

Perancangan dan Uji Kinerja Sistem Kendali Iklim Mikro di *Smart Greenhouse* Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor

Design and Performance Test of Microclimate Control System at Smart Greenhouse Bogor Agricultural Development Polytechnic

Budi Priyonggo¹, Intan Kusuma Wardani^{2*}, Annisa Nur Ichniarsyah², Marelli Telaumbanua³, Raizummi Fil'aini⁴,
Zunanik Mufidah⁴, Dualim Atma Dewangga⁴

¹Program Studi Tata Air Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia, Tangerang 15338, Indonesia

²Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor, Bogor 16001, Indonesia

³Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Lampung, Kota Bandar Lampung 35141, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Biosistem, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, 35365, Indonesia

*E-mail: intankusuma@pertanian.go.id

Diterima: 31 Juli 2023; Disetujui: 10 November 2023

ABSTRAK

Greenhouse merupakan inovasi teknologi untuk mengontrol faktor iklim yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Kondisi tanaman di *greenhouse* dapat dipantau secara realtime dengan penerapan teknologi *Internet of Things*. Pengembangan teknologi kendali dalam *greenhouse* sudah banyak dikembangkan di Indonesia. Salah satu faktor yang mempengaruhi iklim mikro dalam *greenhouse* adalah suhu lingkungan. Penelitian bertujuan untuk merancang bangun dan menguji kinerja sistem kendali iklim mikro di *greenhouse*. Sistem kendali iklim mikro tersusun dari DHT22 sebagai sensor, ESP32 dan Atmega2560 sebagai mikrokontroler dan exhaust fan sebagai aktuator. Sistem kendali yang dirancang mengendalikan suhu lingkungan tidak lebih dari 38°C dengan menggunakan sembilan sensor yang dipasang di dalam *greenhouse*. Pada penelitian ini pengujian sistem kendali berupa uji ketidakakuratan sistem dan uji efisiensi penggunaan listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai ketidakakuratan sebesar 12% dan efisiensi penggunaan listrik sebesar 39.02%. Secara keseluruhan dapat disimpulkan sistem kendali iklim mikro yang dirancang dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan sebagai alternatif teknologi kendali iklim mikro.

Kata kunci: DHT22; iklim mikro; sistem kendali.

ABSTRACT

Greenhouse was a technological innovation to control climate factors that affect plant growth. The condition of plants in the *greenhouse* can be monitored in real time with the application of *Internet of Things* technology. The development of control technology in *greenhouses* has been widely developed in Indonesia. One of the factors that affect the microclimate in a *greenhouse* is the ambient temperature. The research aims to design, build and test the performance of microclimate control systems in *greenhouses*. The microclimate control system is composed of DHT22 as a sensor, ESP32 and Atmega2560 as a microcontroller and exhaust fan as an actuator. The control system is designed to control the ambient temperature of no more than 38°C using nine sensors installed in the *greenhouse*. In this study, control system testing is in the form of system inaccuracy tests and electricity use efficiency tests. The test results showed that the inaccuracy value was 12% and the efficiency of electricity use was 39.02%. All in all, it can be concluded that the microclimate control system designed can run well and can be used as an alternative to microclimate control technology.

Keywords: control system; DHT22; micro-climate.

PENDAHULUAN

Tanaman rentan terhadap berbagai faktor lingkungan, termasuk cahaya, suhu, dan keadaan sekitar akar tanaman. Oleh karena itu, lingkungan pertumbuhan tanaman perlu diatur dan dikelola sesuai dengan kondisi ideal untuk tanaman. Sangat penting untuk menjaga agar kondisi tersebut mendekati keadaan terbaik untuk pertumbuhan tanaman. Variabel iklim juga perlu diubah untuk memberikan kondisi lingkungan yang ideal untuk tanaman. Tanaman menyukai tempat yang terbuka dan cukup sinar matahari karena pembentukan kloroplas yang tidak sempurna dan kekurangan sinar matahari dapat mengakibatkan pertumbuhan yang memanjang (etiologi), lemah, dan pucat. Namun, radiasi surya yang berlebihan berbahaya karena

transpirasi meningkat dan bunga dan buah mulai gugur. Beberapa parameter lingkungan, seperti cahaya, suhu, kelembaban, dan konsentrasi CO₂ dapat dikendalikan melalui pembuatan sistem kontrol iklim mikro di dalam *greenhouse* (Suhardiyanto, Arif, & Suroso, 2008) (Setiyo, Sumiyati, & Yuliasih, 2019).

