

Air Temperature and Humidity Monitoring System for Oyster Mushroom Cultivation

Hasby Arif Ardani^{1*}, Joni Maulindar², Ratna Puspita Indah³

^{1,2,3} Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa, Surakarta, 57155, Indonesia

Informasi Artikel

Diterima : 9 Juli 2025
Revisi : 25 Juli 2025
Publikasi : 30 September 2025

Kata Kunci:

Jamur Tiram
IoT
HTTP
Kelembaban
Suhu

ABSTRAK

Budidaya jamur tiram menuntut kestabilan lingkungan mikro, khususnya pada aspek suhu dan kelembaban udara di dalam ruang kumbung. Metode pemantauan manual yang masih umum digunakan seringkali kurang responsif dan tidak efisien dalam menangkap perubahan kondisi secara *real-time*. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan membangun sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan platform Ubidots sebagai pusat kontrol dan visualisasi data. Sistem ini mampu membaca dan mengirimkan data suhu dan kelembaban secara presisi menggunakan protokol *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Sistem ini menggunakan sensor DHT22 yang lebih akurat dibandingkan studi sebelumnya yang umumnya menggunakan sensor DHT11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara responsif, stabil, dan akurat dalam menyajikan data lingkungan secara *real-time*, dengan tingkat *error* pembacaan suhu sekitar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\pm 5\%$. Implementasi sistem di lokasi budidaya jamur tiram di Desa Jonggrangan, Klaten Utara, membuktikan efektivitasnya dalam membantu petani memantau dan menjaga kondisi pertumbuhan jamur dari jarak jauh secara efisien dan berkelanjutan.

ABSTRACT

Oyster mushroom cultivation demands the stability of the microenvironment, especially in the aspects of temperature and humidity in the barn space. Manual monitoring methods that are still commonly used are often less responsive and inefficient in capturing real-time changes in conditions. To answer these problems, this research designs and builds an Internet of Things (IoT)-based monitoring system integrated with the Ubidots platform as a control center and data visualization. This system is able to read and send precise temperature and humidity data using the Hypertext Transfer Protocol (HTTP) protocol. This system uses the DHT22 sensor which is more accurate than previous studies that generally use the DHT11 sensor. The test results show that the system works responsively, stably, and accurately in presenting real-time environmental data, with a temperature reading error rate of about $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ and $\pm 5\%$ humidity. The implementation of the system at the oyster mushroom cultivation site in Jonggrangan Village, Klaten Utara, proved its effectiveness in helping farmers monitor and maintain mushroom growth conditions remotely in an efficient and sustainable manner.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](#) license



*Penulis Koresponden

Email: 210103018@mhs.udb.ac.id

Cara sitasi IEEE:

H.A.Ardani, J. Maulindar, & R. O. Indah, "Air Temperature and Humidity Monitoring System for Oyster Mushroom Cultivation," *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, vol. 5, no. 3, pp. 1045-1054, September 2025, doi: 10.30811/jaise.v5i3.7348

1. PENDAHULUAN

Jamur tiram menjadi salah satu komoditas pertanian yang berkembang pesat di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat [1]. Banyak petani mulai membudidayakan jamur ini karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi [2]. Meski demikian, kualitas produksi jamur tiram sangat ditentukan oleh kestabilan lingkungan tempat tumbuhnya, terutama faktor suhu dan kelembaban udara yang harus dijaga dalam kisaran tertentu agar proses pertumbuhan jamur tidak terganggu.

Mayoritas petani jamur tiram masih mengandalkan cara manual untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban dalam kumbung jamur [3], tanpa terkecuali petani jamur di Desa Jonggrangan, di mana cara ini dinilai kurang efektif dalam pemantauan secara berkala. Metode ini memerlukan kehadiran fisik petani dan memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan respons terhadap perubahan lingkungan. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) memerlukan suhu optimal antara 24 hingga 28 °C dan kelembaban udara antara 80% hingga 90% agar dapat tumbuh secara optimal [4]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu melakukan pemantauan secara otomatis dan memberikan informasi secara real-time kepada petani tanpa perlu selalu berada di lokasi budidaya.

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, konsep *Internet of things* (IoT) menjadi salah satu implementasi yang potensial [5]. Konsep ini memungkinkan *monitoring* secara mudah dan real-time dengan memanfaatkan alat pemantauan yang dilengkapi sensor dan aktuator. *Monitoring* adalah suatu proses yang dilakukan secara teratur dan berkelanjutan dengan tujuan untuk menghimpun, merekam, dan mengevaluasi informasi tentang bagaimana kegiatan, sistem, atau proses tertentu berjalan atau bagaimana keadaan saat ini [6][7]. Data yang diperoleh dari sensor lalu dikirimkan ke platform Ubidots, yang menyediakan tampilan antarmuka berbasis web untuk memantau kondisi secara visual [8]. Sistem ini dipasang di lokasi budidaya jamur tiram yang berada di Desa Jonggrangan, Klaten Utara sebagai lokasi implementasi nyata.

