

SIMULASI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BUDI DAYA JAMUR TIRAM

Dwi Kusumayani¹, Cucu Suhery², Suhardi³

Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Universitas Tanjungpura

Jln. Jenderal Ahmad Yani, Kota Pontianak, 78115

¹dwikusumayani@student.untan.ac.id, ²csuhery@siskom.untan.ac.id, ³suhardi@siskom.untan.ac.id

Abstract

Oyster mushroom cultivation requires precise air temperature and humidity control; deviations can lead to decreased harvest yields and an elevated risk of crop failure. This study develops an environmental monitoring and control system for oyster mushroom cultivation. The system employs the ESP32 microcontroller, DHT11 sensor, and relay module to regulate actuators like fans, mist makers, and incandescent lamps. Sensor testing show temperature reading accuracy of 99.976% and air humidity accuracy of 99.846%. Relay module testing yields an average response time of 1.4 seconds for fan activation and 1.6 seconds for deactivation. Meanwhile, the response time for activating and deactivating the mist maker is 1.5 and 1.3 seconds, respectively, while for the incandescent lamp, it's 1.5 seconds to activate and 1.2 seconds to deactivate. Overall results indicate that the system effectively maintains the environmental conditions within the oyster mushroom cultivation space through automatic monitoring and control via a website.

Keywords : oyster mushrooms, internet of things, esp32, dht11 sensor, website

Abstrak

Budidaya jamur tiram membutuhkan suhu dan kelembapan udara yang tepat, jika tidak dapat mengakibatkan hasil panen menurun dan risiko kegagalan panen meningkat. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian lingkungan budidaya jamur tiram. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT11, dan modul *relay* untuk mengatur aktuator seperti kipas, *mist maker*, dan lampu pijar. Pengujian sensor menunjukkan akurasi pembacaan suhu mencapai 99,976% dan kelembapan udara mencapai 99,846%. Uji modul *relay* menghasilkan waktu respons rata-rata 1,4 detik untuk mengaktifkan kipas dan 1,6 detik untuk mematikannya. Sementara itu, waktu respons untuk mengaktifkan serta mematikan *mist maker* masing-masing adalah 1,5 detik dan 1,3 detik, sedangkan untuk lampu pijar adalah 1,5 detik untuk mengaktifkan dan 1,2 detik untuk mematikannya. Hasil pengujian secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kondisi lingkungan di dalam ruang budidaya jamur tiram melalui pemantauan dan pengendalian secara otomatis melalui *website*.

Kata kunci : jamur tiram, internet of things, esp32, sensor dht11, website

1. PENDAHULUAN

Jamur tiram merupakan jamur pangan yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia, pada tahun 2022 produksi jamur tiram mencapai 63.15 ton[1]. Jamur tiram memiliki ciri-ciri, yaitu tubuh buah berwarna putih hingga krem, dan tudungnya berbentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung[2]. Pertumbuhan jamur tiram melalui tiga fase, yaitu pertumbuhan miselia, pembentukan primordia, dan pembentukan tubuh buah. Fase pertumbuhan miselia membutuhkan

suhu ideal berkisar antara 24-29°C dengan kelembapan udara sekitar 90-100%. Selanjutnya, pada fase pembentukan primordia, suhu harus sedikit diturunkan menjadi antara 21-27°C dengan kelembapan sekitar 90-100%. Terakhir, pada fase pembentukan tubuh buah, suhu perlu dipertahankan pada kisaran 21-28°C dengan kelembapan sekitar 90-95%[3].

Pembudidayaan jamur tiram membutuhkan faktor suhu dan kelembapan udara yang harus terpenuhi. Jika faktor-faktor ini tidak terpenuhi, dapat menyebabkan berkurangnya panen dan bahkan berpotensi menyebabkan kegagalan

panen[4]. Dengan mempertimbangkan pentingnya menjaga kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan jamur tiram, diperlukan sebuah teknologi yang dapat memantau dan mengendalikan kondisi ruang budi daya jamur tiram secara otomatis. Oleh karena itu, dikembangkanlah sistem pemantauan dan pengendalian budi daya jamur tiram berbasis *internet of things* yang dapat dikendalikan melalui sebuah *website*.