Greenhouse adalah teknologi digunakan untuk mengkondisikan faktor iklim yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Cahaya matahari langsung dan curah hujan berlebihan dapat ditangani dengan menggunakan *greenhouse*. *Greenhouse* merupakan tempat yang baik untuk budidaya tanaman karena mengurangi hama dan cuaca ekstrim (Herdiana & Sanjaya, 2018). Menurut (Fernández, et al., 2018) dan (Inayah, 2007), Implementasi *greenhouse* di Indonesia merupakan modifikasi dari *greenhouse* yang berada di luar

negeri. Penyesuaian tersebut diperlukan akibat adanya perbedaan kondisi iklim mikro di masing-masing negara. *Greenhouse* biasa digunakan untuk budidaya tanaman bernilai ekonomi tinggi seperti krisan, stroberi, tomat ceri dan paprika (Yuliasih, Sumiyati, & Setiyo, 2015).

Pembangunan *greenhouse* tentu memerlukan perhitungan teknis untuk menghasilkan kondisi iklim mikro yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, pembangunan *greenhouse* oleh petani juga bergantung pada biaya pengembangan dan ketersediaan bahan baku lokal. Kondisi tanaman yang dapat dimonitoring secara *realtime* belum dapat dipenuhi pada penggunaan *greenhouse* pada umumnya. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menggunakan internet untuk mempermudah pengguna mengukur kondisi di dalam *greenhouse*.

Pengukuran tersebut menggunakan perangkat sensor yang dapat membaca nilai ukur atau data analog atau digital dari suatu benda, serta mengolah data dan mengirimkannya ke internet. Dengan menggunakan sensor, data seperti suhu dan kelembaban ruangan, kelembaban tanah, pH tanah, dan kadar nutrisi pupuk pada air dalam *greenhouse* dapat dikumpulkan. Selanjutnya, sistem akan mengirimkan data tersebut dan menyimpannya di *database* server. Pengguna dapat mengetahui kondisi tanaman di dalam *greenhouse* dengan cara mengakses data di server melalui *mobile device* pribadi secara real-time (Ristian, Ruslianto, & Sari, 2022).

Smart Greenhouse menggunakan parameter input seperti suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan pH tanah untuk mengontrol perangkat *output*nya. Sensor mengumpulkan nilai untuk setiap *input*, dan sensor ini memiliki kemampuan untuk membaca kondisi *input* secara digital. Dengan memberi parameter pengukuran nilai batas atas dan batas bawah, nilai data sensor ini digunakan sebagai patokan untuk mengontrol perangkat *output*. Untuk memastikan bahwa setiap tanaman dapat tumbuh subur

