
IMPLEMENTASI KONTROL DAN MONITORING AIR CONDITIONER STANDING FLOOR DAN CCTV BERBASIS IOT DI GEDUNG AUDITORIUM POLITEKNIK PENERBANGAN MEDAN

Natanael Riansa Bakkara¹, Ayub Wimatra², Zahrul Ulum³

Politeknik Penerbangan Medan, Medan

e-mail: ¹natanaelbakara74681@gmail.com, ²ayub83wimatra@gmail.com,

³zahrul46164@gmail.com

Abstract: *This study discusses the implementation of a control and monitoring system for Standing Floor Air Conditioners (AC) and CCTV based on the Internet of Things (IoT) at the Auditorium of Medan Aviation Polytechnic. The research background stems from the high electricity consumption of AC units operated manually without an integrated monitoring system, which often leads to energy waste when the AC remains on in an unoccupied room. The proposed solution integrates a Smart Miniature Circuit Breaker (Smart MCB) and CCTV with the Tuya Smart platform, enabling real-time AC control via a Smartphone application, automated scheduling, and remote visual monitoring of room conditions. The research method applies an R&D approach using the ADDIE development model, which includes analysis, design, development, implementation, and evaluation. The designed system can display AC ON/OFF status and power consumption in real time, send disturbance notifications, and allow remote control. Testing results show a reduction in electricity consumption after system implementation, as well as improved monitoring effectiveness and room security. This system increases energy efficiency, reduces operational costs, and enhances building security. The study also serves as a reference for the development of IoT-based electrical technology in other public facilities.*

Keywords: *Internet of Things, Tuya Smart, Smart MCB, Standing Floor AC, Energy Efficiency.*

Abstrak: Penelitian ini membahas implementasi sistem kontrol dan *monitoring Air Conditioner (AC) Standing Floor* serta CCTV berbasis *Internet of Things (IoT)* di Gedung Auditorium Politeknik Penerbangan Medan. Latar belakang penelitian didasari oleh tingginya konsumsi energi listrik pada AC yang dioperasikan secara manual tanpa sistem pemantauan terintegrasi, sehingga sering terjadi pemborosan energi ketika AC tetap menyala di ruang kosong. Solusi yang dikembangkan adalah integrasi *Smart Miniature Circuit Breaker (Smart MCB)* dan CCTV dengan platform *Tuya Smart*, yang memungkinkan pengendalian AC secara *real-time* melalui aplikasi *Smartphone*, penjadwalan otomatis, serta pemantauan visual kondisi ruangan dari jarak jauh. Metode penelitian menggunakan pendekatan R&D dengan model pengembangan ADDIE yang mencakup analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Sistem yang dirancang mampu menampilkan status ON/OFF dan konsumsi daya AC secara *real-time*, memberikan notifikasi gangguan, serta mengizinkan kontrol jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan konsumsi daya listrik setelah implementasi sistem, serta peningkatan efektivitas pengawasan dan keamanan ruangan. Dengan adanya sistem ini, efisiensi energi meningkat, biaya operasional berkurang, dan keamanan gedung lebih terjamin. Penelitian ini juga menjadi acuan bagi pengembangan teknologi kelistrikan berbasis IoT di fasilitas publik lainnya.

Kata kunci: *Internet of Things, Tuya Smart, Smart MCB, AC Standing Floor, Efisiensi Energi.*

PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan vital dalam kehidupan modern, di mana hampir seluruh aktivitas di rumah, kantor, maupun institusi pendidikan sangat bergantung pada pasokan listrik yang andal (Poyyamozi et al., 2024). Politeknik Penerbangan Medan, salah satu fasilitas dengan konsumsi energi tinggi adalah Gedung Auditorium yang menggunakan *Air Conditioner* (AC) *Standing Floor* untuk kenyamanan kegiatan akademik maupun non-akademik (Dinmohammadi et al., 2025). Namun, sistem pengoperasian AC masih manual sehingga sering menyala meski ruangan kosong, atau beroperasi tidak optimal ketika kompresor tidak berfungsi. Kondisi ini menyebabkan pemborosan energi dan biaya listrik yang signifikan (Sihite et al., 2025).

