



## Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan Pada Alat Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler ESP32

Gelegar Pilpres Oktavois<sup>1</sup>, Budi Gunawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Technical Engineering, Universitas Muria Kudus, Indonesia

\*Corresponding author email: [202252003@std.umk.ac.id](mailto:202252003@std.umk.ac.id)

### Article Info

#### Article history:

Received February 15, 2026

Approved March 12, 2026

#### Keywords:

Coffee Bean Dryer,  
Temperature Control,  
Humidity Control, ESP32

#### ABSTRACT

*This research aims to design and develop an ESP32 microcontroller-based coffee bean drying control system to enhance efficiency and quality compared to traditional sun-drying methods. Conventional methods suffer from several drawbacks, including weather dependency, long drying durations, and a lack of temperature and humidity control, which can potentially degrade the quality of the coffee beans. The study employs the Research and Development (R&D) method, covering the stages of design, construction, and system testing. The system is equipped with a DHT22 sensor to measure temperature and humidity, and a capacitive soil moisture sensor to detect the moisture content of the coffee beans. An on-off control method is implemented using heaters and fans as actuators, managed via relays. Sensor data is displayed on an LCD and can be monitored in real-time. The test results indicate that the drying system functions as planned. In a trial using 3 kg of coffee beans, the system successfully reduced the initial moisture content from 55% to 12% within 3.5 days. The temperature control system exhibited a slow but stable response; the heater activates when the temperature drops below 60°C and deactivates when it exceeds 60°C. Similarly, the humidity control system activates the exhaust fan when humidity exceeds 60% and turns it off when it falls below 55%. This humidity control showed a rapid initial response that decelerated toward the end, with the system exhibiting lower stability compared to the temperature control.*

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kendali pengeringan biji kopi berbasis mikrokontroler ESP32 guna meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pengeringan dibandingkan metode tradisional yang masih bergantung pada sinar matahari. Metode konvensional memiliki kelemahan seperti ketergantungan terhadap cuaca, waktu pengeringan yang lama, serta kurangnya kontrol terhadap suhu dan kelembapan, sehingga berpotensi menurunkan mutu kopi. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) yang meliputi tahap perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem. Sistem dilengkapi sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta sensor soil capacitive moisture untuk mendeteksi kadar air biji kopi. Kendali yang diterapkan adalah metode on-off dengan aktuator berupa heater dan kipas yang dikendalikan melalui relay. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD dan dapat dimonitor secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengeringan sudah berjalan sesuai dengan yang direncanakan, percobaan pengeringan biji kopi seberat 3kg dengan kadar air awal biji kopi dari 55% berhasil diturunkan menjadi 12% membutuhkan waktu selama 3,5 hari. Sistem kendali suhu berjalan dengan respon sistem yang lambat namun

---

stabil, jika suhu di bawah 60°C maka heater akan aktif, sebaliknya jika suhu di atas 60°C maka heater akan mati. Begitu juga sistem kendali kelembapan jika kelembapan di atas 60% maka exhaust akan menyala, sebaliknya jika kelembapan di bawah 55% maka exhaust akan mati, sistem kendali kelembapan memiliki respon yang cepat diawal kemudian melambat diakhir dan sistem tidak begitu stabil.

---

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



---

**How to cite:** Oktavois, G. P., & Gunawan, B. (2026). Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan Pada Alat Pengering Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 7(2), 1150–1160. <https://doi.org/10.55681/jige.v7i2.5905>

---

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan bernilai ekonomi tinggi yang permintaannya terus meningkat di pasar global. Perkembangan industri kopi menunjukkan bahwa komoditas ini tidak lagi diposisikan semata sebagai hasil pertanian primer, melainkan telah mengalami transformasi menjadi bagian dari gaya hidup modern. Peningkatan konsumsi kopi sejalan dengan fungsinya sebagai media interaksi sosial serta minuman pilihan dalam berbagai aktivitas (Ch, 2024).