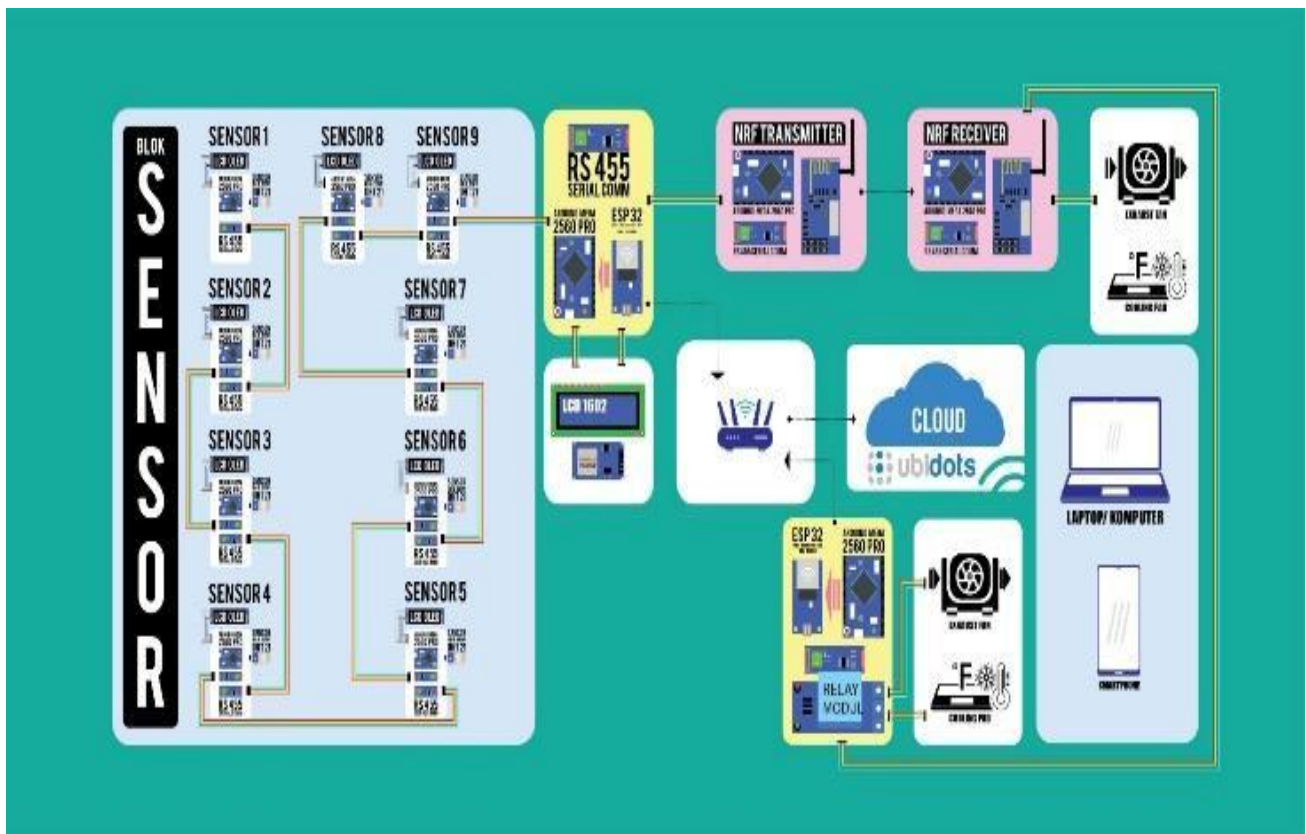
sesuai dengan kondisi sebenarnya di dalam ruangan penyimpanan, standar ini menjadi dasar perawatan yang berbeda untuk setiap tanaman (Ristian, Ruslianto, & Sari, 2022).

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor DHT22 mengukur suhu dan kelembaban secara relatif dengan keluaran sinyal digital dan memiliki empat pin: daya, sinyal data, nul, dan tanah (Rahamatullah, 2014). Dengan kesalahan pengukuran suhu 4% dan kelembaban 18%, DHT22 lebih akurat daripada DHT11 (Saptadi, 2014). Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian berjudul “Rancang Bangun dan Uji Kinerja Sistem Kendali Iklim Mikro *Smart Greenhouse* di Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor” dengan tujuan untuk merancang bangun dan menguji sistem kontrol iklim mikro berbasis data suhu yang dilaksanakan di *Smart Greenhouse* Polbangtan Bogor.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

