
RANCANG KONTROL OTOMATIS BERBASIS IOT UNTUK PENGOPERASIAN AIR CONDITIONING SYSTEM (AC) DI POLITEKNIK PENERBANGAN MEDAN

Mhd. Luthfi Anshori¹, Inda Tri Pasa², Zahrul Ulum³

Politeknik Penerbangan Medan, Medan

e-mail: ¹luthfianshori467@gmail.com, ²indapasa@ymail.com, ³zahrul46164@gmail.com

Abstract: *This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based automatic control system for the operation of the Air Conditioning System (AC) in Kilo Classroom at Politeknik Penerbangan Medan. The main problem addressed is the inefficient use of AC due to user negligence and the lack of an automated system. The system integrates DHT22 temperature sensors, PIR motion sensors, ESP32 microcontroller, SSR 40A relay module, and Blynk application as the user interface. Testing results show that the system can detect human presence and room temperature to automatically turn the AC on or off, while also providing manual control options via smartphone. The system has proven to improve energy efficiency, reduce waste, and support the campus's sustainability efforts. The findings indicate that the system is feasible for implementation and holds potential for further development on an institutional scale.*

Keywords: *Air Conditioning, Energy Efficiency, ESP32, IoT, Automation.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pengoperasian *Air Conditioning System* (AC) di ruang Kelas Kilo Politeknik Penerbangan Medan. Permasalahan utama yang diangkat adalah penggunaan AC yang tidak efisien akibat kelalaian pengguna dalam mematikan perangkat serta tidak adanya sistem otomatisasi. Sistem ini mengintegrasikan sensor suhu DHT22, sensor gerak PIR, mikrokontroler ESP32, modul *relay* SSR 40A, dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi keberadaan pengguna dan kondisi suhu ruangan untuk menghidupkan atau mematikan AC secara otomatis, serta memberikan opsi kontrol manual melalui smartphone. Sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi listrik, mengurangi pemborosan, dan mendukung keberlanjutan operasional kampus. Kesimpulan menunjukkan bahwa sistem ini layak diimplementasikan dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam skala institusi.

Kata kunci: *Air Conditioning, Efisiensi Energi, ESP32, IoT, Otomatisasi.*

PENDAHULUAN

Air Conditioning System (AC) memainkan peran penting dalam menjaga kenyamanan termal di ruang kelas, termasuk di Politeknik Penerbangan Medan. Namun, di lapangan ditemukan bahwa AC sering tetap menyala meskipun ruangan kosong atau suhu sudah nyaman, dan remote AC kerap hilang. Hal ini menyebabkan pemborosan energi dan kenaikan biaya listrik,

Penerapan *Internet of Things* (IoT) di sektor pendidikan menjadi solusi strategis untuk mengoptimalkan penggunaan perangkat seperti AC (Premalatha & Hari Krishnan, 2020). Implementasi serupa telah dilakukan oleh (Dokras et al., 2024) dalam sistem smart classroom berbasis RFID dan IoT, yang secara otomatis mematikan sekaligus lampu dan AC saat ruang kosong, sehingga mengurangi biaya operasional. Transformasi ini menunjukkan bagaimana

pengendalian otomatis perangkat elektronik bukan hanya *feasible*, tapi juga menguntungkan.

Selanjutnya, (Bakar Ibrahim et al., n.d.) memperkenalkan sistem kontrol listrik berbasis IoT untuk *smart classroom*, mengintegrasikan sensor dan jaringan untuk manajemen energi kelas secara cerdas. Ini mendukung gagasan bahwa otomatisasi pengendalian AC bukan hanya tentang efisiensi, tetapi juga integrasi digital yang sistematis.

(Suratno et al., 2022) menambahkan dimensi kenyamanan termal melalui penelitian monitoring suhu dan konsentrasi CO₂ menggunakan sensor berbasis Arduino. Temuan mereka menunjukkan adanya korelasi kuat antara jumlah siswa dan kadar CO₂, walaupun suhu tidak berubah drastis menunjukkan pentingnya pengaturan pendinginan berdasarkan parameter udara, bukan sekadar kehadiran orang.