Secara fisiologis, buah kopi mengalami perubahan warna selama proses pematangan, dimulai dari hijau muda, hijau tua, kuning, hingga merah atau merah tua pada saat mencapai tingkat kematangan optimal untuk panen (Salvador et al., 2025). Sejumlah penelitian mengenai karakteristik fisik biji kopi menunjukkan bahwa parameter warna berkorelasi dengan kualitas sensori yang dihasilkan. Variasi tingkat kematangan yang tercermin dari warna buah berpengaruh terhadap profil rasa dan aroma kopi (Mafazi & Jalil, 2024).

Kualitas biji kopi sangat dipengaruhi oleh proses pascapanen, khususnya tahap pengeringan yang menentukan kadar air akhir, aroma, serta cita rasa produk (Tanaman et al., 2024). Selain itu, Indonesia memiliki cara tradisional dalam memroses biji kopi. Namun, masih banyak tantangan yang perlu dihadapi, seperti perubahan cuaca yang tidak menentu. Waktu panen kopi biasanya jatuh pada musim hujan, sehingga mempersulit para petani dalam proses pengeringan kopi. Proses pengeringan biji kopi biasanya dilakukan dengan menggunakan sinar matahari sebagai bantuan. Namun, metode ini memiliki kelemahan karena kesulitan dalam memperkirakan kondisi cuaca. Jumlah air yang tersisa dari biji kopi setelah dicuci dan siap dijemur berkisar antara  $\pm 80$ –90%. Sementara itu, kopi yang dikeringkan dengan metode penjemuran biasanya memerlukan waktu sekitar 1 hingga 2 minggu, tergantung pada intensitas sinar matahari. Petani biasanya berhenti melakukan penjemuran ketika kadar air kopi tinggal sekitar 12% hingga 13% untuk mencegah tumbuhnya jamur serta menjaga rasa kopi tetap lezat. Suhu yang tepat untuk mengeringkan biji kopi bervariasi tergantung pada metode yang digunakan, namun umumnya suhu antara 40°C hingga 60°C sangat baik dalam mempertahankan rasa dan memastikan proses pengeringan berjalan dengan baik. Suhu yang terlalu panas dapat menyebabkan rasa yang lembut hilang (Santoso et al., 2025).

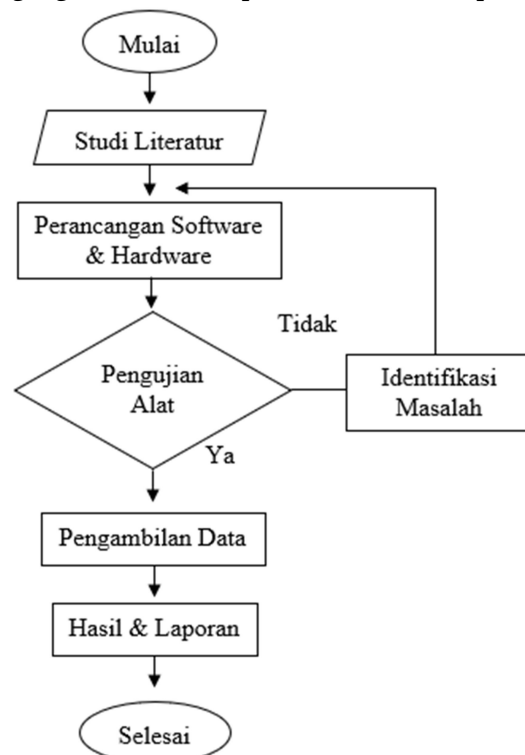
Penerapan metode terbuka juga meningkatkan risiko terkontaminasi oleh debu dan kotoran, sehingga menjaga kebersihan produk menjadi lebih sulit. Untuk mempercepat proses pengeringan biji kopi sekaligus meningkatkan kualitas hasil akhir, penelitian ini bertujuan untuk menyusun sebuah alat pengering yang menggunakan mikrokontroler serta teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang memiliki fitur Wi-Fi, berperan sebagai pusat pengendalian dan memungkinkan pemantauan serta pengaturan secara