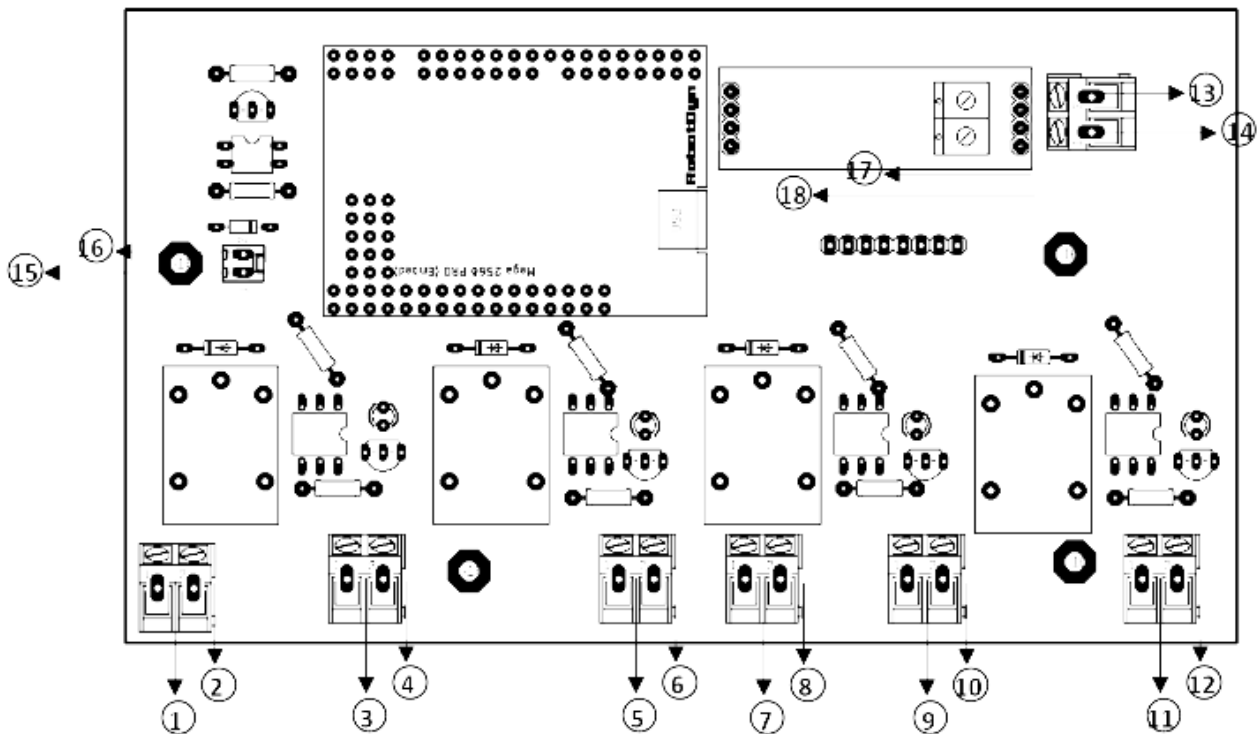
Sistem kendali iklim mikro bekerja sesuai dengan input data pengukuran sistem monitoring iklim mikro. Sistem tersebut terhubung dengan aktuator berupa exhaust fan untuk menurunkan suhu di dalam *greenhouse* yang berukuran 400 m². Oleh karena itu, peralatan yang digunakan pada pembuatan sistem kendali iklim mikro yaitu sembilan unit sensor DHT22, Atmega2560, ESP32, LCD 16x2, wifi router, NRF transmitter, NRF receiver, exhaust fan, relay module, Ubidots, laptop dan handphone. Diagram skematik IoT sistem kendali iklim mikro tersaji pada Gambar 1 sedangkan fungsi dari masing-masing komponen ditunjukkan pada



Gambar 1. Diagram *schematic* sistem kendali iklim mikro

Tabel 1. Komponen sistem kendali iklim mikro

No	Komponen	Fungsi
1	Mikrokontroler ATMega 2560	a. Penerima, pengolah, dan pengirim data suhu dan RH dari 9 sensor DHT22 b. Penerima, pengolah, dan pengirim data suhu dan RH rata-rata ke transmitter aktuator kendali dan ESP32
2	ESP32	Pengirim data suhu dan RH ke server Ubidots
3	RS485 R _x	Penerima data suhu dan RH dari slave sensor secara serial
4	RS485 T _x	Pengirim data suhu dan RH ke transmitter NRF secara serial



Keterangan

- | | |
|--|---|
| 1. Terminal Konektor Saklar on/off (Com) | 10. Terminal Konektor Relay 1 (COM) |
| 2. Terminal Konektor Saklar on/off (NO) | 11. Terminal Konektor Female DC (+5) |
| 3. Terminal Konektor Relay 4 (NO) | 12. Terminal Konektor Female DC (Gnd) |
| 4. Terminal Konektor Relay 4 (COM) | 13. Terminal Konektor RS485-InExh (Vcc) |
| 5. Terminal Konektor Relay 3 (NO) | 14. Terminal Konektor RS485-InExh (Gnd) |
| 6. Terminal Konektor Relay 3 (COM) | 15. Terminal Konektor FanDC (-/Kabel hitam) |
| 7. Terminal Konektor Relay 2 (NO) | 16. Terminal Konektor FanDC (+/Kabel Merah) |
| 8. Terminal Konektor Relay 2 (COM) | 17. Terminal Konektor RS485-InExh (B) |
| 9. Terminal Konektor Relay 1 (NO) | 18. Terminal Konektor RS485-InExh (A) |

