



Perancangan *Prototype Building Management System* untuk Air Conditioning Berbasis Iot

Nurnadiyah Syuhada^{1*}, Arief Taufikurrahman¹ dan Arino Bem Sado³

¹ Program Studi Teknologi Informasi, UIN Mataram, Indonesia.

² Program Studi Ilmu Falak, UIN Mataram, Indonesia.

* Korespondensi: nsyuhada@uinmataram.ac.id

Sitasi: Syuhada, N.; Taufikurrahman, A.; Sador, A. B. (2025). Perancangan *Prototype Building Management System* untuk Air Conditioning Berbasis Iot. JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia, 7(2), 326-336. <https://doi.org/10.35746/jtim.v7i2.622>

Diterima: 27-10-2024

Direvisi: 22-01-2025

Disetujui: 30-01-2025



Copyright: © 2025 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Abstract: This study aims to design, evaluate, test, and assess a prototype Internet of Things (IoT)-based building management system for air conditioning (AC) control in a campus building. The research background stems from the need for a system that can manage temperature more effectively, aligning with the demands of sustainability in energy management. The methodology employed in this study involves the development of a system using an ESP32 microcontroller, integrated with an Infrared (IR) transmitter and an LDR sensor. Testing was conducted to evaluate the performance of the IR transmitter in detecting signals at various distances (1 to 5 meters) and directions (straight, left, and right), as well as to measure the accuracy of the LDR sensor at a distance of 2 meters. The test results revealed that the IR transmitter achieved optimal detection performance at a distance of 1 meter, with significant degradation at greater distances. Conversely, the LDR sensor demonstrated 100% accuracy at a distance of 2 meters. The study concludes that the IoT-based AC control system designed not only enhances temperature management efficiency but also improves user comfort, with the potential for broader application in building management systems in the future.

Keywords: Internet of Things; building management system; energy efficiency; infrared sensor; LDR

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengevaluasi, menguji, dan menilai prototipe sistem manajemen bangunan berbasis Internet of Things (IoT) untuk pengendalian AC di gedung kampus. Latar belakang penelitian ini berakar pada kebutuhan akan sistem yang dapat mengelola suhu dengan lebih efektif, sejalan dengan tuntutan keberlanjutan dalam pengelolaan energi. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini melibatkan pengembangan sistem menggunakan mikrokontroler ESP32, yang diintegrasikan dengan transmitter Inframerah (IR) dan sensor LDR. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa transmitter IR dalam mendeteksi sinyal pada berbagai jarak (1 hingga 5 meter) dan arah (lurus, kiri, dan kanan), serta mengukur akurasi sensor LDR pada jarak 2 meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa transmitter IR mencapai tingkat deteksi optimal pada jarak 1 meter, dengan penurunan signifikan pada jarak yang lebih jauh. Sebaliknya, sensor LDR menunjukkan akurasi 100% pada jarak 2 meter. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa sistem kontrol AC berbasis IoT yang dirancang tidak hanya meningkatkan efisiensi pengelolaan suhu, tetapi juga meningkatkan kenyamanan pengguna, serta berpotensi untuk diterapkan secara lebih luas dalam sistem manajemen bangunan di masa depan.

Kata kunci: Internet of Things; sistem manajemen bangunan; efisiensi energi; sensor inframerah; Sensor LDR.

1. Pendahuluan

Penghematan energi merupakan salah satu tantangan paling krusial pada abad ini, terutama dalam sektor bangunan yang menyumbang sekitar 41% dari total konsumsi energi global [1], [2] [3] [4]. Dengan meningkatnya jumlah populasi dan urbanisasi, kebutuhan akan sistem manajemen energi yang efisien semakin mendesak. Dalam konteks ini, berbagai konsep pintar telah berkembang, seperti smart houses, smart vehicles, dan smart health. Salah satu inovasi terbaru adalah konsep smart buildings, yang menerapkan Building Management System (BMS) untuk mengontrol dan memonitor berbagai perangkat di dalam bangunan guna meningkatkan efisiensi energi [5], [6] .

BMS bertujuan untuk mengintegrasikan dan mengoordinasikan semua perangkat dan layanan dalam sebuah bangunan, seperti sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC) serta sistem listrik. Sistem ini dirancang untuk mengurangi konsumsi energi dengan menyesuaikan operasi perangkat sesuai dengan kebutuhan spesifik pengguna. Meskipun BMS telah ada sejak tahun 1980-an, hanya sekitar 15% bangunan yang telah mengadopsi teknologi ini, sebagian besar disebabkan oleh biaya implementasi yang tinggi [3]. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan BMS dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% [4]. Salah satu penerapan BMS yang signifikan adalah dalam pengendalian sistem pendingin udara (AC).