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas *internet* yang tersambung secara terus-menerus, yang memungkinkan kita menghubungkan, berkomunikasi, bertukar data, dan mengendalikan benda atau objek yang telah ditanamkan sensor dan *software*[5]. Pada penerapannya IoT bermanfaat dalam berbagai bidang untuk mempermudah pekerjaan manusia, misalnya pada bidang pertanian penerapan IoT dilakukan untuk mengumpulkan data. Data-data yang dikumpulkan dapat berupa suhu, kelembapan, curah hujan, kadar air dalam tanah, dan pemantauan hama[6][7]. Konsep *Internet of Things* sangat relevan dalam merancang sistem pemantauan dan pengendalian ruang budi daya jamur tiram dengan cepat, mudah, dan secara *real-time*[8].

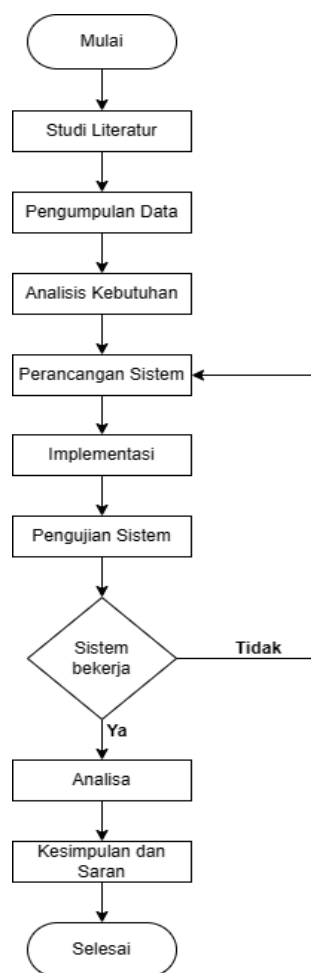
Sistem pemantauan dan pengendalian ruang budi daya jamur tiram menggunakan NodeMCU ESP32 yang terhubung dengan sensor DHT11 dan modul *relay*. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali sistem, mengumpulkan data dari sensor DHT11, dan mengontrol aktuator melalui modul *relay*. Sensor DHT11 berfungsi untuk membaca dan memberikan informasi suhu dan kelembapan udara di ruang budi daya jamur tiram. Modul *relay* berfungsi untuk mengatur hidup atau mati aktuator yaitu kipas, *mist maker*, dan lampu pijar. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian respons sistem guna mengetahui bagaimana sistem merespons perubahan suhu dan kelembapan udara. Pengujian juga dilakukan untuk memverifikasi akurasi pembacaan sensor guna menjamin bahwa sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan udara dengan tepat. Selain itu, diuji pula waktu respons modul *relay* untuk mengukur durasi respons modul saat menghidupkan dan mematikan aktuator seperti kipas, *mist maker*, dan lampu pijar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Skema Alur Penelitian

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, yaitu mencari informasi dari jurnal ilmiah, buku

referensi, dan artikel terkait penelitian. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data melalui observasi terhadap pertumbuhan jamur tiram. Kemudian, dilakukan analisis terhadap kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, lalu merancang perangkat keras dan perangkat lunak sesuai dengan kebutuhan penelitian. Setelah itu, dilakukan implementasi sistem berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Pada tahap selanjutnya, dilakukan pengujian pada sistem untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Terakhir, dilakukan analisis terhadap hasil pengujian, serta pembuatan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2. Kebutuhan Perangkat Keras

1) NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) penerus dari module

ESP8266 yang terpadu WiFi, Bluetooth dan berbagai periferal. ESP32 memiliki kelebihan yaitu harga relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan internet[9]. Pada penelitian ini NodeMCU berfungsi untuk mengendalikan sensor dan alat-alat penelitian.



Gambar 2. NodeMCU ESP32

2) Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembapan. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang baik, respon pembacaan yang cepat, dan kemampuan *anti-interference*[10]. Pada penelitian ini sensor DHT11 digunakan untuk mengukur nilai suhu dan kelembapan yang terdapat pada ruang budi daya jamur tiram.