Aplikasi teknologi serupa ditemukan di kelas-kelas lain: Design Smart Classroom Based IoT oleh (Ismael et al., 2024) menjelaskan desain prototipe menggunakan Arduino dan RFID yang dapat secara otomatis menyalakan perangkat seperti AC, lampu, dan proyektor saat pengguna hadir. Dalam penelitian ini, sistem otomasi AC dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor suhu DHT22, sensor gerak PIR, serta modul SSR40A untuk mengendalikan status on/off AC. Data sensor diproses secara real-time, sementara monitoring dan kontrol jarak jauh dilakukan melalui aplikasi IoT seperti Blynk. Penerapan sistem ini diharapkan dapat menekan konsumsi energi listrik tanpa mengurangi kenyamanan pengguna, sekaligus mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan di lingkungan pendidikan vokasi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development*

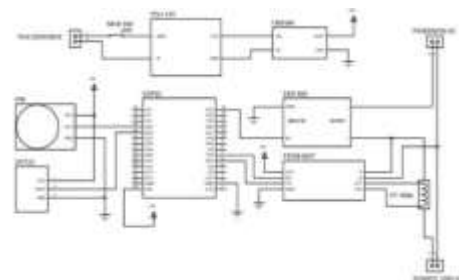
(R&D) dengan mengacu pada model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate*) (Sugiyono, 2020). Model ini dipilih karena sesuai untuk menghasilkan produk berupa prototype yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Pada penelitian ini, tahapan yang digunakan hanya mencakup tiga tahap awal, yaitu *Analyze, Design, dan Development*. Tahap *Analyze* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan mahasiswa dalam memahami sistem kelistrikan penerbangan serta keterbatasan fasilitas laboratorium.

Tahap *Design* difokuskan pada penyusunan rancangan *prototype*, termasuk penentuan spesifikasi komponen, diagram alir, serta desain perangkat keras dan perangkat lunak. Tahap *Development* mencakup proses perakitan komponen, pemrograman sistem, dan integrasi menjadi satu kesatuan alat yang siap diuji sebagai media pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras sistem kontrol otomatis AC terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung.



Gambar 1 Wiring Diagram Rangkaian Alat

1. Mikrokontroler ESP32: digunakan sebagai otak sistem, ESP32 dipilih karena kemampuannya untuk terhubung ke *Wi-Fi* dan memiliki cukup pin GPIO untuk mengontrol modul *relay* dan membaca sensor. Modul ini menjadi pusat pemrosesan

- data sensor dan pengiriman perintah ke AC.
2. Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT22): Sensor ini dipasang di ruangan yang akan dikontrol AC-nya. Data suhu dan kelembaban yang diperoleh akan menjadi input utama bagi logika kontrol otomatis.
 3. SSR 40A: *Relay* elektronik yang berfungsi untuk mengendalikan daya atau sinyal *on/off* AC secara elektrik. Setiap SSR terhubung ke kontrol *on/off* AC melalui sirkuit yang aman.
 4. Sensor Gerak PIR (*Passive Infrared*): Dipasang untuk mendeteksi keberadaan orang di dalam ruangan. Deteksi keberadaan ini menjadi salah satu faktor penentu dalam pengambilan keputusan otomatisasi AC, misalnya untuk mematikan AC jika tidak ada orang.
 5. *Power Supply*: Catu daya yang stabil diperlukan untuk mengoperasikan semua komponen elektronik.
 6. Antarmuka Pengguna (*Web/Mobile App*): Meskipun bukan perangkat keras fisik, antarmuka ini merupakan bagian integral dari sistem. Antarmuka ini dikembangkan untuk memungkinkan pengguna (operator atau pengguna ruangan) memantau status AC, melihat data sensor, dan mengontrol AC secara manual jika diperlukan. Antarmuka ini diakses melalui jaringan lokal atau internet. Perangkat lunak yang kita gunakan adalah Aplikasi *BLYNK*.



Gambar 2 Tampilan Rangkaian Alat Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem dikembangkan untuk mengelola komunikasi, logika kontrol, dan antarmuka pengguna. *Firmware* mikrokontroler pada ESP32 berfungsi sebagai inti sistem dengan menjalankan kode program yang diunggah. *Firmware* ini bertugas membaca data dari sensor suhu, kelembaban, dan gerak, kemudian mengirimkan data tersebut ke *platform IoT Blynk*, sekaligus menerima perintah dari *platform* atau antarmuka pengguna untuk mengontrol relay AC. Selain itu, *firmware* juga mengimplementasikan logika kontrol otomatis berdasarkan ambang batas suhu dan keberadaan orang, misalnya jika suhu melebihi 25°C dan terdeteksi ada orang maka AC akan menyala, sedangkan jika suhu turun di bawah 22°C atau tidak ada orang selama 30 detik maka AC akan mati.

