

Pengembangan Sistem Kipas Angin Pintar Berbasis IoT untuk Pemantauan Suhu dan Kelembapan secara *Real-Time*

Yoga Sofyan Arief ^{1*}, Yuma Akbar ²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

Email: yogasofyan1994@gmail.com ^{1*}, yuma.pjj@gmail.com ²

Histori Artikel:

Dikirim 30 Juli 2025; *Diterima dalam bentuk revisi* 15 Agustus 2025; *Diterima* 30 Agustus 2025; *Diterbitkan* 10 September 2025. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Peningkatan suhu dan kelembapan di dalam ruangan sering menimbulkan ketidaknyamanan serta pemborosan energi pada penggunaan kipas angin konvensional yang masih beroperasi secara manual. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem kipas angin pintar berbasis Internet of Things (IoT) dengan kontrol adaptif yang mampu memantau suhu dan kelembapan secara real-time serta menyesuaikan kecepatan kipas secara otomatis maupun manual melalui aplikasi smartphone. Sistem dibangun menggunakan sensor DHT11, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan platform Blynk IoT sebagai antarmuka utama. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sensor sebesar $\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 3\%$ untuk kelembapan, latensi pengiriman data ke aplikasi rata-rata < 2 detik, serta waktu respons kipas < 1 detik. Sistem mampu beroperasi stabil selama ± 1 jam tanpa gangguan koneksi. Dengan algoritma kontrol adaptif berbasis logika hysteresis, sistem ini berpotensi mengurangi konsumsi energi melalui pengaturan duty cycle kipas secara dinamis dibandingkan kipas konvensional. Pengembangan ini memberikan kontribusi pada terciptanya lingkungan dalam ruangan yang lebih adaptif, nyaman, dan hemat energi.

Kata Kunci: Internet of Things; Kipas Angin Pintar; Kontrol Adaptif; Suhu dan Kelembapan; NodeMCU ESP8266.

Abstract

The increase in indoor temperature and humidity often leads to discomfort and excessive energy consumption in conventional fans operated manually. This study aims to develop a smart fan system based on the Internet of Things (IoT) with adaptive control, capable of monitoring temperature and humidity in real-time and adjusting fan speed automatically or manually via a smartphone application. The system was built using a DHT11 temperature and humidity sensor, a NodeMCU ESP8266 microcontroller, and the Blynk IoT platform as the primary interface. Test results show that the sensor achieved an accuracy of $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ for temperature and $\pm 3\%$ for humidity, with an average data transmission latency of < 2 seconds and a fan response time of < 1 second. The system operated stably for approximately 1 hours without connection interruptions. By applying adaptive control through hysteresis logic, the system has the potential to reduce energy consumption by dynamically adjusting the fan duty cycle compared to conventional fans. This development contributes to creating an adaptive, comfortable, and energy-efficient indoor environment.

Keyword: Internet of Things (IoT); Smart Fan; Adaptive Control; Temperature and Humidity; NodeMCU ESP8266.