Gambar 3. Sensor DHT11

3) Modul Relay

Modul *relay* merupakan komponen elektronika berupa tuas saklar dengan lilitan pada batang besi (solenoid) yang digerakkan oleh arus listrik. Ketika solenoid dialiri arus listrik, akan muncul gaya magnet yang menyebabkan tuas tertarik dan kontak saklar akan menutup. Pada saat arus listrik dihentikan, tuas akan kembali ke posisi semula karena gaya magnet hilang dan kontak saklar akan kembali terbuka [11]. Pada penelitian ini modul *relay* berfungsi sebagai kendali ON/OFF perangkat kipas DC, *mist maker* dan lampu pijar.



Gambar 4. Modul Relay

4) Kipas DC

Kipas DC merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik sehingga bilah kipas berputar[12]. Pada penelitian ini kipas DC digunakan untuk menjaga sirkulasi udara saat suhu di dalam ruangan jamur tiram mulai meningkat.



Gambar 5. Kipas DC

5) Mist Maker

Mist maker merupakan alat yang merubah air menjadi kabut melalui proses *ultrasonic atomization* dengan menggunakan sebuah transduser berupa piezoelektrik yang menghasilkan getaran energi[13]. Pada penelitian ini *mist maker* digunakan untuk menjaga kelembapan udara didalam ruang budi daya jamur tiram.



Gambar 6. Mist Maker

6) Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan dari proses penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Filamen panas tersebut terselubungi oleh kaca sehingga udara tidak dapat masuk dan filamen tidak langsung

rusak akibat teroksidasi[14]. Pada penelitian ini lampu pijar digunakan untuk penghangat ruangan dengan meningkatkan nilai derajat suhu dan menurunkan nilai kelembapan udara di ruang budi daya jamur tiram sesuai dengan nilai derajat yang sudah ditentukan.



Gambar 7. Lampu Pijar

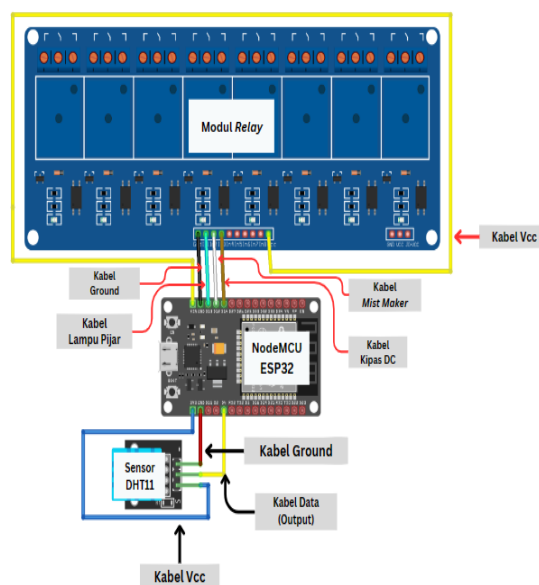
2.3. Kebutuhan Perangkat Lunak

- 1) Arduino IDE
Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi seperti menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory* microcontroller[15]. Pada Penelitian ini Arduino IDE digunakan untuk pemrograman pada NodeMCU ESP32.
- 2) Visual Studio Code
Visual Studio Code adalah perangkat lunak (software) atau teks editor yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak dan aplikasi berbasis *website*. Pada penelitian ini Visual Studio Code digunakan untuk mengembangkan *website* yang akan digunakan sebagai antarmuka sistem.
- 3) MySQL
MySQL merupakan program *database* yang dapat mengirim dan menerima data dengan cepat dan dapat dioperasikan oleh banyak pengguna serta menggunakan perintah dasar SQL (*Structured Query Language*)[16]. Pada penelitian ini MySQL digunakan untuk menyimpan data suhu dan kelembapan udara, dan data lainnya dari *website*.

