

# Hilirisasi Sistem Pengendalian Air Conditioner (AC) Berbasis IoT melalui Implementasi di Masjid Baitussyukur

Ratnasari Nur Rohmah<sup>a,\*</sup>, Bambang Hari Purwoto<sup>a</sup>, Taufiq Nur Huda<sup>a</sup>, Ismi Dina Solikha<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A Yani 1, Kartasura 57169, Indonesia  
<sup>b</sup>The University of Manchester, United Kingdom

## Abstract

The Baitussyukur Mosque encountered operational challenges in managing its air conditioning (AC) system due to manual operation that depended on the physical presence of a caretaker, affecting worshippers' comfort and reducing energy efficiency. This community service program aimed to implement an Internet of Things (IoT)-based AC control system to improve operational efficiency and enhance worshippers' comfort. The program applied a NodeMCU ESP8266-based IoT control system integrated with an infrared module and connected to the Blynk platform, enabling real-time, remote, and automatic AC operation according to the five daily prayer schedules (activated 10 minutes before prayer and deactivated 10 minutes after prayer). The activities were conducted in three stages: preparation, installation and training, and evaluation. Evaluation was carried out using a structured questionnaire consisting of 15 items on a 4-point Likert scale. The results showed an average score of 3.93 out of 4.00, indicating a very high level of success and positive impact. The implementation significantly improved operational efficiency, reduced dependency on manual operation, and increased the technical capacity of mosque administrators in managing technology-based public facilities.

*Keywords:* Internet of Things, air conditioner control, smart mosque, community service, energy efficiency

## Abstrak

Masjid Baitussyukur menghadapi tantangan operasional dalam pengelolaan sistem pendingin udara (AC) akibat pengoperasian manual yang bergantung pada kehadiran fisik marbot, sehingga berdampak pada kenyamanan jamaah dan efisiensi energi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pengendalian AC berbasis *Internet of Things (IoT)* guna meningkatkan efisiensi operasional dan kenyamanan jamaah. Sistem yang diterapkan menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan modul inframerah dan terhubung dengan platform Blynk, sehingga memungkinkan pengendalian AC secara *real-time*, jarak jauh, dan otomatis berdasarkan jadwal salat lima waktu (menyala 10 menit sebelum salat dan mati 10 menit setelah salat). Kegiatan dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu persiapan, instalasi dan pelatihan, serta evaluasi. Evaluasi dilakukan menggunakan kuesioner terstruktur sebanyak 15 butir pertanyaan dengan skala Likert 4 poin. Hasil evaluasi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3,93 dari 4,00 yang mengindikasikan tingkat keberhasilan sangat tinggi. Implementasi sistem ini secara nyata meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi ketergantungan pada pengoperasian manual, serta memperkuat kapasitas teknis pengelola masjid dalam pengelolaan fasilitas publik berbasis teknologi.

*Kata kunci:* Internet of Things, pengendalian AC, masjid cerdas, pengabdian kepada masyarakat, efisiensi energi

