

Rancang Bangun Sistem Ruang Budidaya Jamur Dengan Metode *Research And Development* Berbasis *Internet Of Things*

Dwi Rana, Sirojul Hadi, Muhammad Zulfikri, Husain, Raisul Azhar

Universitas Bumigora , Mataram, Indonesia

Correspondence : e-mail: dwirana403@gmail.com

Abstrak

Budidaya jamur tiram membutuhkan kondisi lingkungan optimal, seperti suhu, kelembapan, sirkulasi udara, dan pencahayaan. Pengendalian manual kurang efisien, terutama jika lokasi budidaya jauh. Penelitian ini bertujuan merancang sistem ruang budidaya jamur tiram berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemantauan dan pengendalian otomatis. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan sensor DHT22 untuk suhu dan kelembapan, MQ-135 untuk kualitas udara, serta BH1750 untuk intensitas cahaya. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pengendali utama yang terhubung ke platform website untuk pemantauan real-time. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menjaga kondisi lingkungan dengan akurasi sensor suhu 99,4%, kelembapan 95,6%, dan intensitas cahaya 94,8%. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) meningkatkan efisiensi energi dan mendukung keberlanjutan. Sistem ini terbukti lebih efektif dibandingkan metode manual dalam meningkatkan pertumbuhan jamur tiram, sehingga menjadi solusi inovatif dalam budidaya jamur.

Kata kunci: Internet Of Things, Budidaya Jamur Tiram, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Mikrokontroler ESP32.

Abstract

Oyster mushroom cultivation requires optimal environmental conditions, such as temperature, humidity, air circulation, and lighting. Manual control is less efficient, especially if the cultivation location is far away. This study aims to design an oyster mushroom cultivation room system based on the Internet of Things (IoT) for automatic monitoring and control. The method used is Research and Development (R&D) with DHT22 sensors for temperature and humidity, MQ-135 for air quality, and BH1750 for light intensity. The ESP32 microcontroller is used as the main controller connected to the website platform for real-time monitoring. The test results show that the system is able to maintain environmental conditions with a temperature sensor accuracy of 99.4%, humidity of 95.6%, and light intensity of 94.8%. The use of Solar Power Plants (PLTS) increases energy efficiency and supports sustainability. This system has proven to be more effective than manual methods in increasing the growth of oyster mushrooms, making it an innovative solution in mushroom cultivation.

Keywords: Internet Of Things, Oyster Mushroom Cultivation, Solar Power Generation, ESP32 Microcontroller.

1. Pendahuluan

Teknologi era Industri 4.0 mendorong perkembangan budidaya jamur tiram di Indonesia. [1]. Perkembangan teknologi berperan penting dalam kemajuan, termasuk di bidang pertanian, untuk menjaga suhu dan kelembapan kumbung agar pertumbuhan jamur tiram optimal. [1] [2] Jamur tiram (*Pleurotus* sp) adalah jamur konsumsi bergizi tinggi dengan permintaan pasar tinggi, namun pasokan masih terbatas. Kendala utama budidaya adalah pengendalian suhu dan kelembapan yang masih dilakukan manual, terutama karena lokasi budidaya biasanya jauh dari pemukiman untuk menghindari polusi. Kondisi ini membuat petani harus melakukan pengecekan dan penyiraman berkala, sehingga kurang efisien dalam tenaga dan waktu. [3]. Suhu dan kelembapan menjadi faktor penting dalam budidaya jamur tiram, sehingga diperlukan pengendalian otomatis menggunakan mikrokontroler dan aktuator untuk menjaga kondisi optimal di kumbung [4].

Budidaya tanaman dalam ruang tertutup memerlukan pengaturan suhu, kelembapan, sirkulasi udara, dan pencahayaan agar sesuai dengan kondisi alamnya. Pada jamur tiram, pertumbuhan tubuh buah optimal pada suhu 28°C, kelembapan 80% RH, kualitas udara 0–50 ppm, dan intensitas cahaya 50–300 lux [5].

Penggunaan teknologi yang dapat mengatur suhu dan kelembapan lingkungan secara otomatis sangat dibutuhkan dalam budidaya jamur tiram. Selain itu, dengan semakin berkembangnya teknologi Internet of Things (IoT), pengembangan sistem budidaya jamur tiram yang terintegrasi dengan IoT dapat memberikan kemudahan dalam pemantauan dan kontrol lingkungan tumbuh jamur. Internet of things pertama kali diperkenalkan oleh K. Asthon pada tahun 1999. Prinsip kerja perangkat IoT yaitu memungkinkan benda fisik dapat saling terhubung dan saling bertukar informasi satu sama lain dengan menggunakan jaringan internet. Dengan adanya IoT dapat memperluas manfaat penggunaan jaringan internet [6].

