

Temperature and Humidity Monitoring System in Oyster Mushroom Mycelium Incubation Room Based on The Internet of Things (IoT)

Muhammad Dzul Nizhar^{*1}, Wahidah², Muhammad Fadli Azis³

^{1,2,3}Program Studi Otomasi Sistem Permesinan, Politeknik ATI Makassar
Email: 21osp586@atim.ac.id*

Abstract

Oyster mushroom mycelium incubation rooms require stable temperature and humidity conditions for optimal mycelium growth. Mismatches in these environmental parameters can inhibit growth and increase the risk of contamination. Therefore, this study aims to design an Internet of Things (IoT)-based temperature and humidity monitoring system using an ESP32 microcontroller. This system is equipped with two DHT22 sensors, a buzzer as a warning indicator, an I2C LCD for local display, the Blynk platform for real-time monitoring, and integration with Google Sheets for automatic data recording. Test results show that the DHT22 sensor has a high level of accuracy with an average error of 0.93% for temperature and 5.77% for humidity. The system successfully provides alerts via a buzzer when temperature and humidity levels exceed ideal limits. Furthermore, data can be monitored directly through the app or recorded for further analysis. With this system, oyster mushroom farmers can efficiently and data-driven control incubation room conditions, thereby supporting increased productivity and yield quality.

Keywords: *Oyster Mushroom, Incubation, IoT, ESP32, DHT22, Temperature Monitoring, Humidity.*

Abstrak

Ruangan inkubasi Miselium jamur tiram memerlukan kondisi suhu dan kelembaban yang stabil agar Miselium dapat tumbuh optimal. Ketidakesesuaian parameter lingkungan ini dapat menghambat pertumbuhan dan meningkatkan risiko kontaminasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini dilengkapi dengan dua sensor DHT22, buzzer sebagai indikator peringatan, LCD I2C untuk tampilan lokal, platform Blynk untuk pemantauan *real-time*, serta integrasi dengan Google Spreadsheet untuk pencatatan data otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi tinggi dengan rata-rata error suhu sebesar 0,93% dan kelembaban sebesar 5,77%. Sistem berhasil memberikan peringatan melalui buzzer ketika suhu dan kelembaban berada di luar batas ideal. Selain itu, data dapat dipantau secara langsung melalui aplikasi maupun direkam untuk analisis lebih lanjut. Dengan sistem ini, pelaku usaha jamur tiram dapat mengontrol kondisi ruang inkubasi secara efisien dan berbasis data, sehingga mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas hasil budidaya.

Kata Kunci: Jamur Tiram, Inkubasi, IoT, ESP32, DHT22, Monitoring Suhu, Kelembaban.

1. Pendahuluan

Ruang inkubasi *miselium* jamur tiram merupakan salah satu aspek penting dalam proses budidaya jamur tiram. Apabila kondisi ruang inkubasi tidak terjaga dengan baik, *miselium* berpotensi tumbuh tidak merata, lemah, atau bahkan gagal menyebar ke seluruh media tanam. Hal tersebut berdampak langsung pada kualitas serta produktivitas jamur yang dihasilkan. Dalam praktik budidaya jamur tiram putih, diperlukan pemisahan antara ruang inkubasi dan ruang pertumbuhan. Ruang inkubasi berfungsi untuk menginkubasi bibit yang telah ditanam ke dalam *baglog* hingga *miselium* tumbuh dan memenuhi media tanam [1].

Proses inkubasi dilakukan dengan menyimpan *baglog* pada ruangan dengan pencahayaan minim atau gelap. Kondisi tersebut mendukung pertumbuhan *miselium* secara optimal sebelum membentuk primordia atau cikal bakal tubuh buah. Tahap ini sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban. Suhu optimal ruang inkubasi berkisar antara 22–28 °C dengan kelembaban 60–80%, sedangkan suhu ruang pertumbuhan jamur tiram berkisar antara 16–22 °C dengan kelembaban 70–80% [1], [2]. Penelitian sebelumnya oleh Fadilah dan Oktian [3] merancang sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, buzzer, dan antarmuka aplikasi Android. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pentingnya pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time* untuk mencegah gangguan pertumbuhan akibat ketidaksesuaian suhu dan kelembaban.

Pengendalian suhu yang stabil pada ruang inkubasi *miselium* jamur tiram sangat penting karena suhu yang tidak sesuai dapat memperlambat pertumbuhan atau meningkatkan risiko kontaminasi. Selain itu, pengaturan suhu yang tepat membantu menjaga kelembaban yang mendukung perkembangan *miselium*. Penelitian oleh Sudarma dkk. [4] menunjukkan bahwa fluktuasi suhu dan kelembaban yang tidak optimal dapat memperlambat pertumbuhan, meningkatkan risiko kontaminasi, serta menurunkan hasil panen dan efisiensi biologis.