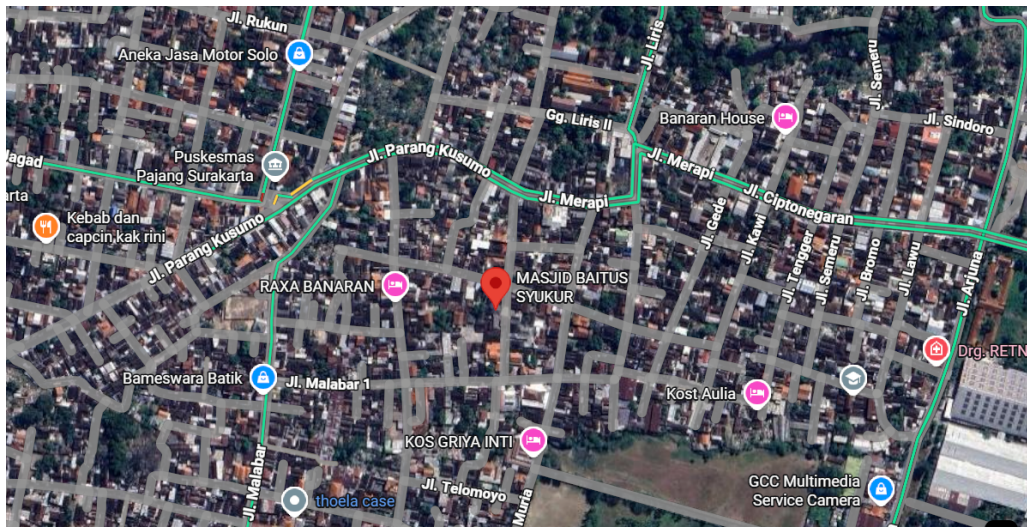
## 1. Pendahuluan

Masjid sebagai fasilitas publik memiliki peran penting dalam menyediakan kenyamanan bagi jamaah saat beribadah, termasuk melalui penerapan prinsip bangunan hijau yang menekankan efisiensi energi dan kenyamanan termal (Azizah et al., 2024). Salah satu faktor utama yang memengaruhi kenyamanan tersebut adalah pengelolaan sistem pendingin udara (*Air Conditioner/AC*) yang efektif dan efisien. Studi menunjukkan bahwa sistem *HVAC* berkontribusi signifikan terhadap konsumsi energi bangunan dan kualitas kenyamanan termal penghuni (Azmi et al., 2021; Halhoul Merabet et al., 2021; Yaïci et al., 2021). Dalam konteks bangunan publik, pengendalian AC yang tidak optimal tidak hanya menurunkan tingkat kenyamanan, tetapi juga meningkatkan pemborosan energi.

\*Corresponding author:  
E-mail address: rnr217@ums.ac.id



Masjid Baitussyukur yang beralamat di Jl. Tengger No.18, Banaran, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah, saat ini menghadapi tantangan operasional dalam pengelolaan AC karena sistem masih dijalankan secara manual dan bergantung pada kehadiran fisik marbot. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan pengaktifan AC sebelum waktu salat serta potensi pemborosan energi apabila AC tidak dimatikan tepat waktu. Keterbatasan sumber daya manusia menyebabkan sistem operasional kurang fleksibel, terutama ketika masjid digunakan di luar jadwal rutin. Situasi tersebut menunjukkan kebutuhan akan sistem pengendalian yang lebih cerdas, fleksibel, dan tidak sepenuhnya bergantung pada operator fisik (Saputri et al., 2024; Zein et al., 2024). Bahkan pada sistem pemanenan air hujan di masjid, disarankan pengembangan otomatisasi sistem agar pengoperasian tidak lagi dilakukan secara manual (Utami et al., 2022).



Gambar 2. Lokasi Masjid Baitussyukur

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* menawarkan solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna bangunan melalui sistem otomatisasi dan monitoring *real-time* (García-Monge et al., 2023; Hercog et al., 2023; Kamal et al., 2023). Integrasi *IoT* dalam sistem *HVAC* terbukti mampu mengoptimalkan konsumsi energi sekaligus mempertahankan kenyamanan termal penghuni (Aazami et al., 2025; Chauhan, 2025). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kontrol suhu otomatis berbasis *IoT* di lingkungan masjid dapat mengurangi pemborosan energi secara signifikan (Bagsiraj et al., 2021; Yusarelan et al., 2020). Selain itu, kontrol AC menggunakan ESP8266 yang terintegrasi dengan aplikasi berbasis cloud mampu menyediakan operasi otomatis dan efisien sekaligus memungkinkan monitoring suhu secara *real-time* (Ali et al., 2025; Innaya et al., 2025; Kemala et al., 2022; Sukarma et al., 2025).

Penggunaan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 dalam sistem *IoT* menjadi solusi yang ekonomis dan mudah diintegrasikan dengan platform cloud seperti Blynk atau *MQTT* (Suwartika & Singgih, 2021; Yaïci et al., 2021). Infrastruktur *IoT* semacam ini memungkinkan pengendalian perangkat secara jarak jauh dan berbasis penjadwalan otomatis, sehingga mendukung manajemen energi yang lebih adaptif dan efisien (Halhoul Merabet et al., 2021; Kamal et al., 2023).

