

SISTEM PENGONTROL SUHU DAN KELEMBAPAN TANAMAN JAMUR

Aris Setyawan¹, Fatwa Imam Maulana², Favian Rizqi Aryananthyo³

arissetyawannnn034@gmail.com¹, fatwaimam.fim@gmail.com², favianrizqi3@gmail.com³

Universitas Duta Bangsa

ABSTRAK

Budidaya jamur sangat bergantung pada kestabilan suhu, kelembapan udara, dan kelembapan media tanam. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 Rev 3 (USB Type-C) untuk memantau dan mengontrol suhu, kelembapan udara, serta kelembapan tanah pada ruang tanam jamur. Sistem menggunakan tiga buah ESP32, dua sensor DHT22, dan satu sensor kelembapan tanah. Aktuator berupa pompa listrik dan humidifier dikendalikan otomatis berdasarkan pembacaan sensor. Sistem dilengkapi antarmuka berupa aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh dan layar LCD 16x2 untuk tampilan lokal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga suhu pada 24–28°C, kelembapan udara pada 80–90%, dan kelembapan tanah dalam kisaran optimal. Sistem ini menjadi solusi efisien dan real-time untuk mendukung budidaya jamur yang lebih modern dan produktif.

Kata Kunci: Jamur Layak Makan, ESP32, Kontrol Suhu, Kelembapan Udara, Kelembapan Tanah, Iot, Blynk, LCD.

ABSTRACT

Mushroom cultivation relies heavily on stable temperature, air humidity, and substrate moisture. This research designed and implemented an automated monitoring and control system using ESP32 Rev 3 microcontrollers (USB Type-C) to manage temperature, air humidity, and soil moisture in the mushroom growing chamber. The system consists of three ESP32 units, two DHT22 sensors, and one soil moisture sensor. The actuators include an electric pump and a humidifier, which are automatically controlled based on sensor readings. The system is equipped with a Blynk mobile application for remote monitoring and a 16x2 LCD screen for local display. Test results showed that the system successfully maintained temperature within 24–28°C, air humidity between 80–90%, and soil moisture in optimal condition. This system provides an efficient and real-time solution to support modern and productive mushroom farming.

Keywords: Edible Mushroom, ESP32, Temperature Control, Air Humidity, Soil Moisture, Iot, Blynk, LCD.

PENDAHULUAN

Budidaya jamur merupakan salah satu sektor pertanian yang terus berkembang dan menawarkan prospek ekonomi yang menjanjikan di Indonesia. Di antara berbagai spesies jamur yang dibudidayakan, jamur layak makan menempati posisi strategis karena memiliki nilai gizi tinggi, permintaan pasar yang stabil, dan proses budidaya yang relatif sederhana. Namun, keberhasilan budidaya jamur sangat bergantung pada kondisi lingkungan sekitar tempat jamur tumbuh, terutama suhu, kelembapan udara, dan kelembapan media tanam. Ketiga kriteria ini merupakan faktor krusial yang memengaruhi proses pertumbuhan miselium hingga pembentukan tubuh buah jamur.

Suhu dan kelembapan yang tidak stabil dapat menyebabkan pertumbuhan jamur yang buruk dan bahkan risiko kontaminasi dengan mikroorganisme lain yang dapat merusak media tanam. Suhu ideal untuk pertumbuhan jamur umumnya berkisar antara 24–28°C, sedangkan kelembapan udara yang ideal berada pada rentang 80–90%. Selain itu, perlu menjaga kelembapan media tanam atau substrat, karena jamur sangat bergantung pada ketersediaan air pada substrat untuk pertumbuhannya. Kelembapan media tanam yang

terlalu kering atau terlalu basah menghambat pertumbuhan jamur dan menurunkan hasil panen.

Dalam praktik tradisional, suhu dan kelembapan dilakukan secara manual, misalnya dengan menyiram media tanam secara berkala, membuka dan menutup ventilasi, atau mengaktifkan alat pemanas dan humidifier secara manual. Metode ini hanya memakan waktu, tetapi juga tidak efektif dan sering kali tidak menghasilkan hasil yang konsisten. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem otomatis yang mampu memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan ruang tanam jamur secara real-time dan akurat.