AC berfungsi untuk menciptakan lingkungan yang nyaman dengan mengatur suhu dalam ruangan, tetapi kontrol konvensional seringkali mengharuskan pengguna berada dalam jarak dekat untuk mengoperasikannya[5]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem BMS yang terjangkau dan efisien untuk memonitor dan mengendalikan AC di gedung menggunakan mikrokontroler dan perangkat sensor berbasis IoT. Sistem ini diharapkan dapat mengontrol AC dari jarak jauh melalui perangkat desktop dan mobile, sehingga meminimalkan potensi kerugian akibat kelalaian pengguna dan meningkatkan manajemen sistem gedung secara keseluruhan [7].

Perancangan prototype sistem pendingin udara berbasis Internet of Things (IoT) di gedung kampus merupakan langkah penting untuk meningkatkan efisiensi energi dan kualitas udara dalam lingkungan pendidikan. Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pengelolaan energi dan kualitas udara, penerapan teknologi IoT dalam sistem pendingin udara dapat memberikan solusi yang efektif dan berkelanjutan. Sistem pendingin udara tradisional sering kali tidak efisien dalam penggunaan energi, dengan kontribusi yang signifikan terhadap konsumsi listrik di gedung-gedung. Menurut penelitian, sistem HVAC dapat menyumbang lebih dari 50% dari total konsumsi energi di banyak bangunan [8].

Pengintegrasian sistem manajemen energi pintar berbasis IoT dapat membantu dalam memantau dan mengontrol penggunaan energi secara real-time, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan [9]. Lebih lanjut, penggunaan IoT dalam sistem pendingin udara memungkinkan pengumpulan dan analisis data lingkungan secara terus-menerus. Sebuah studi menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT dapat menganalisis berbagai parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kualitas udara untuk mengoptimalkan kinerja sistem pendingin [10].

Dengan memanfaatkan data ini, sistem dapat secara otomatis menyesuaikan pengaturan untuk menjaga kenyamanan pengguna sambil meminimalkan konsumsi energi [11]. Kualitas udara dalam ruangan juga menjadi perhatian utama dalam perancangan sistem ini. Penelitian menunjukkan bahwa pemantauan kualitas udara yang efektif dapat dilakukan dengan menggunakan sensor berbasis IoT untuk mendeteksi konsentrasi polutan seperti PM2.5, CO2, dan VOC [12]. Dengan memantau parameter ini, sistem dapat memberikan umpan balik kepada pengguna dan melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk menjaga kualitas udara yang sehat di dalam gedung [13]. Dengan mengingat pentingnya efisiensi energi, kesehatan, dan kenyamanan pengguna, penelitian

ini berfokus pada perancangan sistem yang dapat memenuhi kebutuhan ini dengan efektif dengan tujuan utama adalah: (1) merancang prototype BMS untuk AC berbasis IoT, (2) mengevaluasi implementasi sistem tersebut, (3) menguji dan menganalisis hasil penerapan, dan (4) menilai persepsi pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

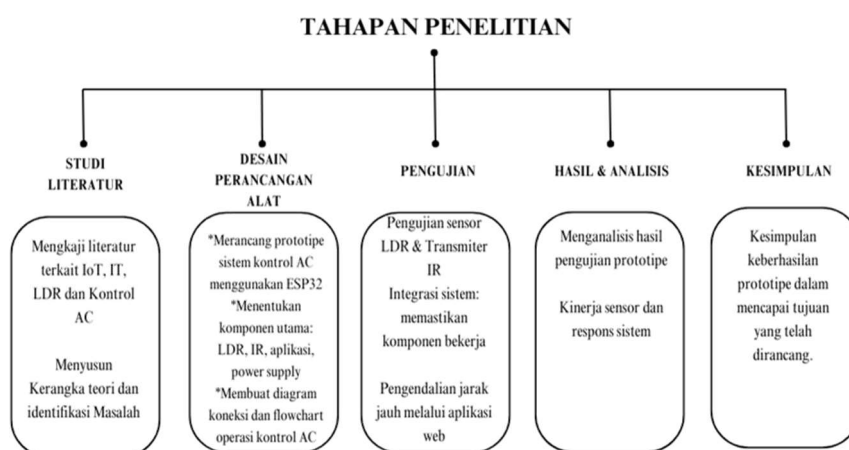
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat & Bahan	Spesifikasi	Fungsi
ESP32	CPU: Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core 160/240MHz. SRAM: 520 KB. FLASH: 2MB (maks. 64MB). Tegangan: 2.2V - 3.6V. Arus kerja: 80mA. Dapat diprogram: Ya (C, C++, Python, Lua, dll). Open Source. Wi-Fi: 802.11 b/g/n. Bluetooth: 4.2BR/EDR + BLE. GPIO: 32. ADC: 18 (12-bit). DAC: 2 (8-bit).	Mikrokontroler untuk pengolahan data dan konektivitas perangkat ke jaringan internet
Sensor LDR	Supply : 3.3 V – 5 V (arduino available) Output Type: Digital Output (0 and 1) – Inverse output – Include IC LM393 voltage comparator Sensitivitasnya dapat diatur Dimensi PCB size: 3.2 cm x 1.4 cm	Menangkap intensitas cahaya LED indikator AC untuk menentukan kondisi AC (ON/OFF)
Transmitter IR	KY-005 1. Modul pemancar infrared (infrared transmitter) 2. Frekuensi 38kHz 3. Menggunakan light emitting diode	Mengirim sinyal ON/OFF dari perangkat IoT ke AC.
AC	Daikin 1 PK (kompatibel dengan IR).	Target perangkat yang akan dikontrol
Power Supply	Output: 12V DC.	Memberikan daya ke perangkat IoT khususnya ESP32 dan sensor.
Aplikasi Mobile/Web	Dibangun menggunakan Laravel 6 Dengan database MySql	Aplikasi untuk mengirimkan perintah dan memonitor perangkat yang terhubung ke lingkungan IoT
Server IoT	Server Intel NUC nuc5cpyh 4GB DDR3 HDD 500GB	Server untuk menjalankan aplikasi mobile/web
ESP32S Development Board	ESP32S Development Board	Papan PCB untuk pengembangan IoT berbasis ESP32S
Kabel AWG	Kabel AWG 3	Kabel listrik untuk menghubungkan power supply dengan sumber listrik
Router	TPLINK WR 841HP	Sebagai access point