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas sistem *IoT* dalam pengendalian *HVAC* dan efisiensi energi, sebagian besar kajian berfokus pada lingkungan perkantoran, kampus, atau bangunan komersial (García-Monge et al., 2023; Aazami et al., 2025). Implementasi langsung dalam skema pengabdian kepada masyarakat pada fasilitas ibadah berbasis komunitas masih relatif terbatas. Dengan demikian, terdapat kesenjangan antara hasil penelitian teknologi *IoT* dan penerapannya nyata yang berdampak langsung pada pengelolaan fasilitas ibadah di tingkat lokal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan ini menghadirkan solusi berupa implementasi sistem pengendalian AC berbasis *IoT* menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan modul inframerah dan aplikasi Blynk. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini merupakan bentuk hilirisasi dari penelitian sebelumnya yang berfokus pada perancangan dan pengujian sistem pengendalian *Air Conditioner (AC)* berbasis *Internet of Things (IoT)* (Nurhuda & Rohmah, 2025). Solusi ini tidak hanya merupakan pengembangan teknologi, tetapi juga bentuk intervensi pengabdian

kepada masyarakat yang menghubungkan hasil penelitian dengan kebutuhan riil mitra. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pengendalian *AC* berbasis *IoT* guna meningkatkan efisiensi operasional, kenyamanan jamaah, serta kapasitas teknis pengelola Masjid Baitussuyukur dalam pengelolaan fasilitas publik berbasis teknologi.

## 2. Metode

Kegiatan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan dalam tiga tahapan seperti terlihat pada Gambar 2. Tiga tahap tersebut adalah tahap persiapan, tahap instalasi alat, dan evaluasi dan penyusunan laporan.



Gambar 2. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada Masyarakat.

### 1). Tahap Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan identifikasi permasalahan yang dihadapi mitra melalui diskusi bersama takmir Masjid Baitussuyukur. Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan sistem, meliputi jumlah unit *AC* yang akan dikendalikan, kondisi jaringan listrik dan Wi-Fi, serta pola penggunaan *AC* berdasarkan jadwal salat lima waktu. Selanjutnya, tim melakukan perancangan sistem baik dari sisi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Perancangan *hardware* mencakup pemilihan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul inframerah (IR transmitter), catu daya, serta perancangan rangkaian elektronik. Sementara itu, perancangan *software* meliputi pemrograman ESP8266, konfigurasi koneksi Wi-Fi, serta integrasi dengan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna. Setelah proses desain selesai, dilakukan pembuatan dan pengujian awal perangkat di laboratorium untuk memastikan sistem dapat mengirim sinyal inframerah yang sesuai dengan kode remote *AC* dan dapat dikendalikan melalui jaringan internet secara stabil.

### 2). Tahap Instalasi Alat dan Pelatihan Mitra.

Tahap kedua merupakan implementasi sistem di lokasi mitra. Kegiatan dimulai dengan pemasangan perangkat *IoT* pada lima unit *AC* yang terdapat di masjid. Instalasi dilakukan dengan menempatkan modul inframerah pada posisi yang mengarah langsung ke sensor penerima *AC*, serta memastikan koneksi catu daya dan jaringan Wi-Fi berfungsi dengan baik. Setelah instalasi selesai, dilakukan pengujian langsung untuk memastikan sistem mampu mengaktifkan dan menonaktifkan *AC* sesuai dengan jadwal yang telah diprogram, yaitu menyala 10 menit sebelum waktu salat dan mati 10 menit setelah salat selesai. Pengujian juga dilakukan untuk fitur kontrol manual melalui aplikasi Blynk menggunakan smartphone. Selain instalasi teknis, pada tahap ini juga dilaksanakan pelatihan kepada mitra yang meliputi cara mengoperasikan aplikasi Blynk, cara mengatur jadwal otomatis, serta prosedur dasar *troubleshooting* apabila terjadi gangguan koneksi. Dokumentasi teknis dan panduan penggunaan juga diberikan kepada mitra sebagai bahan referensi.