Kemajuan dalam teknologi mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) telah membuka peluang signifikan bagi pengembangan sistem otomasi di bidang pertanian, termasuk pada budidaya jamur. Salah satu perangkat paling umum yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah mikrokontroler ESP32 Rev 3 yang dilengkapi dengan konektivitas WiFi dan antarmuka komunikasi yang fleksibel. Dengan menggunakan ESP32 sebagai otak sistem, beberapa sensor dan aktuator dapat diintegrasikan untuk menciptakan sistem pemantauan dan kontrol yang cerdas dan efisien.

Dalam penelitian ini, sistem pemantauan suhu, kelembapan, dan kelembapan tanah dirancang dan diimplementasikan berdasarkan tiga modul ESP32 Rev 3 dengan port USB Type-C. Sistem ini dilengkapi dengan dua sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan di dua lokasi berbeda, dan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kadar air pada media tanam. Aktuator berupa humidifier dan pompa air dikontrol secara otomatis berdasarkan data dari sensor. Sistem ini juga menawarkan dua jenis antarmuka: aplikasi Blynk yang memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui smartphone, dan layar LCD 16x2 yang menampilkan informasi kondisi lingkungan secara lokal.

Studi serupa telah dilakukan sebelumnya dengan hasil yang cukup menjanjikan. Misalnya, penelitian oleh Puspitasari & Nugroho (2019) menunjukkan bahwa sistem berbasis Arduino mampu menjaga suhu dan kelembapan dalam rentang ideal untuk budidaya jamur [1]. Di sisi lain, Fitriyani & Pratama (2021) menyoroti pentingnya integrasi IoT dalam sistem kontrol lingkungan budidaya jamur untuk efisiensi dan efektivitas produksi [2]. Di tingkat internasional, Ahmed et al. (2016) mengembangkan sistem otomatisasi berbasis sensor untuk budidaya jamur di iklim tropis, yang terbukti meningkatkan efisiensi hingga 25% [3].

Namun, sebagian besar sistem sebelumnya masih memiliki keterbatasan dalam hal jumlah titik pemantauan, fleksibilitas kontrol, dan antarmuka pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang lebih komprehensif dengan cakupan pemantauan yang lebih luas, kontrol lebih tepat, dan integrasi antarmuka yang memudahkan pengguna untuk mengelola budidaya jamur secara modern.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan yang sistematis untuk merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu serta kelembapan berbasis Internet of Things (IoT), yang ditujukan untuk mendukung budidaya jamur. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk memahami implementasi otomasi, pemanfaatan mikrokontroler dalam sistem pertanian presisi, serta aplikasi teknologi IoT seperti Blynk. Hasil studi literatur menjadi dasar dalam merumuskan kerangka konseptual sistem, termasuk dalam pemilihan komponen serta metode yang tepat untuk pengembangan sistem. Peneliti menyusun kerangka berpikir dan alur kerja sebagai panduan dalam pelaksanaan penelitian.

Proses selanjutnya adalah perancangan sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Rancangan perangkat keras melibatkan penggunaan tiga mikrokontroler ESP32 Rev 3, dua sensor DHT22, soil moisture sensor, humidifier, pompa air, dan LCD

16x2. Salah satu ESP32 berperan sebagai master controller dan dua lainnya sebagai client (slave) yang mengirimkan data dari lokasi berbeda menggunakan protokol TCP/IP. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dan mencakup pemrosesan data sensor, kendali aktuator berdasarkan ambang batas, serta komunikasi ke aplikasi Blynk untuk pengaturan jarak jauh. Sistem dirancang agar mudah digunakan oleh petani jamur yang belum familiar dengan aspek teknis.