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen. Tahapan penelitian ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

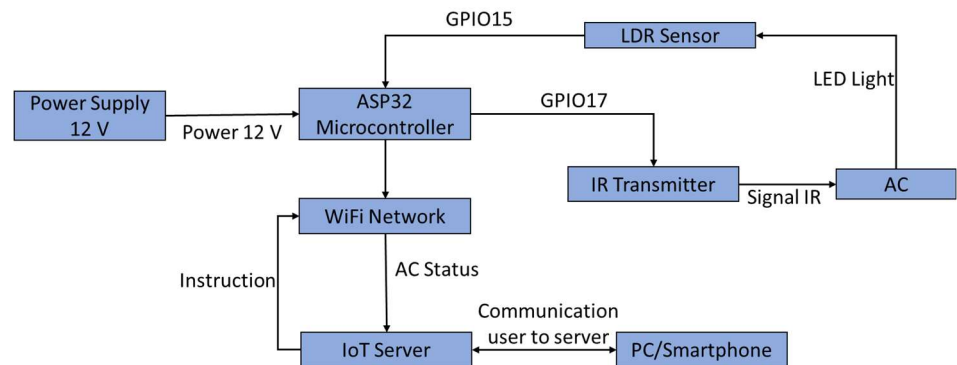
Gambar 1 menggambarkan tahapan penelitian yang terdiri dari lima tahap utama, yaitu:

1. Studi Literatur untuk memahami teori IoT, sensor LDR, dan kontrol AC serta menyusun kerangka masalah;
2. Desain Perancangan Alat untuk merancang prototipe sistem dengan menentukan komponen utama seperti ESP32, sensor LDR, IR Transmitter, power supply, dan aplikasi, serta menyusun diagram koneksi dan flowchart;
3. Pengujian untuk memastikan semua komponen bekerja sesuai rencana melalui uji sensor dan integrasi sistem; skema pengujian yang dilakukan sebagai berikut
 - i. Pengujian Transmitter IR
 Pengujian dilakukan untuk memastikan transmitter IR dapat mengirimkan sinyal ke AC dalam berbagai kondisi.
 - a. Jarak transmisi: Menguji batasan jarak transmisi transmitter IR ke AC dalam jarak 1 – 5 meter.
 - b. Sudut transmisi (lurus, kiri, kanan): Memastikan transmitter IR dapat mentransmisikan sinyal ke AC pada berbagai sudut (0°, 45°, dan 90°), baik dari depan maupun samping.
 - ii. Pengujian Sensor LDR (Light Dependent Resistor):
 Pengujian LDR dilakukan untuk mengetahui kondisi efektif untuk pembacaan status AC sehingga perangkat IoT tidak salah dalam menentukan status AC.
 - a. Intensitas cahaya ruangan: Menguji pembacaan sensor dalam kondisi pencahayaan yang berbeda seperti gelap, terang, dan intensitas rendah
 - b. Jarak Sensor LDR terhadap LED AC: Mengukur batasan jarak maksimal sensor LDR terhadap LED AC untuk pembacaan status AC dengan benar.
 - iii. Integrasi Antar Komponen
 Pada tahap ini, dilakukan pengujian integrasi komponen (transmitter IR, LDR, perangkat AC, aplikasi web, dan sistem kontrol). Pengujian ini untuk memastikan bahwa seluruh komponen terintegrasi dan bekerja sesuai dengan fungsinya.
 - iv. Pengendalian Jarak Jauh Melalui Aplikasi Web
 Untuk memastikan aplikasi dapat mengendalikan perangkat IoT secara cepat dan akurat, termasuk menghidupkan/mematikan AC, mengubah suhu, dan mengatur mode (pendinginan atau pemanasan) dari jarak jauh. Selain itu, dilakukan juga uji kecepatan respon perangkat IoT terhadap perintah pengguna secara real-time.
4. Hasil dan Analisis untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan data pengujian; dan