jarak jauh melalui internet. Mikrokontroler ini memungkinkan proses pengeringan berjalan secara otomatis dengan pengaturan suhu dan tingkat kelembapan yang lebih akurat. Integrasi teknologi IoT memastikan terhubungnya berbagai perangkat, sehingga data mengenai suhu dan kelembapan dapat dilihat langsung melalui perangkat mobile. Data ini juga bisa digunakan untuk memastikan bahwa proses pengeringan tetap berada dalam batas-batas parameter yang ideal. Dengan desain ini, diharapkan proses pengeringan dapat lebih efisien dalam hal waktu dan hasil, serta menghasilkan biji kopi yang memiliki kualitas lebih seragam. Oleh karena itu, tujuan dari proyek akhir ini adalah membuat alat pengering biji kopi yang menggunakan mikrokontroler dan teknologi IoT, sehingga mampu memantau serta mengatur suhu dan kelembapan secara real-time dan otomatis, dengan tujuan meningkatkan kualitas hasil pengeringan secara optimal.

## METODE

### Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode **Research and Development (R&D)**. Di mana metode R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan dan menghasilkan suatu produk, kemudian menguji keefektifan produk tersebut sebelum digunakan secara luas oleh masyarakat. Metode ini memastikan bahwa produk yang dibuat tidak hanya inovatif tetapi juga memenuhi kebutuhan pengguna dan memiliki kinerja yang andal (Liu et al., 2021). Tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terlampir di bawah.



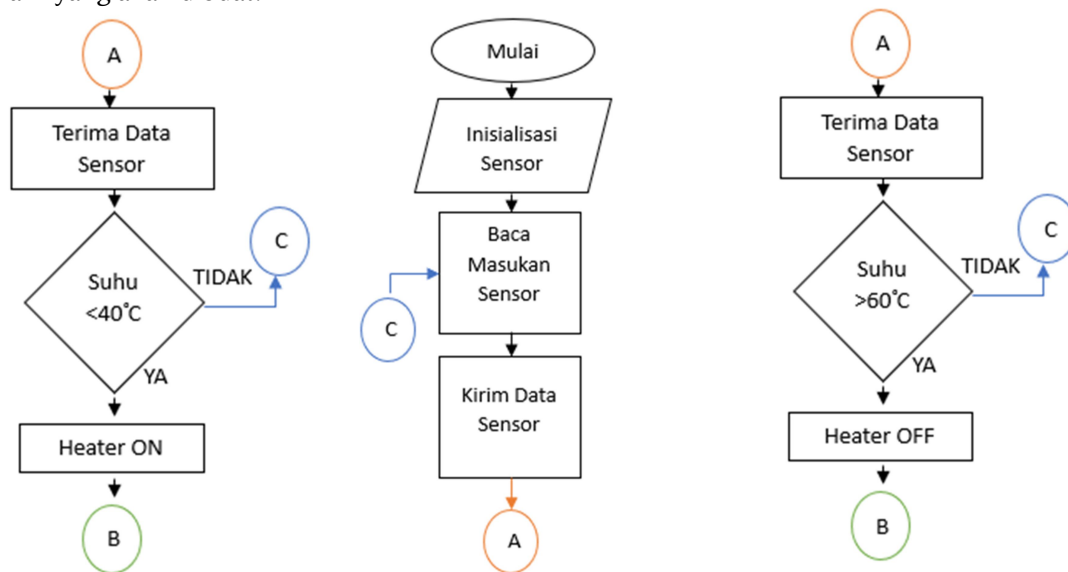
**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian

