

ANALISA KINERJA SISTEM KIPAS OTOMATIS BERDASARKAN MONITORING SUHU MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 PADA PLATFORM WOKWI

Akhlis Munazilin¹, Iqbal Efendi², Fadlur Raziqin³, Ardy Susanto⁴

^{1,2,3,4}Universitas Ibrahimy, Indonesia

¹akhlismunazilin@gmail.com, ²iqbalmalikefendi26@gmail.com

³f.qin25mhs@gmail.com, ⁴ardy70129@gmail.com

Received: 06-06- 2026

Revised: 20-06-2026

Approved: 28-06-2026

ABSTRACT

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan banyak peluang untuk membuat sistem otomasi yang lebih efisien, seperti sistem pengaturan suhu ruangan dengan menggunakan kipas yang berjalan secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk membuat, mensimulasikan, dan mengevaluasi sistem kipas otomatis yang berjalan berdasarkan data suhu yang dibaca oleh sensor DHT22, menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diproses di platform Wokwi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan cara mensimulasikan rangkaian elektronik secara virtual. Metode ini mencakup beberapa tahap, yaitu perancangan rangkaian, penulisan program kontrol, pengujian batas suhu, serta pengambilan data dari hasil simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem bisa mendeteksi perubahan suhu secara langsung dan menghidupkan kipas DC secara otomatis ketika suhu melebihi batas yang sudah ditentukan, serta memamatkannya kembali ketika suhu kembali ke kondisi yang normal. Pengujian dilakukan tujuh kali dengan mengambil data setiap lima menit untuk memeriksa konsistensi respons sistem terhadap perubahan suhu lingkungan simulasi. Dari hasil pengujian, menunjukkan sistem mampu memberikan waktu tanggap kurang dari 1 detik setelah data sensor diterima serta menghasilkan rata-rata penurunan suhu simulasi sebesar 2,3°C dalam waktu lima menit. Temuan ini menunjukkan bahwa algoritma hysteresis mampu menjaga kestabilan kerja sistem secara efektif.

Kata kunci: DHT22; ESP32; Internet of Things; Kipas Otomatis; Wokwi

PENDAHULUAN

Suhu lingkungan adalah salah satu parameter penting yang harus dikelola dalam berbagai kegiatan, baik dalam skala rumah tangga, industri, maupun tempat penyimpanan perangkat elektronik. Kenaikan suhu yang tidak terkendali bisa menimbulkan berbagai masalah, mulai dari rasa tidak nyaman hingga merusak perangkat elektronik yang rentan panas, seperti server, router, dan perangkat komputer lainnya. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang bisa mengukur suhu secara rutin dan memberi respons sendiri tanpa harus selalu diawasi oleh manusia. (Ibrahim, 2025)

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan jawaban atas masalah tersebut dengan menggabungkan sensor, mikrokontroler, dan aktuator yang mampu beroperasi secara otomatis berdasarkan informasi yang didapat dari lingkungan sekitar. (Sholid et al., 2025) Salah satu komponen yang sering digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan adalah sensor DHT22, yang dikenal memiliki tingkat ketepatan dalam membaca suhu yang lebih baik dibandingkan dengan sensor jenis lainnya seperti DHT11. Sensor ini sering dipakai dalam berbagai proyek IoT karena mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32.

Dalam membuat sistem berbasis IoT, pengujian terhadap komponen elektronik dan perangkat lunak biasanya dilakukan dengan menggunakan

perangkat keras secara langsung. Namun, proses ini membutuhkan biaya untuk membeli komponen serta waktu untuk merakitnya yang cukup banyak, terutama di awal pengembangan ketika masih mungkin terjadi kesalahan dalam program atau kesalahan pada rangkaian. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, platform simulasi berbasis web seperti Wokwi bisa digunakan sebagai cara uji coba awal sebelum diterapkan pada perangkat keras sebenarnya. Wokwi menyediakan lingkungan simulasi yang bisa digunakan untuk menguji berbagai jenis mikrokontroler dan sensor, seperti ESP32 dan DHT22, sehingga para pengembang dapat mengecek logika program dan cara kerja sistem secara virtual dengan tepat.