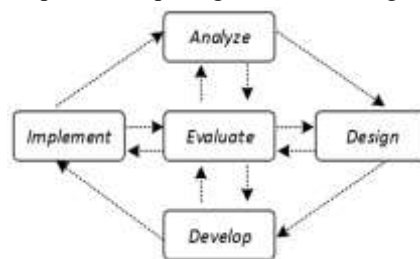
Dalam perkembangan inovasi teknologi elektronika dan bermacam-macam sensor yang tersedia, seperti Perkembangan teknologi sensor seperti DHT22, MQ-135, dan BH1750 digunakan untuk memantau dan mengendalikan suhu, kelembapan, kualitas udara, serta intensitas cahaya pada ruang budidaya jamur tiram secara otomatis, meskipun petani berada jauh dari lokasi.

Menurut [7] mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembapan dengan aplikasi Blynk, namun akurasi sensor rendah dan rentang pengukuran terbatas. Menurut [8] penelitian yang menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT22 meliputi keterbatasan dalam pemantauan kualitas udara, karena tidak menggunakan sensor tambahan seperti MQ-135. Selain itu, NodeMCU memiliki kemampuan konektivitas dan daya pemrosesan yang lebih rendah dibandingkan ESP32, serta tidak mempertimbangkan pengukuran pencahayaan dengan sensor BH1750. Sistem ini juga berpotensi memiliki respon yang lebih lambat dalam pengelolaan data dari beberapa sensor dan kurang fleksibel serta skalabel untuk penambahan perangkat baru. Menurut [9] merancang sistem berbasis Arduino untuk kontrol suhu dan kelembapan dengan LCD, tetapi tanpa pemantauan jarak jauh. Menurut [10] mengembangkan alat pengontrol suhu otomatis berbasis Arduino Uno dengan sensor DHT11 dan tampilan LCD, namun tanpa konektivitas internet. Sementara itu, menurut [11] merancang sistem smart garden untuk monitoring kumbung jamur menggunakan sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembapan dengan website, namun akurasi sensor rendah dan rentang pengukuran terbatas.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti ini bertujuan untuk merancang sistem ruang budidaya jamur tiram berbasis Internet of Things (IoT) dengan metode Research and Development. Sistem memantau dan mengendalikan suhu, kelembapan, kualitas udara, dan intensitas cahaya secara otomatis menggunakan sensor DHT22, MQ-135, BH1750, dan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke website untuk pemantauan real-time. Sumber energi berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sehingga sistem ramah lingkungan, hemat energi, dan efisien dalam operasional jangka panjang

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem ruang budidaya jamur berbasis IoT secara efektif dan efisien. Model pengembangan dapat dilihat pada gambar 2.1 sebagai berikut



Gambar 2. 1 Model Pengembangan ADDIE
Sumber : (Sugihartini, 2018)

2.1 Model Pengembangan ADDIE

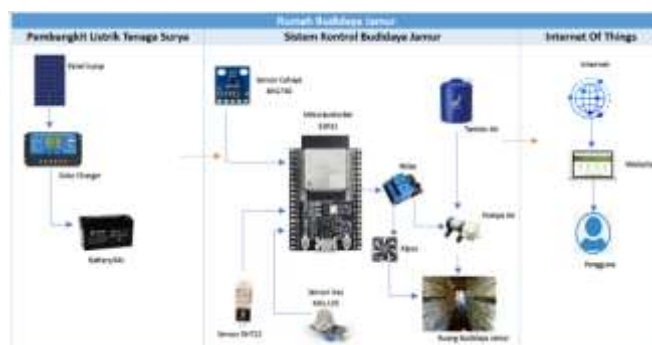
Model pengembangan terdiri dari 5 tahapan yaitu :

- Analysis (Analisis) : Mengidentifikasi kebutuhan dan spesifikasi sistem melalui analisis masalah, pemilihan perangkat keras dan lunak, dan kajian literatur.
- Design (Desain) : Merancang sistem berdasarkan analisis, termasuk pembuatan flowchart, diagram blok, serta rancangan perangkat keras dan lunak.

- c) Development (Pengembangan) : Mewujudkan rancangan menjadi sistem yang berfungsi, meliputi pembuatan perangkat keras, penulisan kode program, serta pengujian dan integrasi sistem.
- d) Implementation (Implementasi) : Menerapkan sistem di lingkungan nyata dengan pengujian sensor, verifikasi relay, evaluasi antarmuka website, pengujian PLTS, pengujian keseluruhan system serta analisis pertumbuhan jamur antara metode IoT dan manual.
- e) Evaluation (Evaluasi) : Menilai efisiensi dan efektivitas sistem, menyusun laporan akhir dan rekomendasi pengembangan lebih lanjut.