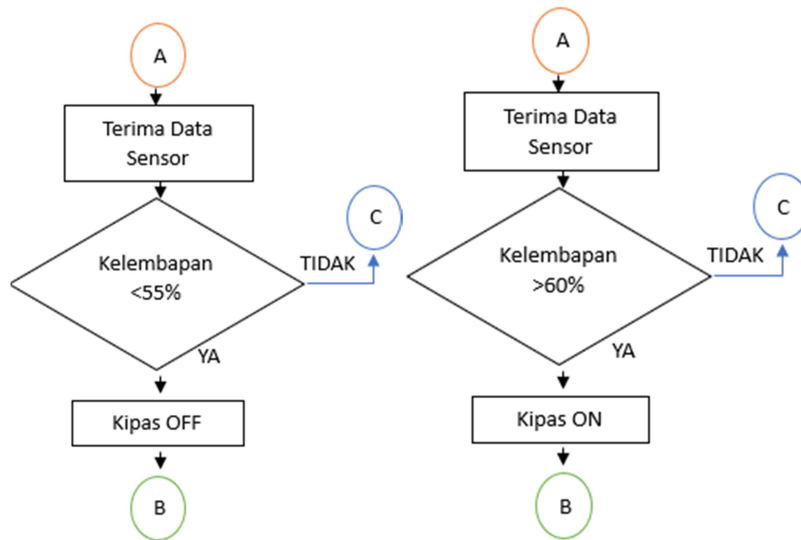
### Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah persiapan untuk merancang dan membangun sistem. Perancangan sistem bertujuan untuk mengartikulasikan apa yang harus dirancang pada sistem (Sudrajat & Rofifah, 2023). Pada tahap perancangan sistem, dimulai dengan menentukan prinsip kerja alat dan menentukan komponen apa saja yang digunakan.

#### A. Prinsip Kerja

Alat ini bekerja dengan prinsip dasar sebagai pengering biji kopi. Diharapkan dengan menggunakan alat ini, proses pengeringan biji kopi dapat berjalan lebih cepat dibandingkan dengan metode pengeringan yang biasa digunakan sebelumnya (Putra et al., 2023). Sensor DHT 22 digunakan untuk mengukur kelembapan dan suhu di dalam ruangan pengeringan. Suhu yang ditentukan untuk proses pengeringan biji kopi adalah antara 40°C sampai 60°C, sedangkan kelembapan diatur pada rentang 55% hingga 60%. Untuk membuat kopi kering dengan baik, digunakan pemanas berupa heater, dan semua data sensor akan muncul di layar LCD I2C. Relay di alat tersebut digunakan untuk menyalakan dan mematikan pemanas serta kipas. Alat pengering biji kopi yang menggunakan mikrokontroler ini dilengkapi dengan ESP32, sehingga memungkinkan pemantauan terhadap alat tersebut dari jarak jauh melalui *website*. Untuk memudahkan pemahaman tentang cara kerja alat tersebut, berikut ini adalah gambar diagram alir yang akan dibuat.





Gambar 2 Flowchart Sistem

## B. Komponen

Komponen memastikan agar sistem berjalan sesuai dengan apa yang sudah kita rancang.

### 1. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dirancang dan dikembangkan oleh Espressif Systems. ESP32 dapat digunakan dengan Arduino IDE dan telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi di dalam chipnya. Fitur ini menjadikannya sangat ideal untuk pengembangan aplikasi yang berkaitan dengan IoT dan menjadi pilihan yang tepat untuk beragam proyek IoT (Muhaimin et al., 2025).

### 2. Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan penerus dari DHT11. Sensor ini terdiri dari dua fungsi yang bisa digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara. Meskipun DHT22 harganya sedikit lebih tinggi dibandingkan DHT11, sensor ini menawarkan rentang pengukuran yang lebih luas dan tingkat akurasi yang lebih baik (Storage et al., 2025).

### 3. Sensor Soil Capacitive Moisture

Sensor kelembapan tanah kapasitif adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan di dalam tanah. Alat ini menggunakan dua probe yang mengirimkan arus ke tanah, lalu mengukur resistansi yang dihasilkan untuk mendapatkan informasi mengenai kandungan air (Hardiwiguna & Nugraha, 2024).