Gambar 2. PCB drive exhaust fan

Tabel 1. Sistem kendali iklim mikro menggunakan *exhaust fan* sebagai aktuator untuk menurunkan suhu apabila melebihi ambang batas atas. Penurunan suhu tersebut dilaksanakan secara otomatis, *exhaust fan* akan menyala terus menerus sampai suhu turun di bawah ambang batas atas. Rancangan PCB driver exhaust fan ditunjukkan pada Gambar 2.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dari tahap perancangan, pembuatan dan pengujian sistem kendali iklim mikro di SGH Polbangtan Bogor. Tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Perancangan sistem kendali iklim mikro yang bertujuan untuk mempertahankan suhu udara di dalam *greenhouse* < 38°C. Sensor DHT22 dipasang pada sembilan titik di

dalam *greenhouse* untuk mengukur dan merepresentasikan kondisi sebaran suhu secara lebih merata. Pemasangan sensor pada tiga titik sejajar secara horizontal dan vertikal menyesuaikan dengan ukuran *greenhouse* sehingga total ada sembilan titik. Apabila hasil rata-rata dari sembilan sensor DHT22 tersebut mengukur suhu > 38°C maka sistem kendali akan memerintahkan *exhaust fan* untuk menyala sampai suhu berada < 38°C.

2. Pengujian sistem kendali iklim mikro dilakukan dengan cara menghitung ketidakakuratan kinerja *exhaust fan*. Pengambilan data dilaksanakan setiap jam selama 24 jam.
3. Penghitungan efisien biaya listrik sebelum dan setelah menggunakan sistem kendali iklim mikro. Sebelumnya, *exhaust fan* dinyalakan secara manual tanpa sistem kendali otomatis. Oleh karena itu, diperlukan

penghitungan efisiensi biaya listrik setelah menerapkan sistem kendali iklim mikro secara otomatis.

Analisis Data

Uji kinerja sistem kendali dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun berjalan sesuai dengan yang diharapkan yaitu akan memberikan respons saat suhu udara melebihi batas yang ditentukan dengan berupa perintah menghidupkan *exhaust fan* dan ketika suhu udara sudah sesuai maka perintah mematikan *exhaust fan*. Analisis kinerja yang dilakukan dengan analisis ketidakakuratan sistem kendali analisis konsumsi energi dan.

Analisis ketidakakuratan sistem kendali dapat menggunakan persamaan berikut:

$$e = \frac{\sum_{i=0}^{i=n} Y - \sum_{i=0}^{i=n} X}{\sum_{i=0}^{i=n} Y} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

e : Ketidakakuratan

$\sum_{i=0}^{i=n} Y$: Jumlah data

$\sum_{i=0}^{i=n} X$: Jumlah data bernilai benar.

Analisis konsumsi energi

Analisis konsumsi energi yang dilakukan dengan cara membandingkan konsumsi tanpa penggunaan sistem kendali dengan konsumsi energi menggunakan sistem kendali yang dirancang. Perhitungan konsumsi energi listrik dapat menggunakan persamaan (2) dan perhitungan biaya konsumsi energi dapat menggunakan persamaan (3).

$$W = \frac{P \times t}{6 \times 10^4} \quad (2)$$

$$B = W \times c \quad (3)$$

Dimana:

W : Konsumsi energi listrik (kWh)

t : Lama penggunaan *exhaust fan* (detik)

P : Daya listrik (W)

c : Tarif energi listrik (Rp/kWh)