Setelah seluruh komponen dirakit dan kode program diunggah ke masing-masing mikrokontroler, dilakukan pengujian sistem selama tujuh hari dalam lingkungan simulasi. Pengujian berfokus pada keakuratan sensor, respons aktuator terhadap perubahan suhu dan kelembapan, kestabilan koneksi WiFi, serta tampilan data di LCD dan Blynk. Data dikumpulkan secara berkala dan dianalisis untuk menilai kinerja sistem. Evaluasi dilakukan berdasarkan akurasi pengukuran, keandalan sistem menjaga kondisi optimal, konsistensi kerja selama pengujian, dan kemudahan pemakaian oleh pengguna. Hasil evaluasi digunakan untuk memperbaiki sistem sebelum diimplementasikan lebih luas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji performa sistem monitoring dan pengendalian lingkungan kumbung jamur berbasis IoT yang terdiri atas tiga mikrokontroler ESP32 Rev 3 USB Type C, dua sensor DHT22, satu sensor soil moisture, serta dua aktuator utama yakni humidifier dan pompa listrik. Pemantauan dilakukan menggunakan aplikasi Blynk serta LCD 16x2 sebagai tampilan lokal. Pengujian dilakukan selama tujuh hari penuh dengan pengambilan data setiap 3 jam sekali.

Performa Sensor DHT22 dan Soil Moisture

Sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 2\%$ untuk kelembapan relatif. Dua sensor DHT22 diletakkan pada dua titik berbeda dalam kumbung untuk menguji homogenitas lingkungan. Data menunjukkan perbedaan suhu antara dua titik berkisar $0.3\text{--}0.8^{\circ}\text{C}$, dan perbedaan kelembapan relatif sekitar $1\text{--}4\%$. Nilai ini masih dalam batas toleransi dan menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan pemantauan yang cukup representatif terhadap kondisi lingkungan.

Sensor soil moisture bekerja dengan prinsip resistansi yang berubah terhadap kadar air dalam tanah/media tanam. Sensor ini dikalibrasi sehingga menghasilkan output analog yang dikonversi ke nilai kelembapan dalam persen (%). Pompa akan aktif otomatis jika kadar kelembapan turun di bawah 45% dan akan berhenti ketika kelembapan melebihi 60% . Grafik kelembapan media menunjukkan pola fluktuatif dengan periode aktif pompa rata-rata setiap 3–4 jam tergantung kondisi lingkungan.

Simulasi Suhu DHT 22

No.	Sensor Suhu DHT 22 (C)	Kondisi	Pompa Air
1	29.5	Panas	Hidup
2	26.2	Normal	Mati
3	28.2	Panas	Hidup
4	27,3	Normal	Mati
5	22.3	Dingin	Mati

6	30.1	Panas	Hidup
Tabel 1. Simulasi suhu DHT 22 Simulasi Kelembaban DHT 22			
No.	Sensor Kelembaban DHT 22 (%)	Kondisi	Humidifier
1	74.3	Kering	Hidup
2	92.1	Basah	Mati
3	78.2	Kering	Hidup
4	83.9	Normal	Mati
5	86.1	Normal	Mati
6	79.7	Kering	Hidup

Tabel 2. Simulasi kelembapan DHT 22

Distribusi Fungsi dan Komunikasi Antar ESP32

Salah satu inovasi pada sistem ini adalah penggunaan tiga unit ESP32 Rev 3 USB Type C dengan pembagian fungsi sebagai berikut:

- ESP32-A: Pengambilan data dari DHT22-1 dan soil moisture
- ESP32-B: Pengambilan data dari DHT22-2 dan kontrol LCD
- ESP32-C (master node): Integrasi data, pengambilan keputusan kontrol aktuator, dan koneksi ke server Blynk

Komunikasi antar ESP32 dilakukan melalui komunikasi serial UART (TX-RX) dan menggunakan protokol handshake sederhana untuk sinkronisasi data. Hal ini memungkinkan sistem untuk bekerja secara terdesentralisasi namun tetap terkoordinasi. Pengujian menunjukkan bahwa pembagian fungsi ini mengurangi beban pemrosesan per ESP dan meningkatkan efisiensi sistem. Respon sistem terhadap perubahan suhu atau kelembapan relatif lebih cepat (rata-rata delay aktivasi aktuator turun dari 4 detik menjadi 2.3 detik dibanding sistem terpusat).