5. Kesimpulan untuk menyimpulkan keberhasilan prototipe serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

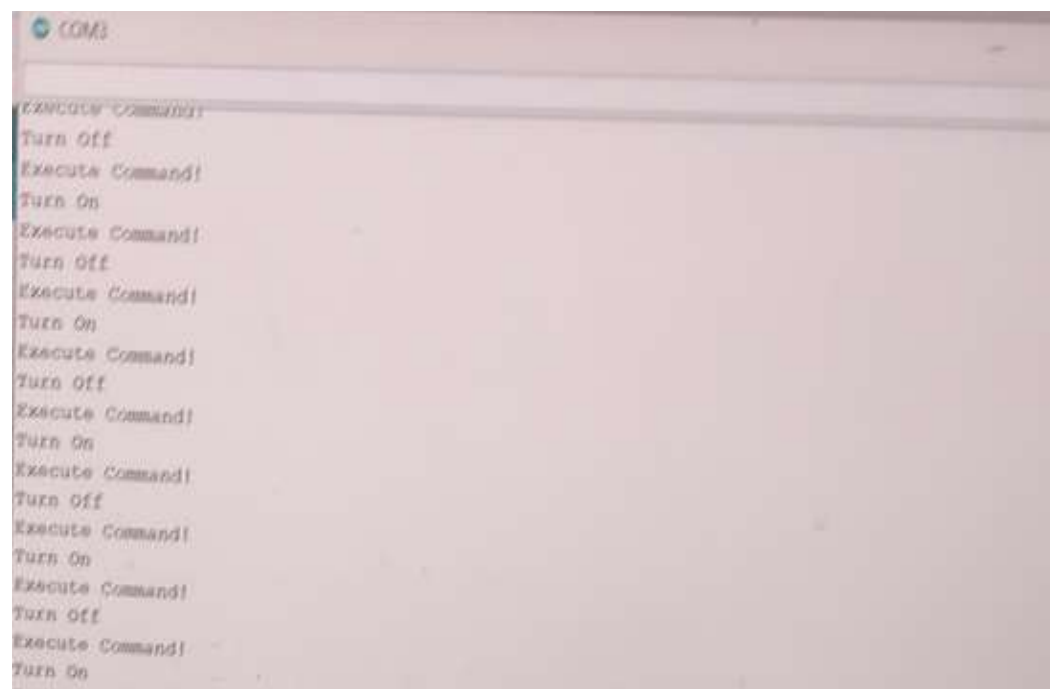
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perancangan Rangkaian dan Desain Sistem



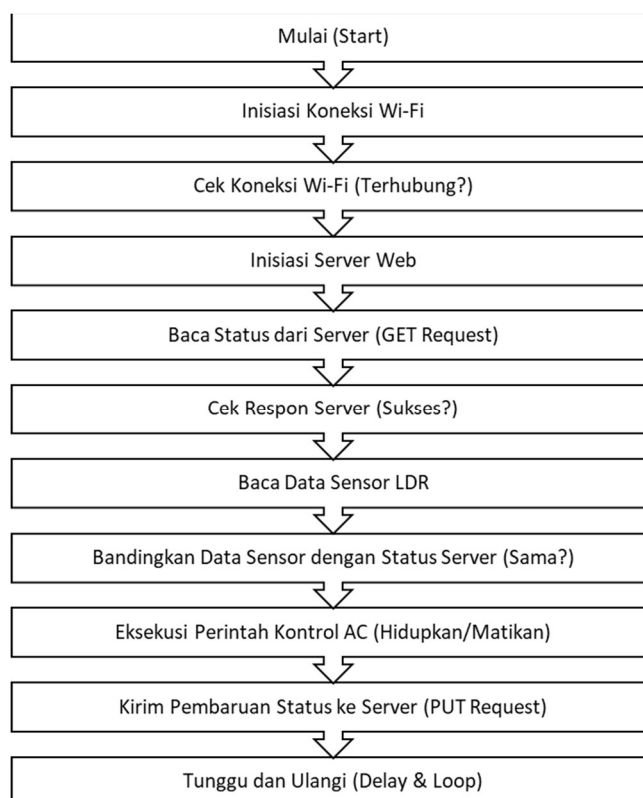
Gambar 2. Diagram Koneksi Sistem AC Berbasis IoT

Gambar 2 adalah Diagram Koneksi Sistem Kontrol AC Berbasis IoT yang menunjukkan hubungan antar-komponen utama dalam sistem. Power Supply 12V terhubung ke ESP32 untuk menyediakan daya yang stabil, memastikan operasional sistem berjalan dengan baik. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengelola semua komunikasi dan kontrol. Dalam diagram ini, ESP32 terhubung dengan Sensor LDR melalui pin GPIO15 untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitar ruangan. Data dari sensor ini digunakan untuk menyesuaikan pengaturan AC secara otomatis berdasarkan kondisi pencahayaan. Di sisi lain, ESP32 juga terhubung dengan Transmitter IR pada pin GPIO17. Transmitter IR menerima sinyal dari ESP32 dan meneruskannya ke unit AC, memungkinkan kontrol jarak jauh terhadap AC. Melalui sinyal inframerah ini, ESP32 dapat menghidupkan atau mematikan AC sesuai perintah pengguna yang diterima melalui jaringan Wi-Fi.