Berdasarkan penelitian oleh Wibowo dkk. (2023) yang telah mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembaban pada kumbung jamur tiram menggunakan sensor DHT22 dan platform Thinger.io untuk pemantauan real-time. Meskipun sistem ini mampu menampilkan data lingkungan secara daring, penelitian tersebut belum mengintegrasikan mekanisme kontrol otomatis terhadap perangkat seperti kipas atau pompa berdasarkan ambang batas tertentu. Selain itu, fitur notifikasi serta visualisasi historis data juga belum dioptimalkan, sehingga sistem masih bersifat pasif dan belum sepenuhnya adaptif terhadap perubahan lingkungan [9].

Penelitian selanjutnya menggunakan sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban pada kumbung jamur dengan pengiriman data melalui LoRa ke Arduino Cloud [10]. Meskipun DHT11 cukup andal untuk pengukuran dasar, sensor ini memiliki keterbatasan dalam hal rentang dan akurasi, yakni hanya mampu mengukur suhu dari 0–50 °C dengan akurasi 97.21% dan kelembaban antara 20–80% RH dengan akurasi ±5% RH [11]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan sensor DHT22 yang memiliki rentang dan akurasi lebih baik untuk kebutuhan pemantauan lingkungan budidaya jamur secara presisi.

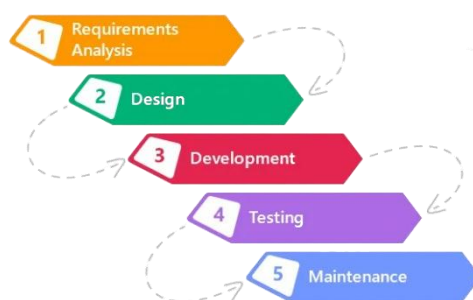
Penelitian oleh Andre dkk. (2022) merancang sistem monitoring suhu dan kelembaban pada kumbung jamur berbasis IoT dengan menggunakan sensor DHT22, mikrokontroler ESP8266, dan platform Antares sebagai media pemantauan. Sistem ini telah mampu menampilkan data secara real-time dan mengaktifkan pompa ketika kondisi lingkungan tidak sesuai, namun kontrol yang diterapkan masih sederhana dan terbatas pada satu jenis perangkat.[12].

Dengan mempertimbangkan studi-studi tersebut, terlihat adanya celah bahwa sebagian besar sistem monitoring yang telah dikembangkan masih fokus pada pelaporan data real-time dan belum sepenuhnya terintegrasi dengan sistem kontrol otomatis berbasis threshold yang dapat dikonfigurasi melalui antarmuka web. Penelitian ini hadir untuk melengkapi kekurangan tersebut dengan mengimplementasikan sensor DHT22 yang lebih akurat, mikrokontroler ESP32, protokol HTTP yang ringan, dan platform Ubidots sebagai sistem pemantauan yang mendukung visualisasi real-time, pencatatan historis, serta kontrol otomatis dan manual melalui perangkat digital.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara pada kumbung jamur tiram yang berbasis IoT, dengan pendekatan yang aplikatif, hemat biaya, dan mudah dioperasikan oleh petani. Diharapkan, melalui pemantauan yang lebih akurat dan real-time, petani dapat menjaga kondisi ideal dalam kumbung, mengurangi potensi kerusakan akibat perubahan cuaca, serta mendorong praktik budidaya yang lebih efisien, berkelanjutan, dan mendukung ketahanan pangan di tingkat lokal maupun nasional.

2. METODE

Metode pengembangan sistem perangkat lunak model *Waterfall*—sebuah pendekatan sekuensial dalam proses rekayasa perangkat lunak—digunakan dalam penelitian ini. Analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan adalah lima langkah utama yang terdiri dari model ini. Metode ini dipilih karena memberikan alur kerja yang terorganisir dan sesuai dengan proyek dengan kebutuhan sistem yang telah ditetapkan sejak awal. Gambar berikut menunjukkan model pengembangan sistem metode *waterfall*.



Gambar 1. Metode *Waterfall*
(Sumber medium.com)

Langkah awal dari pengembangan sistem ini dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan dasar, baik dari sisi perangkat keras maupun fitur perangkat lunak yang akan digunakan untuk mendukung pemantauan dan pengendalian lingkungan dalam kumbung jamur tiram. Perencanaan ini melibatkan pemilihan sensor suhu dan kelembaban yang presisi, perangkat pengendali seperti mikrokontroler ESP32, serta sistem aktuasi berupa kipas DC 12V dan pompa air otomatis yang dilengkapi dengan *nozzle* untuk distribusi uap atau embun secara merata. Rangkaian sistem dirancang menggunakan diagram blok dan skema elektronik sederhana untuk memastikan keterpaduan antar komponen. Sistem bekerja dengan membaca data dari sensor suhu dan kelembaban udara, lalu menampilkannya melalui LCD dan mengirimkannya ke platform Ubidots secara real-time. Jika suhu dan kelembaban berada di luar batas ideal, kipas atau pompa akan menyala secara otomatis. Notifikasi juga akan dikirimkan ke pengguna sebagai bentuk peringatan, terutama saat kelembaban turun di bawah ambang minimal.

