerakan di depan sensor. Kriteria fungsi pada jarak tertentu adalah PIR berstatus terdeteksi dan relay lampu menyala. Pengujian DHT22 menggunakan delapan pembacaan suhu 20–27°C untuk memeriksa kesesuaian logika kendali kipas: kipas harus mati pada pembacaan $<24^{\circ}\text{C}$ dan menyala pada pembacaan $\geq 24^{\circ}\text{C}$. Power supply, stepdown, relay pada kondisi ON, dan LCD masing-masing diukur lima kali pada waktu yang tercantum pada tabel. Untuk relay, kriteria yang dievaluasi hanya keberhasilan kondisi ON, yaitu beban menyala dan tegangan keluaran tercatat. Waktu switching, jumlah siklus gagal, dan endurance belum diuji.

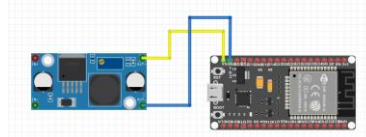
F. Batasan Validitas Pengujian

Data awal tidak mencatat pengulangan pada setiap jarak PIR, sudut dan posisi objek secara terukur, kondisi lingkungan pengujian secara kuantitatif, termometer referensi untuk DHT22, maupun prosedur kalibrasi sensor. Konsekuensinya, hasil PIR hanya dapat diinterpretasikan sebagai observasi fungsional pada kondisi pengujian yang dilakukan dan belum dapat digunakan untuk menghitung tingkat keberhasilan atau repeatability. Demikian pula, data DHT22 digunakan untuk memeriksa logika setpoint 24°C dan tidak digunakan untuk menyatakan akurasi atau error pengukuran suhu.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Pengujian Tegangan Sumber AC dan Fungsi ESP32

Rangkaian pada Gambar 3 menunjukkan bagian catu daya yang terhubung dengan board ESP32. Data tegangan 227,6–231,9 V pada Tabel 1 merupakan tegangan sumber AC yang diukur selama pengujian sistem, bukan tegangan kerja GPIO atau VCC ESP32.



Gambar 3. Rangkaian Pengujian Catu Daya dan ESP32

Pengukuran sumber AC dilakukan pada lima waktu untuk mendokumentasikan kondisi suplai ketika prototipe dioperasikan. Fungsi ESP32 dievaluasi secara fungsional melalui kemampuannya membaca input sensor dan mengendalikan relay sesuai logika program. Tegangan internal 3,3 V ESP32 tidak diukur dalam data penelitian ini.

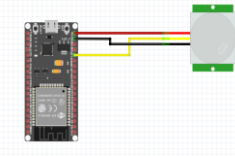
Tabel 1: Hasil Pengukuran Tegangan Sumber AC Saat Pengujian Sistem

No	Waktu	Tegangan Sumber AC (V)	Kondisi
1	11.00	227,6	Stabil
2	12.00	231,5	Stabil
3	13.00	229,3	Stabil
4	14.00	230,4	Stabil
5	15.00	231,9	Stabil

Lima pengukuran sumber AC menghasilkan rata-rata 230,14 V dengan simpangan baku 1,74 V dan rentang 227,6–231,9 V. Nilai ini hanya menggambarkan variasi sumber AC selama pengujian dan tidak boleh diinterpretasikan sebagai tegangan kerja ESP32.

B. Pengujian Sensor PIR

Rangkaian pengujian sensor PIR ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor PIR dilakukan untuk mengamati respons deteksi terhadap variasi jarak. Satu observasi dilakukan pada masing-masing jarak 1, 3, 5, 6, dan 7 m dengan memberikan gerakan di depan sensor, kemudian dicatat status deteksi dan kondisi relay lampu. Karena setiap jarak hanya diuji satu kali, data ini tidak digunakan untuk menghitung persentase keberhasilan atau repeatability.

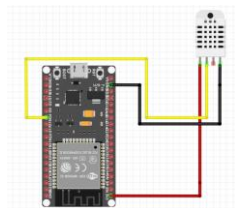
Tabel 2: Hasil Pengujian Sensor PIR

No	Jarak (m)	Kondisi	Status	Kondisi Relay Lampu
1	1 m	Ada Gerakan	Terdeteksi	Menyala
2	3 m	Ada Gerakan	Terdeteksi	Menyala
3	5 m	Ada Gerakan	Terdeteksi	Menyala
4	6 m	Ada Gerakan	Terdeteksi	Menyala
5	7 m	Ada Gerakan	Tidak Terdeteksi	Mati

Pada observasi yang dilakukan, gerakan terdeteksi pada jarak 1, 3, 5, dan 6 m sehingga relay lampu menyala, sedangkan pada 7 m gerakan tidak terdeteksi dan relay lampu mati. Dengan demikian, batas deteksi yang teramati pada pengujian ini mencapai 6 m. Istilah “optimal” tidak digunakan karena belum terdapat replikasi pengujian, variasi sudut objek, atau perhitungan tingkat keberhasilan pada setiap jarak.