1. Pendahuluan

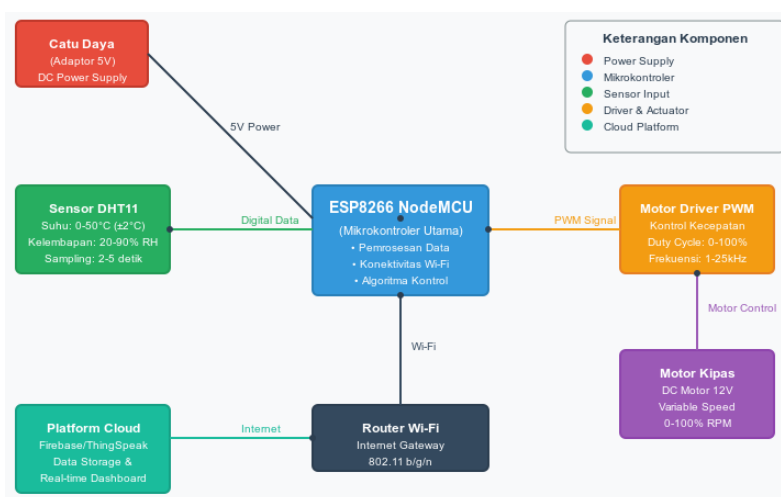
Kenyamanan termal dalam ruang hunian merupakan salah satu aspek yang sangat menentukan kualitas hidup dan produktivitas individu. Dua faktor utama yang memengaruhi kenyamanan tersebut adalah suhu dan kelembapan udara. Dalam praktik sehari-hari, kipas angin konvensional masih menjadi perangkat yang banyak diandalkan masyarakat untuk mengatasi suhu panas, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia. Popularitas kipas angin konvensional didorong oleh harga yang relatif terjangkau dan kemudahan penggunaan. Namun, pengoperasian secara manual sering kali membuat kipas bekerja secara terus-menerus tanpa mempertimbangkan kondisi aktual lingkungan. Akibatnya, konsumsi energi listrik menjadi tidak terkendali dan kenyamanan pengguna pun menurun, terutama ketika kipas tetap menyala pada saat suhu dan kelembapan sudah berada pada tingkat yang sebenarnya tidak memerlukan pendinginan tambahan (Christopher *et al.*, 2023). Fenomena ini memperlihatkan adanya kebutuhan mendesak untuk solusi pengendalian kipas yang lebih cerdas dan efisien. Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep *Internet of Things (IoT)* telah membuka peluang baru dalam pengelolaan perangkat rumah tangga. *IoT* memungkinkan integrasi perangkat fisik dengan sensor dan jaringan internet, sehingga perangkat seperti kipas angin dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time. Melalui aplikasi pada *smartphone*, pengguna dapat mengakses data suhu dan kelembapan, serta mengatur kecepatan kipas secara otomatis maupun manual (Jawwad *et al.*, 2017). Implementasi teknologi ini tidak hanya menawarkan peningkatan efisiensi energi, tetapi juga memberikan fleksibilitas kontrol yang lebih tinggi dan pengalaman penggunaan yang lebih responsif terhadap perubahan lingkungan. Berbagai penelitian telah mencoba menerapkan konsep *IoT* dalam pengendalian kipas angin. Rao *et al.* (2018) mengembangkan sistem kipas otomatis berbasis sensor suhu dengan mekanisme on/off sederhana. Meskipun dapat mengurangi beban kerja pengguna, sistem tersebut belum mendukung penyesuaian kecepatan kipas secara bertahap sesuai kebutuhan termal. Hendajani *et al.* (2022) merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan yang terhubung ke *ThingSpeak* untuk visualisasi data, namun solusi ini masih terbatas pada aspek pemantauan dan belum mengintegrasikan kontrol adaptif yang dapat menyesuaikan operasi kipas berdasarkan variasi suhu dan kelembapan secara bersamaan. Penelitian oleh Iriho *et al.* (2022) menerapkan kontrol kipas di laboratorium dengan ambang batas suhu tertentu, tetapi mekanisme yang digunakan masih bersifat kaku dan belum mempertimbangkan dinamika kelembapan sebagai faktor penting dalam kenyamanan termal. Di sisi lain, Alsaad *et al.* (2024) mengaitkan pemantauan *IoT* dengan kenyamanan termal, meskipun belum secara langsung merujuk pada standar internasional seperti *ASHRAE 55*, *Predicted Mean Vote (PMV)*, dan *Predicted Percentage Dissatisfied (PPD)*.