Gambar 3. Respon Sistem

Gambar 3 menampilkan respons dari sistem kontrol AC berbasis IoT pada perangkat ESP32. Berdasarkan gambar diatas dapat ditarik Kesimpulan 1) Fungsi Dasar Berjalan: Output "Turn On," "Turn Off," dan "Execute Command!" menunjukkan bahwa fungsi dasar sistem telah berhasil berjalan. Sistem dapat mengeksekusi perintah kontrol AC sesuai instruksi yang diterima, menunjukkan keberhasilan pengaturan dasar; 2) Real-Time Monitoring: Output ini menunjukkan kemampuan monitoring secara real-time, sehingga setiap perintah dapat dipantau langsung untuk memastikan sistem bekerja dengan benar. Kemampuan ini penting untuk memastikan sistem responsif terhadap perintah pengguna. 3) Validasi Prototipe: data ini membantu memvalidasi prototipe dalam hal responsivitas. Sistem menunjukkan respons yang konsisten terhadap setiap perintah, yang merupakan indikator bahwa prototipe ini layak untuk digunakan dalam aplikasi kontrol AC berbasis IoT. Berikut adalah flowchat system control ini.



Gambar 4. Flowchart Sistem Kontrol AC



Gambar 5. Desain Antarmuka Pengguna (Web Interface)

Pada tampilan antarmuka gambar 5, terdapat dua indikator ruang, yaitu "Ruang Kelas TI Lantai 4 Kelas 01" dan "Ruang Kelas TI Lantai 4 Kelas 02". Indikator ruangan berwarna hijau menandakan bahwa kondisi AC dalam ruangan tersebut sedang dalam

keadaan "on" atau aktif. Sebaliknya, jika warna indikator berwarna merah, maka itu menunjukkan bahwa AC dalam ruangan tersebut sedang dalam keadaan "off" atau non-aktif.

3.2. Pengujian Transmitter IR pada Berbagai Jarak dan Arah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batasan jarak dan arah optimal yang memungkinkan transmitter IR bekerja optimal. Transmitter diuji pada jarak 1 hingga 5 meter dengan tiga posisi berbeda: lurus di depan AC, kiri, dan kanan AC. Data hasil pengujian disajikan dalam tabel 2:

Tabel 2. Respon AC terhadap sinyal Transmitter IR pada Berbagai Jarak dan Arah

No	Jarak (m)	Arah Lurus	Arah Kiri	Arah Kanan
1	1	Ya	Ya	Ya
2	2	Ya	Tidak	Tidak
3	3	Tidak	Tidak	Tidak
4	4	Tidak	Tidak	Tidak
5	5	Tidak	Tidak	Tidak

Tabel 2 menampilkan hasil pengujian kinerja transmitter IR (IR) pada variasi jarak dan arah sinyal untuk menilai penerimaan sinyal oleh AC. Berdasarkan data di tabel 2, AC dapat merespon sinyal yang dikirimkan transmitter IR pada jarak maksimal 2 meter tapi terbatas pada arah lurus. AC tidak dapat merespon sinyal dari transmitter IR jika dikirimkan dari arah kiri atau kanan AC. Jarak optimal yaitu 1 meter di mana AC mampu merespon sinyal transmitter IR dari ketiga arah yang diujikan. Hasil ini menjadi dasar dalam penempatan posisi transmitter IR dalam lingkungan IoT.

3.3. Pengujian Sensor LDR

Sensor LDR diuji untuk mengetahui kemampuan sensor mendeteksi lampu indikator AC dalam berbagai kondisi pencahayaan ruangan. Berikut adalah hasil pengujian:

Tabel 3. Pengujian Deteksi Cahaya LED AC oleh Sensor LDR

No	Kondisi Pencahayaan	Terdeteksi	Keterangan
1.	Lampu ruangan mati	Ya	Sensor berhasil mendeteksi lampu indikator
2.	Lampu ruangan menyala	Ya	Sensor dapat mendeteksi lampu indikator AC, tetapi ada kemungkinan sensor salah membaca karena cahaya dari lampu ruangan lebih mendominasi
3.	Lampu ruangan menyala, intensitas rendah	Ya	Sensor dapat mendeteksi lampu indikator AC, tetapi ada kemungkinan sensor salah membaca karena cahaya dari lampu ruangan lebih mendominasi

Berdasarkan tabel 3 pengujian dilakukan dalam tiga kondisi pencahayaan. Pada kondisi lampu ruangan mati, sensor mendeteksi lampu indikator AC dengan akurasi tinggi. Namun, saat lampu menyala, akurasi deteksi menurun akibat interferensi cahaya. Pada kondisi lampu menyala dengan intensitas rendah, sensor masih dapat mendeteksi, tetapi risiko kesalahan pembacaan tetap ada.