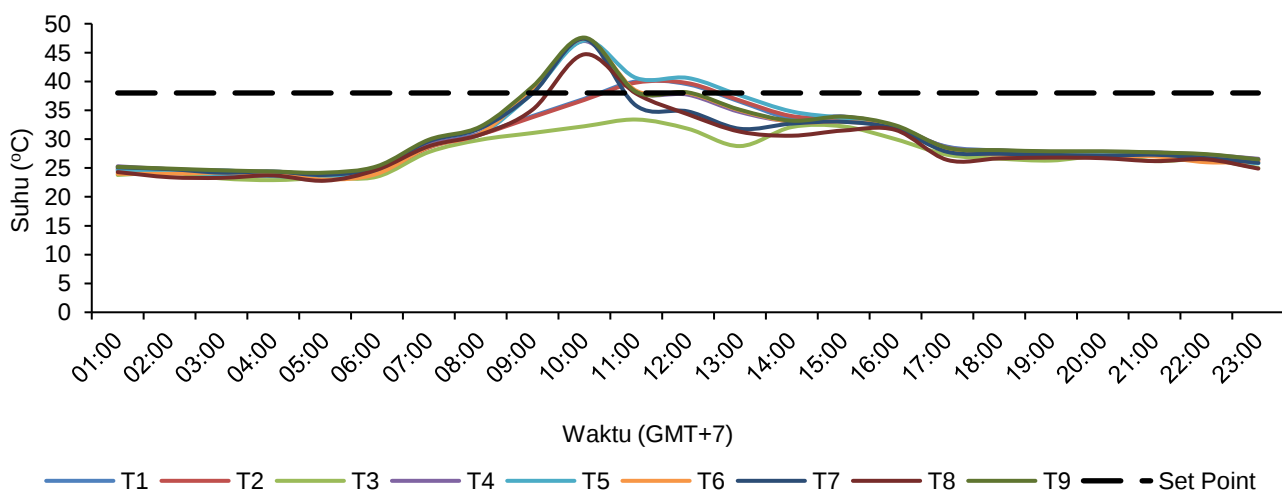
B : Biaya konsumsi energi (Rp).

HASIL DAN PEMBAHASAN

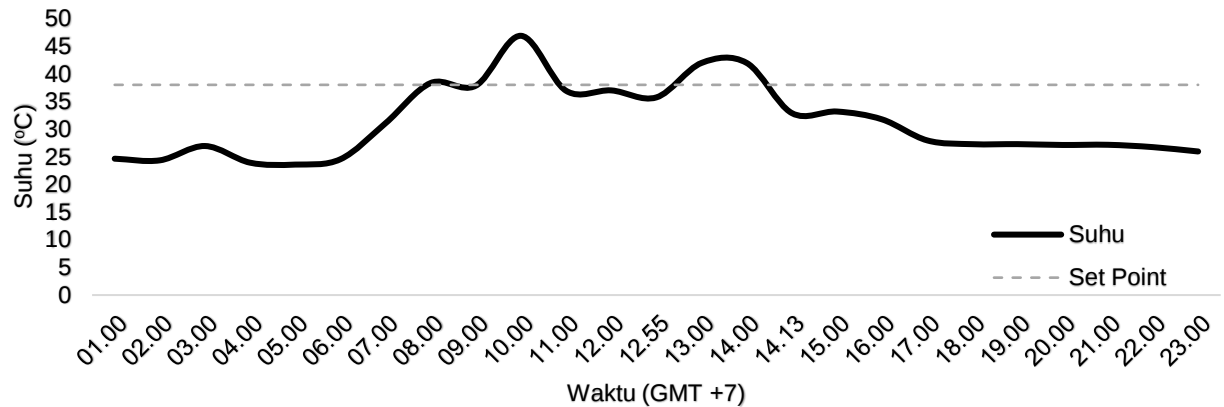
Sistem kendali adalah sistem pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam satu rangkaian harga (*range*) tertentu (Friadi & Junandhi, 2019). Sistem kendali merupakan sistem elektrik yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengolah, dan mengendalikan kondisi pada batas yang sudah ditentukan. Sistem kendali dalam pertanian digunakan untuk mengendalikan kondisi lingkungan yang optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Sistem kendali iklim mikro yang dibangun pada penelitian ini untuk mengendalikan suhu mikro dalam *greenhouse* dengan mengatur suhu agar tidak lebih dari 38°C. Mekanisme yang dibangun adalah saat suhu mikro melebihi batas *set point* maka sistem akan memberikan perintah kepada untuk aktif (ON) sampai suhu tidak melebihi batas *set point* yaitu 38°C. Pengujian sistem kendali suhu secara keseluruhan dilakukan selama 24 jam. Gambar 3 menyajikan sebaran suhu sembilan titik sensor (T1 s.d T9) yang dipasang pada *greenhouse*. Suhu pada ke sembilan titik memiliki nilai yang seragam dengan nilai standar deviasi 1.41°C. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran suhu pada *greenhouse* memiliki variasi nilai yang rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Setyanto & Salahuddin, 2022) suhu udara pada *greenhouse* yang menerapkan sistem otomatis lebih stabil dengan nilai standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan dengan sebelum menerapkan sistem otomatis suhu.