2.2 Desain Blok Sistem

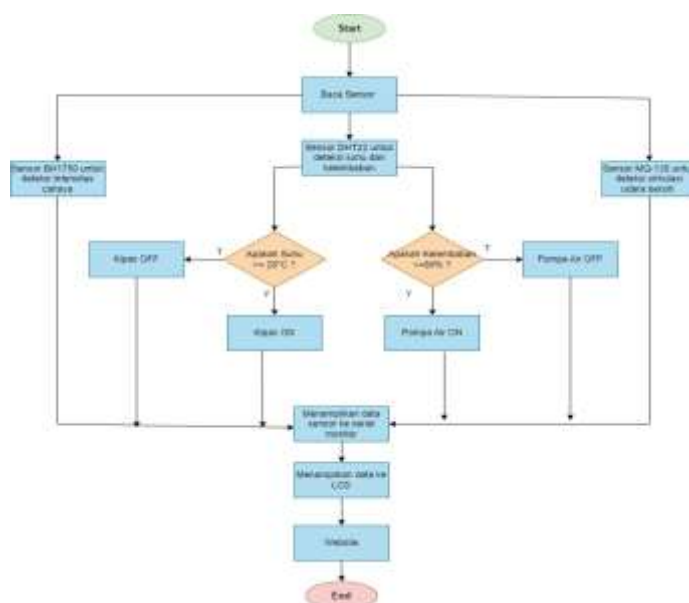
Desain blok sistem menunjukkan interaksi PLTS, ESP32, sensor, dan aktuator dalam ruang budidaya jamur berbasis IoT untuk otomatisasi dan pemantauan real-time. Diagram blok sistem dapat dilihat pada gambar 2. 2 sebagai berikut



Gambar 2. 2 Diagram Blok Sistem

2.3 Desain Flowchart Sistem

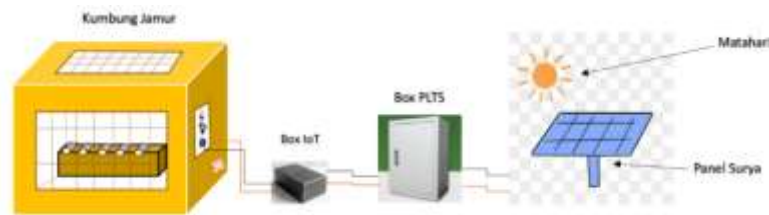
Design flowchart system ini menggambarkan alur kerja sistem pengendalian lingkungan pada ruang budidaya jamur berbasis Internet of Things (IoT). Flowchat system dapat dilihat pada gambar 2. 3 sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Flowchart Sistem

2.4 Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras mengintegrasikan PLTS dan kumbung jamur berbasis IoT untuk suplai daya berkelanjutan dan lingkungan optimal. Desain perangkat keras dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Desain Perangkat Keras

2.5 Desain Perangkat Lunak

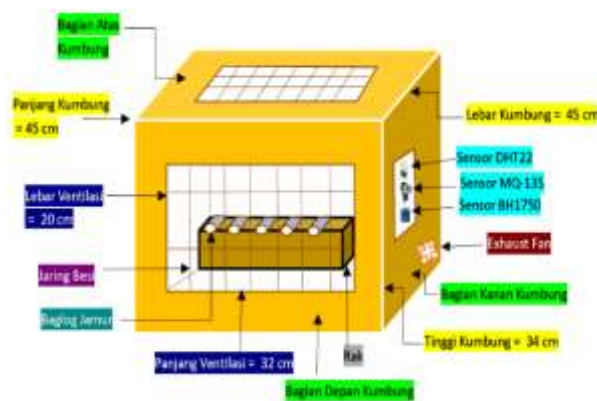
Desain perangkat lunak yang dikembangkan merupakan sebuah antarmuka berbasis web yang dirancang untuk memonitor data sensor secara real-time pada ruang budidaya jamur. Desain perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 2. 5 sebagai berikut:



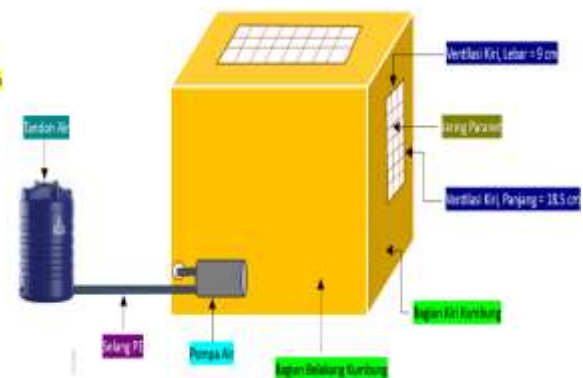
Gambar 2. 5 Desain Perangkat Lunak

2.6 Desain Kumbung Jamur

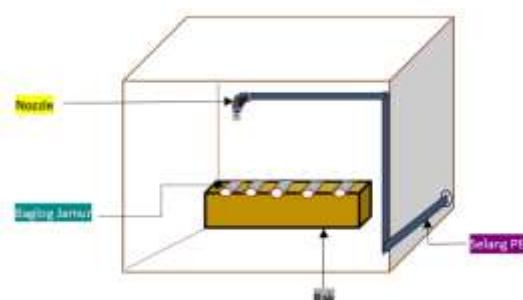
Desain Kumbung jamur dapat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Bagian Depan Kumbung



Gambar 2. 7 Bagian Belakang Kumbung



Gambar 2. 8 Bagian Dalam Kumbung

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Development

Pada tahap pengembangan (development) dilakukan instalasi perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, untuk memastikan semua komponen dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan.

3.1.1 Perancangan Perangkat Keras Kumbung Jamur

Pembuatan kumbung jamur dimulai dengan kayu mahoni 3 m x 2,8 cm yang dipilih karena kekuatannya terhadap kelembapan. Kayu dipotong menggunakan gergaji dan dirangkai menjadi kerangka 45 cm x 45 cm x 34 cm dengan sekrup, baut, dan paku. Ventilasi udara dipasang di lima sisi, menggunakan jaring besi dan paranet untuk sirkulasi dan pengaturan cahaya.

Seluruh permukaan kayu dilapisi plitur varnish untuk perlindungan. Sistem otomatisasi mencakup pompa air DC, exhaust fan DC, serta selang PE dan nozzle untuk menjaga kelembapan. Sensor DHT22, MQ135, dan BH1750 dipasang untuk pemantauan suhu, kelembapan, dan cahaya, terhubung ke ESP32 untuk sistem IoT yang memungkinkan pemantauan real-time via website. Desain ini menggabungkan konstruksi berkualitas dan teknologi otomatisasi untuk lingkungan budidaya jamur yang optimal. Perancangan perangkat keras kumbung jamur dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 3. 1 Bagian Depan Kumbung



Gambar 3. 2 Bagian Kanan Kumbung



Gambar 3. 3 Bagian Kiri Kumbung



Gambar 3. 4 Bagian Belakang Kumbung



Gambar 3. 5 Bagian Dalam Kumbung

3.1.2 Perancangan Perangkat Keras Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS terdiri dari panel surya 50 WP, solar charge controller 10 A, baterai 12 V, dan modul LM2596 untuk menyuplai daya ke box IoT. Panel surya mengisi baterai melalui controller, dilengkapi saklar on/off, dan seluruh komponen ditempatkan dalam box 40×50×20 cm untuk perlindungan dan kemudahan akses, sehingga efisien dan fleksibel. Perancangan PLTS dapat dilihat pada gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3. 6 Perancangan PLTS

3.1.3 Perancangan Perangkat Keras Alat Kontrol Box IoT

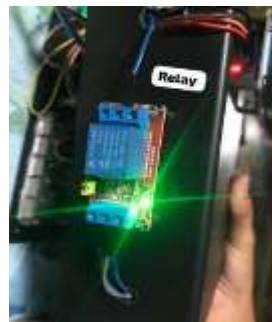
Alat kontrol IoT ini menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali untuk mengotomatisasi pengelolaan suhu, kelembapan, kualitas udara, dan pencahayaan di kumbung jamur. Sensor DHT22, MQ-135, dan BH1750 terhubung ke relay untuk mengontrol kipas dan pompa secara otomatis, dengan hasil pemantauan ditampilkan di LCD I2C 16x2. Modul LM2596 mengatur tegangan dari 12 V ke 5 V, dan seluruh komponen tersusun rapi dalam box IoT berukuran 18×11×6 cm untuk efisiensi energi dan kestabilan kinerja.. Perancangan alat box iot dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 3. 7 Bagian dalam box IoT



Gambar 3. 8 Bagian depan box IoT



Gambar 3. 9 Bagian kiri box IoT



Gambar 3. 10 Bagian kanan box IoT

3.1.4 Pengembangan Website

Website dikembangkan menggunakan PHP dengan aplikasi Visual Studio Code sebagai editor. Website ini berfungsi untuk menerima data dari ESP32, menampilkan kondisi lingkungan secara real-time.