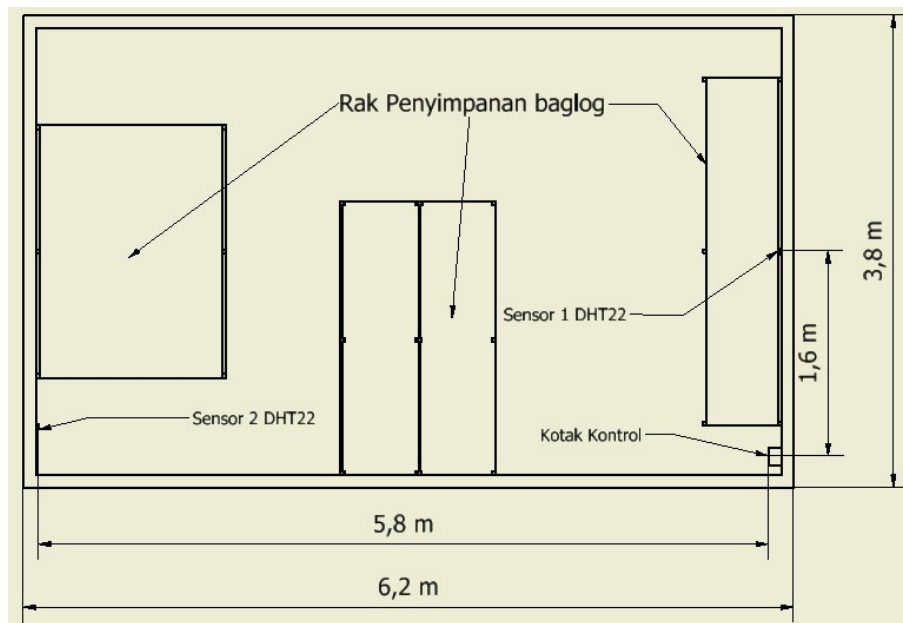
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan *Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Ruang Inkubasi Miselium Jamur Tiram Berbasis Internet of Things (IoT)* sebagai solusi untuk memantau dan merekam data lingkungan secara otomatis. Sistem ini diharapkan dapat membantu pelaku usaha jamur tiram dalam menjaga kondisi ideal ruang inkubasi, sehingga mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas hasil budidaya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumen Politeknik ATI Makassar mulai bulan Februari 2025 sampai bulan Juli 2025. Pembuatan alat dalam penelitian ini menggunakan solder, multimeter, tang, laptop dan smartphone. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sensor dht22, mikrokontroler esp32 wroom 30 pin, buzzer dan barang habis lainnya. Perangkat lunak yang digunakan yaitu arduino IDE dan platform blynk. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eskperimental yang dilakukan melalui tahap rancang bangun alat monitoring suhu dan kelembaban dan pengujian alat seperti tata letak sensor, perancangan hardware, perancangan software dan analisa data.

2.1 Tata letak sensor

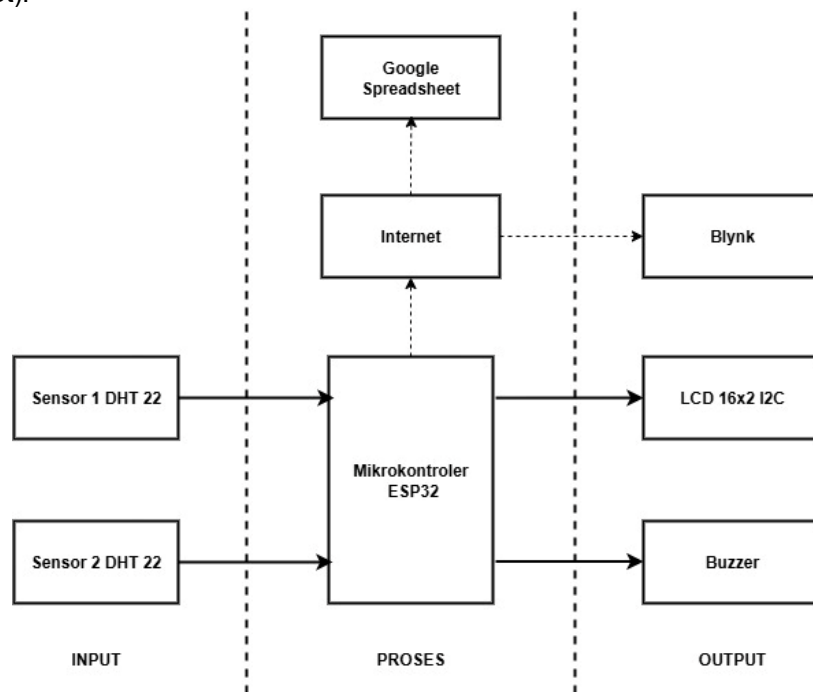
Penempatan sensor dirancang untuk menjamin pemerataan pengukuran suhu dan kelembaban di seluruh ruang inkubasi, mencegah adanya area yang tidak terpantau, mendukung ketepatan kerja sistem kendali otomatis, serta memperhitungkan faktor teknis seperti panjang kabel yang terjangkau dan kestabilan hasil pembacaan sensor.