Sebagai solusi, teknologi *Internet of Things* (IoT) sangat relevan karena memungkinkan pengendalian dan pemantauan perangkat secara *real-time* melalui aplikasi berbasis *cloud*. Platform seperti *Tuya Smart* menyediakan fitur otomatisasi, penjadwalan, dan monitoring status perangkat (Floris et al., 2021). Selain itu, integrasi CCTV berbasis IoT juga dapat membantu pemantauan visual kondisi ruangan sehingga AC dapat dimatikan saat tidak efisien digunakan.

METODE

Metodologi yang ada pada penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Sugiyono, 2020). Penelitian dilakukan secara deskriptif kualitatif untuk menggambarkan proses pengembangan produk dan respon pengguna. Tahapan ADDIE dimulai dengan analisis kebutuhan dan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan perancangan kerangka konseptual serta

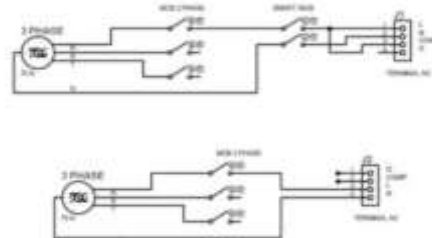
diagram blok produk. Selanjutnya, desain tersebut dikembangkan menjadi prototipe yang diuji secara terbatas melalui tahap implementasi untuk memperoleh umpan balik. Tahap akhir adalah evaluasi, yaitu menilai keefektifan dan kinerja produk serta melakukan perbaikan berdasarkan hasil penilaian agar produk layak digunakan secara optimal (Latif, n.d.).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang dirancang bertujuan untuk mempermudah pengendalian perangkat AC secara otomatis maupun manual dari jarak jauh, serta memungkinkan pemantauan kondisi operasional AC secara *real-time* melalui aplikasi *Tuya Smart* dan dukungan visual dari CCTV. Berikut merupakan gambar skema sistem secara keseluruhan yang telah dibuat, seperti ditunjukkan pada



Gambar 1 Design Wiring Diagram Alat Menggunakan Canva



Gambar 2 Design Wiring Diagram Alat dengan Aplikasi Eagle

Instalasi Perangkat Keras

Pemasangan perangkat keras merupakan tahap awal implementasi sistem kontrol dan monitoring beban

listrik AC *Standing Floor* berbasis aplikasi *Tuya Smart* di Gedung Auditorium Politeknik Penerbangan Medan. Proses ini mencakup instalasi *Smart Miniature Circuit Breaker* (MCB) sebagai pemutus dan pengontrol arus utama, terminal distribusi sebagai penghubung jalur kabel ke beban AC, serta kamera CCTV untuk pemantauan visual kondisi operasional AC dari jarak jauh.

Instalasi *Smart Miniature Circuit Breaker*, instalasi ini dimulai dengan pemasangan MCB pintar pada jalur utama suplai listrik dari PLN menuju AC *Standing Floor*. Jalur ini dialirkan ke MCB pintar, lalu diteruskan ke terminal AC sebagai beban. MCB ditempatkan pada panel box terpisah di samping unit AC, bertujuan mempermudah instalasi, perawatan, serta akses kontrol dan monitoring.



Gambar 3. Alur Pemasangan Alat

Langkah instalasi perangkat keras yaitu sebagai berikut:

1. Menghubungkan jalur daya dari PLN ke *Smart MCB* pada panel box terpisah di samping unit AC sebagai pemutus dan pengendali arus utama.
2. Menghubungkan output *Smart MCB* ke terminal sambungan AC *Standing Floor* sebagai titik distribusi arus ke beban.
3. Memasang CCTV pada dinding atau langit-langit dengan arah pandang ke unit AC untuk pemantauan real-time.