Untuk mengurangi interferensi cahaya, peneliti merancang penutup box khusus untuk sensor. Penutup ini terbuat dari bahan non-reflektif yang menyerap cahaya eksternal dan tahan terhadap perubahan suhu, menjaga stabilitas sensor. Didesain dengan bukaan optimal, penutup ini mengarahkan sensor ke lampu indikator AC sambil meminimalkan gangguan dari sumber cahaya lain. Penutup juga mudah dipasang dan tidak menghalangi ventilasi sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor tetap dapat mendeteksi lampu indikator AC di berbagai kondisi pencahayaan, dengan penutup box yang meningkatkan akurasi deteksi dan mengurangi dampak cahaya eksternal.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi lampu indikator AC pada jarak 1 cm dan 2 cm, sementara deteksi tidak berhasil dilakukan pada jarak 3 cm hingga 5 cm. Penurunan kemampuan deteksi pada jarak yang lebih jauh dapat dijelaskan oleh beberapa faktor, termasuk penurunan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor dan kemungkinan adanya interferensi dari cahaya latar di sekitar.

Jarak deteksi optimal antara 1 cm dan 2 cm dapat dijelaskan oleh karakteristik lampu indikator AC yang memiliki tingkat kecerahan yang relatif rendah. Intensitas cahaya yang dihasilkan tidak cukup kuat untuk dideteksi pada jarak yang lebih jauh. Selain itu, interferensi dari sumber cahaya eksternal, seperti lampu ruangan yang menyala, menjadi lebih signifikan pada jarak yang lebih jauh, berpotensi mengaburkan sinyal dari lampu indikator AC. Oleh karena itu, sensor hanya mampu mendeteksi lampu indikator pada jarak dekat, di mana pengaruh interferensi cahaya dapat diminimalkan. Pengujian juga menunjukkan bahwa pada jarak 1-2 cm, sensor dapat mendeteksi lampu indikator dari arah lurus, kiri, dan kanan.

3.4. Uji Integrasi Sistem

Pada pengujian ini ditemukan bahwa komponen sistem terintegrasi dengan baik yang ditunjukkan oleh berfungsinya sistem. Namun, terdapat jeda waktu respon sekitar 10 detik setelah pengguna memberikan perintah pada aplikasi sebelum AC merespon perintah tersebut. Jeda waktu ini terjadi akibat proses *pulling data* yang dilakukan oleh sistem sebelum eksekusi perintah[14]. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan sistem untuk terlebih dahulu mengambil dan memverifikasi data dari berbagai sensor serta memproses instruksi sebelum sinyal dikirimkan ke unit AC melalui *transmitter IR*.

Jeda tersebut merupakan hasil dari strategi untuk menghindari kelebihan beban yang dapat terjadi jika sistem dipaksa untuk beroperasi secara *real-time* penuh. Pengoperasian *real-time* tanpa jeda akan membebani prosesor mikrokontroler, dalam hal ini ESP32, yang harus memproses data dari berbagai komponen secara terus-menerus. Pendekatan dengan memberikan jeda waktu memungkinkan sistem untuk beroperasi dengan lebih efisien dan stabil, meskipun menghasilkan penundaan singkat dalam respons perangkat.

Walaupun jeda waktu sekitar 10 detik ini tidak terlalu signifikan, pengoptimalan algoritma masih diperlukan untuk meningkatkan efisiensi sistem[15]. Algoritma saat ini sudah dapat menjalankan fungsinya dengan baik, namun terdapat peluang untuk memperbaiki algoritma agar jeda waktu dapat dipersingkat tanpa menyebabkan beban berlebih pada mikrokontroler. Perbaikan ini dapat melibatkan strategi penjadwalan yang lebih baik dalam *pulling data*, sehingga sistem mampu merespons lebih cepat tanpa mengorbankan kestabilan. Kesimpulannya, sistem pengendalian AC yang dirancang sudah berfungsi sesuai dengan harapan, namun optimalisasi lebih lanjut terhadap algoritma pengambilan data diperlukan untuk meminimalkan jeda waktu respons.

3.5. Tingkat Kesalahan Komponen

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan sistem dalam operasionalnya. Terdapat 2 komponen yang diuji yaitu *transmitter IR* dan sensor LDR.