C. Pengujian Sensor DHT22

Rangkaian pengujian DHT22 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Pengujian DHT22

Pengujian DHT22 pada penelitian ini digunakan untuk memeriksa respons logika kendali kipas terhadap nilai suhu yang dibaca sensor. Data mencakup pembacaan 20–27°C

beserta tegangan sensor dan status kipas. Tidak tersedia termometer referensi atau data kalibrasi, sehingga pengujian ini bukan pengujian akurasi sensor.

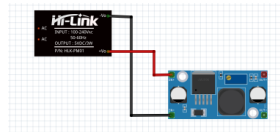
Tabel 3: Hasil Pengujian Sensor DHT22

No	Suhu Terbaca (°C)	Tegangan Sensor (V)	Kondisi Kipas
1	20 °C	3,31 V	Mati
2	21 °C	3,30 V	Mati
3	22 °C	3,30 V	Mati
4	23 °C	3,31 V	Mati
5	24 °C	3,31 V	Hidup
6	25 °C	3,31 V	Hidup
7	26 °C	3,31 V	Hidup
8	27 °C	3,31 V	Hidup

Kipas tercatat mati pada pembacaan 20–23°C dan menyala pada pembacaan 24–27°C. Pola tersebut konsisten dengan setpoint program 24°C. Tegangan sensor berada pada 3,30–3,31 V. Hasil ini mendukung keberhasilan fungsi kendali berbasis setpoint, tetapi tidak dapat digunakan untuk menyatakan akurasi atau error DHT22 karena tidak terdapat perbandingan terhadap instrumen suhu referensi.

D. Pengujian Power Supply DC dan Stepdown 5V

Rangkaian power supply dan stepdown 5 V ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Power Supply dan Stepdown 5 V

Pengujian power supply DC dilakukan untuk mengetahui kestabilan tegangan keluaran yang digunakan sebagai sumber catu daya pada sistem.

Tabel 4: Hasil Pengujian Power Supply DC

No	Waktu Pengukuran (WIB)	Tegangan Terukur (V)	Kondisi
1	11.00	11,53	Stabil
2	12.00	11,54	Stabil
3	13.00	11,54	Stabil
4	14.00	11,53	Stabil
5	15.00	11,53	Stabil

Lima pengukuran power supply menghasilkan tegangan 11,53–11,54 V dengan rata-rata 11,534 V dan simpangan baku 0,005 V. Rata-rata tersebut berada 3,88% di bawah nilai nominal 12 V. Hasil ini menunjukkan variasi antar-pengukuran sangat kecil selama periode pengamatan, tetapi tidak dimaksudkan sebagai pengujian sertifikasi toleransi catu daya.

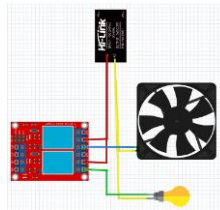
Tabel 5: Hasil Pengujian Stepdown 5 V

No	Waktu Pengukuran (WIB)	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)	Kondisi
1	11.00	11,53 V	4,905 V	Stabil
2	12.00	11,54 V	4,920 V	Stabil
3	13.00	11,54 V	4,922 V	Stabil
4	14.00	11,53 V	4,941 V	Stabil
5	15.00	11,53 V	4,947 V	Stabil

Keluaran stepdown berada pada 4,905–4,947 V dengan rata-rata 4,927 V dan simpangan baku 0,017 V. Rata-rata keluaran tersebut 1,46% lebih rendah daripada nominal 5 V. Selama lima pengukuran, board dan komponen pendukung tetap beroperasi, sehingga data ini digunakan sebagai indikator kestabilan suplai pada uji fungsional, bukan sebagai ukuran akurasi regulator.

E. Pengujian Relay 2 Channel dan Output

Rangkaian pengujian relay 2 channel dan beban ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Pengujian Relay 2 Channel dan Output

Pengujian relay dilakukan pada kondisi ON untuk memeriksa apakah tegangan AC dapat diteruskan ke beban lampu dan kipas. Pada masing-masing beban dilakukan lima pengukuran tegangan keluaran pada waktu yang sama dengan pencatatan sumber AC. Pengujian ini belum mengukur waktu respons switching, kondisi OFF, jumlah kegagalan, maupun endurance dalam sejumlah siklus operasi.