3.1.5 Pengembangan Database

Sistem ini menggunakan database server yaitu MySQL dengan nama mon5677_db sensor yang berisi tabel tb_sensor. Tabel ini dirancang untuk menyimpan data dari sensor secara terstruktur, seperti suhu, kelembapan, kualitas udara, intensitas cahaya, dan waktu. Data yang dikirim oleh ESP32 melalui protokol HTTP akan disimpan dalam tabel ini, mendukung pemantauan real-time.

3.1.6 Pengembangan Kode Program ESP32

Kode program untuk ESP32 ditulis menggunakan Arduino IDE. Program ini membaca data dari sensor, mengirimkan data ke website, dan mengontrol perangkat keras berdasarkan parameter lingkungan yang telah ditentukan.

3.2 Implementasi

3.2.1 Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 mencakup pengukuran suhu dan kelembapan dengan membandingkan data yang dihasilkan sensor dengan alat hygrometer untuk memastikan akurasi dan keandalannya. Tabel pengujian suhu dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel pengujian kelembapan dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Berdasarkan hasil pengujian sensor kelembapan DHT22 pada tabel 3.2 bahwa pembacaan kelembapan oleh sensor DHT22 cukup akurat dengan rata-rata error pembacaan kelembapan adalah 4.31% dan akurasi sensor sebesar 95,6%

No	DHT22 [°C]	Kelembapan		Error %
		Hygrometer (%)	DHT22	
1	30.5	88	7.7	8.8
2	30.6	88	7.9	8.8
3	30.8	92	8.0	8.2
4	30.9	92	8.0	8.2
5	30.9	92	8.0	8.2
6	30.9	92	8.0	8.2
7	30.9	92	8.0	8.2
8	30.9	92	8.0	8.2
9	30.9	92	8.0	8.2
10	30.9	92	8.0	8.2
11	30.9	92	8.0	8.2
12	30.9	92	8.0	8.2
13	30.9	92	8.0	8.2
14	30.9	92	8.0	8.2
15	30.9	92	8.0	8.2
16	30.9	92	8.0	8.2
17	30.9	92	8.0	8.2
18	30.9	92	8.0	8.2
19	30.9	92	8.0	8.2
20	30.9	92	8.0	8.2
21	30.9	92	8.0	8.2
22	30.9	92	8.0	8.2
23	30.9	92	8.0	8.2
24	30.9	92	8.0	8.2
25	30.9	92	8.0	8.2
26	30.9	92	8.0	8.2
27	30.9	92	8.0	8.2
28	30.9	92	8.0	8.2
29	30.9	92	8.0	8.2
30	30.9	92	8.0	8.2
Rata - Rata Error				4.31

Tabel 3.2 Pengujian Kelembapan DHT22

No	DHT22 [°C]	Suhu		Error %
		Hygrometer	DHT22	
1	30.5	28.5	18.2	9.70
2	30.6	28.6	18.2	9.80
3	30.8	28.8	18.1	9.81
4	30.9	28.9	18.1	9.81
5	30.9	28.9	18.1	9.81
6	30.9	28.9	18.1	9.81
7	30.9	28.9	18.1	9.81
8	30.9	28.9	18.1	9.81
9	30.9	28.9	18.1	9.81
10	30.9	28.9	18.1	9.81
11	30.9	28.9	18.1	9.81
12	30.9	28.9	18.1	9.81
13	30.9	28.9	18.1	9.81
14	30.9	28.9	18.1	9.81
15	30.9	28.9	18.1	9.81
16	30.9	28.9	18.1	9.81
17	30.9	28.9	18.1	9.81
18	30.9	28.9	18.1	9.81
19	30.9	28.9	18.1	9.81
20	30.9	28.9	18.1	9.81
21	30.9	28.9	18.1	9.81
22	30.9	28.9	18.1	9.81
23	30.9	28.9	18.1	9.81
24	30.9	28.9	18.1	9.81
25	30.9	28.9	18.1	9.81
26	30.9	28.9	18.1	9.81
27	30.9	28.9	18.1	9.81
28	30.9	28.9	18.1	9.81
29	30.9	28.9	18.1	9.81
30	30.9	28.9	18.1	9.81
Rata - Rata Error				9.80

Tabel 3.1 Pengujian Suhu DHT22

3.2.2 Pengujian Sensor BH1750

Pengujian sensor BH1750 dilakukan untuk mendeteksi intensitas cahaya dalam kumbung jamur dengan membandingkan data yang dihasilkan sensor dengan alat lux meter guna memastikan akurasi pengukuran. Pengujian sensor BH1750 dapat dilihat pada tabel 3. 3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Pengujian Intensitas Cahaya