Tabel 4. Tingkat Kesalahan Komponen

Komponen	Jarak	Jumlah Percobaan	Jumlah Berhasil	Jumlah Gagal	Tingkat Kesalahan (%)
Transmitter IR	2 m	10	8	2	20%
Sensor LDR	2 cm	10	10	0	0%

Pada pengujian ini, *transmitter IR* berhasil mengirim sinyal pada jarak 2 meter dalam 8 dari 10 percobaan, dengan tingkat kesalahan sebesar 20%. Kegagalan ini terutama disebabkan oleh jarak dan posisi *transmitter IR* terhadap AC. Hal ini menunjukkan keterbatasan *transmitter IR*, di mana penyimpangan sudut dapat menyebabkan

kegagalan pengiriman sinyal, sehingga penggunaannya memerlukan penyesuaian yang akurat untuk mencapai kinerja optimal.

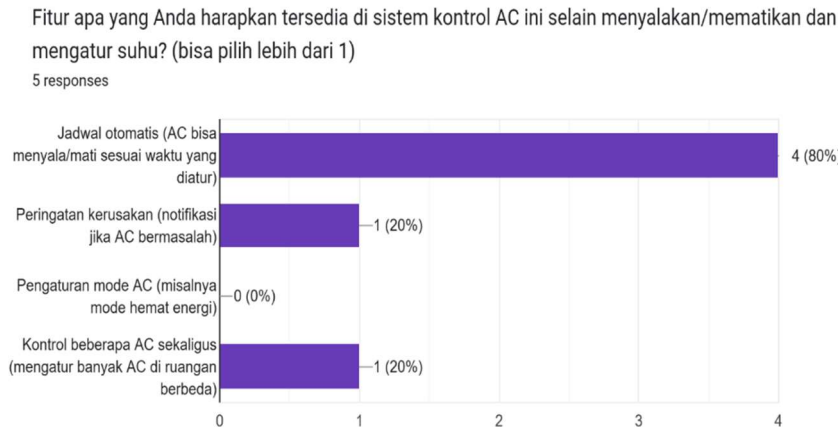
Berbeda halnya dengan sensor LDR yang menunjukkan keberhasilan deteksi yang konsisten dengan tingkat kesalahan 0%, baik dalam kondisi ruangan gelap ataupun terang. Keberhasilan ini menunjukkan kemampuan sensor LDR untuk mendeteksi berbagai sumber cahaya di lingkungan pengujian tanpa bergantung pada orientasi khusus terhadap sumber cahaya. Stabilitas dan keandalan yang lebih tinggi dari sensor LDR, dibandingkan dengan transmitter IR, menjadikannya lebih sesuai untuk aplikasi yang melibatkan berbagai sumber cahaya dan intensitas yang beragam, serta yang membutuhkan robusta terhadap perubahan posisi dan arah sumber sinyal.

3.6. Analisis Data Persepsi Calon Pengguna

Bagian ini menganalisis data persepsi calon pengguna. Survei melibatkan lima responden, mayoritas berusia 18-25 tahun, yang seluruhnya adalah petugas kebersihan.

Adapun karakteristik responden sebagian besar berada pada rentang usia 18-25 tahun (80%), dan seluruhnya bekerja sebagai petugas kebersihan (100%). Data ini menunjukkan bahwa prototipe sistem kontrol AC berbasis IoT harus dirancang untuk memenuhi kebutuhan generasi muda yang terbiasa menggunakan teknologi serta mudah dioperasikan oleh pengguna non-teknis.

Sebagian besar responden (80%) menginginkan fitur tambahan berupa jadwal otomatis untuk menyalakan dan mematikan AC, yang memungkinkan penghematan energi dan efisiensi operasional yang lebih baik. Fitur peringatan kerusakan dan kontrol beberapa AC sekaligus juga diinginkan oleh sebagian responden (20%).



Gambar 6. Fitur yang diharapkan tersedia di sistem

Mayoritas responden (60%) juga memberikan nilai tinggi terhadap kecepatan respons sistem AC berbasis IoT. Selain itu, 80% responden merasa bahwa sistem ini "sangat membantu" dalam menghemat waktu, yang menunjukkan efisiensi signifikan dibandingkan dengan kontrol AC secara manual. Kesimpulan hasil survei menunjukkan bahwa sistem kontrol AC berbasis IoT yang dirancang memiliki potensi besar untuk diadopsi oleh pengguna, terutama dalam kalangan pengguna muda dan petugas kebersihan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa prototipe sistem Building Management System (BMS) untuk pengendalian AC berbasis IoT efektif dalam membantu pengendalian AC secara jarak jauh melalui platform berbasis web. Penggunaan perangkat keras seperti ESP32, sensor, dan transmitter IR memungkinkan pengendalian suhu dan energi secara efisien, dengan operasi yang stabil dan mudah diakses. Hasil pengujian menunjukkan

bahwa sistem dapat merespons perintah "On" dan "Off" dengan cukup cepat, meskipun ada jeda sekitar 10 detik yang masih dapat diterima untuk penggunaan sehari-hari. Pengujian transmitter IR menunjukkan kinerja terbaik pada jarak 1-2 meter dengan memperhatikan arah transmitter terhadap AC. Akurasi sensor LDR di kondisi cahaya yang beragam meningkat dengan adanya penutup pada bagian indikator LED AC.