Tabel 6: Hasil Pengujian Relay Lampu pada Kondisi ON

No	Waktu Pengujian (WIB)	Tegangan Output Relay (V)	Status Lampu
1	11.00	228,5 V	Menyala
2	12.00	231,7 V	Menyala
3	13.00	229,4 V	Menyala
4	14.00	231,1 V	Menyala
5	15.00	230,7 V	Menyala

Pada kondisi ON, tegangan keluaran relay lampu berada pada 228,5–231,7 V dengan rata-rata 230,28 V dan simpangan baku 1,30 V. Data tersebut menunjukkan jalur relay mampu meneruskan tegangan ke lampu pada lima pengukuran yang tersedia, tetapi belum menggambarkan reliabilitas switching.

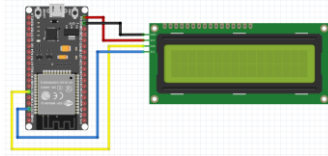
Tabel 7: Hasil Pengujian Relay Kipas pada Kondisi ON

No	Waktu Pengujian (WIB)	Tegangan Output Relay (V)	Status Kipas
1	11.00	228,4 V	Menyala
2	12.00	231,6 V	Menyala
3	13.00	229,4 V	Menyala
4	14.00	231,1 V	Menyala
5	15.00	230,8 V	Menyala

Pada kondisi ON, tegangan keluaran relay kipas berada pada 228,4–231,6 V dengan rata-rata 230,26 V dan simpangan baku 1,32 V. Tidak ditemukan kegagalan pada lima kondisi ON yang dicatat, namun jumlah pengujian ini belum cukup untuk menyimpulkan failure rate atau kestabilan operasi jangka panjang.

F. Pengujian LCD 16×2 I2C

Rangkaian LCD 16×2 I2C pada tahap pengujian ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Pengujian LCD 16×2 I2C

Pengujian LCD dilakukan dengan mengukur tegangan VCC pada lima waktu dan mengamati apakah tampilan tetap berfungsi normal. Pengujian ini mengevaluasi kestabilan suplai dan fungsi tampilan, bukan akurasi tampilan.

Tabel 8: Hasil Pengujian LCD 16×2 I2C

No	Waktu Pengujian (WIB)	Tegangan VCC LCD (V)	Kondisi Tampilan LCD
1	11.00	4,856 V	Normal
2	12.00	4,861V	Normal
3	13.00	4,805 V	Normal
4	14.00	4,847 V	Normal
5	15.00	4,917 V	Normal

Tegangan VCC LCD berada pada 4,805–4,917 V dengan rata-rata 4,857 V dan simpangan baku 0,040 V. Seluruh lima observasi menunjukkan tampilan normal. Data ini menunjukkan fungsi LCD tetap berjalan pada rentang tegangan yang terukur selama pengujian.

G. Analisis Sistem Keseluruhan

Berdasarkan data yang tersedia, prototipe Smart Class LAFAS menjalankan logika otomatis dasar sesuai rancangan: ketika tidak ada gerakan, lampu dan kipas mati; ketika gerakan terdeteksi, lampu menyala; dan kipas menyala apabila pembacaan DHT22 mencapai atau melebihi 24°C. Hasil pengukuran catu daya, stepdown, relay pada kondisi ON, dan LCD menunjukkan variasi tegangan yang terbatas pada lima observasi. Namun,

validitas hasil perlu dibatasi secara tegas. Pengujian PIR belum direplikasi sehingga tingkat keberhasilan dan repeatability belum diketahui; DHT22 belum dibandingkan dengan termometer referensi sehingga akurasi dan error tidak dapat dihitung; serta relay belum diuji waktu switching, kondisi OFF, failure rate, atau endurance. Karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan keberhasilan fungsi prototipe, bukan reliabilitas jangka panjang atau akurasi metrologis sistem.

4. Kesimpulan

A. Kesimpulan

Sistem Smart Class LAFAS berbasis ESP32 berhasil diimplementasikan sebagai prototipe otomasi lampu dan kipas. Pada data yang tersedia, PIR mendeteksi gerakan pada 1, 3, 5, dan 6 m serta tidak mendeteksi pada 7 m; kipas mati pada pembacaan DHT22 20–23°C dan menyala pada 24–27°C sesuai setpoint 24°C. Power supply menghasilkan 11,53–11,54 V, stepdown 4,905–4,947 V, LCD menerima 4,805–4,917 V, dan relay pada kondisi ON meneruskan tegangan ke beban. Hasil ini membuktikan fungsi prototipe, bukan akurasi, repeatability, atau reliabilitas jangka panjang karena DHT22 belum dibandingkan dengan alat referensi, PIR belum direplikasi, dan relay belum diuji switching serta endurance.