### 3). Tahap Evaluasi dan Penyusunan Laporan

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur keberhasilan implementasi sistem dan tingkat kepuasan mitra. Evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner yang terdiri dari 15 pertanyaan menggunakan skala Likert 4 poin. Pertanyaan mencakup aspek pelaksanaan kegiatan, fungsi sistem, kemudahan penggunaan, dampak terhadap kenyamanan jamaah,

serta potensi efisiensi energi. Hasil kuesioner kemudian dianalisis dengan menghitung nilai rata-rata skor untuk menentukan tingkat keberhasilan kegiatan. Selain evaluasi kuantitatif, dilakukan pula diskusi reflektif dengan mitra untuk memperoleh masukan terkait pengembangan sistem ke depan.

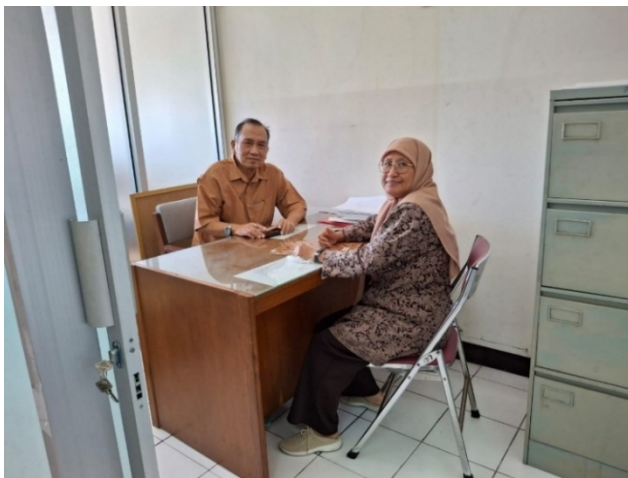
Tahap akhir dari kegiatan ini adalah penyusunan laporan kegiatan pengabdian yang mendokumentasikan seluruh proses mulai dari perencanaan, implementasi, hingga evaluasi sebagai bentuk pertanggungjawaban akademik dan administratif.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan pada kegiatan pengabdian ini disajikan berdasarkan tahapan pelaksanaan yang telah dirancang sebelumnya. Setiap tahapan dianalisis untuk menunjukkan keterkaitan antara proses implementasi, temuan lapangan, serta relevansinya dengan literatur ilmiah yang mendukung pendekatan *research-informed community service*. Uraian berikut menjelaskan hasil pada setiap tahapan kegiatan secara sistematis.

#### Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan diskusi antara tim dosen, mahasiswa, dan mitra untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem dan menyesuaikan solusi dengan kondisi operasional Masjid Baitussyukur. Hasil diskusi menunjukkan bahwa sistem pengendalian *AC* yang dibutuhkan harus mampu bekerja secara otomatis berdasarkan jadwal salat serta tetap memungkinkan kontrol manual jarak jauh. Proses ini menunjukkan pendekatan partisipatif yang selaras dengan prinsip pengabdian berbasis kebutuhan mitra (*needs-based intervention*).