Setelah desain sistem disusun, tahapan selanjutnya adalah merakit seluruh komponen dan memprogram mikrokontroler menggunakan Arduino IDE. Program dibuat agar mampu membaca data sensor DHT22 secara berkala, mengatur logika kontrol kipas dan pompa berdasarkan nilai ambang batas, serta mengirimkan data ke Ubidots menggunakan protokol HTTP. Di platform Ubidots, *dashboard* disusun secara interaktif—menampilkan suhu dan kelembaban secara langsung melalui grafik dan indikator visual, serta menyediakan pengaturan ambang batas dan riwayat data pemantauan. Selain itu, pengguna dapat memantau kondisi kumbung kapan pun dan di mana pun selama terhubung ke internet, sehingga mereka tidak perlu lagi memeriksa kondisi secara manual. Dengan sistem ini, petani jamur dapat lebih mudah menjaga kestabilan lingkungan tumbuh tanpa harus khawatir kehilangan momen kritis dalam proses pertumbuhan jamur.

Setelah sistem berhasil dirakit dan dijalankan, dilakukan proses pengujian untuk memastikan semua komponen berfungsi sesuai harapan. Pengujian awal dilakukan terhadap setiap sensor dan aktuator secara mandiri, lalu dilanjutkan dengan pengujian menyeluruh untuk melihat bagaimana seluruh sistem bekerja secara terpadu dalam kondisi nyata. Dalam pengujian di lapangan, sistem berhasil membaca perubahan suhu dan kelembaban secara akurat, serta mampu menyalakan kipas saat suhu terlalu tinggi dan mengaktifkan pompa otomatis untuk menyemprotkan uap air jika kelembaban turun di bawah ambang batas. Data yang dikumpulkan dicatat setiap detik oleh sistem dan juga ditampilkan dalam bentuk grafik di Ubidots, memudahkan pengguna untuk menganalisis kondisi lingkungan dari waktu ke waktu. Evaluasi dilakukan untuk menilai seberapa cepat sistem merespons perubahan lingkungan dan apakah keputusan otomatis yang dilakukan sesuai dengan kondisi ideal untuk pertumbuhan jamur tiram.

Pada tahap terakhir, dilakukan *maintenance* untuk menjaga sistem tetap berfungsi secara optimal dalam jangka panjang. Hal ini meliputi kalibrasi berkala sensor DHT22 untuk menjaga keakuratan data,

pembaruan firmware mikrokontroler jika ada peningkatan fitur, serta pemeriksaan komponen seperti pompa, kipas, dan sambungan kabel dari kemungkinan aus atau kelembaban berlebih. Mengingat sistem ini ditempatkan di lingkungan yang cenderung lembab, perhatian khusus diberikan pada perlindungan rangkaian elektronik dan keandalan catu daya. Secara keseluruhan, sistem yang dibangun tidak hanya mampu memantau suhu dan kelembaban udara, tetapi juga dapat mengambil tindakan otomatis yang membantu menjaga kestabilan kondisi tumbuh jamur. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan menjadi solusi nyata yang memudahkan petani dalam menjalankan budidaya jamur tiram secara lebih efisien dan modern.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk merancang spesifikasi sistem secara menyeluruh, agar sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara dalam ruang kumbung jamur tiram dapat bekerja secara otomatis, stabil, dan sesuai dengan tujuan akhir yang diharapkan. Dari sisi perangkat keras, sistem ini mengandalkan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai otak sistem, sensor DHT22 yang digunakan untuk membaca data suhu dan kelembaban dengan tingkat akurasi tinggi, kipas DC 12V sebagai alat bantu untuk menurunkan suhu apabila melewati ambang batas, serta pompa otomatis yang dilengkapi dengan *nozzle* untuk menjaga kelembaban dengan cara menyemprotkan uap air secara merata. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan LCD 16x2 yang berfungsi sebagai penampil informasi secara langsung di lokasi budidaya, agar pengguna tetap dapat memantau kondisi tanpa perlu membuka aplikasi.

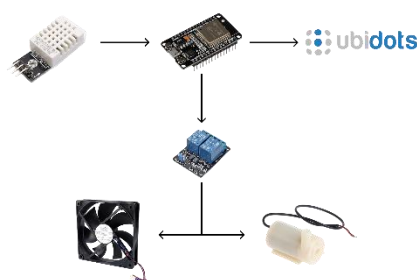
Sementara dari sisi perangkat lunak, Arduino IDE digunakan untuk menuliskan dan mengunggah program ke mikrokontroler, sedangkan platform Ubidots dipilih sebagai media *monitoring* dan visualisasi data secara *real-time* berbasis web. Analisis ini menjadi landasan awal agar sistem dapat dikembangkan secara tepat dan menjawab kebutuhan riil petani jamur dalam menjaga lingkungan tumbuh tetap optimal.