B. Saran

Penelitian berikutnya perlu memperkuat validitas pengujian dengan: (1) melakukan pengulangan PIR pada setiap jarak dan beberapa sudut objek, kemudian melaporkan persentase keberhasilan; (2) membandingkan DHT22 dengan termometer referensi terkalibrasi dan menghitung error, MAE, atau RMSE; (3) mendokumentasikan suhu awal, kelembapan, posisi sensor, dan kondisi ruang; (4) menguji relay pada kondisi ON/OFF berulang untuk memperoleh waktu switching, jumlah kegagalan, dan endurance; serta (5) menguji mode manual/IoT secara operasional jika fitur tersebut dipertahankan pada desain akhir. Nomor dan parameter standar eksternal harus dicantumkan secara eksplisit apabila digunakan sebagai dasar evaluasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. R. O. Tampubolon, "Rancang Bangun IoT Otomatis Berbasis Sensor PIR untuk Menghemat Energi Listrik pada saat Ruangan Kosong," *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika*, 2025.
- [2] R. Veliyanti, "Desain dan Implementasi Smart Classroom Berbasis Sensor PIR dan," *Joined Journal (Journal of Informatics Education)*, 2025.
- [3] M. T. P. A. H. S. L. M. Irfan Yusuf Attamimi, "Rancang Bangun Toilet Nyala Lampu Otomatis Menggunakan," *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 2022.
- [4] M. A. Mubarak, F. Fattah dan h. Azis, "Prototipe Smart Home Berbasis ESP32 dengan Fitur Keamanan pintu, Lampu, dan AC Otomatis Berbasis IoT," *Linier: Literatur Informatika dan Komputer*, 2025.

- [5] A. Fakhruddin, D. Irawan dan S. Agustin, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN ESP32 DAN APLIKASI BLYNK," *journal.umg.*, 2024.
- [6] Kamal, Firdayant, U. M. Tyas, A. A. Buckhari dan Pattasang, "IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL," *TEKNOS*, 2023.
- [7] S. Rokhmanila dan D. Setiawan, "SISTEM PENDETEKSI GERAK MENGGUNAKAN SENSOR PIR DAN APLIKASI TELEGRAM," *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*, 2021.
- [8] S. Mi'rajtania, H. Yuana dan W. D. Puspitasari, "PROTOTIPE SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK PENGENDALIAN LINGKUNGAN MIKRO BERBASIS IoT PADA RUANG KOLEKSI BERISIKO DI FASILITAS PUBLIK," *Jurnal Purifikasi*, 2025.
- [9] M. A. A. Yaqin, M. R. Dwita, M. R. Hamsyah dan W. Adhiwibowo, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan BTS Terdistribusi Berbasis IoT Menggunakan ESP32, DHT22, dan ThingsBoard," *SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN TREN TEKNOLOGI (SINATTI)*, 2025.
- [10] D. A. Subekti, H. Purwadi dan D. T. Maesaroh, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32 dan DHT22," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 2026.
- [11] M. O. Suangga, R. Suppa, Mukramin, Dasril, V. I. Wahyuni dan H. Abduh, "SISTEM PEMUTUS ALIRAN LISTRIK MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS PADA LABORATORIUM SOFTWARE," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 2025.
- [12] R. A. Lestari dan H. Pangaribuan, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS ARDUINO," *Jurnal Comasie*, 2025.
- [13] R. Saputra, B. W. Hakim dan A. R. Arifin, "Analisis dan Perancangan Rangkaian Power Supply Dengan Modifikasi Penyearah Dioda IN4001 Untuk Mengatur Output Tegangan dan Arus Berdasarkan Variasi Beban," *JEF*, 2025.
- [14] C. N. Syaha, F. Fattah dan A. R. Manga, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Radio Frequency Identification Memanfaatkan e-KTP Sebagai Tag Berbasis Arduino Nano," *LINIER*, 2024.
- [15] A. M. Hutabarat, "RANCANG "PROTO TIPE SISTEM MONITORING KONDISI LAMPU PENERANGAN GEDUNG BERBASIS IOT"," *Institutional Repository Universitas Islam Sumatera Utara*, 2023.
- [16] D. G. Saputra, A. Rosadi dan T. Hariyanti, "PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KENDALI LAMPU MENGGUNAKAN HANDPHONE ANDROID BERBASIS ARDUINO," *SINARS*, 2024.