Konfigurasi Perangkat Lunak

Konfigurasi perangkat lunak merupakan tahapan penting untuk memastikan sistem kontrol dan monitoring beban listrik AC *Standing Floor* berjalan optimal. Perangkat lunak utama yang digunakan adalah aplikasi *Tuya Smart* sebagai pusat kendali dan pemantauan *Smart Miniature Circuit Breaker* (MCB) dan kamera CCTV berbasis IoT. Proses konfigurasi meliputi instalasi aplikasi *Tuya Smart* pada *Smartphone*, pendaftaran akun pengguna, serta penambahan perangkat melalui mode pairing yang terhubung ke jaringan WiFi lokal. Setelah terhubung, *Smart MCB* dapat dipantau secara *real-time* (tegangan, arus, daya, status ON/OFF) sekaligus dikontrol jarak jauh, sedangkan kamera CCTV memberikan tampilan *live view unit AC Standing Floor* untuk verifikasi visual kondisi operasional.

Pengujian Alat

Pengujian alat bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen sistem bekerja secara optimal, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Selain itu, pengujian juga difokuskan untuk menilai efektivitas sistem dalam mendukung efisiensi energi melalui fitur kontrol dan pemantauan *real-time*.

Pengujian *Smart Miniature Circuit Breaker*, pengujian ini dilakukan dengan memantau performa MCB dalam memutuskan dan menyambung aliran listrik menuju AC secara *remote* melalui aplikasi *Tuya Smart*, serta melihat pembacaan parameter tegangan, arus, dan daya.

Tabel 1 Pengujian Delay

Waktu Tombol Ditekan	Waktu Beban Merespons	Waktu Tombol Ditekan	Ket	Delay Time (s)	Waktu Beban Merespons
1	ON	09.30.00	07.30.01	1 detik	Perintah ON diterima(nyala)
2	OFF	09.35.00	09.35.01	1 detik	Perintah OFF diterima

					(mati)
3	ON	10.15.00	10.15.01	1 detik	Perintah ON diterima(nyala)
4	OFF	10.25.00	10.25.01	1 detik	Perintah OFF diterima (mati)
5	ON	11.00.00	10.00.01	1 detik	Perintah ON diterima(nyala)
6	OFF	11.15.00	11.15.01	1 detik	Perintah OFF diterima (mati)

Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu tunda (*delay time*) antara perintah yang diberikan melalui tombol kendali pada aplikasi dengan respons beban yang terhubung. Berdasarkan hasil uji pada Tabel 1, terlihat bahwa setiap perintah baik *ON* maupun *OFF* dapat dieksekusi dengan rata-rata waktu tunda sebesar 1 detik. Misalnya, pada pengujian pertama saat tombol *ON* ditekan pada pukul 09.30.00, beban merespons pada pukul 09.30.01 dengan kondisi menyala. Hal yang sama juga terjadi pada perintah *OFF* pukul 09.35.00, di mana beban merespons pada pukul 09.35.01 dengan kondisi mati.

Konsistensi hasil pengujian ditunjukkan pada seluruh siklus pengujian yang dilakukan, di mana perintah *ON* maupun *OFF* selalu direspons beban dengan selang waktu yang sama, yaitu 1 detik. Hal ini menandakan bahwa sistem kendali berbasis aplikasi yang dikembangkan memiliki tingkat responsivitas yang stabil dan dapat diandalkan untuk operasional perangkat listrik jarak jauh. Dengan waktu tunda yang relatif singkat, sistem ini memenuhi kebutuhan pengguna dalam mengoperasikan perangkat AC Standing

Floor maupun CCTV secara efisien tanpa hambatan yang berarti.

Pengujian tegangan, arus, dan daya dilakukan untuk memastikan akurasi pembacaan sensor pada *Smart Miniature Circuit Breaker* yang terintegrasi dengan aplikasi *Tuya Smart*. Metode pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran pada aplikasi dengan hasil pengukuran langsung menggunakan multimeter digital sebagai alat referensi. Tujuannya adalah mengetahui persentase error pembacaan sehingga dapat dipastikan keakuratan data untuk monitoring konsumsi listrik. Pengujian dilakukan sebanyak empat kali percobaan pada kondisi beban stabil, kemudian hasilnya dirata-ratakan dengan perhitungan persentase error menggunakan persamaan yang telah ditentukan. Perhitungan tingkat akurasi dilakukan dengan cara menghitung persentase error dengan rumus:

$$\text{Error} = \frac{|\text{Nilai Komponen} - \text{Nilai Referensi}|}{\text{Nilai Referensi}} \times 100\%$$