3.2 Desain Sistem

Pada tahapan ini, dilakukan proses perancangan sistem yang bertujuan untuk memberikan gambaran teknis menyeluruh sebelum sistem benar-benar diimplementasikan. Perancangan diawali dengan menyusun blok diagram sistem, yang menunjukkan hubungan logis antara setiap komponen utama, seperti mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, kipas DC 12V, pompa air, LCD 16x2, dan koneksi ke platform Ubidots melalui jaringan WiFi. Blok diagram ini membantu memvisualisasikan peran dan alur data antar komponen, dari pembacaan suhu dan kelembaban oleh sensor, pemrosesan data oleh ESP32, hingga tindakan otomatis seperti menyalakan kipas atau pompa saat kondisi lingkungan menyimpang dari ambang batas.

3.2.1 Diagram Blok Sistem

Gambaran umum hubungan antar komponen ditunjukkan melalui diagram blok di bawah.

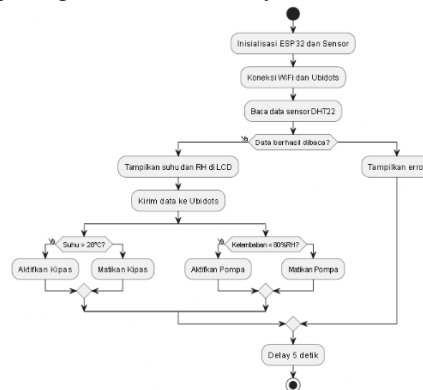


Gambar 2. Blok Diagram

Gambar di atas merupakan representasi visual dari komponen utama yang membentuk sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara pada budidaya jamur tiram. Data yang diperoleh dari sensor DHT22 dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 yang kemudian mengaktifkan modul relay sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan dua aktuator yaitu kipas DC 12V dan pompa mini. Kipas berfungsi menurunkan suhu saat terdeteksi melebihi ambang batas, sementara pompa yang dilengkapi dengan *nozzle* digunakan untuk menyemprotkan uap air guna menjaga kelembaban tetap stabil. Seluruh data lalu dikirimkan secara *real-time* ke platform Ubidots melalui jaringan internet. Sistem ini dirancang agar terintegrasi, responsif, dan mampu mendukung praktik budidaya jamur yang lebih efisien dan berbasis teknologi.

3.2.2 Flowchart System

Alur logika kerja sistem dapat digambarkan melalui *flowchart* berikut.



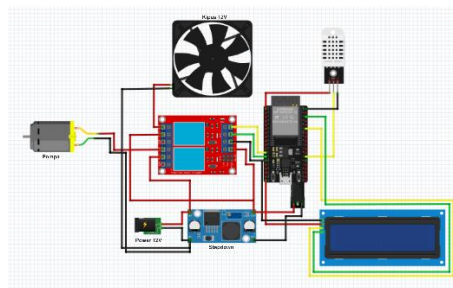
Gambar 3. *Flowchart*

Flowchart di atas menunjukkan alur kerja sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara berbasis IoT untuk budidaya jamur tiram. Proses dimulai saat perangkat berbasis mikrokontroler ESP32 diaktifkan dan terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk mengakses platform Ubidots. Sensor DHT22 kemudian membaca suhu dan kelembaban di dalam kumbung jamur. Data tersebut ditampilkan secara lokal melalui layar LCD dan dikirim secara real-time ke Ubidots, memungkinkan pengguna memantau kondisi lingkungan dari jarak jauh melalui *dashboard* interaktif.

Setelah data dikirim, sistem secara otomatis mengevaluasi nilai suhu dan kelembaban berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. Bila kondisi masih ideal, sistem tetap melakukan pemantauan berkala tanpa tindakan tambahan. Sistem ini dirancang agar bekerja otomatis, responsif, dan mampu menjaga stabilitas iklim mikro dalam kumbung jamur secara efisien tanpa intervensi manual.

3.2.3 Skema Rangkaian

Ilustrasi hubungan perangkat keras ditampilkan melalui skema rangkaian pada gambar berikut.



Gambar 4. Skema Rangkaian

Skema rangkaian tersebut menunjukkan sistem IoT yang dirancang untuk memantau suhu dan kelembaban udara pada ruang budidaya jamur tiram secara real-time dan otomatis. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban, serta dua aktuator berupa kipas DC 12V dan pompa air mini. Daya dipasok dari adaptor 12V yang diturunkan menggunakan modul *step-down* LM2596. Kipas otomatis aktif saat suhu melebihi ambang batas, sedangkan pompa menyala saat kelembaban turun di bawah nilai ideal. Dengan sistem ini, petani dapat memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan kumbung secara jarak jauh untuk menjaga stabilitas iklim mikro dan mendukung produktivitas budidaya jamur tiram.