2.4. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dalam sistem budi daya jamur tiram berbasis *Internet of Things* melibatkan tiga komponen utama, yaitu NodeMCU

ESP32, sensor DHT11, dan modul *relay*. NodeMCU ESP32 berfungsi untuk mengumpulkan data suhu dan kelembapan udara dari sensor DHT11. Pada sensor DHT11, terdapat tiga pin yang digunakan, yaitu pin VCC (daya positif) untuk menyediakan daya listrik pada sensor, pin *ground* (tanah/negatif) sebagai referensi *ground* untuk sirkuit sensor, dan pin data sebagai output yang mengirimkan data suhu dan kelembapan udara[17]. Pin data pada DHT11 terhubung ke pin D4 pada NodeMCU ESP32. Modul *relay* menerima sinyal kendali dari NodeMCU ESP32 untuk mengendalikan aktuator seperti kipas, *mist maker*, dan lampu pijar. Pada modul *relay*, terdapat beberapa pin yang terhubung dengan NodeMCU ESP32. Channel 1 berfungsi sebagai kendali *mist maker* dan terhubung ke pin D12, channel 2 berfungsi sebagai kendali kipas dan terhubung ke pin D14, serta channel 3 berfungsi sebagai kendali lampu pijar dan terhubung ke pin D13. Pin VCC dan *ground* pada modul *relay* digunakan untuk mengatur daya listrik yang diperlukan oleh modul.

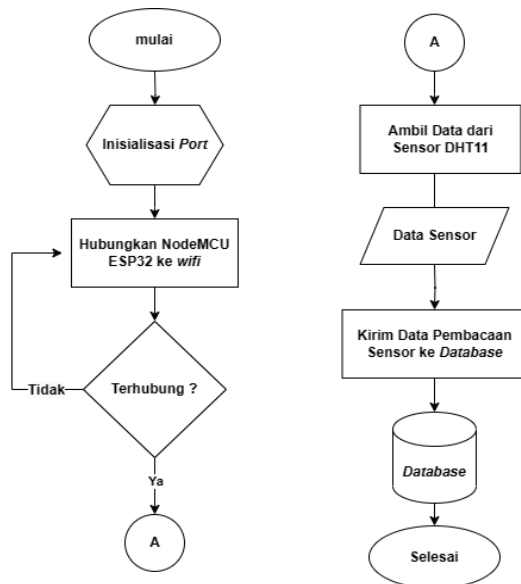


Gambar 8. Perancangan Perangkat Keras

2.5. Perancangan Perangkat Lunak

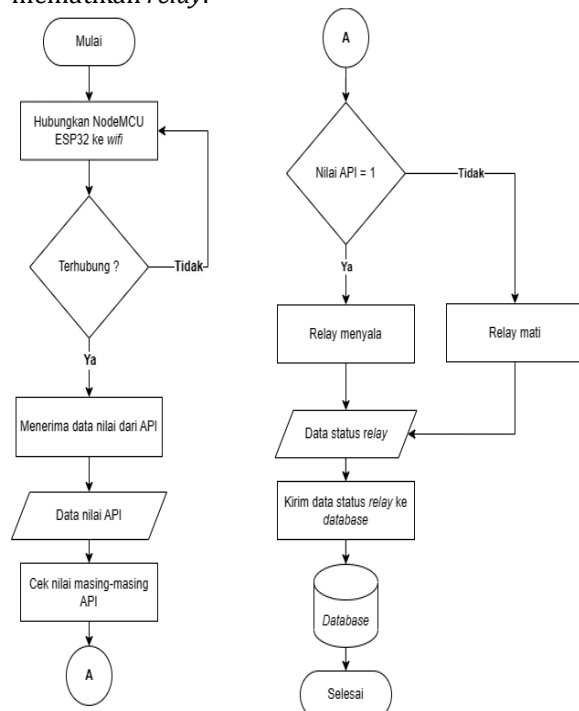
Perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini bertujuan untuk menghubungkan NodeMCU ESP32 dengan sensor DHT11 dan modul *relay*. Berdasarkan perancangan perangkat keras, program perangkat lunak yang dikembangkan akan mengolah informasi pembacaan sensor yang nantinya akan digunakan dalam pengendalian aktuator di dalam ruang budi daya jamur tiram. NodeMCU ESP32 yang terhubung ke DHT11 menjalankan kode pemrograman untuk membaca data sensor

berupa nilai suhu dan kelembapan udara, kemudian data tersebut dikirim ke *database*.