Dibandingkan dengan simulator lain seperti Proteus, Tinkercad, maupun SimulIDE, platform Wokwi memiliki beberapa keunggulan dalam pengembangan sistem berbasis ESP32. Wokwi menyediakan dukungan native terhadap ESP32, integrasi langsung dengan Arduino IDE, Serial Monitor yang terhubung secara real-time, serta kemampuan simulasi komunikasi Wi-Fi dan berbagai sensor tanpa memerlukan konfigurasi tambahan. Selain itu, proyek simulasi dapat dibagikan secara daring melalui tautan sehingga memudahkan kolaborasi dan reproduksi penelitian. Keunggulan tersebut menjadikan Wokwi lebih sesuai digunakan sebagai media validasi awal sistem Internet of Things sebelum diimplementasikan pada perangkat keras sebenarnya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan platform Wokwi sebagai media simulasi sistem berbasis ESP32 karena mampu mempercepat proses pengembangan tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada keberhasilan implementasi rangkaian dan komunikasi antarperangkat, sementara aspek kestabilan algoritma kendali belum banyak dianalisis secara mendalam. Penggunaan satu nilai ambang (single threshold) masih berpotensi menimbulkan kondisi chattering, yaitu aktuator aktif dan nonaktif secara berulang ketika suhu berada di sekitar titik batas.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini mengembangkan mekanisme pengendalian menggunakan metode hysteresis dengan dua nilai ambang suhu. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan stabilitas kerja sistem, mengurangi frekuensi switching kipas, serta menghasilkan respons yang lebih konsisten pada proses monitoring suhu berbasis ESP32 menggunakan platform Wokwi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem kipas otomatis yang bekerja berdasarkan hasil pemantauan suhu menggunakan sensor DHT22, dengan simulasi yang dilakukan secara lengkap pada platform Wokwi. Sistem ini dibuat untuk membaca suhu sekitar secara rutin, lalu membandingkan hasilnya dengan batas suhu yang sudah ditetapkan, dan nanti akan menghidupkan atau mematikan kipas DC secara otomatis sesuai dengan suhu yang terdeteksi. (Berlian & Ridho, 2024) Penelitian ini juga ingin mengetahui sejauh mana sistem bisa menjawab dengan konsisten dan tepat waktu dalam mengatur aktuator berdasarkan data yang diperoleh dari sensor.

Selain itu, sistem otomatis yang menggunakan sensor suhu juga bisa membantu meningkatkan penggunaan energi secara lebih efisien pada perangkat pendingin. Dalam sistem tradisional, kipas biasanya dihidupkan secara manual, sehingga bisa tetap menyala meskipun suhu di sekitar sudah normal. Dengan adanya sistem yang bisa mengatur kipas secara otomatis sesuai dengan suhu sebenarnya, penggunaan listrik bisa lebih hemat dan efektif. Ini sangat berguna

terutama di ruangan yang butuh pengawasan suhu terus-menerus.

Mikrokontroler ESP32 dipilih dalam penelitian ini karena kemampuannya dalam memproses data secara efisien dan mendukung teknologi Internet of Things berkat fitur Wi-Fi yang sudah terintegrasi. ESP32 memiliki cukup jumlah pin masukan dan keluaran untuk menghubungkan berbagai jenis sensor dan aktuator. Dengan kemampuan itu, ESP32 bisa membaca data dari sensor DHT22 dan mengatur kipas secara langsung, sehingga sistem bekerja lebih cepat dan lebih stabil.

Dengan menggunakan simulasi di platform Wokwi, proses membuat dan menguji sistem bisa dilakukan dengan lebih mudah, cepat, dan hemat biaya. Simulasi memungkinkan pengembang menemukan kesalahan dalam rangkaian atau program sejak awal proses, tanpa menyebabkan kerusakan pada komponen fisik. Selain itu, hasil simulasi tersebut bisa digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi sebelum sistem diaplikasikan ke perangkat keras yang nyata, sehingga tingkat keberhasilan dalam mengembangkan sistem bisa meningkat secara signifikan.