3.3 Implementasi

3.3.1. Perakitan Perangkat Keras



Gambar 5. Rangkaian Perangkat Keras

Rangkaian sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan dan pengendali. Sensor DHT22 terhubung ke pin digital GPIO 4 pada ESP32 untuk membaca data suhu dan kelembaban, sementara LCD I2C dihubungkan melalui komunikasi I2C menggunakan pin GPIO 21 (SDA) dan GPIO 22 (SCL). Data pembacaan dari sensor kemudian ditampilkan secara real-time di LCD, serta dikirim ke platform Ubidots melalui koneksi WiFi yang terhubung ke ESP32. Sistem ini memudahkan pengguna dalam memantau kondisi lingkungan secara lokal maupun jarak jauh.

Pada relay pertama dikendalikan melalui pin GPIO 14 untuk mengaktifkan kipas, sedangkan relay kedua dikendalikan melalui pin GPIO 12 untuk mengaktifkan pompa air. Kipas dan pompa mendapat daya dari adaptor 12V, sedangkan modul *step-down* digunakan untuk menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V agar aman digunakan oleh ESP32 dan sensor lainnya. Dengan konfigurasi ini, ESP32 dapat mengontrol beban tinggi secara aman melalui relay, sekaligus menjaga kestabilan dan efisiensi daya dalam sistem.

3. 3. 2. Pengembangan Antarmuka

1. Pembuatan variabel pada *dashboard*

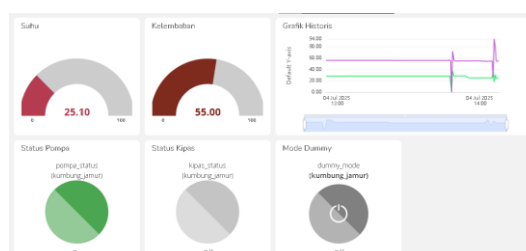
<input type="checkbox"/>	Value	Name	Last updated ↓
<input type="checkbox"/>	25.1	temperature	41 minutes ago
<input type="checkbox"/>	0	kipas_status	41 minutes ago
<input type="checkbox"/>	1	pompa_status	41 minutes ago
<input type="checkbox"/>	55	humidity	41 minutes ago
<input type="checkbox"/>	82	dummy_hum	42 minutes ago
<input type="checkbox"/>	0	dummy_mode	43 minutes ago
<input type="checkbox"/>	31	dummy_temp	43 minutes ago

Gambar 6. Variabel Ubidots

Variabel pada Ubidots berfungsi sebagai penampung data dari perangkat IoT yang dikirim secara *real-time* melalui internet. Variabel dapat dibuat secara manual melalui *dashboard* atau tercipta otomatis saat perangkat pertama kali mengirim data dengan label tertentu menggunakan metode HTTP POST ke platform Ubidots.

2. Pembuatan Tampilan di *Web Dashboard*

Gambar pembuatan tampilan pada *dashboard* disajikan sebagai berikut.



Gambar 7. Web Dashboard Ubidots

Sistem ini menyajikan visualisasi berbagai parameter penting seperti suhu dan kelembaban udara melalui antarmuka grafis seperti *gauge*, *chart*, dan *indicator*. Selain itu, status operasional perangkat pendukung seperti pompa, kipas, dan mode sistem untuk mengaktifkan *dummy* juga ditampilkan untuk memastikan kontrol otomatisasi berjalan dengan baik. Grafik historis yang disediakan memperkaya pemantauan dengan menampilkan tren perubahan variabel dari waktu ke waktu, sehingga memungkinkan pengguna melakukan analisis kondisi secara longitudinal. Secara keseluruhan, *dashboard* ini menjadi sarana penting dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data demi tercapainya lingkungan tumbuh jamur yang optimal dan berkelanjutan.

3.4 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam menjalankan fungsi pemantauan dan pengendalian suhu serta kelembaban secara otomatis dan real-time, sekaligus menilai efektivitas integrasi antara sensor DHT22, mikrokontroler ESP32, dan platform Ubidots. Pengujian dilakukan secara bertahap terhadap setiap komponen sistem, meliputi pembacaan data sensor, pengiriman data melalui protokol HTTP, visualisasi data pada dashboard Ubidots, serta respon sistem terhadap perubahan lingkungan melalui aktivasi kipas dan pompa air secara otomatis maupun manual.