Seluruh hasil pengujian dari beberapa percobaan kemudian dirata-ratakan menggunakan persamaan:

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\sum \text{Error}}{n}$$

Tabel 2. Pengujian Tampilan, Multimeter, dan Error

Percobaan Ke-	Tuya Smart		Multimeter		Error	
	Tegangan (Volt)	Arus	Tegangan (Volt)	Arus	Tegangan	Arus
1	217.8	1.23	218	1.25	9%	1.6 %
2	221.8	1.12	222	1.15	8%	1.7%
3	219.8	1.18	220	1.20	9%	1.6 %

4	220.8	1.15	221	1.18	9%	1.7%
Rata-rata Persentase Error (%)						1.65%

Pengujian monitoring konsumsi daya dilakukan untuk memastikan kemampuan *Smart Miniature Circuit Breaker* dalam menampilkan informasi penggunaan listrik secara *real-time* ketika AC menyala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat dapat memberikan data konsumsi daya secara akurat melalui aplikasi *Tuya Smart*. Selanjutnya, pengujian penjadwalan otomatis juga dilakukan untuk menguji fitur pengendalian berbasis waktu. Pada uji jadwal menyala otomatis pukul 08.00 WIB, sistem berhasil mengaktifkan AC sesuai pengaturan yang dibuat di aplikasi. Begitu pula pada uji jadwal mati otomatis pukul 12.00 WIB, sistem mampu menonaktifkan AC sesuai jadwal yang ditentukan. Hasil ini menunjukkan bahwa fitur penjadwalan bekerja dengan baik dan dapat mendukung efisiensi penggunaan energi listrik.

Berdasarkan Tabel 3, pengujian *Delay Schedule* menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan perintah ON dan OFF sesuai jadwal dengan jeda waktu yang telah ditentukan. Pada uji coba dengan delay 2-3 detik, perangkat berhasil menyala maupun mati sesuai perintah pada waktu yang diatur. Hasil ini membuktikan bahwa fitur penjadwalan dengan delay time berfungsi dengan baik sesuai program.

Tabel 3 Pengujian Delay Schedule

NO	Perintah Aplikasi (Schedule)	Delay Time (s)	Ket.
1	08.00 - 08.45 ON - OFF	2 detik	Perintah Off diterima (Mati)
2	12.00 – 12.35 OFF – ON	3 detik	Perintah ON diterima (Nyala)
3	18.00 – 18.50 ON - OFF	3 detik	Perintah OFF diterima (Mati)
4	20.15 – 20.30 OFF - ON	2 detik	Perintah ON diterima (Nyala)

Selanjutnya pengujian CCTV dilakukan untuk memastikan kamera dapat menampilkan kondisi fisik AC secara visual serta terintegrasi dengan aplikasi *Tuya Smart*. Melalui fitur *live view* pada aplikasi, pengguna dapat memantau kondisi AC secara langsung dari jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tampilan visual berjalan dengan baik tanpa hambatan, sehingga fungsi monitoring visual dapat mendukung sistem pengendalian dan pengawasan AC.

Tabel 4 Hasil Pengujian Sistem

No.	Parameter Uji	Metode Pengujian	Tujuan	Hasil yang Diharapkan	Hasil Saat Pengujian
1	Pengujian Kontrol ON/OFF AC	Memberikan perintah ON dan OFF dari aplikasi Mengamati respons AC secara	Memastikan AC dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi <i>Tuya Smart</i>	AC menyala dan mati sesuai dengan perintah aplikasi	✓