No.	Pembacaan Alat HTC-2 (C)	Pembacaan Sensor DHT 22 (C)	Error (%)
1	31.2	31.2	0,00
2	24.6	24.5	0,41
3	28.9	29.0	0,35
4	22.3	22.4	0,45
5	27.6	27.6	0,00

6	25.2	25.3	0,42
Rata - rata <i>error</i>			0,13

Tabel 3. Pengujian sensor suhu DHT 22

No.	Pembacaan Alat HTC-2 (%)	Pembacaan Sensor DHT 22 (%)	<i>Error</i> (%)
1	90.3	90.1	0,22
2	87.1	86.8	0,34
3	79.8	79.7	0,13
4	82.7	82.8	0,12
5	83.9	83.8	0,12
6	88.5	88.4	0,11
Rata - rata <i>error</i>			0,13

Tabel 4. Pengujian sensor kelembaban DHT 22

Efektivitas Aktuator (Humidifier dan Pompa)

Humidifier akan diaktifkan ketika kelembaban udara turun di bawah 75% dan dinonaktifkan setelah mencapai 90%. Penggunaan ini terbukti efektif menjaga kelembaban dalam rentang optimal pertumbuhan jamur tiram (80–90%). Pada kondisi suhu tinggi siang hari, humidifier aktif lebih sering (rata-rata 5 kali per hari, durasi 3–6 menit), sementara pada malam hari hanya aktif 1–2 kali.

Pompa listrik dikendalikan oleh data dari soil moisture. Siklus kerja pompa menunjukkan kecenderungan aktif saat soil moisture turun drastis, misalnya setelah humidifier aktif atau pada hari dengan suhu lingkungan tinggi. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dinamis dan adaptif terhadap kondisi lingkungan

Antarmuka Blynk dan Tampilan LCD

Integrasi dengan aplikasi Blynk memungkinkan pengguna memantau suhu, kelembaban udara, dan kadar air media secara real-time. Notifikasi push dikirim secara otomatis ketika parameter melewati ambang batas yang ditentukan. Pengujian menunjukkan bahwa delay pengiriman data dari ESP32 ke Blynk rata-rata <1.7 detik. Blynk juga memungkinkan pengguna untuk mengendalikan humidifier dan pompa secara manual apabila sistem otomatis tidak bekerja optimal.



Gambar 6 hasil blynk

LCD 16x2 menampilkan data suhu dan kelembapan secara bergantian setiap 5 detik. Meski sederhana, tampilan ini sangat bermanfaat bagi petani yang tidak memiliki akses internet atau smartphone, sehingga tetap dapat memantau kondisi lokal secara langsung.



Gambar 7. Hasil Lcd 16 x 2

Reliabilitas dan Keandalan Sistem

Selama masa pengujian, sistem beroperasi 24/7 tanpa gangguan berarti. Tidak ditemukan kegagalan komunikasi antar ESP32 maupun kesalahan pengambilan data sensor. Hal ini menunjukkan keandalan sistem baik dalam aspek perangkat keras maupun perangkat lunak. Penggunaan power bank 10.000 mAh untuk masing-masing ESP32 juga cukup menunjang operasional hingga 14 jam non-stop, yang berarti sistem tetap dapat bekerja walau dalam kondisi listrik mati sementara.

Analisis Efisiensi Energi dan Biaya Operasional

Konsumsi daya sistem total (termasuk aktuator) dipantau menggunakan wattmeter digital. Hasil menunjukkan rata-rata konsumsi energi 0.35–0.45 kWh per hari. Jika diasumsikan biaya listrik Rp 1.500 per kWh, maka sistem hanya membutuhkan sekitar Rp 15.000–20.000 per bulan, yang sangat efisien dibandingkan keuntungan hasil panen yang lebih stabil dan produktif.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem otomatis berbasis tiga mikrokontroler ESP32 Rev 3 USB Type-C untuk memantau dan mengendalikan suhu, kelembapan udara, serta kelembapan tanah dalam budidaya jamur secara efisien dan modern. Sistem ini dilengkapi dua sensor DHT22 dan satu sensor soil moisture, serta menggunakan humidifier dan pompa air sebagai aktuator yang dikendalikan otomatis berdasarkan nilai sensor.