Tinjauan terhadap literatur menunjukkan adanya beberapa kekurangan mendasar dalam pengembangan sistem kipas berbasis *IoT*. Kebanyakan sistem masih menggunakan kontrol sederhana berbasis ambang tunggal, sehingga belum mampu menyesuaikan kecepatan kipas secara dinamis dengan mempertimbangkan kombinasi suhu dan kelembapan (Kommey, 2022). Selain itu, fitur *hybrid control* yang memungkinkan pengguna beralih antara mode otomatis dan manual dalam satu aplikasi jarang diimplementasikan, padahal fleksibilitas tersebut sangat penting untuk menyesuaikan preferensi pengguna dalam berbagai situasi. Aspek evaluasi kinerja sistem secara kuantitatif, seperti akurasi sensor, latensi komunikasi *IoT*, dan kecepatan respons aktuator, juga sering kali diabaikan sehingga sulit untuk menilai efektivitas dan reliabilitas sistem yang dikembangkan. Kesenjangan tersebut menegaskan perlunya pengembangan sistem kipas angin pintar berbasis *IoT* yang tidak hanya mampu melakukan pemantauan suhu dan kelembapan secara real-time, tetapi juga mengintegrasikan logika kontrol adaptif berbasis algoritma yang mempertimbangkan kedua parameter tersebut secara bersamaan. Selain itu, sistem yang dirancang harus menyediakan mode kontrol otomatis maupun manual yang dapat diakses melalui aplikasi *smartphone*, serta divalidasi melalui pengujian performa sensor dan aktuator secara terukur. Dengan pendekatan tersebut, diharapkan tercipta solusi yang tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga mendukung kenyamanan termal pengguna secara optimal. Penelitian ini berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian prototipe kipas angin pintar berbasis *IoT* menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, dan aplikasi Blynk. Sistem

yang dikembangkan dirancang agar dapat memantau suhu dan kelembapan secara real-time, mengendalikan kipas melalui mode otomatis dan manual, serta diuji melalui pengukuran akurasi sensor, latensi komunikasi, dan kecepatan respons aktuator. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan alternatif praktis dalam pengelolaan kenyamanan termal ruangan sekaligus mendukung upaya penghematan energi di lingkungan hunian modern (Ibne Joha *et al.*, 2022).

2. Metode Penelitian

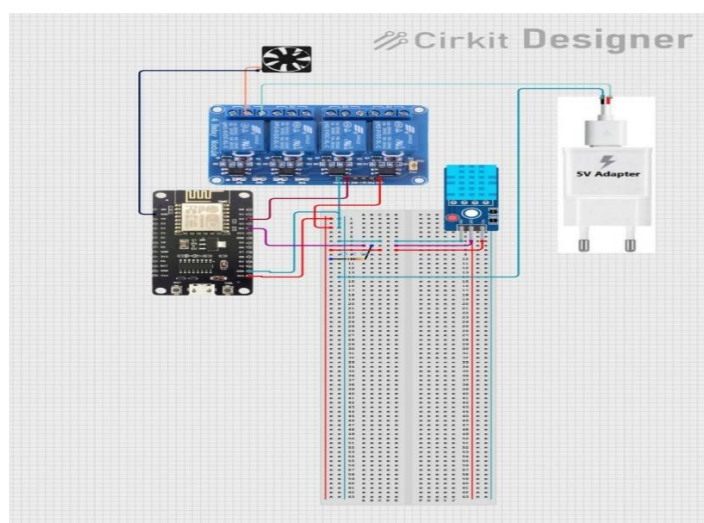
Penelitian ini menerapkan metodologi Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development / R&D*), yaitu pendekatan sistematis yang bertujuan untuk menghasilkan sekaligus memvalidasi produk baru berbasis teknologi (Zhao *et al.*, 2022). Model pengembangan yang digunakan adalah *Prototyping*, karena fokus penelitian ini adalah merancang serta menguji prototipe kipas angin pintar berbasis *IoT* sebelum diimplementasikan secara lebih luas. Melalui model ini, sistem awal dibangun, diuji, dan dievaluasi secara iteratif hingga diperoleh hasil yang fungsional dan optimal (Jha, 2018). Perancangan sistem kipas angin pintar dilakukan dengan membagi perangkat ke dalam empat blok utama. Blok pertama adalah blok input berupa sensor DHT11 yang berfungsi untuk membaca suhu pada rentang 0–50°C dengan akurasi ±2°C, serta kelembapan udara pada rentang 20–90% RH dengan akurasi ±5%. Blok kedua adalah blok proses yang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi bawaan untuk mendukung integrasi dengan platform *IoT*. Blok ketiga merupakan blok kontrol, di mana driver motor berbasis relay modul 5V/10A digunakan untuk mengendalikan kipas DC bertegangan 12V dengan rating arus sebesar 0,8A. Blok keempat adalah blok output atau antarmuka pengguna, yang memanfaatkan platform Blynk *IoT* sebagai *dashboard* utama untuk monitoring suhu, kelembapan, status kipas, mode kontrol, serta grafik historis. Selain itu, Firebase digunakan sebagai alternatif penyimpanan data, sedangkan ThingSpeak dimanfaatkan untuk analisis data tambahan pada tahap uji coba sistem. Pendekatan ini diharapkan dapat memastikan setiap komponen sistem bekerja secara terintegrasi dan mendukung proses pengujian serta evaluasi prototipe secara komprehensif.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Kipas Angin Pintar