(a) Diskusi dosen pelaksana kegiatan

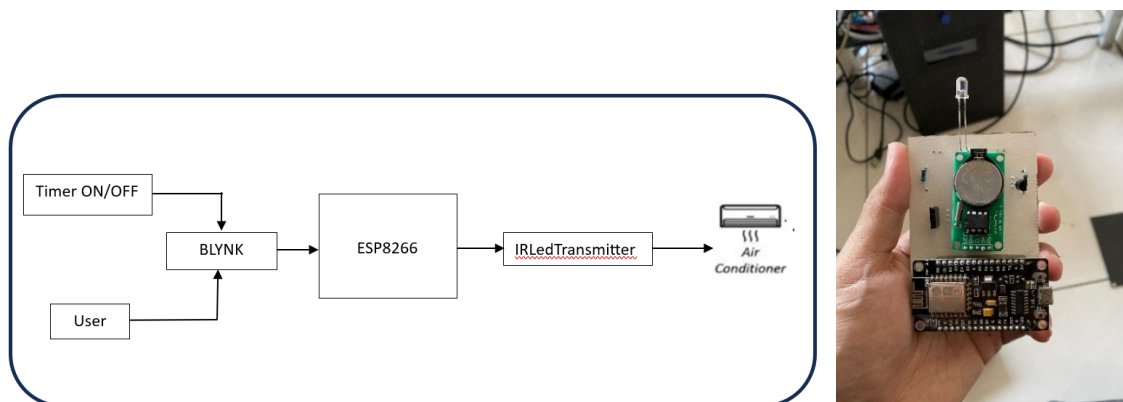


(b) Diskusi dosen dan ketua tim mahasiswa

Gambar 3. Beberapa diskusi persiapan kegiatan pengabdian kepada Masyarakat.

Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul inframerah, serta aplikasi berbasis *cloud* (Blynk). Penggunaan ESP8266 dipilih karena fleksibilitas dan kemudahan integrasi dengan *platform IoT*, sebagaimana dilaporkan dalam berbagai penelitian sebelumnya (Suwartika & Singgih, 2021; Innaya et al., 2025). Infrastruktur berbasis *IoT* memungkinkan komunikasi *real-time* antara pengguna dan perangkat, sehingga mendukung sistem otomasi yang responsif (Ya'ici et al., 2021; Hercog et al., 2023). Secara konseptual, desain ini sejalan

dengan pendekatan otomasi bangunan cerdas yang mengintegrasikan sensor, kontrol berbasis *cloud*, dan sistem penjadwalan untuk meningkatkan efisiensi energi (Halhouli Merabet et al., 2021; Garcia-Monge et al., 2023).



Gambar 4. Desain system dan alat elektronik yang diwujudkan.

### Tahap Instalasi dan Implementasi Sistem

Alat yang sudah siap diserahkan-terimakan kepada mitra seperti diperlihatkan pada Gambar 5. Selanjutnya adalah proses instalasi alat pada *AC* oleh tim pelaksana, seperti terlihat pada. Ada lima alat yang dipasang sehingga ada lima *AC* masjid yang bisa dikendalikan. Selain penyerahan alat, dilakukan juga pelatihan mitra terkait pengoperasian alat.



Gambar 5. Rangkaian kegiatan penyerahan alat, instalasi alat, dan pelatihan penggunaan alat

Tahap implementasi dilakukan dengan pemasangan perangkat pada lima unit *AC* di masjid. Sistem diprogram untuk menyala 10 menit sebelum waktu salat dan mati 10 menit setelah salat selesai. Selain itu, sistem dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi Blynk. Implementasi ini menunjukkan penerapan level otomasi berbasis penjadwalan dan kontrol jarak jauh, yang dalam studi Aazami et al. (2025) dikategorikan sebagai salah satu tingkat otomasi efektif dalam meningkatkan kenyamanan sekaligus mengurangi konsumsi energi. Sistem berbasis *IoT* seperti ini juga terbukti mampu mengoptimalkan manajemen daya pada perangkat *AC* melalui kontrol berbasis waktu dan jaringan (Ali et al., 2025; Sukarma et al., 2025).

Dalam konteks fasilitas ibadah, penelitian Yusarelan et al. (2020) dan Bagsiraj et al. (2021) menunjukkan bahwa pengendalian *AC* berbasis *IoT* dapat mengurangi pemborosan energi sekaligus meningkatkan kenyamanan jamaah.

Dengan demikian, implementasi pada Masjid Baitussyukur tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga konsisten dengan temuan ilmiah sebelumnya.