Data yang dikirimkan kemudian diproses dan divisualisasikan melalui *platform IoT Blynk* yang berfungsi untuk pemantauan jarak jauh, penyimpanan data, serta pengiriman perintah. Untuk mendukung interaksi pengguna, tersedia antarmuka berbasis *web* maupun aplikasi seluler yang memungkinkan pengguna melihat status AC (*on/off*), memantau data suhu, kelembaban, tegangan, arus, serta frekuensi, sekaligus mengatur *mode* operasi baik secara otomatis maupun manual.



Gambar 3 Tampilan Aplikasi Blynk

Fungsionalitas Sistem

Sistem yang dirancang berhasil menunjukkan fungsionalitas inti yang diharapkan, meliputi pemantauan *real-time*, kontrol otomatis, kontrol manual, serta potensi pengembangan notifikasi. Pemantauan *real-time* memungkinkan data suhu, kelembaban, dan keberadaan orang dimonitor langsung melalui antarmuka pengguna sehingga kondisi lingkungan dan status operasional AC dapat terpantau dengan jelas. Fitur kontrol otomatis bekerja sesuai parameter yang ditetapkan, misalnya AC menyala secara otomatis ketika suhu ruangan melebihi ambang batas dan ada orang di dalam ruangan, serta mati ketika suhu sudah mencapai setpoint atau tidak ada orang

terdeteksi, sehingga kenyamanan tetap terjaga tanpa perlu banyak intervensi manual. Meskipun difokuskan pada otomatisasi, sistem tetap menyediakan opsi kontrol manual (*override*) yang memungkinkan pengguna menyalakan atau mematikan AC sesuai kebutuhan melalui antarmuka. Selain itu, sistem ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan fitur notifikasi atau peringatan jika terjadi kondisi abnormal, seperti suhu terlalu tinggi meskipun AC menyala, atau AC mati padahal seharusnya aktif.

Efisiensi dan Penghematan Energi

Salah satu tujuan utama dari sistem ini adalah meningkatkan efisiensi energi. Berdasarkan perhitungan dari tabel, efisiensi sistem mencapai sekitar 41,6%, diperoleh dari rumus:

$$Efisiensi = \frac{5.36 - 3.13}{5.36} \times 100\% = 41.6\%$$

Tabel 1 Perbandingan Efisiensi Pemakaian

Hari	Pemakaian Sebelum (kWh)	Pemakaian Sesudah (kWh)	Biaya Sebelum (Rp)	Biaya Sesudah (Rp)
1	5,3	3,2	7.950	4.800
2	5,4	3,0	8.100	4.500
3	5,1	2,9	7.650	4.350
4	5,5	3,4	8.250	5.100
5	5,6	3,3	8.400	4.950
6	5,2	3,0	7.800	4.500
7	5,4	3,1	8.100	4.650
Rata- Rata	5,36	3,13	8.036	4.836

Efisiensi ini dicapai melalui beberapa mekanisme, yaitu pengurangan pemborosan energi dengan mematikan AC secara otomatis ketika ruangan tidak digunakan atau suhu sudah mencapai setpoint, optimasi penggunaan AC

berdasarkan data sensor sehingga AC hanya beroperasi ketika diperlukan dan pada kondisi optimal, serta potensi pengurangan biaya operasional karena konsumsi energi yang lebih rendah secara langsung menurunkan biaya listrik untuk

pengoperasian AC di Politeknik Penerbangan Medan.

Keandalan dan Skalabilitas

1. Keandalan: Sistem menunjukkan keandalan yang cukup baik dalam mendeteksi kondisi ruangan dan mengontrol AC. Pemilihan komponen yang tepat dan pemrograman yang stabil berkontribusi pada kinerja yang konsisten. Namun, keandalan dapat ditingkatkan lebih lanjut melalui redundansi sensor atau mekanisme *fail-safe*.
2. Skalabilitas: Arsitektur berbasis *IoT* memungkinkan sistem untuk diskalakan dengan mudah. Unit kontrol dapat diimplementasikan di berbagai ruangan di Politeknik Penerbangan Medan, dengan setiap unit terhubung ke *platform IoT* pusat. Hal ini memudahkan manajemen AC di seluruh gedung dari satu antarmuka terpusat.