3.4.1 Pengujian Sensor DHT22

Tahapan ini peneliti melakukan pengujian keseluruhan terhadap sistem yang mencakup komponen pada rangkaian alat. Yang pertama dilakukan adalah pengujian pada sensor DHT22 yang bertujuan untuk mengetahui bahwa fungsi sensor dapat berjalan sesuai dengan rencana peneliti yang bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kalibrasi Sensor DHT22

No	Waktu	Suhu Sensor (°C)	Suhu Acuan (°C)	Error suhu (°C)	Kelembaban Sensor (%)	Kelembaban Acuan (%)	Error Kelembaban (%)
1	00.06	25.5	25.3	0.2	85.4	83.0	2.4
2	00.12	25.6	25.9	0.3	86.3	87.9	1.6
3	00.18	25.4	25.4	0	87.7	91.3	3.6
4	00.24	25.8	26.0	0.2	88.2	86.1	2.1
5	00.30	26.0	25.7	0.3	87.9	84.5	3.4
6	00.36	26.3	26.1	0.2	88.2	89.8	1.6
7	00.42	26.5	26.8	0.3	87.8	91.0	3.2
8	00.48	27.0	26.7	0.3	87.6	85.3	2.3
9	00.54	26.9	27.2	0.3	87.5	86.0	1.5
10	01.00	26.7	26.4	0.3	87.2	84.9	2.3

Pengujian kalibrasi dilakukan selama 1 jam dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DHT22 terhadap alat ukur termometer dan higrometer digital sebagai acuan. Data dikumpulkan setiap 6 menit. Tabel berikut menyajikan hasil kalibrasi yang mencakup nilai pembacaan sensor, acuan, serta error absolut. Dari tabel tersebut, rentang suhu tercatat antara 25.4°C hingga 27.0°C, dan kelembaban antara 85.4% hingga 88.2%.

3.4.2 Pengujian Logika Relay

Berdasarkan logika relay, kipas akan menyala ketika suhu melebihi 28°C, sedangkan pompa aktif jika kelembaban turun di bawah 80% dan lebih dari 90%. Dalam kondisi suhu dan kelembaban normal, kedua perangkat akan tetap dalam keadaan mati. Namun, jika terjadi kombinasi suhu tinggi dan kelembaban rendah, relay akan mengaktifkan keduanya secara bersamaan. Mekanisme ini memastikan lingkungan kumbung tetap terjaga secara otomatis dengan intervensi yang minimal

Tabel 2. Hasil Pengujian Logika Relay

Kondisi Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kipas	Pompa
<28	>80	OFF	OFF
>28	>80	ON	OFF
<28	<80	OFF	ON
>28	<80	ON	ON

3.4.3 Pengujian Tampilan Antarmuka

Adapun gambar pengujian tampilan antarmuka disajikan sebagai berikut.



Gambar 8. Pengujian Tampilan Ubidots

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh widget pada aplikasi Ubidots tampil dengan baik, responsif, dan bebas dari kesalahan fungsi. Perpindahan antara mode *dummy* berjalan lancar, serta data sensor terus diperbarui tanpa gangguan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengujian antarmuka Ubidots berhasil dan mendukung sistem monitoring serta penyiraman otomatis secara optimal.

3.4.4 Hasil Pengujian Protokol HTTP

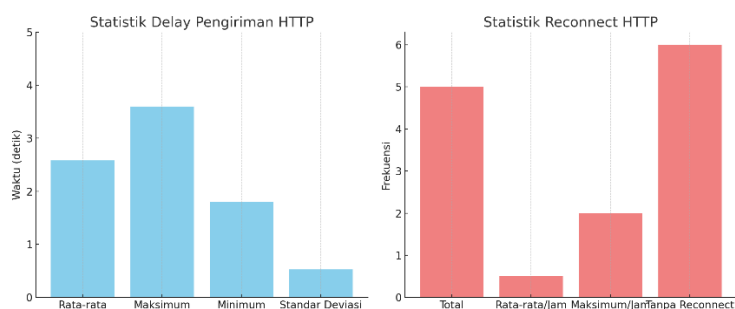
Untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang telah dikembangkan, dilakukan serangkaian pengujian pada setiap komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Hasil pengujian tersebut disajikan dalam bentuk tabel berikut sebagai bahan analisis terhadap kinerja sistem.

Tabel 3. Hasil Pengujian Protokol HTTP

No.	Jenis Pengujian	Hasil Uji	Keterangan
1.	Pengiriman data sensor DHT22 (HTTP POST)	Data tampil dengan delay sekitar 2-4 detik	Data yang tampil di ubidots < 5 detik setelah pengiriman
2.	Ketahanan HTTP terhadap gangguan Wi-Fi	Koneksi terputus dan menghubungkan kembali dalam ± 8 detik	Waktu untuk <i>reconnect-ing</i> masih pada batas wajar
3.	Token yang tidak sesuai	HTTP <i>response</i> : 403 <i>Forbidden</i>	Komunikasi ditolak, sesuai dengan ekspektasi keamanan token
4.	Format payload JSON yang salah (uji manual)	HTTP <i>response</i> : 400 <i>Bad Request</i>	Validasi Ubidots terhadap format data bekerja dengan baik

Pengujian komunikasi HTTP antara ESP32 dan platform Ubidots menunjukkan hasil yang memuaskan dan sesuai ekspektasi sistem IoT yang andal. Pengiriman data sensor DHT22 melalui metode HTTP POST berhasil dilakukan dengan jeda waktu sekitar 3–5 detik sebelum data muncul di *dashboard* Ubidots, masih dalam batas respon real-time. Saat koneksi Wi-Fi terputus, perangkat mampu melakukan *reconnect* otomatis dalam waktu ± 8 detik, menandakan kemampuan adaptif terhadap gangguan jaringan. Validasi keamanan token juga berjalan baik, ditandai dengan respons 403 *Forbidden* saat token tidak sesuai,

serta deteksi kesalahan format JSON yang ditandai dengan respons 400 *Bad Request*. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme autentikasi dan validasi data pada server Ubidots telah berfungsi secara optimal.