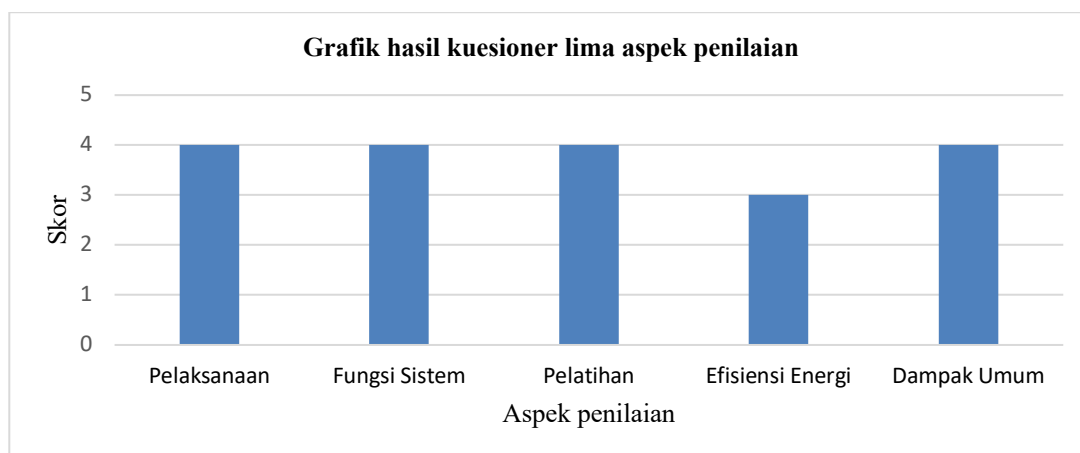
### Evaluasi dan Analisis Dampak Kegiatan

Evaluasi dilakukan menggunakan kuesioner 15 butir dengan skala Likert 4 poin. Hasil menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3,93 dari 4,00, yang setara dengan tingkat kepuasan 98,25% dari skor maksimum. Seluruh aspek memperoleh nilai  $\geq 3,00$ , menunjukkan penerimaan dan persepsi positif mitra terhadap sistem yang diterapkan.

Nilai rata-rata 3,93 mengindikasikan bahwa sistem dinilai sangat efektif dalam:

- 1) Meningkatkan kenyamanan jamaah
- 2) Meningkatkan efisiensi operasional
- 3) Mempermudah pengelolaan fasilitas
- 4) Mengurangi ketergantungan pada operator fisik

Temuan ini sejalan dengan Chauhan (2025) yang menyatakan bahwa integrasi *IoT* dalam sistem *HVAC* mampu meningkatkan kenyamanan penghuni sekaligus mengoptimalkan efisiensi energi secara signifikan. Selain itu, Garcia-Monge et al. (2023) menunjukkan bahwa monitoring dan kontrol berbasis *IoT* berkontribusi terhadap peningkatan performa energi bangunan secara keseluruhan.



Gambar 6. Grafik hasil kuesioner

Dari perspektif manajemen energi, sistem berbasis *IoT* memungkinkan pengendalian beban secara adaptif dan terjadwal, sehingga mendukung strategi *demand-side management* (Kamal et al., 2023). Meskipun dalam kegiatan ini belum dilakukan pengukuran konsumsi energi secara kuantitatif, persepsi mitra terhadap peningkatan efisiensi menunjukkan potensi dampak energi yang signifikan, sebagaimana ditemukan dalam berbagai studi implementasi *IoT* pada sistem pendingin udara (Ali et al., 2025; Aazami et al., 2025). Dari Gambar 6, skor terendah terdapat pada aspek efisiensi energi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sistem telah berjalan efektif, pengukuran konsumsi daya secara kuantitatif masih diperlukan untuk memperkuat bukti empiris dampak energi. Temuan ini membuka peluang pengembangan lanjutan dengan integrasi modul monitoring energi secara *real-time*.

### Kontribusi sebagai *Research-Informed Community Service*

Kegiatan ini menunjukkan bahwa pengabdian kepada masyarakat dapat menjadi wahana hilirisasi hasil penelitian secara langsung. Implementasi sistem tidak hanya menghasilkan perangkat yang berfungsi, tetapi juga memperkuat kapasitas teknis pengelola masjid dalam mengoperasikan teknologi berbasis *IoT*. Pendekatan ini menjembatani kesenjangan antara penelitian teknologi *IoT* dalam konteks bangunan cerdas dan penerapan nyata pada fasilitas ibadah berbasis komunitas. Dengan demikian, kegiatan ini berkontribusi pada penguatan model pengabdian berbasis riset

(*research-informed community service*) yang tidak hanya menyelesaikan masalah praktis, tetapi juga memperkaya praktik implementasi teknologi di tingkat lokal.