Gambar 2.1 Tata letak ruangan

2.2 Perancangan Hardware

Keterkaitan antar komponen elektronika yang membentuk suatu sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar tersebut menampilkan blok diagram rangkaian kontroler Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Ruang *Inkubasi Miselium* Jamur Tiram Berbasis *Internet Of Things* (Iot).

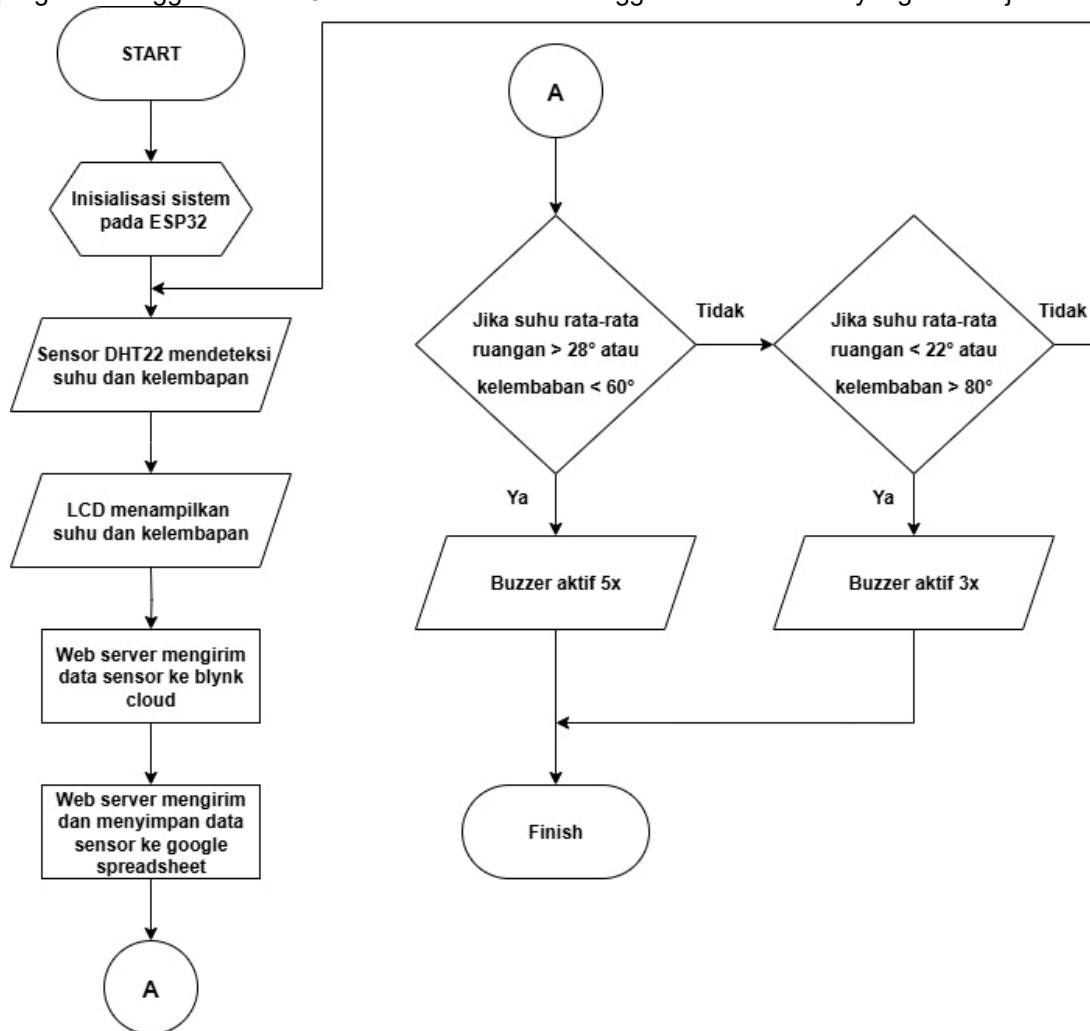


Gambar 2.2 Block Diagram

Gambar di atas menunjukkan sistem berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan berbagai komponen pengukuran dan kendali. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu, kemudian data yang diperoleh dikirim ke ESP32 untuk diproses. Selanjutnya, ESP32 mengendalikan buzzer sebagai alat peringatan, memanfaatkan koneksi internet untuk menyimpan data sensor ke Google Spreadsheet, serta menampilkan informasi sensor secara real-time melalui aplikasi Blynk.