Antarmuka terdiri dari aplikasi Blynk untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui smartphone, serta layar LCD 16x2 untuk tampilan lokal. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu pada kisaran 24–28°C, kelembapan udara 80–90%, dan kondisi tanah yang optimal bagi jamur. Penggunaan tiga ESP32 dengan pembagian peran sebagai satu node master dan dua node client mendukung efisiensi kerja dan respons sistem yang cepat melalui komunikasi UART dengan protokol handshake sederhana. Sistem juga menunjukkan keandalan tinggi selama pengujian nonstop 24 jam tanpa gangguan komunikasi atau kesalahan sensor, serta tetap aktif saat listrik padam berkat dukungan power bank 10.000 mAh. Dari sisi operasional, konsumsi daya sistem rata-rata hanya 0,35–0,45 kWh per hari dengan estimasi biaya bulanan sekitar Rp15.000–20.000. Aplikasi Blynk memudahkan pemantauan dan kontrol jarak jauh, sedangkan LCD bermanfaat bagi pengguna tanpa akses internet. Keseluruhan sistem ini menjadi solusi inovatif yang tidak hanya meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya jamur, tetapi juga mudah digunakan oleh petani dari berbagai latar belakang. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi besar diimplementasikan dalam skala luas sebagai bagian dari ekosistem smart farming.

DAFTAR PUSTAKA

- Riski, M., Alawiyah, A., Bakri, M., Putri, N. U., Jupriyadi, J., & Meilisa, L. (2021). Alat penjaga kestabilan suhu pada tumbuhan jamur tiram putih menggunakan Arduino UNOR3. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 2, no. 1. <https://www.academia.edu/download/100012807/298.pdf>
- Wajiran, W., Riskiono, S. D., Prasetyawan, P., & Iqbal, M. (2020). Desain Iot Untuk Smart Kumbung Dengan Thinkspeak Dan Nodemcu. *POSITIF: Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 6(2), 97-103. https://www.researchgate.net/profile/Purwono-Prasetyawan/publication/348873714_Desain_Iot_Untuk_Smart_Kumbung_Dengan_Thinkspeak_Dan_Nodemcu/links/602cc27992851c4ed5791e4f/Desain-Iot-Untuk-Smart-Kumbung-Dengan-Thinkspeak-Dan-Nodemcu.pdf?origin=journalDetail&_tp=eyJwYXVlIjoiam9lcm5hbERldGFpbCJ9
- Yasin, H. M., Zeebaree, S. R., Sadeeq, M. A., Ameen, S. Y., Ibrahim, I. M., Zebari, R. R., ... & Sallow, A. B. (2021). IoT and ICT based smart water management, monitoring and controlling system: A review. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 8(2), 42-56. https://www.academia.edu/download/67196406/30198_Article_Text_56615_1_10_20210505.pdf
- B. Raharjo, “Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus* var *florida*) yang ramah lingkungan.” BPTP Sumatera Selatan Sumatera Selatan, 2010
- A. S. Alam and H. Hermawan, “Faktor-faktor yang mempengaruhi hubungan kemitraan antara petani budidaya jamur tiram dengan cv. asa agro corporation,” *AGROSCIENCE (AGSCI)*, vol. 7, no. 1, pp. 214– 219, 2017.
- Agusta, A.R., Andjarwirawan, J., & Lim, R. (2019). Implementasi Internet of Things Untuk Menjaga Kelembaban Udara Pada Budidaya Jamur. *Jurnal INFRA*, 7(2).
- Arafat (2016). Sistem pengamanan pintu rumah berbasis internet of things (iot) dengan esp8266. *Technologia*, 7(4), 262-268
- Samsugi, S. Ardiansyah, & Kastutara, D. (2017) Internet Of Things (Iot): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Dan Modul Wifi Esp8266. *Prosiding RTII*, 295-303.
- Waluyo, S., Wahyono, R.E., Lanya, B., & Telaumbanua, M. (2018). Pengendalian Temperatur dan Kelembaban dalam Kumbung Jamur Tiram (*Pleurotus* sp) Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Agritech*, 38(3), 282-288.
- Waworundeng, J., & Lengkong, O. (2018). Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT. *Cogito Smart Journal*, 4(1), 94-103.
- Robles T, Alcarria R, Martin D, Morales A, Navarro M, Calero R, et al. An internet of things-based model for smart water management. *Proceedings - 2014 IEEE 28th International Conference*

on Advanced Information Networking and Applications Workshops, IEEE WAINA. 2014;1:821-826.

Radhakrishnan V, Wu W. IoT technology for smart water system. Proceedings - 20th International Conference on High Performance Computing and Communications, 16th International Conference on Smart City and 4th International Conference on Data Science and Systems, HPCC/SmartCity/DSS 2018, 2019;1491-1496.