### 4. Heater

Heater adalah alat yang mengonversi listrik menjadi panas melalui proses pemanasan Joule. Cara kerja elemen pemanas ialah ketika arus listrik melewati elemen, ia berhadapan dengan resistansi yang ada, sehingga menghasilkan panas (Mesin et al., 2024).

### 5. Kipas DC

Kipas DC merupakan alat mekanik yang dirancang untuk menciptakan aliran udara melalui perputaran bilah yang didorong oleh motor listrik. (Pratama & Rifka, 2026).

### 6. Relay

Relay adalah jenis saklar yang dikontrol dengan listrik dan merupakan komponen elektromekanik yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (koil) dan bagian

mekanis (sekumpulan kontak saklar). Relay bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik yang menggerakkan kontak saklar, sehingga arus listrik yang kecil dapat mengalirkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi (Baehaqi & Vaktiyan, 2022).

## 7. LCD I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dan pengguna. Penampil LCD ini dapat dihubungkan dengan ESP32 sehingga pengguna dapat melihat dan memantau keadaan sensor. *Circuit* terintegrasi, juga dikenal sebagai komunikasi serial dua arah (I2C), terdiri dari dua saluran yang dirancang khusus untuk mengirim dan menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL, yang berarti jam serial, dan SDA, yang berarti data serial, yang mengirimkan informasi data antara I2C dan pengontrolnya (Suarna et al., 2025).

### Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan suhu dan kelembapan yang diukur oleh perangkat tersebut. Alat ukur yang digunakan yaitu Hygrometer HTC-1. Nilai suhu dan kelembapan yang diukur oleh sensor DHT22 dibandingkan dengan hasil pengukuran dari hygrometer digital HTC-1 agar dapat mengetahui besarnya kesalahan (error) serta tingkat akurasi dari sensor tersebut.

Hasil pengujian sensor dilakukan selama 1 siklus pengeringan dari biji kopi basah hingga kering, pengujian data diambil dalam kurun waktu tertentu sehingga dapat diambil data perbandingan sensor DHT22 dan alat ukur dalam mengukur suhu.

No	Sensor DHT22		Hygrometer HTC -1	
	Suhu	Kelembapan	Suhu	Kelembapan
1	30°C	70%	29°C	69%
2	43,2°C	63%	41,8°C	62%
3	45°C	55%	43,3°C	53%
4	55,6°C	51%	53,1°C	47%
5	56,4°C	54%	53,2°C	51%
6	57,1°C	44,5%	54,1°C	43%
7	55,9°C	45,1%	52,4°C	44%
8	60°C	42%	58,9°C	41%
9	56°C	50%	54,8°C	47%
10	53,8°C	56%	50,5°C	54%

Tabel 1 Hasil Uji Sensor DHT22

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kinerja Sensor Suhu dan Kelembapan

#### A. Suhu

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai dari sensor dan alat ukur tersebut mendekati angka yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan antara hasil pengukuran suhu menggunakan sensor dan alat ukur sangat kecil. Rata-rata kesalahan yang rendah sebesar 4,21%

dan tingkat akurasi mencapai 95,79%. Misalnya, dalam uji coba pertama, alat pengukur suhu menunjukkan nilai 29°C, sedangkan DHT22 menunjukkan data suhu sebesar 30°C, sehingga dapat dihitung tingkat kesalahan dan akurasi dengan menggunakan persamaan yang terdapat di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Error (\%)} &= \left( \frac{30-29}{29} \right) \times 100 \\ &= \left( \frac{1}{29} \right) \times 100 \\ &= 3,33\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi (\%)} &= 100 - \text{Error} \\ &= 100 - 3,33\% \\ &= 96,67\% \end{aligned}$$

#### B. Kelembapan

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai pengukuran kelembapan dari sensor DHT22 dan alat ukur tidak berbeda secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan antara hasil pengukuran sensor dan alat ukur tergolong kecil. Rata-rata kesalahan antara nilai yang dibaca sensor dan alat ukur adalah sebesar 3,78%, sedangkan tingkat akurasinya mencapai 96,22%.