2.3 Perancangan Software

Pembuatan perangkat lunak dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE. Proses diawali dengan penulisan kode program pada Arduino, kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi platform Blynk, termasuk pengaturan datastream (pembuatan variabel virtual pin). Selanjutnya, dibuat dashboard sebagai antarmuka pengguna. Tahap berikutnya adalah mengintegrasikan sistem dengan Google Spreadsheet untuk merekam data yang diperoleh. Setelah seluruh tahap, mulai dari penulisan program, konfigurasi Blynk, hingga pengaturan Google App Script selesai, program diunggah ke ESP32. Flowchart berikut menggambarkan sistem yang telah dijelaskan.



Gambar 2.3 Flowchart

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja perangkat lunak secara terstruktur dimulai dari proses inisialisasi modul dan koneksi ke jaringan, ESP32 secara berkala membaca data dari kedua sensor DHT22. Hasil pembacaan kemudian divalidasi untuk menghilangkan nilai yang tidak logis. Jika data valid, sistem menghitung nilai rata-rata, menampilkannya pada antarmuka LCD, dan mengirimkan data ke Blynk, data juga dikirim ke Google Sheets untuk pencatatan. Selanjutnya, sistem memeriksa apakah data melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, jika melebihi, ESP32 akan memerintahkan buzzer untuk berbunyi dengan pola tertentu sesuai kategori kondisi. Setelah seluruh tahap selesai, sistem kembali mengulang siklus sesuai interval pembacaan yang telah ditentukan.

2.4 Analisa data

Data yang diukur dan dianalisis dalam penelitian ini meliputi pengujian akurasi sensor DHT22, pengujian pengiriman data pada platform Internet of Things (IoT), perekaman data pada Google Spreadsheet, pengukuran keterlambatan (delay) pengiriman data, serta pengujian respon buzzer

terhadap suhu rata-rata ruang inkubasi. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan suhu dan kelembapan terhadap alat ukur standar untuk menentukan tingkat ketelitian sensor. Pengujian pengiriman data dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan pada LCD dan aplikasi Blynk secara *real-time*, sedangkan perekaman data pada Google Spreadsheet digunakan untuk memperoleh riwayat pengukuran suhu dan kelembapan. Pengukuran keterlambatan pengiriman data dilakukan dengan membandingkan waktu pembaruan data pada LCD, aplikasi Blynk, dan Google Spreadsheet pada berbagai jarak koneksi Wi-Fi. Selain itu, pengujian respon buzzer dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem peringatan ketika suhu rata-rata ruang inkubasi melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan perhitungan persentase error, akurasi pengukuran, dan rata-rata hasil pengukuran. Persentase error digunakan untuk mengevaluasi deviasi hasil pengukuran terhadap nilai acuan, dengan persamaan (Tansa, 2024) sebagai berikut:

$$\text{Persentase Error} = \left(\frac{|\text{Nilai Acuan} - \text{Nilai Pengukuran}|}{\text{Nilai Acuan}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Akurasi pengukuran diperoleh dari persamaan (Tansa, 2024):