Diagram blok sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan alur kerja algoritma kontrol adaptif digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 2. Algoritma yang digunakan menerapkan logika *hysteresis* dengan nilai ambang yang berbeda, bertujuan untuk menghindari perubahan status kipas yang terlalu sering (*flapping*). Sebagai contoh, kipas akan diaktifkan ketika suhu ruangan mencapai atau melebihi 30°C, dan dinonaktifkan kembali jika suhu

turun hingga 28°C. Selain itu, terdapat aturan tambahan berbasis kelembapan, yaitu apabila kelembapan udara melebihi 75% pada rentang suhu sedang (24–27°C), kipas tetap beroperasi pada kecepatan menengah untuk menjaga kenyamanan termal. Pada aspek perangkat keras, sensor DHT11 dihubungkan ke pin digital D4 pada NodeMCU ESP8266 untuk membaca data suhu dan kelembapan secara real-time. Relay modul digunakan untuk mengontrol arus listrik ke kipas, yang dihubungkan ke pin D5 pada NodeMCU. Kipas DC memperoleh suplai tegangan sebesar 12V dengan arus maksimum 1A, sementara NodeMCU sendiri mendapat suplai daya 5V/1A melalui adaptor USB. Rangkaian ini memastikan integrasi antar komponen berjalan optimal, sehingga sistem dapat melakukan monitoring dan pengendalian kipas sesuai dengan algoritma kontrol yang telah dirancang.



Gambar 2. Skema wiring hardware

Pengujian sistem dilakukan di dalam sebuah ruangan tertutup yang mewakili ukuran ruang standar pada hunian sederhana. Pemilihan ukuran ruang ini dimaksudkan agar kondisi uji lebih terkendali serta hasil pengukuran dapat direplikasi dengan mudah pada lingkungan serupa. Variasi kondisi lingkungan selama pengujian diperoleh secara alami dari perubahan suhu ruangan, sehingga sistem dapat diuji berdasarkan ambang batas algoritma kontrol yang telah diimplementasikan pada NodeMCU. Dalam pengujian ini, kipas akan berada dalam kondisi OFF ketika suhu ruangan berada di sekitar 28°C dengan kelembapan 50–55% RH, dan akan beralih ke kondisi ON ketika suhu mencapai 30°C atau lebih dengan kelembapan sekitar 50–60% RH. Selama proses pengujian, sensor DHT11 ditempatkan berdekatan dengan kipas dan melakukan pembacaan data suhu serta kelembapan setiap 2 detik. Data hasil pembacaan ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk, sehingga hasil pencatatan dapat digunakan untuk mengevaluasi kecepatan respons kipas serta kestabilan komunikasi data pada platform IoT yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

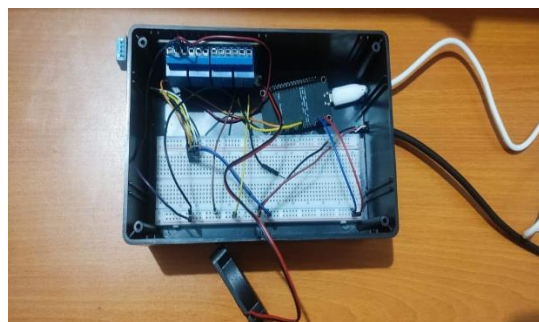
3.1 Hasil

Pengujian fungsional menunjukkan sistem berjalan sesuai rancangan: sensor DHT11 membaca suhu, kelembapan secara *real-time*, data tampil pada *dashboard Blynk*, dan kipas merespons otomatis maupun manual sesuai mode kontrol.