Pada uji coba pertama, alat ukur kelembapan menampilkan nilai kelembapan sebesar 69%, sedangkan sensor DHT22 menunjukkan nilai kelembapan sebesar 70%. Nilai error dan akurasi dapat dihitung menggunakan rumus tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Error (\%)} &= \left( \frac{70-69}{69} \right) \times 100 \\ &= \left( \frac{1}{69} \right) \times 100 \\ &= 1,43\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi (\%)} &= 100 - \text{Error} \\ &= 100 - 1,43\% \\ &= 98,57\% \end{aligned}$$

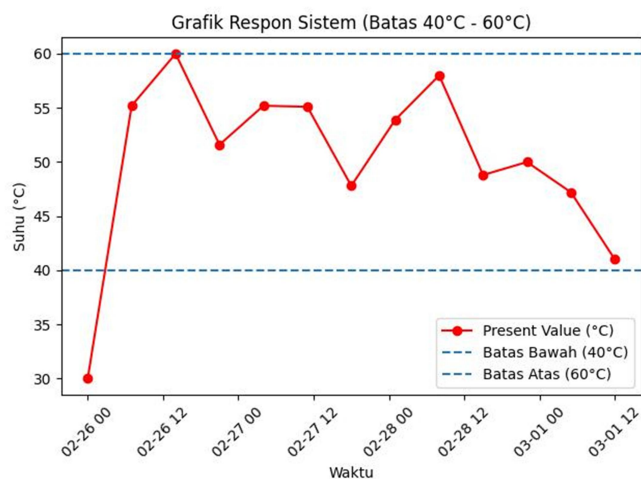
#### **Pengujian Respon Sistem kendali Suhu dan Kelembapan**

Pengujian respon sistem kendali suhu dan kelembapan dilakukan untuk mengetahui kondisi heater dan exhaust berdasarkan nilai suhu dan kelembapan yang dibaca oleh sensor DHT22. Hasil pengujian sensor dilakukan selama 1 siklus pengeringan dari biji kopi basah hingga kering, pengujian data diambil dalam kurun waktu setiap 7 jam sekali sehingga dapat diambil data seperti pada data di bawah ini.

Waktu dan Tanggal	Setting Point	Present Value	Heater
2026-02-26 00:00:00	40 – 60°C	30°C	ON
2026-02-26 07:00:00	40 – 60°C	55,2°C	ON
2026-02-26 14:00:00	40 – 60°C	60°C	OFF
2026-02-26 21:00:00	40 – 60°C	51,6°C	ON
2026-02-27 04:00:00	40 – 60°C	55,2°C	ON
2026-02-27 11:00:00	40 – 60°C	55,1°C	ON
2026-02-27 18:00:00	40 – 60°C	47,9°C	ON
2026-02-28 01:00:00	40 – 60°C	53,9°C	ON
2026-02-28 08:00:00	40 – 60°C	56°C	ON
2026-02-28 15:00:00	40 – 60°C	48,8°C	ON
2026-02-28 22:00:00	40 – 60°C	50°C	ON
2026-03-01 05:00:00	40 – 60°C	47,2°C	ON
2026-03-01 12:00:00	40 – 60°C	41°C	ON