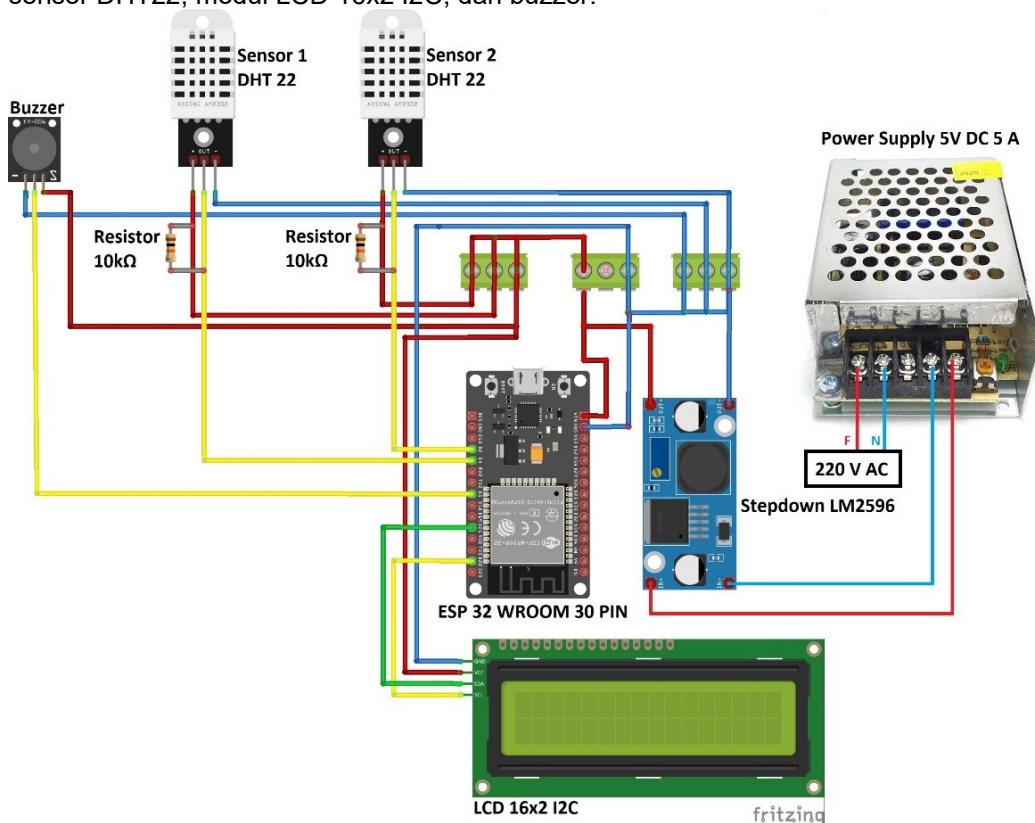
$$\text{Akurasi}(\%) = 100\% - \text{Error}(\%) \dots\dots\dots(2)$$

Rata-rata suhu dari dua sensor dihitung menggunakan persamaan (Winarno, dkk., 2019):

$$\text{Suhu Rata - rata} = \frac{T_1 + T_2}{2} \dots\dots\dots(3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

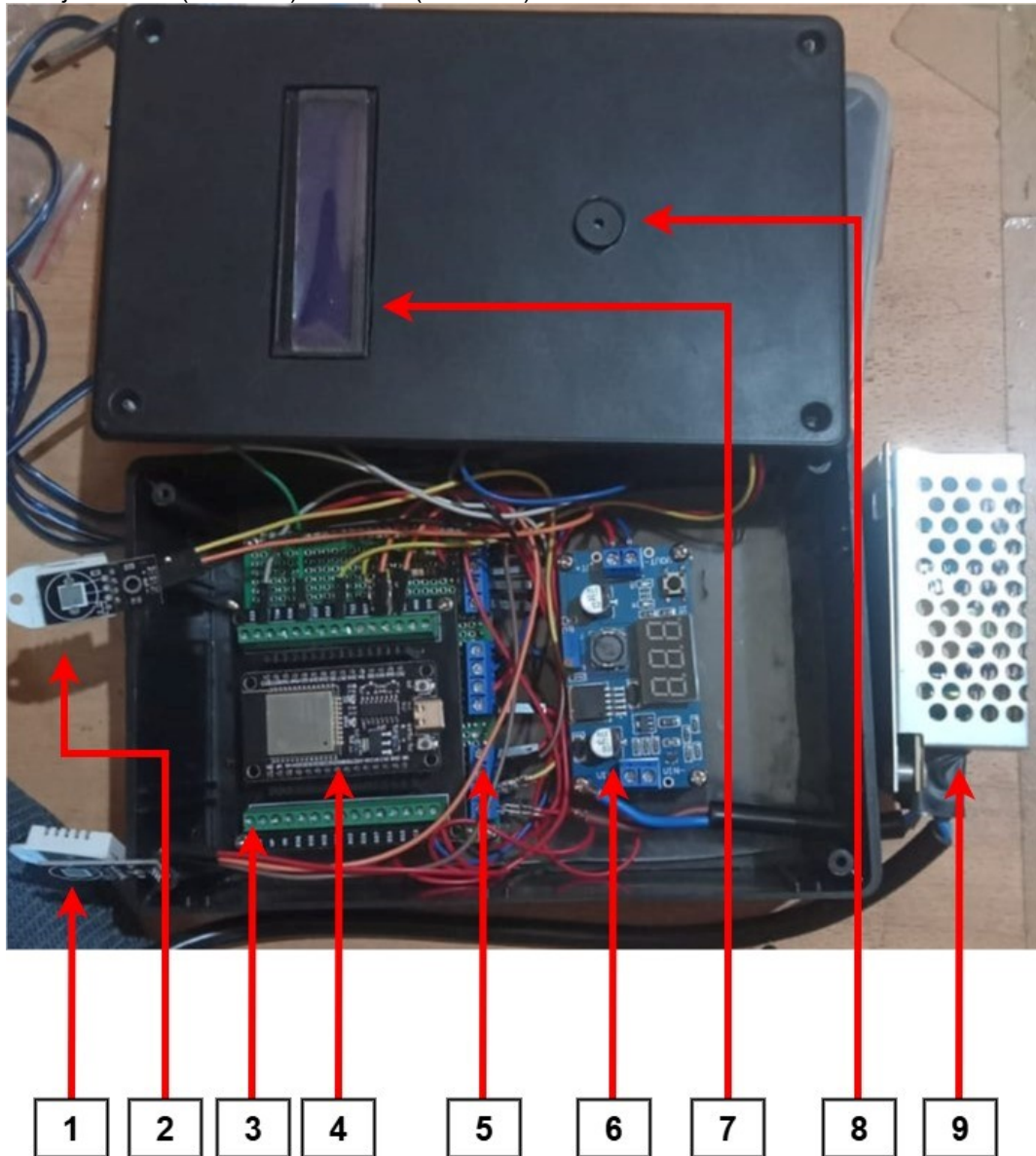
Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak untuk membentuk sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis Internet of Things (IoT). Diagram pengkabelan sistem ditunjukkan pada Gambar 4.1, yang memperlihatkan aliran daya dari power supply switching 220 V AC yang dikonversi menjadi 5 V DC 5 A, kemudian distabilkan oleh modul step-down LM2596 sebelum disalurkan ke mikrokontroler ESP32 WROOM 30 pin, sensor DHT22, modul LCD 16x2 I2C, dan buzzer.