		langsung			
2	Pengujian Penjadwalan Otomatis (<i>Schedule</i>)	Mengatur waktu ON dan OFF di aplikasi Menunggu waktu eksekusi otomatis Mengamati status AC	Memastikan fitur penjadwalan berfungsi sesuai waktu yang ditentukan	AC menyala dan mati otomatis sesuai jadwal yang ditetapkan	✓
3	Pengujian <i>Monitoring</i> Konsumsi Daya	Menyalakan AC dan mengamati data daya (tegangan, arus, daya, energi) di aplikasi	Mengetahui akurasi data konsumsi daya pada aplikasi	Data ditampilkan <i>real-time</i> dan sesuai kondisi sebenarnya	✓
4	Pengujian Pemantauan Visual melalui CCTV	Memantau AC melalui CCTV saat sistem diaktifkan dan dinonaktifkan Mengecek apakah visual sesuai dengan status AC	Memastikan pengguna dapat memantau kondisi ruangan dan AC secara visual	Tampilan CCTV sesuai dengan kondisi aktual di ruangan	✓

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *Smart MCB* memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam menjalankan fungsi-fungsi utamanya. Pengujian akurasi menunjukkan bahwa persentase kesalahan (*error percentage*) untuk pengukuran tegangan dan arus sangat rendah, dengan rata-rata persentase kesalahan arus hanya sebesar 1.65%. Hal ini membuktikan bahwa perangkat ini mampu memberikan data konsumsi daya yang akurat dan dapat dipercaya untuk keperluan monitoring.

Selain itu, pengujian fungsionalitas membuktikan bahwa seluruh fitur yang dijanjikan, seperti kendali ON/OFF jarak jauh, penjadwalan otomatis, dan pemantauan data secara *real-time*,

berfungsi secara optimal. Meskipun terdapat waktu tunda (*delay time*) dalam menerima perintah penjadwalan yang berkisar antara 30 hingga 40 detik, keterlambatan ini tidak signifikan dan tidak mengurangi efektivitas perangkat. Kemampuan pemantauan visual melalui CCTV juga terintegrasi dengan baik, memberikan nilai tambah dalam hal pengawasan.

Secara keseluruhan, *Smart MCB* terbukti merupakan solusi yang andal dan efektif untuk mengelola dan memantau konsumsi daya listrik dari jarak jauh. Keandalannya dalam hal akurasi data, fungsionalitas, dan responsivitas menjadikannya layak untuk diimplementasikan dalam sistem manajemen energi cerdas..

DAFTAR PUSTAKA

- Adhicandra, I. (2024). Studi Kasus Tentang Penggunaan Teknologi Internet Of Things (IoT) Dalam Meningkatkan Efisiensi Energi Di Bangunan Pintar. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 11(3). <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i3.1297>
- Dinmohammadi, F., Farook, A. M., & Shafiee, M. (2025). Improving Energy Efficiency in Buildings with an IoT-Based Smart Monitoring System. *Energies*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/en18051269>
- Floris, A., Porcu, S., Girau, R., & Atzori, L. (2021). An iot-based Smart building solution for indoor environment management and occupants prediction. *Energies*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/en14102959>
- Latif, A. (n.d.). Penerapan Model Addie Dalam Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Literasi Sains. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*.
- Poyyamozhi, M., Murugesan, B., Rajamanickam, N., Shorfuzzaman, M., & Aboelmagd, Y. (2024). IoT—A Promising Solution to Energy Management in Smart Buildings: A Systematic Review, Applications, Barriers, and Future Scope. In *Buildings* (Vol. 14, Issue 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/buildings14113446>
- Sihite, B. A., Fd Sidabutar, Y., Suciati, H., Priyandes, A., Tanjung, R., & Sipil, T. (2025). Optimalisasi Smart Building Dalam Bangunan Hijau Mengurangi Jejak Karbon Dengan Sistem Otomasi. *Zona Sipil: Jurnal Ilmiah*, 15(1). <https://cedsgreeb.org/kompetisi-esai/Smart-building/>
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Sukarwoto, A. Wimatra, J. V. Palpialy, I. Sulistianingsih, A. Akbar and D. Nasution, "Internet of Things on Automatic Watering Systems for Papuan Black Orchids," 2023 Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC), Manado, Indonesia, 2023, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICIC60109.2023.10381975.