No	BH1750 (lx)	LUX METER (lx)	Selaku	Error (%)
1	15.5	12	0.3	4.1
2	15.5	15	0	0
3	15.5	15	0.8	2.5
4	15.5	15	1.5	2.5
5	15.5	16	1.8	11.8
6	15.5	15	0.5	2.5
7	15.5	12	0.5	4.1
8	15.5	12	1.2	20.8
9	15.5	10	1.8	20.8
10	15.5	11	0.8	1.7
11	15.5	15	1.5	20.8
12	15.5	15	0.5	2.5
13	15.5	11	1.8	4.1
14	15.5	11	1	0
15	15.5	13	0	0
16	15.5	13	0.8	0
17	15.5	12	0.4	2.5
18	15.5	11	0.5	2.5
19	15.5	15	0.9	3.6
20	15.5	19	0.8	0
21	15.5	11	0.8	4.1
22	15.5	12	1.3	3.6
23	15.5	12	0.2	4.1
24	15.5	12	0	0
25	15.5	17	0.9	4.1
26	15.5	11	0.2	1.5
27	15.5	11	0.6	2.5
28	15.5	11	0.7	1.6
29	15.5	14	0.4	2.5
30	15.5	12	0.5	4.1
Rata-Rata Error				4.2

Berdasarkan hasil pengujian sensor BH1750 pada tabel 3. 3 bahwa pembacaan intensitas Cahaya oleh sensor BH1750 cukup akurat dengan rata-rata error pembacaan intensitas cahaya adalah 5.2% dan akurasi sensor sebesar 94.8%

3.2.3 Pengujian Relay

Pengujian relay bertujuan memastikan kontrol otomatis exhaust fan dan pompa air sesuai dengan suhu dan kelembapan yang terdeteksi sensor. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 3.4 sebagai berikut:

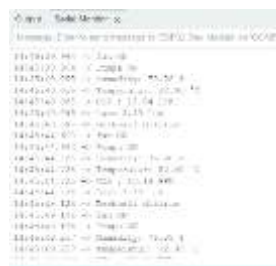
Tabel 3. 4 Pengujian Relay

No	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Exhaust Fan	Pompa Air
1	30.2	79.3	ON	ON
2	30.2	79.1	ON	ON
3	30.3	79.2	ON	ON
4	29.4	79.8	ON	ON
5	29.7	80.2	ON	OFF
6	29.7	80.1	ON	OFF
7	29.8	80.2	ON	OFF
8	29.7	80.2	ON	OFF
9	28.8	81.2	OFF	OFF
10	28.1	81.4	OFF	OFF

Berdasarkan hasil pengujian bahwa Exhaust Fan aktif saat suhu $>28^{\circ}\text{C}$ untuk ventilasi, dan Pompa Air menyala saat kelembaban $<80\%$ guna menjaga lingkungan optimal. Keduanya bekerja bersamaan jika suhu tinggi dan kelembaban rendah. Saat suhu $\leq 28^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\geq 80\%$, sistem otomatis nonaktif.

3.2.4 Pengujian Website

Pengujian website dilakukan untuk memastikan data sensor dari ESP32 terkirim secara real-time ke serta memverifikasi kesesuaian data antara serial monitor dan tampilan di website. Dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 3. 11 Tampilan Serial Monitor



Gambar 3. 12 Tampilan Website

3.2.5 Pengujian PLTS

Pengujian PLTS bertujuan mengevaluasi kinerja pengisian baterai menggunakan panel surya 50 WP yang dikontrol oleh solar charger. Pengujian dilakukan dengan memantau tegangan dan arus dari panel surya serta baterai dalam berbagai kondisi cuaca. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3. 5 sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Pengujian PLTS

Waktu	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (mA)	Tegangan Baterai (V)	Arus Pengisian (mA)	Kondisi Cuaca
10.15	12.85	1.05	12.35	1.03	Cerah
10.45	12.88	1.05	12.51	1.03	Cerah
11.15	13.80	1.17	13.75	1.17	Cerah
11.45	14.17	1.20	14.03	1.20	Cerah
12.15	14.21	1.20	14.07	1.20	Cerah
12.45	20.43	1.77	13.37	1.12	Cerah
13.15	21.04	1.82	13.45	1.13	Cerah
13.45	13.81	1.18	13.72	1.10	Berawan
14.15	13.33	1.12	13.24	1.11	Berawan
14.45	13.27	1.12	13.18	1.10	Berawan
15.15	13.26	1.12	13.17	1.10	Berawan
15.45	13.37	1.13	13.29	1.11	Berawan
16.15	13.57	1.15	13.49	1.14	Berawan
16.45	13.62	1.15	13.53	1.14	Berawan
17.15	13.57	1.15	13.49	1.14	Mendung
17.45	13.45	1.13	13.36	1.12	Mendung
18.15	13.28	1.12	13.17	1.10	Mendung

Hasil pengujian PLTS menunjukkan bahwa tegangan panel surya meningkat dari 12.45 V pada pukul 10.15 hingga puncaknya 21.04 V pada 13.15 saat cuaca cerah, lalu menurun hingga 13.26 V pada 18.15 saat mendung. Arus panel mencapai puncak 1.82 mA pada 13.15, sementara tegangan baterai naik dari 12.35 V hingga stabil di kisaran 13.17–13.49 V. Arus pengisian tertinggi tercatat 1.20 mA pada 12.15. Cuaca cerah meningkatkan efisiensi pengisian, namun sistem tetap berfungsi dalam kondisi mendung.