Gambar 4.1 Diagram Pengkabelan

Dua sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan dari dua titik berbeda di ruang inkubasi. Sensor 1 terhubung ke pin GPIO D2, sedangkan Sensor 2 terhubung ke GPIO

D4, masing-masing menggunakan resistor 10 k Ω sebagai *pull-up*. Buzzer aktif dikendalikan melalui GPIO D5 untuk memberikan peringatan ketika suhu atau kelembapan melebihi batas yang ditetapkan. Tampilan hasil pembacaan sensor secara lokal ditunjukkan pada LCD 16x2 I2C melalui jalur SDA (GPIO 21) dan SCL (GPIO 22).



Gambar 4.2 Tampilan alat

Keterangan gambar:

1. Sensor 1 DHT22
2. Sensor 2 DHT22
3. Terminal Screw Shield Expansion Board ESP32
4. ESP32 Wroom 30 pin
5. Terminal blok
6. Stepdown LM2956 display
7. LCD 16x2 I2C
8. Buzzer
9. Power Supply 5VDC

Pengujian Sensor DHT22

Hasil pengukuran suhu dibandingkan dengan alat ukur standar Krisbow KW06-561 ditunjukkan pada Tabel 4.1. Dari tujuh kali pengukuran, diperoleh error rata-rata sebesar 0,93% dan akurasi rata-rata sebesar 99,07%, yang menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki kinerja sangat baik dalam pengukuran suhu.

Tabel 4.1 Data hasil pembacaan suhu sensor DHT22

Percobaan	Suhu (°C)			Suhu rata-rata (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
	Sensor 1 DHT22	Sensor 2 DHT22	Alat ukur			
1	31.1	31.2	30.75	31.15	1.30	98.70
2	31.0	31.1	30.78	31.05	0.88	99.12
3	31.0	31.0	30.74	31.00	0.84	99.16
4	30.8	31.0	30.64	30.90	0.85	99.15
5	30.7	30.8	30.50	30.75	0.82	99.18
6	30.7	30.8	30.48	30.75	0.89	99.11
7	30.7	30.8	30.47	30.75	0.92	99.08
Rata – rata					0.93	99.07

Untuk pengukuran kelembaban, hasil ditunjukkan pada **Tabel 4.2**, di mana error rata-rata tercatat sebesar 5,76% dengan akurasi rata-rata 94,24%, cukup memadai untuk aplikasi monitoring lingkungan.