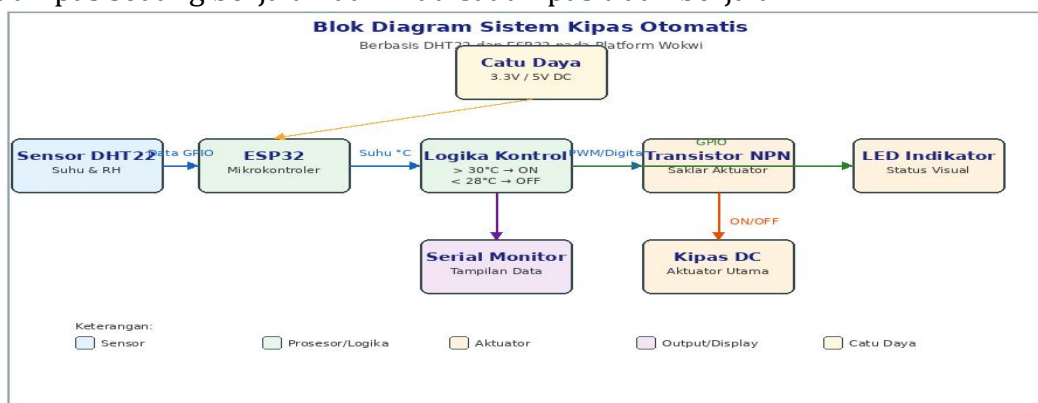
METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan sepenuhnya dengan cara simulasi menggunakan platform Wokwi, jadi tidak perlu menggunakan perangkat keras secara fisik. Komponen-komponen yang digunakan dalam simulasi meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai bagian utama yang mengolah data, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, modul kipas DC yang dikontrol oleh transistor sebagai pengatur aliran listrik, resistor berfungsi untuk membatasi jumlah arus, LED sebagai tanda bahwa sistem sedang berjalan, serta kabel jumper virtual yang digunakan untuk menghubungkan semua komponen di papan breadboard simulasi. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C atau C++ dengan menggunakan framework Arduino IDE yang sudah terintegrasi di platform Wokwi. (Kahfi & Sujono, 2026)

2. Perancangan Rangkaian

Perancangan rangkaian dilakukan dengan menghubungkan pin data sensor DHT22 ke salah satu pin GPIO digital pada ESP32, sedangkan pin VCC dan GND dihubungkan ke sumber daya simulasi. Output kendali kipas terhubung melalui pin GPIO yang lain, yang terhubung ke basis transistor NPN. Transistor tersebut berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan dan mematikan kipas DC sesuai dengan sinyal logika yang dikeluarkan oleh mikrokontroler. Indikator LED ditambahkan agar bisa menunjukkan kondisi sistem secara visual, yaitu menyala saat kipas sedang berjalan dan mati saat kipas tidak berjalan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Kipas Otomatis Berbasis DHT22 dan ESP32

Secara umum, arsitektur sistem dapat dilihat melalui diagram blok pada Gambar 1. Daya 3,3V atau 5V DC digunakan untuk mendukung semua komponen sistem, seperti mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Sensor DHT22 mengecek suhu dan kelembapan di sekitar secara teratur, lalu mengirimkan informasi tersebut ke ESP32 melalui koneksi digital pada pin GPIO. Dalam ESP32, sistem kontrol memeriksa suhu yang diukur dan membandingkannya dengan batas-batas yang sudah ditetapkan, yaitu 30°C sebagai titik batas untuk menghidupkan kipas dan 28°C sebagai titik batas untuk mematikan kipas. Jika suhu melebihi batas maksimum, ESP32 akan mengirimkan sinyal keluaran ke transistor NPN yang berperan sebagai saklar elektronik untuk mengalirkan arus ke kipas DC. Secara bersamaan, lampu indikator LED juga menyala sebagai tanda visual bahwa sistem sedang bekerja mendinginkan ruangan. Semua data dari hasil bacaan sensor dan kondisi aktuator ditampilkan langsung melalui Serial Monitor agar bisa diawasi dan dicatat selama proses simulasi berlangsung.