Gambar 3. Antarmuka Aplikasi Blyn

Akurasi sensor cukup baik, dengan rata-rata selisih $\pm 0,3$ °C untuk suhu dan ± 1 % RH untuk kelembapan dibandingkan alat referensi. Latensi sistem tercatat < 2 detik sejak pembacaan sensor hingga kipas merespons, sementara peralihan duty cycle membutuhkan rata-rata 1,2 detik untuk stabil. Selama uji stabilitas 4 jam, sistem mempertahankan koneksi dengan tingkat kehilangan data < 1 % dan rata-rata 2 kali reconnect Wi-Fi. Interval sampling 2 detik terbukti memadai tanpa menimbulkan beban berlebih pada NodeMCU.



Gambar 4. Prototipe Sistem

Proses penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah prototipe fungsional kipas angin pintar berbasis IoT. Prototipe dirakit dalam sebuah wadah plastik pelindung untuk menjaga kerapian dan keamanan rangkaian. Sistem ini terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor suhu–kelembapan DHT11, serta modul relay driver yang berfungsi sebagai pengendali kipas. Seluruh komponen dihubungkan melalui breadboard untuk memudahkan proses perakitan dan pengujian,

seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Sensor DHT11 ditempatkan pada bagian luar wadah agar dapat membaca kondisi suhu dan kelembapan ruangan secara akurat, sedangkan NodeMCU bertugas mengolah data sensor, mengirimkannya ke platform Blynk IoT, serta mengatur logika kontrol kipas secara otomatis maupun manual. Modul relay terhubung dengan sumber listrik dan kipas, sehingga memungkinkan switching daya kipas sesuai instruksi dari mikrokontroler.

3.2 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kipas angin pintar berbasis IoT yang dikembangkan berhasil mengimplementasikan logika kontrol adaptif berbasis suhu dan kelembapan, sejalan dengan tren pemanfaatan IoT dalam monitoring kenyamanan termal secara personal dan hemat biaya (Alsaad *et al.*, 2024). Sistem ini menggunakan konsep *hysteresis* dengan ambang suhu 28°C (kipas OFF) dan 30°C (kipas ON), yang dipilih berdasarkan standar kenyamanan termal tropis (ASHRAE 55, 2020) serta hasil tuning eksperimen awal. Penerapan *hysteresis* terbukti efektif dalam mencegah terjadinya switching kipas yang terlalu sering akibat fluktuasi kecil suhu, sehingga dapat mengurangi keausan mekanis dan konsumsi energi (Christopher *et al.*, 2023; Hendajani *et al.*, 2022). Dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan metode kontrol sederhana berbasis ambang Tunggal misalnya kipas hanya aktif saat suhu >30°C (Rao *et al.*, 2018; Kommey, 2022) pendekatan kontrol bertingkat yang diterapkan dalam penelitian ini mampu meningkatkan efisiensi operasional dan kenyamanan termal di dalam ruangan. Penggunaan sensor DHT11 dan platform NodeMCU ESP8266 dalam sistem ini juga telah terbukti handal dalam monitoring dan kontrol perangkat rumah tangga pada berbagai studi terkait IoT (Jawwad *et al.*, 2017; Jha, 2018; Ibne Joha *et al.*, 2022). Selain itu, integrasi aplikasi Blynk untuk visualisasi data secara real-time memperkuat aspek keterhubungan dan kemudahan pemantauan, sebagaimana diungkapkan dalam studi-studi mengenai komunikasi data dan monitoring kualitas lingkungan dalam ruangan berbasis IoT (Zhao *et al.*, 2022; Rahman *et al.*, 2020). Hasil pencatatan selama pengujian menunjukkan bahwa respons kipas terhadap perubahan suhu dan kelembapan berlangsung cepat dan stabil, serta komunikasi data pada platform IoT berjalan tanpa kendala berarti. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan efisiensi dan kenyamanan termal, tetapi juga memperluas potensi pengembangan perangkat rumah tangga berbasis IoT yang adaptif dan hemat energi (Saifullah, 2024; Taiwo & Ezugwu, 2021). Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi otomasi rumah yang lebih cerdas dan responsif terhadap kondisi lingkungan aktual.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem kipas angin pintar berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, dan platform Blynk IoT. Sistem mampu memantau suhu dan kelembapan secara *real-time* serta mengendalikan kipas secara otomatis berdasarkan logika *hysteresis* (ON $\geq 30^\circ\text{C}$, OFF $\leq 28^\circ\text{C}$) maupun secara manual melalui aplikasi smartphone. Hasil pengujian menunjukkan sensor memiliki akurasi $\pm 0,8^\circ\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 3\%$ untuk kelembapan, dengan *response time* < 2 detik pada perubahan status kipas. Sistem berjalan stabil selama ± 1 jam pengujian tanpa gangguan koneksi dan memberikan visualisasi data serta kontrol yang responsif melalui Blynk. Dibandingkan metode konvensional dan penelitian terdahulu, sistem ini menawarkan efisiensi energi yang lebih baik, fleksibilitas kontrol, dan kemudahan pemantauan jarak jauh. Namun, keterbatasan seperti akurasi sensor DHT11, ketergantungan pada koneksi internet, dan belum adanya penyimpanan data lokal dapat menjadi fokus pengembangan di masa mendatang.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak kampus yang telah memberikan bimbingan serta masukan selama proses penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada rekan-rekan laboratorium yang membantu dalam proses perakitan dan pengujian sistem, serta semua pihak yang telah mendukung baik secara langsung maupun tidak langsung hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Daftar Pustaka