3.2.6 Perbandingan Pertumbuhan Jamur

Perbandingan pertumbuhan jamur antara kondisi dengan sistem dan tanpa sistem dapat dilihat pada tabel 3. 6 Hasil tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan jamur dengan sistem mengalami peningkatan yang lebih signifikan, baik dari segi kecepatan maupun kualitas, dibandingkan dengan pertumbuhan tanpa sistem.

Tanggal	Metode	Umur	Panjang	Lebar	Jumlah	Berat	Keterangan	Dokumentasi
		(hari)	(cm)	(cm)		(g)		
02-02-2025	Dengan Sistem	1	1.5	1.3	5	-	Pinhead Mulai Muncul	
02-02-2025	Tanpa Sistem	1	1.4	1.2	5	-	Pinhead mulai muncul	
03-02-2025	Dengan Sistem	2	2.0	2.5	7	-	Pertumbuhan stabil	

03-02-2025	Tanpa sistem	2	2.3	2.2	2	-	Jamur mulai mengering	
04-02-2025	Dengan Sistem	3	6.0	4.5	9	-	Jamur mulai membesar	
04-02-2025	Tanpa Sistem	3	0.2	0.1	1	-	Jamur semakin kering dan layu	
05-02-2025	Dengan Sistem	4	8.0	6.0	10	250	Siap panen	
05-02-2025	Tanpa Sistem	4	0.0	0.0	0	0	Jamur kering, tidak dapat dipanen	

3.2.7 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja komponen utama, meliputi pemantauan daya dari PLTS dan baterai, pengukuran lingkungan dengan sensor DHT22, MQ-135, dan BH1750, serta kontrol pompa dan exhaust fan melalui relay. Sistem juga diuji pada fitur notifikasi website. Pengambilan data dilakukan setiap 15 menit dari pukul 08.00 hingga 11.30, dengan hasil ditampilkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Pengujian keseluruhan Sistem

Waktu	PLTS			Sensor			Relay		Notifikasi Website	Cuaca
	Panel (V)	Baterai (V)	Suhu (°C)	Kelambaban (%RH)	Udara (ppm)	Cahaya (lux)	Fan	Pompa		
08.00	12.81	12.74	28.9	87.2	8.9	181	ON	OFF	Berhasil	Berawan
08.15	12.91	12.82	29.6	85.3	6.7	260	ON	OFF	Berhasil	Berawan
08.30	12.82	12.74	29.1	83.4	8.0	241	ON	OFF	Berhasil	Berawan
08.45	13.01	12.94	29.1	84.3	8.4	235	ON	OFF	Berhasil	Berawan
09.00	13.04	12.96	29.2	83.3	6.4	249	ON	OFF	Berhasil	Berawan
09.15	13.28	13.16	30.2	79.9	4.3	222	ON	ON	Berhasil	Berawan
09.30	13.24	13.15	30.2	80.1	6.2	245	ON	OFF	Berhasil	Berawan
09.45	13.16	12.95	30.1	79.7	5.8	244	ON	ON	Berhasil	Berawan
10.00	13.37	13.22	29.9	81.0	7.1	256	ON	OFF	Berhasil	Berawan
10.15	13.33	13.21	30.4	79.9	5.3	260	ON	ON	Berhasil	Berawan
10.30	13.31	13.19	30.1	80.4	6.2	267	ON	OFF	Berhasil	Berawan
10.45	13.22	13.13	30.3	80.2	7.9	258	ON	OFF	Berhasil	Berawan
11.00	12.96	12.80	29.7	79.6	8.5	261	ON	ON	Berhasil	Berawan
11.15	13.07	12.98	30.6	79.8	8.9	262	ON	OFF	Berhasil	Berawan
11.30	13.06	12.98	29.9	81.1	9.0	266	ON	OFF	Berhasil	Berawan