Selain itu, penggunaan simulasi Wokwi dalam penelitian ini memudahkan dalam menguji berbagai kondisi suhu tanpa perlu menggunakan perangkat keras secara langsung. Peneliti bisa mengatur suhu lingkungan di sensor virtual DHT22 agar bisa melihat bagaimana sistem merespons dalam berbagai situasi yang mungkin terjadi. Hasil simulasi membantu mengevaluasi cara kerja program, ketepatan data yang dibaca sensor, serta seberapa cepat ESP32 merespons untuk mengatur kipas dan LED. Dengan demikian, kesalahan dalam desain rangkaian atau program bisa terdeteksi dan diperbaiki lebih dulu sebelum sistem digunakan pada perangkat nyata. Cara ini membuat proses pembuatan lebih cepat, menghemat uang, dan meminimalkan kemungkinan komponen rusak saat merancang dan menguji sistem.

3. Perancangan Program Kendali

Program kendali dirancang menggunakan logika yang mudah berdasarkan batas suhu tertentu. Sistem akan membaca data suhu dari sensor DHT22 setiap dua detik, lalu membandingkan nilai tersebut dengan batas yang sudah ditentukan, yaitu 30°C sebagai batas maksimum untuk menyala kipas dan 28°C sebagai batas minimum untuk mematikan kipas. Menerapkan dua batas yang berbeda ini bertujuan untuk mencegah kondisi berubah cepat atau bergetar (chattering) ketika suhu berada dekat dengan satu batas tertentu, sehingga sistem menjadi lebih stabil dan hemat energi.

Alur kerja sistem secara umum adalah sebagai berikut: pertama, sistem mengatur ulang sensor dan pin output ketika program dimulai; kedua, sistem secara terus-menerus membaca angka suhu dan kelembapan dari sensor DHT22; ketiga, angka suhu yang terbaca dibandingkan dengan batas suhu yang sudah ditentukan; keempat, jika suhu melebihi batas atas, kipas akan dinyalakan dan LED indikator menyala, sedangkan jika suhu di bawah batas bawah, kipas dimatikan dan LED indikator mati; dan kelima, hasil pembacaan suhu serta kondisi kipas ditampilkan di serial monitor untuk digunakan mengawasi dan mencatat data.

4. Prosedur Pengujian

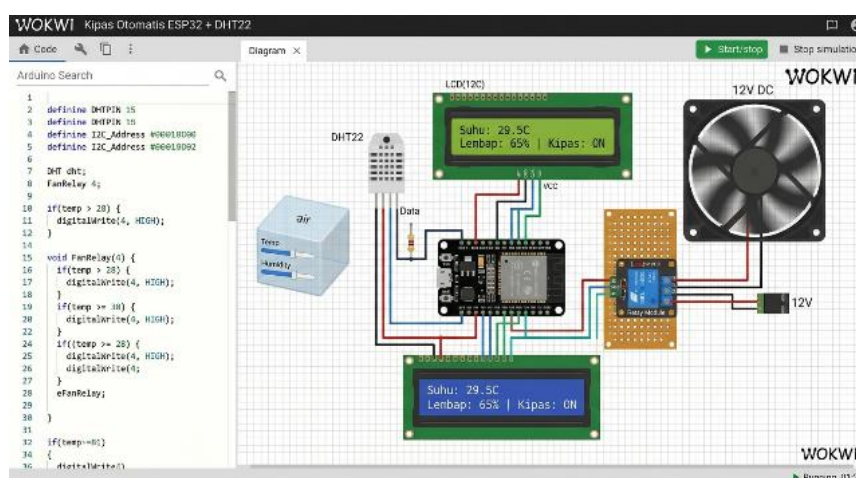
Uji coba dilakukan dengan mengubah nilai suhu pada sensor virtual DHT22 menggunakan fitur slider yang tersedia di platform Wokwi, sehingga bisa mensimulasikan perubahan suhu lingkungan secara realistis. Pengambilan data dilakukan tujuh kali dengan jangka waktu lima menit untuk setiap pengambilan. Selama proses tersebut, dicatatkan nilai suhu yang terbaca, status kipas (masih nyala atau mati), serta nilai suhu setelah lima menit kipas beroperasi, agar dapat dilihat seberapa efektif kipas dalam menurunkan suhu. Hasil pengujian kemudian

dianalisis secara deskriptif agar dapat mengevaluasi bagaimana logika kendali bekerja dengan tepat serta konsistensi respons sistem ketika menghadapi perubahan suhu yang telah disimulasikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Implementasi Rangkaian dan Program