Gambar 8. Grafik Statistik Pengujian HTTP

Berdasarkan grafik statistik pengujian komunikasi HTTP, sistem menunjukkan performa yang cukup andal dan responsif. Rata-rata waktu *delay* pengiriman data dari ESP32 ke platform Ubidots tercatat sebesar 2,58 detik, dengan nilai maksimum 3,6 detik dan minimum 1,8 detik, yang masih berada di bawah ambang 5 detik untuk sistem monitoring real-time. Selain itu, hasil pengujian *reconnect* menunjukkan bahwa dalam 10 sesi pengujian berdurasi satu jam, sebanyak 6 sesi tidak mengalami putus koneksi sama sekali, dengan rata-rata reconnect hanya 0,5 kali per jam. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan komunikasi data secara konsisten dalam lingkungan penggunaan aktual.

3.4.5 Analisis Hasil

Seluruh hasil pengujian yang tersaji dalam tabel menunjukkan bahwa sistem pemantauan dan pengendalian lingkungan kumbung jamur tiram telah berfungsi sesuai harapan. Sensor DHT22 mampu memberikan data suhu dan kelembaban yang akurat dengan tingkat kesalahan yang masih dalam batas wajar. Komunikasi antara ESP32 dan Ubidots melalui protokol HTTP berjalan lancar, memungkinkan sistem untuk dikendalikan sepenuhnya dari *dashboard* secara jarak jauh. Selain itu, otomatisasi kipas dan pompa merespons kondisi lingkungan secara tepat sesuai nilai ambang yang ditentukan, dengan tingkat keberhasilan 100% dalam serangkaian pengujian. Dengan demikian, sistem telah terimplementasi dengan baik dan mampu mendukung proses budidaya jamur secara efisien dan otomatis.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara pada budidaya jamur tiram berhasil diimplementasikan sesuai dengan tujuan yang telah dirancang. Sistem mampu membaca data sensor DHT22 secara real-time, mengirimkan dan menerima data melalui protokol HTTP secara stabil, serta mengendalikan perangkat kipas dan pompa secara otomatis berdasarkan ambang batas yang ditentukan. Selain itu, pengguna juga dapat memantau dan mengontrol sistem secara jarak jauh melalui *dashboard* Ubidots yang responsif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja dengan baik, akurat, dan saling terintegrasi dalam mendukung kebutuhan budidaya jamur tiram.

REFERENSI

- [1] M. Alqamari, "Kajian Media Tanam Dan Auksin Terhadap Pertumbuhan Bibit F0 Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)," *Jurnal SOMASI (Sosial Humaniora Komunikasi)*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, Dec. 2022, doi: 10.53695/js.v3i2.809.
- [2] T. Inayah and E. Prima, "Budidaya Jamur Tiram dan Pengolahannya Sebagai Upaya Meningkatkan Ekonomi Kreatif Desa Beji," *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 2, pp. 96–99, Aug. 2022, doi: 10.32764/abdimasper.v3i2.2881.
- [3] S. Syahid, D. F. Saputro, A. Z. Sarianto, N. D. DPP, and N. Azmi, "SISTEM BUDIDAYA JAMUR BERBASIS INTERNET OF THINGS GUNA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PETANI JAMUR DI KABUPATEN SEMARANG," *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 18, no. 3, pp. 199–206, Apr. 2023, doi: 10.32497/orbith.v18i3.4363.
- [4] M. Imron and M. Mahmuri, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN PADA KUMBUNG JAMUR TIRAM BERBASIS ARDUINO," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 32, Oct. 2022, doi: 10.31000/jte.v6i1.7001.
- [5] M. A. Hudhoifah and D. I. Mulyana, "Implementasi Monitoring Suhu dan Kelembaban Kumbung jamur pada Budidaya Jamur Tiram dengan NodeMCU - ESP8266 di Desa Wirasana Purbalingga," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 2, pp. 472–480, Feb. 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i2.1222.
- [6] I. Gunawan and H. Ahmadi, "Kajian Dan Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis (Smart Feeder) Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Internet Of Things," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 7, no. 1, pp. 40–51, Jan. 2024, doi: 10.29408/jit.v7i1.23523.
- [7] S. Sibuea, I. Istifadah, and Y. B. Widodo, "Perancangan Dan Implementasi Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara dengan Perekam Data Berbasis Arduino Uno dan Sensor DHT22 di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Citeko," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 410–424, Mar. 2023, doi: 10.37012/jtik.v9i1.1478.