Tabel 2 Pengujian Sistem kendali Suhu

Hasil pengujian respons sistem kendali suhu ditunjukkan oleh Gambar 3



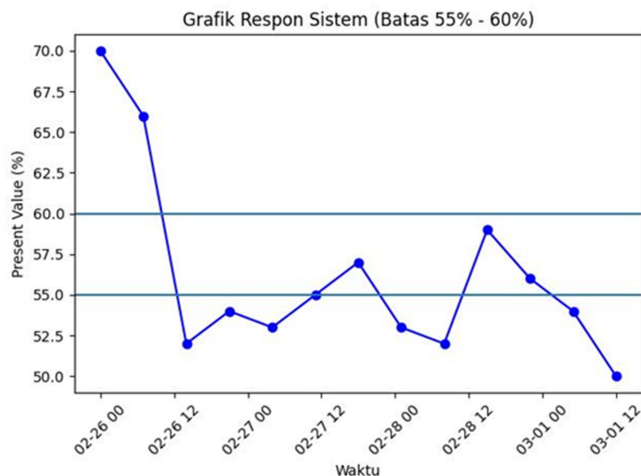
Gambar 3 Grafik Respon Sistem kendali Suhu

Berdasarkan grafik di atas sistem kendali suhu menunjukkan *delay time* 5 menit sedangkan *rise time* dan *settling time* sebesar 29 menit tanpa terjadi *overshoot*. Hal ini menunjukkan sistem memiliki karakteristik respon yang cukup lambat namun stabil karena suhu terus terjaga direntang 40 – 60°C.

<b>Waktu</b>	<b>Setting Point</b>	<b>Present Value</b>	<b>Exhaust</b>
2026-02-26 00:00:00	55 - 60%	70%	ON
2026-02-26 07:00:00	55 - 60%	66%	ON
2026-02-26 14:00:00	55 - 60%	52%	OFF
2026-02-26 21:00:00	55 - 60%	54%	OFF
2026-02-27 04:00:00	55 - 60%	53%	OFF
2026-02-27 11:00:00	55 - 60%	55%	OFF
2026-02-27 18:00:00	55 - 60%	57%	OFF
2026-02-28 01:00:00	55 - 60%	53%	OFF
2026-02-28 08:00:00	55 - 60%	52%	OFF
2026-02-28 15:00:00	55 - 60%	59%	OFF
2026-02-28 22:00:00	55 - 60%	56%	OFF
2026-03-01 05:00:00	55 - 60%	54%	OFF
2026-03-01 12:00:00	55 - 60%	50%	OFF

**Tabel 3** Pengujian Sistem kendali Kelembapan

Hasil pengujian respon sistem kendali kelembapan ditunjukkan oleh Gambar 4



**Gambar 4** Grafik Respon Sistem kendali Kelembapan

Berdasarkan grafik di atas sistem kendali kelembapan menunjukkan *delay time* 21 menit sedangkan *rise time* 38 menit dan *settling time* sebesar 36 menit. terjadi *overshoot* sebesar 16,6%. Hal ini menunjukkan sistem memiliki karakteristik respon yang cukup cepat diawal kemudian melambat, sistem ini masih belum stabil karena nilai kelembapan sering melenceng dari rentang *setpoint* yaitu direntang 55 - 60%.

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 dapat diketahui respons sistem kendali sensor DHT22 untuk suhu dan kelembapan melalui Tabel 4 berikut.

Parameter	Suhu	Kelembapan
<i>Delay Time</i>	5 Menit	21 Menit
<i>Rise Time</i>	29 Menit	38 Menit
<i>Settling Time</i>	29 Menit	36 Menit
<i>Overshoot</i>	0%	16,6%

Tabel 4 Hasil Uji Respon Sistem kendali Sensor DHT22

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis terhadap sistem kendali pengeringan biji kopi berbasis mikrokontroler ESP32, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian respons sistem, pengendalian suhu menggunakan metode kendali *on off* dimana aktuator atau beban yang dikendalikan adalah *heater*. dimana *heater* akan bekerja pada saat suhu dibawah 40°C dan berhenti bekerja saat suhu mencapai 60°C.
2. Berdasarkan pengujian respons sistem, pengendalian kelembapan menggunakan metode kendali *on off* dimana aktuator atau beban yang dikendalikan adalah kipas. Dimana kipas akan bekerja pada saat kelembapan di atas 60% dan berhenti bekerja saat kelembapan dibawah 55%.