Pengujian ketidakakuratan sistem kendali iklim mikro perlu dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang dibangun. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian ketidakakuratan sistem, total pengujian yang dilakukan adalah 25 kali pengujian dengan total kondisi yang benar menurut kriteria adalah 22 dan kondisi yang salah adalah 3 kali sehingga dengan menggunakan Persamaan 1 didapatkan nilai ketidakakuratan sebesar 12% atau dapat dikatakan tingkat akurasi sistem kendali iklim mikro yang dirancang mencapai 88%. Berdasarkan pengujian ketidakakuratan tersebut dapat dikatakan sistem yang dibangun ber kriteria baik sesuai dengan penelitian (Telaumbanua, Haryanto, Wisnu, Lanya, & Wiratama, 2021) yang menyatakan sistem ber kategori baik saat nilai keakuratannya lebih dari 80%.



Gambar 3. Grafik sebaran suhu pada 9 titik sensor di *greenhouse* terkendali



Gambar 4. Grafik kondisi lingkungan saat pengujian ketidakakuratan

Tabel 2. Pengujian ketidakakuratan sistem

No	Kriteria	Hasil yang diharapkan	Total Benar	Total Salah	Total
1	Suhu > 38	ON	4	0	4
2	Suhu < 38	OFF	18	3	21
Total			22	3	25

Tabel 3. Efisiensi biaya listrik *exhaust fan*

No	Indikator	Sistem Kendali	Tanpa Sistem Kendali
1	Durasi penyalaan <i>exhaust fan</i> (menit)	293	480
2	Biaya listrik harian (Rp)	13,020	21,350

Kesalahan terjadi pada waktu pengukuran pukul 09.00 seharusnya sistem memerintahkan aktuator OFF namun sistem memberi perintah ON hal ini terjadi karena pada saat itu suhu yang terbaca mencapai 37.85 °C dan sistem menduga kondisi di atas 38 °C. Sementara untuk 11.00 WIB dan 12.00 WIB sistem memerintahkan aktuator ON seharusnya memberi perintah OFF. Hal ini terjadi karena saat itu perbedaan suhu yang terjadi cukup besar pada pukul tersebut terdapat titik yang mencapai suhu maksimal 40.6 °C dan suhu minimal 28.8 °C. Suhu yang terbaca sistem tersaji pada Gambar 4. Kondisi lingkungan sekitar secara signifikan mempengaruhi ketidakakuratan sistem kontrol otomatis pada parameter suhu greenhouse (Kavga, Thomopoulos, Pischinas, Tsiplanitis, & Nikolakopoulos, 2023). Selain itu jenis bahan yang digunakan sebagai material *greenhouse* juga berpengaruh pada ketidakakuratan sistem kendali karena beberapa material penyusun memungkinkan lebih banyak cahaya yang masuk yang kemudian mempengaruhi suhu dan tingkat kelembaban udara (Shamshiri, 2013). Faktor parameter fisik greenhouse suhu tanah, kelembaban udara, suhu udara mempengaruhi ketidakakuratan sistem kontrol otomatis (Moghaddam, Zarei, Momeni, & Faridi, 2022).

Tabel 3 menunjukan perbandingan data konsumsi energi untuk pengendalian iklim mikro dibandingkan dengan tanpa pengendalian. *Exhaust fan* yang digunakan memiliki daya sebesar 2.400 Watt dan listrik 3 fasa dengan biaya per kWh sebesar Rp 1.112. Sistem kendali yang dibangun membuat penghematan dalam penggunaan energi dan biaya listrik untuk operasional *exhaust fan* sebesar 39.02%. Hal ini karena operasional *exhaust fan* untuk mengendalikan iklim

mikro lebih tepat sasaran sesuai dengan kebutuhan. Sementara penggunaan *exhaust fan* tanpa sistem kendali dinyalakan selama 8 jam per hari tanpa mempertimbangkan kebutuhan aktual. Dapat disimpulkan bahwa sistem kendali iklim mikro berpengaruh pada penghematan energi dan biaya listrik.