Tantangan dan Solusi

Selama implementasi sistem, terdapat beberapa tantangan yang perlu diperhatikan agar kinerja dapat optimal. Tantangan dan solusi tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Konektivitas Jaringan: Stabilitas koneksi *Wi-Fi* sangat krusial. Solusi yang dilakukan adalah penempatan *access point* yang strategis atau penggunaan *repeater* jika sinyal lemah.
2. Penempatan Sensor: Penempatan sensor yang tidak tepat dapat menghasilkan pembacaan yang tidak akurat. Penting untuk menempatkan sensor di lokasi yang representatif (tidak langsung terkena aliran AC atau sinar matahari langsung) untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban yang akurat.
3. Kompatibilitas AC: Beberapa model AC mungkin memiliki protokol kontrol yang berbeda. Sistem ini diasumsikan mengendalikan AC melalui pemutusan atau

penyambungan daya, atau melalui simulasi sinyal IR jika AC mendukung remote IR.

4. Keamanan Data: Data yang dikirimkan ke platform *IoT* harus aman. Penggunaan protokol komunikasi yang terenkripsi (misalnya HTTPS/SSL/TLS) sangat penting untuk mencegah akses tidak sah.

Potensi Pengembangan Lanjutan

1. Integrasi dengan Jadwal Akademik: Sistem dapat diintegrasikan dengan jadwal akademik Politeknik Penerbangan Medan, sehingga AC dapat secara otomatis menyala sebelum perkuliahan dimulai di suatu kelas dan mati setelah perkuliahan selesai, bahkan tanpa deteksi kehadiran orang.
2. *Machine Learning/AI*: Data historis yang terkumpul (suhu, kelembaban, kehadiran, penggunaan AC) dapat digunakan untuk melatih model *machine learning*.
3. Antarmuka Pengguna yang Lebih Lanjut: Pengembangan antarmuka pengguna yang lebih intuitif dengan fitur-fitur seperti penjadwalan, laporan penggunaan energi terperinci, dan *troubleshooting guide* otomatis.
4. Integrasi dengan Sistem Bangunan Lain: Sistem dapat diintegrasikan dengan sistem pencahayaan otomatis atau sistem ventilasi untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan hemat energi secara keseluruhan.
5. Penggunaan Energi Terbarukan: Jika Politeknik memiliki sumber energi terbarukan (misalnya panel surya), sistem dapat dioptimalkan untuk menggunakan AC lebih banyak ketika ketersediaan energi terbarukan tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi,

dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol otomatis berbasis IoT untuk pengoperasian AC di Politeknik Penerbangan Medan berhasil dirancang dengan mengintegrasikan perangkat keras (ESP32, sensor DHT22, sensor PIR, dan SSR 40A) serta perangkat lunak (*firmware, platform IoT, dan antarmuka web/mobile*). Sistem ini mampu memantau kondisi ruangan secara real-time dan mengontrol AC secara otomatis maupun manual. Mekanisme kontrol otomatis berjalan efektif berdasarkan suhu dan deteksi keberadaan orang, sehingga intervensi manual berkurang dan kenyamanan tetap terjaga. Selain itu, sistem ini berpotensi menghemat energi dan biaya operasional, serta mendukung skalabilitas dan pemantauan terpusat melalui platform IoT. Dengan demikian, rancangan ini menjadi solusi inovatif untuk efisiensi energi dan manajemen fasilitas di lingkungan pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

Bakar Ibrahim, A., Shamsudin, N., Helmi Ab Majid, M., Dzulkifly, S., Abdullah, Y., & Ikhsan Setiawan, M. (n.d.). *Smart Classroom: A*

Development of Electrical Control System with Internet of Things.

Dokras, C., Bhojar, S., Wanjari, P., Jambhulkar, S., & Thakare. (2024). IoT Based Smart Classroom Automation. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 11(5). www.irjet.net

Ismael, Siregar, A. A., & Sari, D. C. (2024). Design Smart Classroom Based IoT at SMP Ali Bin Abi Tholib. *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 3(4), 89–94. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v3i4.35>

Premalatha, B., & Hari Krishnan, J. (2020). Iot Based Smart Classroom. *International Journal Of Scientific & Technology*, 9, 2. www.ijstr.org

Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Research and Development.*

Suratno, T., Saputra, E., Abidin, Z., Arsa, D., & Syarief, N. (2022). Internet of Things (IoT) Arduino-Based Classroom Monitoring Utilizes Temperature Sensors And CO2 Sensors. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 16(3), 313. <https://doi.org/10.22146/ijccs.76241>