Dari persepsi pengguna, sebagian besar merasa bahwa sistem ini membantu meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam pengendalian AC. Sebanyak 80% responden menilai sistem mudah dan intuitif untuk digunakan, dan semua responden menyatakan kesediaan untuk mencoba dan memberikan masukan setelah peluncuran. Hal ini menunjukkan adanya potensi penerimaan yang tinggi dan dukungan yang kuat dari pengguna, sehingga sistem ini memiliki prospek baik untuk pengembangan lebih lanjut, khususnya dalam pengelolaan AC di gedung atau lingkungan kampus.

Ucapan Terima Kasih: Penelitian ini didukung oleh dana bantuan penelitian berbasis BLU Tahun 2024 dari Universitas Islam Negeri Mataram. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan administratif, teknis, serta kontribusi material yang diberikan oleh pihak UIN Mataram selama proses penelitian berlangsung.

Referensi

- [1] A. M. Ali, S. A. A. Shukor, N. A. Rahim, Z. M. Razlan, Z. A. Z. Jamal, and K. Kohlhof, "IoT-Based Smart Air Conditioning Control for Thermal Comfort," in *2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems, I2CACIS 2019 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jun. 2019, pp. 289–294. doi: <https://doi.org/10.1109/I2CACIS.2019.8825079>.
- [2] N. Amani and A. A. R. Soroush, "Effective energy consumption parameters in residential buildings using Building Information Modeling," *Global Journal of Environmental Science and Management*, vol. 6, no. 4, pp. 467–480, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.22034/gjesm.2020.04.04>.
- [3] M. Saleem *et al.*, "Integrating Smart Energy Management System With Internet of Things and Cloud Computing for Efficient Demand Side Management in Smart Grids," *Energies (Basel)*, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/en16124835>.
- [4] F. Wibowo, "An IoT-Enabled Smart Energy Management System to Improve Energy Efficiency in University Laboratory," *Sinkron*, 2024, doi: <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i2.13584>.
- [5] M. Saleem, M. R. Usman, and M. Shakir, "Design, Implementation, and Deployment of an IoT Based Smart Energy Management System," *Ieee Access*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1109/access.2021.3070960>.
- [6] B. Artono, N. Hidayatullah, and B. Winarno, "Smart Panel System using Internet of Things," *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, vol. 5, no. 17, p. 161747, Jan. 2019, doi: <https://doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.161747>.
- [7] K. Irshad, A. Almalawi, A. I. Khan, M. Alam, Md. H. Zahir, and A. Ali, "An IoT-Based Thermoelectric Air Management Framework for Smart Building Applications: A Case Study for Tropical Climate," *Sustainability*, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/su12041564>.
- [8] R. Carli, G. Cavone, S. Ben Othman, and M. Dotoli, "IoT Based Architecture for Model Predictive Control of HVAC Systems in Smart Buildings," *Sensors*, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/s20030781>.
- [9] A. O. Abdulganiyu, "Development of an Internet of Things Based Air Quality Monitoring System Using Machine Learning," *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 2023, doi: <https://doi.org/10.59287/ijanser.1164>.
- [10] J. H. Jo, B.-W. Jo, J. H. Kim, S. J. Kim, and W. Y. Han, "Development of an IoT-Based Indoor Air Quality Monitoring Platform," *J Sens*, 2020, doi: <https://doi.org/10.1155/2020/8749764>.
- [11] E. Cano-Suñén, I. M. Martínez, Á. F. Cuello, B. Zalba, and R. Casas, "Internet of Things (IoT) in Buildings: A Learning Factory," *Sustainability*, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/su151612219>.
- [12] J. Yasuoka, G. A. Cordeiro, J. L. Pereira Brittes, R. E. Cooper Ordóñez, S. V. Bajay, and E. H. M. Nunes, "IoT Solution for Energy Management and Efficiency on a Brazilian University Campus – A Case Study," *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2022, doi: <https://doi.org/10.1108/ijshe-08-2021-0354>.
- [13] I. G. Wiratmaja, K. R. Dantes, and E. A. Juny Artha, "Peningkatan Laju Pendinginan Ruangan Dengan Media Pendingin Kombinasi Udara Dan Air Disisi Kondensor Pada Mesin Pendingin Tipe Split Air Conditioning," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 2021, doi: <https://doi.org/10.23887/jptm.v9i1.33220>.
- [14] C.-M. Lin, H. Liu, K. T. Tseng, and S.-F. Lin, "Heating, Ventilation, and Air Conditioning System Optimization Control Strategy Involving Fan Coil Unit Temperature Control," *Applied Sciences*, 2019, doi: <https://doi.org/10.3390/app9112391>.

-
- [15] N. Kampelis *et al.*, "HVAC Optimization Genetic Algorithm for Industrial Near-Zero-Energy Building Demand Response," *Energies (Basel)*, 2019, doi: <https://doi.org/10.3390/en12112177>.