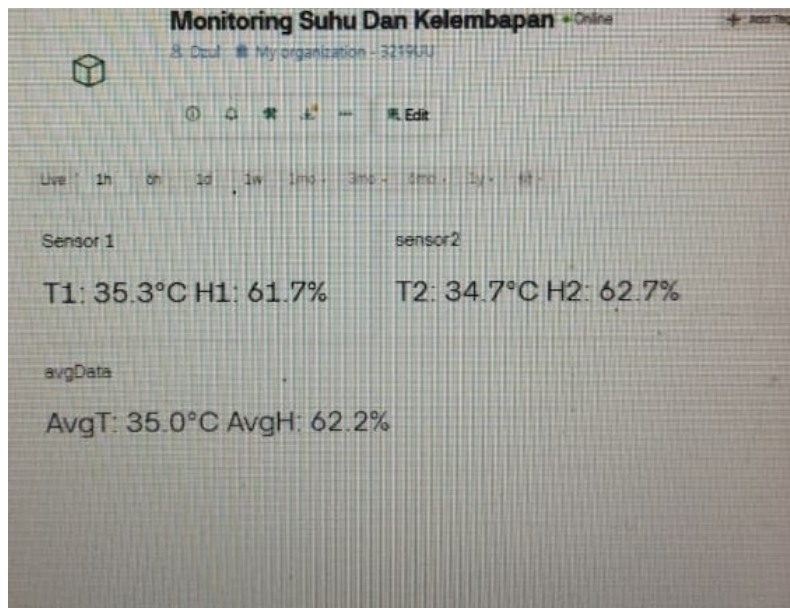
Tabel 4.2 Data hasil pembacaan kelembaban sensor DHT22

Percobaan	Kelembaban (%)			Kelembaban rata-rata (%)	Error (%)	Akurasi (%)
	Sensor 1 DHT22	Sensor 2 DHT22	Alat ukur			
1	72.8	70.8	68.3	71.8	5.11	94.89
2	73.7	71.7	68.64	72.7	5.92	94.08
3	72.7	70.9	67.63	71.8	6.17	93.83
4	72.4	71.4	68.23	71.9	5.38	94.62
5	71.4	69.6	66.50	70.5	06.02	93.98
6	71.8	70.1	66.85	71.0	6.12	93.88
7	71.7	71.0	67.50	71.4	5.70	94.30
Rata – rata					5.76	94.24

Pengujian Platform Blynk

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ESP32 ke jaringan Wi-Fi dan mengirim data ke platform Blynk secara *real-time*. Antarmuka Blynk menampilkan tiga bagian utama: data dari

Sensor 1 (T1, H1), data dari Sensor 2 (T2, H2), dan nilai rata-rata suhu serta kelembapan (AvgT, AvgH).



Gambar 4.3 Tampilan *blynk* pada halaman *website*

Pengujian LCD

LCD 16x2 I2C menampilkan pembacaan suhu dan kelembapan dari kedua sensor secara bergantian, disertai data rata-ratanya. Perbedaan kecil antar-sensor disebabkan oleh posisi pemasangan dan variasi lingkungan sekitar.



Gambar 4.4 Tampilan pada *liquid crystal display*

Pengujian Google Spreadsheet

Data hasil pembacaan sensor dikirim dan disimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet dengan *timestamp*. Data ini memungkinkan analisis tren perubahan suhu dan kelembapan secara periodik.

1	A	B	C	D	E	F	G
	Time	Suhu Sensor 1	Kelembapan Sensor 1	Suhu Sensor 2	Kelembapan Sensor 2	Rata-rata Suhu	Rata-rata kelembapan
362	07/08/2025 15:55:31	38,1	56,3	36,8	59,1	37,2	57,7
363	07/08/2025 16:01:54	38	56,3	36,5	59,1	37,2	57,7
364	07/08/2025 16:03:55	38	56,7	36,4	58,8	37,2	57,7
365	07/08/2025 16:05:55	34,7	89,2	36,3	59,9	35,5	74,6
366	07/08/2025 16:07:57	33,4	100	32,9	86,1	33,2	93,1
367	07/08/2025 16:10:30	34	83,9	33,2	71,6	33,6	77,7
368	07/08/2025 16:12:33	35	72,9	34,1	67,5	34,5	70,2
369	07/08/2025 16:21:42	36,9	58,2	35,3	61,4	36,1	59,8
370	07/08/2025 16:23:44	36,4	58,5	35,3	61,7	35,8	60,1
371	07/08/2025 16:34:11	35,7	61,3	34,9	62,1	35,3	61,7
372	07/08/2025 16:36:12	35,6	61,1	34,9	62,4	35,2	61,7
373	07/08/2025 16:38:16	35,4	61,9	34,8	62,5	35,1	62,2
374	07/08/2025 16:40:17	35,3	61,7	34,7	62,6	35	62,2
375	07/08/2025 16:42:20	35,3	61,8	34,6	62,8	34,9	62,3

Gambar 4.5 Tampilan halaman google spread sheet

Pengujian Delay IoT

Pengujian dilakukan dengan variasi jarak 0–60-meter dari sumber internet. Delay LCD stabil (53–58 ms), delay Blynk stabil pada 135–136 ms, kecuali anomali pada jarak 60 meter. Delay pengiriman ke Spreadsheet meningkat seiring jarak, dari 5,3 detik (0 m) menjadi 12 detik (60 m).