#### 4. Kesimpulan

Implementasi sistem pengendalian AC berbasis *Internet of Things (IoT)* di Masjid Baitussyukur berhasil menjawab permasalahan operasional yang sebelumnya bergantung pada pengoperasian manual. Sistem yang diterapkan mampu mengaktifkan dan menonaktifkan AC secara otomatis berdasarkan jadwal salat serta menyediakan kontrol jarak jauh melalui aplikasi berbasis *cloud*. Hasil evaluasi menunjukkan nilai rata-rata 3,93 dari 4,00 (98,25% dari skor maksimum), yang mengindikasikan tingkat keberhasilan sangat tinggi serta penerimaan positif dari mitra.

Secara praktis, sistem ini meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi ketergantungan pada kehadiran operator fisik, serta meningkatkan kenyamanan jamaah selama kegiatan ibadah. Temuan ini selaras dengan berbagai studi yang menunjukkan bahwa integrasi *IoT* dalam sistem *HVAC* berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi energi dan kenyamanan termal bangunan (Halhoul Merabet et al., 2021; Garcia-Monge et al., 2023; Chauhan, 2025). Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga merepresentasikan bentuk hilirisasi hasil penelitian yang berdampak langsung pada pengelolaan fasilitas publik berbasis komunitas.

Sebagai tindak lanjut, pengembangan berikutnya direkomendasikan untuk mengintegrasikan sistem monitoring konsumsi daya listrik secara kuantitatif guna mengukur efisiensi energi secara lebih akurat. Selain itu, model implementasi ini berpotensi direplikasi pada masjid atau fasilitas publik lainnya sebagai contoh penerapan teknologi *IoT* dalam skema pengabdian kepada masyarakat berbasis riset.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada LPMPP (Lembaga Pengabdian Masyarakat dan Pengembangan Persyarikatan) UMS yang telah memberikan pendanaan pada kegiatan pengabdian masyarakat ini dalam skim pendanaan PID (Penelitian Individual Dosen).

#### Daftar Pustaka

- Aazami, R., Moradi, M., Shirkhani, M., Harrison, A., Al-Gahtani, S., & Elbarbary, Z. (2025). Technical Analysis of Comfort and Energy Consumption in Smart Buildings With Three Levels of Automation: Scheduling, Smart Sensors, and IoT. *IEEE Access*, 13, 8310–8326. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3526858>
- Ali, K., Rifai, D., Kamalluddin, A. M. H. Bin, Hat, A. N. M., Atan, F., & Ali, M. S. (2025). Power Management on Optimizing Air Conditioning Control Based on IoT System Integrated. *2025 IEEE 8th International Conference on Electrical, Control and Computer Engineering (InECCE)*, 576–581. <https://doi.org/10.1109/inecce64959.2025.11150985>
- Azizah, R., Qomarun, Q., & Asy'ari, H. (2024). Teknologi bangunan hijau pada pendampingan perancangan masjid nur mirah di surakarta. *ABDI TEKNOYASA*, 5(1), 268–275. <https://doi.org/10.23917/abditeknoyasa.v6i2.12099>
- Azmi, N., Arıcı, M., & Baharun, A. (2021). A review on the factors influencing energy efficiency of mosque buildings. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126010. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126010>
- Bagsiraj, M. K. R., Narwade, S. R., Pirjade, K. S., & Husainy, A. S. N. (2021). A Review on Applications of IoT in Heating, Ventilation, Air Conditioning and its Control. *Asian Review of Mechanical Engineering*, 10(2), 1–3. <https://doi.org/10.51983/arme-2021.10.2.2979>
- Chauhan, M. (2025). IoT Integration in HVAC Systems: Achieving Sustainable Energy Efficiency and Enhanced Occupant Comfort. *Journal of Civil Engineering Research & Technology*, 7(4), 1–12. [https://doi.org/10.47363/jcert/2025\(7\)183](https://doi.org/10.47363/jcert/2025(7)183)