4. Kesimpulan

Sistem ruang budidaya jamur berbasis IoT ini mampu memantau suhu, kelembapan, kualitas udara, dan intensitas cahaya secara real-time melalui ESP32 dan website. Pompa air dan exhaust fan bekerja otomatis menjaga kondisi ideal, sehingga pertumbuhan baglog lebih optimal dibanding metode konvensional. Sensor DHT22 memiliki akurasi suhu 99,4% dan kelembapan 95,6%, sedangkan BH1750 memiliki akurasi 94,8%. Penggunaan PLTS sebagai sumber daya utama menghemat energi listrik dan mendukung keberlanjutan lingkungan

Daftar Pustaka

- [1] Y. Mulyanto, F. Idifitriani, and E. S. Susanto, "Implementasi Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) pada Rumah Budidaya Jamur Tiram," vol. 3, no. 2, pp. 871–878, 2024.
- [2] P. Hidayatullah, M. Orisa, and A. Mahmudi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (Iot)," JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 6, no. 2, pp. 1200–1207, 2023, doi: 10.36040/jati.v6i2.5433.
- [3] C. Saputra, R. Setiawan, Y. Arvita, F. I. Komputer, and U. D. Bangsa, "Penerapan Sistem Kontrol Suhu dan Monitoring Serta Kelembapan pada Kumbung Jamur Tiram Berbasis Iot Menggunakan Metode Fuzzy Logic," vol. 8, no. November, pp. 116–126, 2022, doi: 10.34128/jsi.v8i2.504.
- [4] R. Fadilah, L. Kamelia, M. Ridlo Effendi, J. Teknik Elektro, F. Sains dan Teknologi, and U. A. Sunan Gunung Djati Bandung Jl Nasution, "Sistem Otomasi dan Monitoring Pertumbuhan Jamur Tiram Putih Berbasis IFTTT Automation and Monitoring System for Growth of Oyster Mushrooms Based on IFTTT," no. November 2019, pp. 601–610, 2019.
- [5] A. Hafiz, Fardian, and A. Rahman, "51 @2017 Kitektro," Ranc. Bangun Prototipe Pengukuran dan Pemantauan Suhu, Kelembaban serta Cahaya Secara Otomatis Berbas. Iot pada Rumah Jamur Merang, vol. 2, no. 3, pp. 51–57, 2017.
- [6] S. Hadi and K. A. Pangestu, "Sistem Kantor Pintar Berbasis Internet of Things," Sist. J. Sist. Inf., vol. 11, no. 2, pp. 2540–9719, 2022, [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- [7] H. A. Indra Gunawan, "Sistem Monitoring Dan Pengkabutan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan NodeMCU dan Blynk Indra," Infotek J. Inform. dan Teknol., vol. 4, no. 1, pp. 79–86, 2021.
- [8] H. Andre et al., "Perancangan Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kumbung Jamur Berbasis Internet of Things," ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro, vol. 3, no. 1, pp. 26–32, 2022, doi: 10.33019/electron.v3i1.14.
- [9] M. Ponimat and A. Sujjada, "Sistem Pengatur Suhu Kelembaban Ruangan Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Arduino," J. Tek. Inform. UNIKA St. Thomas, vol. 06, pp. 340–346, 2021, doi: 10.54367/jtiust.v6i2.1548.
- [10] M. Riski, A. Alawiyah, M. Bakri, N. U. Putri, J. Jupriyadi, and L. Meilisa, "Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3," J. Tek. dan Sist. Komput., vol. 2, no. 1, pp. 67–79, 2021, doi: 10.33365/jtikom.v2i1.42.
- [11] W. K. Raharja, V. B. Odielia, and Risdiantri, "Sistem Smart Garden Untuk Monitoring Kumbung Jamur Berbasis Internet of Things," J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa, vol. 27, no. 3, pp. 182–195, 2022, doi: 10.35760/tr.2022.v27i3.5569.
- [12] S. A. Nugroho, R. F. Ananda, and T. S. Gunawan, "Design and Implementation of IoT-based Environmental Monitoring System for Mushroom Cultivation," J. Teknol. dan Sistem Komputer, vol. 9, no. 2, pp. 85–92, 2021, doi:10.14710/jtsiskom.2021.13254.
- [13] M. A. Rahman, N. Hasan, and A. H. Chowdhury, "Solar Powered IoT System for Smart Agriculture," Int. J. Smart Grid, vol. 4, no. 3, pp. 128–135, 2020.
- [14] P. Kumar and S. K. Singh, "IoT Based Smart Farming: A Review on Weather and Crop Monitoring System," J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci., vol. 34, no. 6, pp. 3004–3018, 2022, doi:10.1016/j.jksuci.2020.06.014.
- [15] L. M. S. Rahayu and I. K. Wijaya, "Penggunaan Sensor IoT untuk Pemantauan Kelembapan dan Suhu pada Pertanian," J. Teknol. Pertanian, vol. 22, no. 1, pp. 44–53, 2021.