KESIMPULAN

Sistem kendali iklim mikro dalam greenhouse yang dirancang di Politeknik Pembangunan Bogor mampu mendeteksi sebaran suhu dengan standar deviasi 1.41°C. Nilai ketidakakuratan sistem kontrol yang dirancang sebesar 12% dan mampu melakukan efisiensi penggunaan listrik sebesar 39.02%. Sehingga sistem kendali iklim mikro yang dirancang dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan sebagai alternatif teknologi kendali iklim mikro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini menggunakan dana Hibah Penelitian Strategis dari Pusat Pendidikan Pertanian, Kementerian Pertanian. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan pendanaan yang telah diberikan sehingga bisa menghasilkan publikasi ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fernández, J. A., Orsini, F., Baeza, E., Oztekin, G. B., Muñoz, P., Contreras, J., & Montero, J. I. (2018). Current trends in protected cultivation in Mediterranean climates. *European Journal of Horticultural Science*, 83(5), 294-305.
- Friadi, R., & Junandhi. (2019). Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry Pi. *Journal of Technopreneurship and Information System*, 2(1), 30-37.
- Herdiana, B., & Sanjaya, I. F. (2018). Implementation of telecontrol of solar home system based on Arduino via smartphone. *International Conference on Informatics, Engineering, Science and Technology (INCITEST) 9 May 2018, Bandung, Indonesia*. 407, pp. 1-7. Bandung: IOP Publishing Ltd.
- Inayah, A. N. (2007). *Analisis lingkungan dalam bangunan greenhouse tipe tunnel yang telah dimodifikasi di*

- PT. Alam Indah Bunga Nusantara, Cipanas, Cianjur. Institut Teknologi Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor: IPB.
- Kavga, A., Thomopoulos, V., Pischinas, E., Tsipianitis, D., & Nikolakopoulos, P. (2023). Design and Simulation of a Greenhouse in a Computational Environment (ANSYS/FLUENT) and an Automatic Control System in a LABVIEW Environment. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 1 - 33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.simpat.2023.102837>
- Moghaddam, J., Zarei, G., Momeni, D., & Faridi, H. (2022). Non-linear control model for use in greenhouse climate control systems. *Research in Agricultural Engineering*, 9 - 17. doi:<https://doi.org/10.17221/37/2021-RAE>
- Rahamatullah, W. (2014). *Rancang Bangun Data Logger Berbasis Sensor DHT22 untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Habitat Satwa Herpetofauna Secara Real-Time*. Institut Pertanian Bogor, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bogor: IPB.
- Ristian, U., Ruslianto, I., & Sari, K. (2022). Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, 8(1), 87-94.
- Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal Infotel*, 6(2), 49-56.
- Setiyo, Y., Sumiyati, & Yuliasih, N. (2019). Analisis Iklim Mikro di Greenhouse dengan Atap Tipe Arch untuk Budidaya Bunga Krisan Potong. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 4(1), 24-34.
- Setyanto, D., & Salahuddin, N. S. (2022). Prototipe Monitor dan Kontrol Otomatis Iklim Mikro Greenhouse dengan Platform IoT Blynk. *Techno. Com*, 21(1), 88-102.
- Shamshiri, R. (2013). A Review of Greenhouse Climate Control and Automation Systems in Tropical Regions. *Journal of Agricultural Science and Applications*, 2(3), 175 - 182. doi:10.14511/jasa.2013.020307
- Suhardiyanto, H., Arif, C., & Suroso. (2008). Fertigation Scheduling in Hydroponics System for Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Using Artificial Neural. *Bul Agron*, 36(1), 92-99.
- Telaumbanua, M., Haryanto, A., Wisnu, F. K., Lanya, B., & Wiratama, W. (2021). Design of Insect Trap Automatic Control System For Cacao Plants. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 8(1), 167-175.
- Yuliasih, N., Sumiyati, & Setiyo, Y. (2015). Analisis Profil Suhu pada Greenhouse Tipe Arch untuk Budidaya Bunga Krisan (*Chrysanthemum morifolium*). *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 4(1), 1-10.