- García-Monge, M., Zalba, B., Casas, R., Cano, E., Guillén-Lambea, S., López-Mesa, B., & Martínez, I. (2023). Is IoT monitoring key to improve building energy efficiency? Case study of a smart campus in Spain. *Energy and Buildings*, 285. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112882>
- Halhoul Merabet, G., Essaaidi, M., Ben Haddou, M., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., Al-Fuqaha, A., Abid, M. R., & Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110969. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110969>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Innaya, T. G., Junaidi, A., Alfikri, F., Kurniawan, D., & Iqbal, M. (2025). IoT-Based Air Conditioner Monitoring and Control at PT XYZ: A Prototype Approach Utilizing Node MCU ESP8266, Relay Modules, and DHT11 Temperature Sensors. *Integra: Journal of Integrated Mathematics and Computer Science*, 2(2). <https://doi.org/10.26554/integrajimcs.20252237>
- Kamal, T., Hassan, Z., Saleem, M., Shakir, M., Usman, M., Bajwa, M., Shabbir, N., & Daniel, K. (2023). Integrating Smart Energy Management System with Internet of Things and Cloud Computing for Efficient Demand Side Management in Smart Grids. *Energies*, 16(4835). <https://doi.org/10.3390/en16124835>
- Kemala, A. P., Syahputra, M. E., Lucky, H., & Achmad, S. (2022). Pengembangan Smart Air Condition Control Menggunakan Platform Blynk Berbasis Mikrokontroler ESP8266 dan Sensor DHT11. *Engineering, Mathematics and Computer Science (EMACS) Journal*, 4(1), 19–23. <https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v4i1.8072>
- Nurhuda, T., & Rohmah, R. N. (2025). Penerapan Iot Untuk Pengendalian Air Conditioner ( Ac ) Di Masjid Baitussyukur. *KORMA Kolokium Riset Mahasiswa*. <https://proceedings.ums.ac.id/korma/article/view/6690>
- Saputri, T. A., Sutomo, B., & Hairunnisa, A. (2024). Optimasi Energi Dengan Iot Dan Fuzzy Logic Pada Ac Smart Di Gedung Dharma Wacana. *Jurnal Sistem Informasi & Manajemen Basis Data (SIMADA)*, 7(2), 128–136.
- Sukarma, I., Anakottapary, B., Ketut, G., Budarsa, S., Parti, I., Puji, P., & Utami. (2025). Air Conditioner (AC) Operation Using the Internet of Things. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(4), 575–582. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i4.10943>
- Suwartika, R., & Singgih, D. R. (2021). Designing An IOT-Based Smart Home Control Using Blink Application and ESP8266 Wi-Fi Module. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v5i1.359>
- Utami, R., Wiyono, A., Rohman, A., Rizkiana, M. F., & Kurniawan, J. D. (2022). Program Pemasangan Sistem Pemanenan Air Hujan di Masjid Al-Ikhlâs Puri Bunga Nirwana Jember. *Jurnal Warta LPM*, 25(3), 287–299. <https://doi.org/doi.org/10.23917/warta.v25i3.1024>
- Yaïci, W., Krishnamurthy, K., Entchev, E., & Longo, M. (2021). Recent Advances in Internet of Things (IoT) Infrastructures for Building Energy Systems: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(6). <https://doi.org/10.3390/s21062152>
- Yusarelan, M. N. A., Hamid, S. Z. A., Rashid, R. A., & Ibrahim, A. K. M. (2020). IoT Based Temperature Control for Smart Mosque. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 884(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/884/1/012079>
- Zein, A., Eriana, E. S., Farizy, S., Informasi, S., Pamulang, U., Selatan, T., Informasi, S., & Sekolah, G. (2024). Sistem Informasi Pengelolaan Gedung Sekolah Menggunakan Internet Of Things. *Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 110–115.