Berdasarkan hasil perancangan, sistem kipas otomatis telah berhasil disimulasikan pada platform Wokwi. Semua komponen seperti ESP32, sensor DHT22, transistor, kipas DC, dan LED indikator terhubung dengan benar sesuai dengan rencana sirkuit yang telah dibuat. Program kontrol yang diinstal pada ESP32 berhasil dikompilasi tanpa ada kesalahan dan bisa dijalankan dengan lancar di dalam simulator. Data suhu dan kelembapan yang dibaca dari sensor DHT22 dapat ditampilkan secara langsung di jendela monitor serial, sehingga memudahkan pengawasan selama simulasi berlangsung. (Wulandari et al., 2026)



Gambar 2. Tampilan Simulasi Sistem Kipas Otomatis pada Platform Wokwi

Gambar 2 menampilkan hasil implementasi rangkaian sistem kipas otomatis yang telah berhasil disimulasikan pada platform Wokwi. Pada tampilan tersebut, terlihat seluruh komponen sistem yang saling terhubung, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses utama, sensor DHT22 yang ditempatkan pada breadboard virtual untuk membaca data suhu dan kelembapan, transistor NPN sebagai saklar elektronik pengendali kipas DC, resistor pembatas arus, serta LED indikator sebagai penanda visual status sistem. Jalur koneksi antarkomponen ditampilkan menggunakan kabel jumper virtual berwarna yang menghubungkan setiap pin sesuai dengan rancangan rangkaian. Panel Serial Monitor yang tampak di bagian samping layar menampilkan keluaran data secara langsung, mencakup nilai suhu, nilai kelembapan, serta status kipas yang diperbarui setiap dua detik sesuai dengan interval pembacaan sensor. Ketika nilai suhu yang terbaca melebihi batas 30°C, kipas DC dan LED indikator aktif secara bersamaan, dan kondisi ini langsung tercermin pada tampilan Serial Monitor dengan keterangan status kipas menyala. Sebaliknya, saat suhu turun di bawah 28°C, kipas dan LED dimatikan secara otomatis oleh program kontrol yang berjalan di dalam mikrokontroler ESP32.

Hasil dari penerapan tersebut menunjukkan bahwa dalam simulasi di Wokwi, semua komponen dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah direncanakan. Sensor DHT22 bisa mengirimkan informasi suhu dan kelembapan secara terus-menerus ke ESP32, sedangkan mikrokontroler bisa menganalisa data

itu dan membuat keputusan sendiri berdasarkan batas nilai yang sudah ditetapkan. Sistem respons terhadap perubahan suhu bekerja dengan cepat, sehingga kipas bisa langsung dinyalakan ketika suhu meningkat dan dimatikan lagi ketika suhu sudah kembali normal. Hasil ini menunjukkan bahwa metode kontrol yang digunakan berhasil melakukan tugas memantau dan mengatur suhu secara otomatis. Selain itu, tampilan data di Serial Monitor juga memudahkan proses pengujian dan analisis sistem karena semua aktivitas sensor dan aktuator bisa dilihat secara langsung dalam waktu nyata. Oleh karena itu, hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem ini bisa digunakan di lingkungan nyata sebagai solusi yang sederhana dan efektif untuk menjaga suhu ruangan tetap stabil serta melindungi perangkat elektronik yang mudah rusak karena panas.