Tabel 4.3 Pengukuran jarak sumber internet terhadap delay pengiriman

Jarak (m)	Delay Lcd (ms)	Delay Blynk (ms)	Delay Spreadsheet (ms)
0	53	135	5302
10	54	136	6403
20	54	136	6500
30	57	136	6540
40	57	136	6600
50	54	136	6620
60	58	1	12014

Pengujian Respon Buzzer

Buzzer memberikan peringatan berbeda sesuai kombinasi suhu dan kelembapan rata-rata. Sistem tidak mengaktifkan buzzer pada kondisi ideal (22–28°C dan 60–80% RH), namun memberikan pola bunyi berbeda untuk kondisi panas-kering, panas-lembap, dingin-lembap, dan dingin-kering.

Tabel 4.4 Pengujian respon buzzer terhadap rata-rata suhu dan kelembapan

Kondisi Suhu (°C)	Kondisi Kelembapan (%)	Kondisi Buzzer
29	54	ON (5× beep)
21	81	ON (3× beep)
25	58	ON (5× beep)
25	81	ON (3× beep)
29	81	ON (10x beep)
21	54	ON (6x beep)
25	70	OFF

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis mikrokontroler ESP32 dengan dua sensor DHT22 telah berfungsi dengan baik dan stabil. Sensor DHT22 menunjukkan performa yang akurat, dengan rata-rata *error* suhu sebesar 0,93% dan akurasi 99,07%, serta rata-rata *error* kelembapan sebesar 5,77% dengan akurasi 94,23%. Sistem mampu menampilkan data suhu dan kelembapan secara *real-time* melalui dua media, yaitu LCD I2C dan platform Blynk, yang menyajikan pembacaan dari masing-masing sensor serta nilai rata-rata keduanya. Selain itu, sistem dapat merekam data secara otomatis ke Google Spreadsheet lengkap dengan penanda waktu (*timestamp*), sehingga memudahkan analisis historis kondisi lingkungan. Pengujian juga menunjukkan bahwa respons buzzer bekerja sesuai rancangan, dengan jumlah bunyi berbeda untuk setiap kategori risiko lingkungan, seperti kondisi terlalu panas dan kering, atau terlalu lembap dan dingin. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu memberikan peringatan dini yang efektif terhadap kondisi lingkungan yang tidak ideal.

5. Notasi

± : toleransi

% : persentase

°C : derajat Celcius

Referensi

- [1] Berbisnis Jamur, *Panduan Lengkap Budidaya Jamur Tiram*, 2016.
- [2] O. Fadhilah, "Desain dan Realisasi Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban Ruangan Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT," Tugas Akhir, 2020.
- [3] Islamuddin, *Internet of Things: Teknologi dan Implementasinya*. Jakarta: Penerbit Teknologi Nusantara, 2024.
- [4] Mulyanto, *Budidaya Jamur Tiram untuk Pemula*. Yogyakarta: AgroMedia, 2017.
- [5] Mulyanto dan Susilawati, *Teknik Budidaya Jamur Tiram Secara Intensif*, [Tidak disebutkan penerbit], [Tidak disebutkan tahun].
- [6] Rakhmawati, *Penerapan Blynk dalam Monitoring IoT*. Bandung: Penerbit Ilmu Teknologi Cerdas, 2024.
- [7] Rahmat, *Antarmuka Platform IoT Menggunakan Blynk*. Jakarta: Penerbit Cakrawala Teknologi, 2024.
- [8] H. Ramadhan, *Internet of Things: Konsep dan Implementasi*. Bandung: Informatika, 2020.
- [9] D. Saputra dan rekan, "Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan DHT22 Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. 15, no. 1, pp. 45–52, 2020.
- [10] I. M. Sudarma, G. Wijana, N. M. Puspawati, N. W. Suniti, dan I. G. N. Bagus, "Komparasi Laju Pertumbuhan Miselium Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr) Kummer) pada Komposisi Media Bibit (F3) dan Baglog yang Berbeda," *Jurnal Biologi Udayana*, vol. 17, no. 2, pp. 25–31, 2013.
- [11] S. Tansa, N. Latekeng, R. Yunginger, dan I. Z. Nasibu, "Monitoring Kualitas Air Sungai (Kekeruhan, Suhu, TDS, PH) Menggunakan Mikrokontroler Atmega328," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 70–75, 2024, doi:10.37905/jjee.v6i1.23315.
- [12] G. D. Winarno, S. P. Harianto, dan R. Santoso, *Pusaka Media Klimatologi Pertanian*, 2019.