Kemudian beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Mengganti metode kendali on-off dengan kendali yang lebih presisi seperti PID agar suhu dapat mencapai dan mempertahankan setpoint dengan lebih stabil.

2. Melakukan kalibrasi sensor secara berkala, terutama sensor soil moisture untuk menjaga akurasi pembacaan dalam jangka panjang.
3. Mengembangkan desain mekanik alat agar lebih ergonomis, tahan panas, dan memiliki isolasi termal yang lebih baik untuk meningkatkan efisiensi energi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Baehaqi, M., & Vaktiyan, Y. D. (2022). *Design Monitoring and Automatic Control System for Modern Chicken Cage Rancang Bangun Sistem Monitoring dan.* 4(02).
- Ch, C. (2024). *Unravelling life cycle impacts of coffee: Why do results differ so much among studies?* 47(April), 251–266. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.04.005>
- Hardiwiguna, A., & Nugraha, A. R. (2024). *Penentuan Kelembapan Tanah Menggunakan Metode Fuzzy Logic Dengan Capacitive Soil Moisture Sensor Dan Arduino Uno R3.* 12(3).
- Liu, H., Luo, Y., Geng, J., & Yao, P. (2021). *applied sciences Research Hotspots and Frontiers of Product R & D Management under the Background of the Digital Intelligence Era — Bibliometrics Based on Citespace and Histcite.*
- Mesin, J. T., Teknik, F., & Tarakan, U. B. (2024). *Jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas borneo tarakan 2024.*
- Muhaimin, M. Y., Santoso, A. D., & Rahmawati, M. (2025). *Cuaca Menggunakan Lora ( Long Range ) Berbasis.* 13(2).
- Pratama, F. A., & Rifka, S. (2026). *Penerapan Internet Of Things Untuk Sistem Pendeteksi Dan.* 3(1), 32–46.
- Storage, C., Internet, B., Things, O. F., Menggunakan, I., & Wemos, D. (2025). *1 , 2 1,2.* 4(9), 6357–6368.
- Suarna, D., Kusmanto, I., Komputer, F. I., Informatika, T., Tomakaka, U., Komputer, F. I., Informasi, S., & Tomakaka, U. (2025). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Koloni Ikan Menggunakan Sensor Sonar Berbasis Mikrokontroler.* (1), 1–5.
- Tanaman, P., Di, K., Wajak, K., Naufal, R., Sholikah, D. H., & Wicaksono, K. S. (2024). *Analisis Erodibilitas Tanah Dan Hubungannya Dengan Soil Erodibility Analysis and Its Relationship to Coffee Production in Wajak District , Malang Regency.* 11(1), 125–134. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.1.14>
- Mafazi, N., & Jalil, Z. (2024). *Karakterisasi Kopi Unggulan Indonesia Jenis Arabika Sangrai Medium To Dark Menggunakan Fourier Transform Infra Red.* 12(02).
- Putra, F. R., Elvanny, D., & Islami, S. (2023). *Rancang Bangun Sistem Pengontrol Alat Pengering Kopi Berbasis Internet Of Things ( IoT).* 4(1), 190–201.
- Salvador, H. P., Semedo, J. N., & Rakocevic, M. (2025). *Dynamics of dry matter accumulation in the berries , beans , and husks of six Coffea canephora genotypes during fruit maturation.* 61, 1–14. <https://doi.org/10.1017/S0014479725100185>
- Santoso, L. H., Anwari, A., & Hamid, M. A. (2025). *Alat Pengering Biji Kopi dengan Memanfaatkan Sensor Soil Moisture Berbasis Mikrokontroler.* 3(2), 43–53.
- Sudrajat, R., & Rofifah, F. (2023). *Rancang Bangun Sistem Kendali Kipas Angin dengan Sensor Suhu dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno.* 7, 555–564.