2. Hasil Pengujian Respons Sistem

Pengujian dilakukan tujuh kali dengan mengambil data setiap kali, dan setiap kali suhu diubah secara manual menggunakan slider pada sensor virtual. (Setiawan, 2025) Hasil pengujian disajikan pada tabel berikut

Waktu (menit)	Suhu Terbaca DHT22 (°C)	Status Kipas	Suhu Setelah 5 Menit (°C)
0	26.4	OFF	26.4
5	29.8	OFF	29.8
10	31.2	ON	29.1
15	33.5	ON	30.6
20	30.2	OFF	30.2
25	32.8	ON	29.9
30	28.7	OFF	28.7

Tabel 1. Hasil pengujian respons sistem kipas otomatis terhadap perubahan suhu

Berdasarkan data di Tabel 1, terlihat bahwa sistem terus-menerus menghidupkan kipas saat suhu mencapai di atas batas maksimum 30°C, seperti pada menit ke-10, ke-15, dan ke-25. Sebaliknya, kipas akan dimatikan secara otomatis jika suhu di bawah batas bawah 28°C atau jika suhu turun cukup banyak karena kipas sudah bekerja, seperti yang terlihat pada menit ke-0, ke-5, ke-20, dan ke-30. Data ini menunjukkan bahwa logika dengan dua titik ambang batas yang digunakan dalam program berhasil mengurangi terjadinya peralihan yang terlalu sering ketika suhu berada di sekitar nilai ambang batas tunggal. (Surbakti et al., 2024)

Selain itu, dari hasil pengamatan diperoleh bahwa setiap kali kipas dihidupkan, suhu rata-rata turun sebesar 2,3 derajat Celsius dalam jangka waktu lima menit simulasi. Penurunan suhu ini menunjukkan bahwa simulasi kipas dalam menangani suhu lingkungan berjalan sesuai dengan logika program yang diharapkan, meskipun dalam simulasi tersebut penurunan suhu hanya bersifat representatif dan tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi nyata kipas secara fisik.

Perlu ditegaskan bahwa nilai penurunan suhu pada kolom keempat Tabel 1 bukan merupakan hasil pendinginan fisik akibat hembusan kipas virtual. Nilai tersebut diperoleh melalui perubahan suhu secara manual menggunakan fitur slider pada sensor DHT22 di platform Wokwi sebagai bagian dari skenario pengujian interaktif (*user-driven simulation*). Oleh karena itu, data tersebut

digunakan untuk mengevaluasi logika kendali sistem, bukan untuk mengukur performa termal kipas secara fisik.

3. Analisis Waktu Tanggap (Response Time)

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa waktu respons sistem antara pembacaan suhu oleh sensor DHT22 dan tindakan aktuator seperti kipas dan LED cukup cepat, kurang dari satu detik dalam lingkungan simulasi. Ini terjadi karena sensor DHT22 membaca data setiap dua detik sesuai dengan batasan minimum laju pengambilan sampel dari sensor tersebut. Karena itu, keterlambatan yang muncul hanya tergantung pada jangka waktu pembacaan data, bukan pada proses pengambilan keputusan dalam program, yang berjalan hampir segera setelah data suhu diperoleh. (Muthmainnah et al., 2023)

Dibandingkan sensor DHT11 yang biasa digunakan dalam proyek serupa, sensor DHT22 lebih baik karena bisa mengukur suhu lebih luas, dari -40°C sampai 80°C , dan lebih akurat dengan ketelitian $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Karena itu, sensor DHT22 lebih cocok digunakan pada sistem yang membutuhkan pengukuran suhu yang lebih tepat, seperti sistem pendingin ruangan server atau inkubator.

4. Pembahasan Hasil Simulasi

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem kipas otomatis berbasis sensor DHT22 yang dikembangkan pada platform Wokwi mampu bekerja sesuai dengan logika kendali yang telah dirancang. Penggunaan ambang batas ganda terbukti efektif dalam menjaga kestabilan sistem dan mencegah terjadinya pengaktifan dan penonaktifan kipas secara berulang dalam waktu singkat. (Maulana et al., 2023) Selain itu, platform Wokwi terbukti menjadi alat bantu simulasi yang sangat berguna pada tahap pengembangan awal, karena memungkinkan pengujian logika program dan perilaku rangkaian secara virtual tanpa risiko kerusakan komponen fisik maupun biaya pengadaan perangkat keras. (Ananta, 2026)