- [8] T. Sutikno, A. N. Wahyudi, T. Wahono, W. Arsadiando, and H. S. Purnama, "Smart irrigation system using node microcontroller unit ESP8266 and Ubidots cloud platform," *Computer Science and Information Technologies*, vol. 5, no. 2, pp. 168–175, Jul. 2024, doi: 10.11591/csit.v5i2.pp168-175.
- [9] Y. Wibowo, F. E. Prasetyadana, and B. Suryadharna, "Implementasi Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram dengan IOT," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, vol. 10, no. 3, p. 380, Sep. 2021, doi: 10.23960/jtep-1.v10i3.380-391.
- [10] D. F. Arrafi, "PEMANFAATAN TELEMETRI UNTUK SISTEM PENGENDALI SUHU PADA KUMBUNG JAMUR BERBASIS LORA," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5927.
- [11] A. H. Saptadi, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22," *JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronik*, vol. 6, no. 2, p. 49, Nov. 2014, doi: 10.20895/infotel.v6i2.16.
- [12] H. Andre *et al.*, "Perancangan Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kumbung Jamur Berbasis Internet of Things," *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 26–32, May 2022, doi: 10.33019/electron.v3i1.14.
- [13] R. Yunita, "Pengaruh Internet of Things (IoT) terhadap Efisiensi dan Efektivitas Layanan Kesehatan: Tinjauan Literatur," *JR : Jurnal Responsive Teknik Informatika*, vol. 8, no. 01, pp. 12–18, Jun. 2024, doi: 10.36352/jr.v8i01.801.
- [14] I. P. Sari, A. Novita, A.-K. Al-Khowarizmi, F. Ramadhani, and A. Satria, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3," *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 4, pp. 337–343, Jun. 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i4.505.
- [15] L. K. Hendinata and A. I. R. Fikri, "Development of IoT-Based Temperature and Relative Humidity Monitoring System for Mushroom Cultivation House," *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 10, no. 1, pp. 95–102, Apr. 2023, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v10i1.3919.
- [16] A. Rahmadini, N. D. A. Rinjanik, and S. N. Aini, "OYSTER MUSHROOM CULTIVATION DEVELOPMENT TO ENCOURAGE THE SUSTAINABILITY OF CREATIVE ECONOMY PROGRAMS AND COMMUNITY EMPOWERMENT AT LAZNAS BAITUL MAAL MUAMALAT," *Journal of Economic Welfare, Philanthropy, Zakat and Waqf*, vol. 4, p. 15, Jun. 2024, doi: 10.32505/asnaf.v4i1.
- [17] M. Sihite, "INDONESIAN JOURNAL OF MEDIA INFORMATICS (IJMI) Inovasi Pengendalian Suhu dan Kelembaban Pada Budidaya Jamur Melalui Implementasi Internet of Things (IoT)," *Indonesian Journal of Media Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 44–52, Feb. 2025, doi: 10.61674/asytzk97.
- [18] A. Baidlowi *et al.*, "Participatory Action Research Masyarakat Dusun Kamongan dalam Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) sebagai Upaya Meningkatkan Pendapatan," *IJCD: Indonesian Journal of Community Dedication*, vol. 02, no. 01, pp. 125–133, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJCD>
- [19] A. Noor, P. Studi Teknologi Informasi, P. Negeri Tanah Laut Jln Ahmad Yani Km, and D. Panggung Pelaihari Tanah Laut, "Prototipe Smart Agriculture di Lahan Pertanian Berbasis Web," *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronik*, vol. 7, no. 1, pp. 140–149, Apr. 2024, doi: 10.36595/jire.v7i1.1117.
- [20] C. Mamahit, B. Kilis, H. Angmalisang, and N. Sangi, "Rumah Pintar dengan Lampu Kontrol Suara Menggunakan Arduino Uno R3," *Electrician - Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 18, no. 02, pp. 144–152, May 2024, doi: 10.23960/elc.v18n2.2567.
- [21] K. A. M. D. Prayoga and I. G. N. A. P. P., "Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk," *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2025, doi: 10.38043/telsinas.v8i1.6020.
- [22] C. F. Hadi, R. M. Yasi, and A. Prasetyo, "Model Decision Tree Forecasting Berbasis DHT22 pada Smart Hydroponic Microgreen," *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 6, no. 1, pp. 29–38, Jan. 2024, doi: 10.20895/jtece.v6i1.1218.
- [23] M. K. Anam, I. Hikmah, and S. I. Purnama, "PROTOTIPE SISTEM PEMANTAU DAN PENGENDALI VOLUME AIR PADA TANGKI BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik*, vol. 25, no. 1, pp. 20–31, Jun. 2024, doi: 10.53810/jt.v25i1.523.
- [24] D. Dasril, H. Indou, and R. Suppa, "PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI BANJIR MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS IOT," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.5135.