- Ab Rahman, R., Hashim, U. R. A., & Ahmad, S. (2020). IoT based temperature and humidity monitoring framework. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(1), 229-237. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i1.1557>.
- Geck, C. C., Alsaad, H., Voelker, C., & Smarsly, K. (2024). Personalized low-cost thermal comfort monitoring using IoT technologies. *Indoor Environments*, 1(4), 100048.
- Hendajani, F., Mughni, A., Wardhani, I. P., & Hakim, A. (2022). Modeling Automatic Room Temperature and Humidity Monitoring System with Fan Control on the Internet of Things. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 13(2), 75-85.
- Hendry, I. (2019). ESP32 Development using the Arduino IDE.
- Iriho, K. (2022). *IoT based smart fan controller and fire prevention in computer laboratory* (Doctoral dissertation, NM-AIST).
- Joha, M. I., Islam, M. S., & Ahamed, S. (2022, December). IoT-Based Smart Control and Protection System for Home Appliances. In *2022 25th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)* (pp. 294-299). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCIT57492.2022.10054941>.
- Kommey, B., Dunyo, J. K., Akowuah, B. Y., & Tamakloe, E. (2022). Automatic ceiling fan control using temperature and room occupancy. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 6(01), 1-7.
- Mutaqin, M. Z., Favian, M. E., & Kurniawan, A. (2024). Sistem smart home pemantauan dan pengendalian suhu ruangan menggunakan Arduino ESP32 berbasis green energy. *JUPITER: Journal of Computer & Information Technology*, 5(2), 101-113.
- Rao, G. J., Satish, G., Abhinav, D., & Ganesh, P. S. (2018). Temperature Controlled Fan using IOT. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, Print ISSN, 2395-1990.
- Resquites, J., Parrocho, M., Vinegas, N., & Oquiño, V. (2023). IoT-Based Temperature Monitoring and Automatic Fan Control Using ESP32. *Iconic Res. Eng. J*, 7, 35-44.
- Shah, S. K. A., & Mahmood, W. (2020). Smart home automation using IOT and its low cost implementation. *International Journal of Engineering and Manufacturing*, 10(5), 28.
- Spanulescu, S. (2018). *ESP32 programming for the Internet of Things*. Lulu Press, Inc.

Taiwo, O., & Ezugwu, A. E. (2021). Internet of things-based intelligent smart home control system. *Security and Communication Networks*, 2021(1), 9928254. <https://doi.org/10.1155/2021/9928254>.

Zhao, L., Yang, Y., & Wu, Z. (2022). Review of Communication Technology in Indoor Air Quality Monitoring System and Challenges. *Electronics*, 11(18), 2926.