Namun, ada beberapa hal yang kurang sempurna dalam penelitian ini yang perlu diperhatikan agar bisa dikembangkan lebih lanjut. Pertama, simulasi di Wokwi tidak bisa sepenuhnya meniru kondisi nyata di dunia fisik, seperti cara kipas DC bereaksi secara mekanis, gangguan dari gelombang elektromagnetik, atau perubahan suhu lingkungan yang lebih rumit. Kedua, pengujian dilakukan dengan jumlah sampel data yang tidak terlalu banyak, sehingga diperlukan pengecekan tambahan menggunakan data yang lebih beragam agar bisa mendapatkan hasil analisis yang lebih lengkap. Oleh karena itu, diperlukan pengujian lanjutan pada perangkat keras nyata sebagai tahap validasi terakhir sebelum sistem diimplementasikan secara benar pada aplikasi yang dituju.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, bisa disimpulkan bahwa sistem kipas otomatis yang menggunakan sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32 berhasil dibuat dan diuji sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Menggunakan metode hysteresis dengan dua batas suhu berhasil menjaga sistem tetap stabil, mencegah terjadinya getaran yang tidak perlu, serta mempercepat respons aktuator dengan waktu respons kurang dari satu detik. Hasil tes menunjukkan bahwa sistem bisa berjalan stabil dalam mengatur kipas sesuai dengan perubahan suhu yang terdeteksi.

Dengan demikian, tujuan penelitian ini yaitu merancang serta menganalisis cara kerja sistem pemantauan suhu otomatis yang menggunakan ESP32 pada platform Wokwi telah berhasil tercapai. Penelitian berikutnya sebaiknya menerapkan sistem pada perangkat keras nyata dan menambahkan fitur

pemantauan jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT) agar bisa mengevaluasi cara kerja sistem dalam kondisi penggunaan yang benar-benar terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, D. (2026). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32 dan DHT22. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 14(2).
- BERLIAN, A. A., & RIDHO, T. (2024). SIMULASI RANCANG BANGUN KONTROL JEMURAN DAN MONITORING SUHU DENGAN ESP32 PADA WOKWI DAN BLYNK. *INFORMATION & COMPUTER Ученые: Universitas Pamulang*, 2(2).
- Ibrahim, A. M. (2025). SMART FARMING: MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN DENGAN WOKWI DAN THINGSPEAK. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 3(1), 21-28.
- Kahfi, M. F., & Sujono, S. (2026). Implementasi Internet of Things Berbasis ESP32 dan Blynk untuk Monitoring Mikroklimat Ruang Hunian. *JOURNAL SAINS STUDENT RESEARCH*, 4(1), 616-621.
- Maulana, R. F., Ramadhan, M. A., Maharani, W., & Maulana, M. I. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis IOT Studi Kasus Ruang Server IT Telkom Surabaya. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 1(3), 224-231.
- Muthmainnah, M., Syaifudin, A., & Chamidah, N. (2023). Prototipe alat monitoring suhu dan kelembaban pada rumah penyimpanan tembakau berbasis Internet of Thing (IoT). *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 177-182.
- Setiawan, N. D. (2025). Rancang Bangun Sistem Real-Time Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan ESP32. *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 18(1), 447-457.
- Sholid, R. G., Yanto, H., Alhaq, H., & Wijanarko, S. D. (2025). Rancang Bangun Sistem Digital Pemantau Suhu dan Kelembaban Ruang Server Berbasis IoT. *Jurnal Sains Informatika Terapan*, 4(2).
- Surbakti, H. B., Ginting, J. G. A., Romadhona, S., Ginting, M. B., & Ni'amah, K. (2024). Sistem monitoring kualitas udara ruangan dengan protokol MQTT berbasis Internet of Things. *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi*, 1(3), 129-137.
- Wulandari, T. M., Azizah, N., & Jaya, F. (2026). SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERLEBIH DI RUANGAN LABORATORIUM KOMPUTER BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP32 DAN DHT22. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 11(1), 1977-1987.