Gambar 9. Diagram Alir Pembacaan Sensor DHT11

NodeMCU ESP32 digunakan untuk mengendalikan modul *relay* yang mengatur penghidupan dan pemadaman aktuator, yakni lampu pijar, *mist maker*, dan kipas, melalui satu proses. Proses ini melibatkan penerimaan nilai melalui API. Ketika nilai yang diterima adalah 1, sistem akan mengaktifkan *relay*. Sebaliknya, apabila nilai yang diterima adalah 0, sistem akan mematikan *relay*.

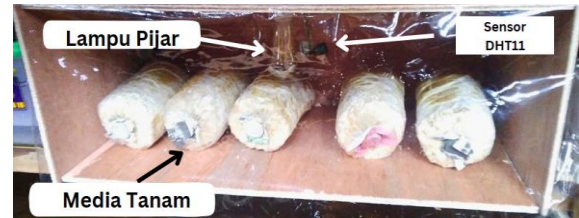


Gambar 10. Diagram Alir Pengendalian Relay

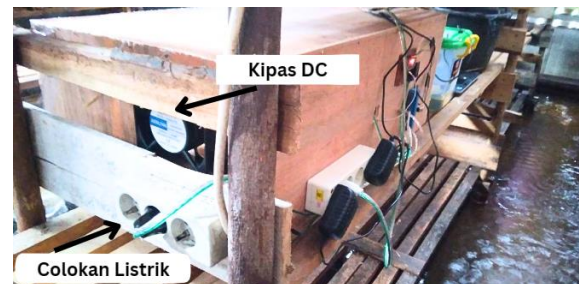
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Perangkat Keras

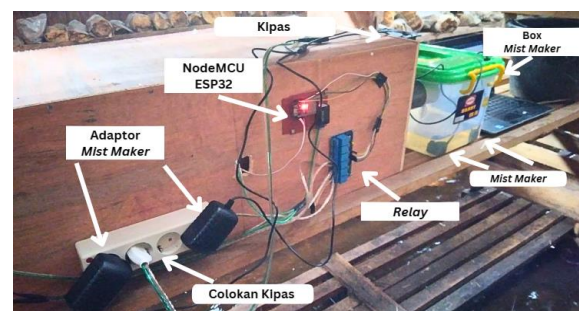
Implementasi perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 11.



(a)



(b)



(c)

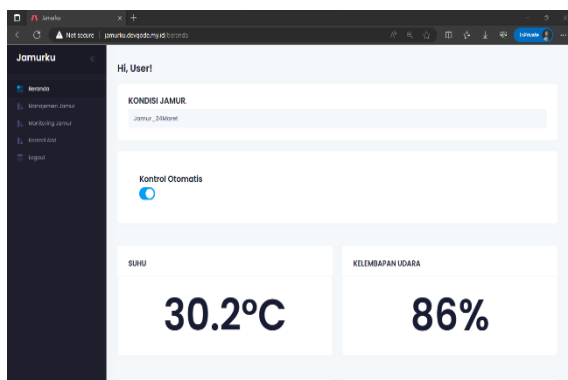
Gambar 11. Implementasi Perangkat Keras, (a) Tampak Depan, (b) Tampak Samping, (c) Tampak Belakang

Pada Gambar 11(a) tampak di bagian depan terdapat kotak untuk menyimpan media tanam (baglog jamur), dilengkapi dengan sebuah lampu pijar untuk menjaga kelembapan udara. Di dalam kotak tersebut, terdapat juga sensor DHT11 yang berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara di dalam kotak jamur tersebut. Gambar 11(b) tampak dari samping, terdapat aktuator berupa kipas yang digunakan untuk menjaga suhu di dalam kotak jamur. Selain itu, terdapat juga colokan listrik yang berfungsi untuk menghidupkan sistem. Gambar 11(c) tampak di bagian belakang, terdapat NodeMCU ESP32 yang terhubung ke sensor DHT11 dan modul *relay*. Selanjutnya, terdapat sebuah kotak yang berisi 2 buah *mist maker*, serta sebuah kipas yang tertutup

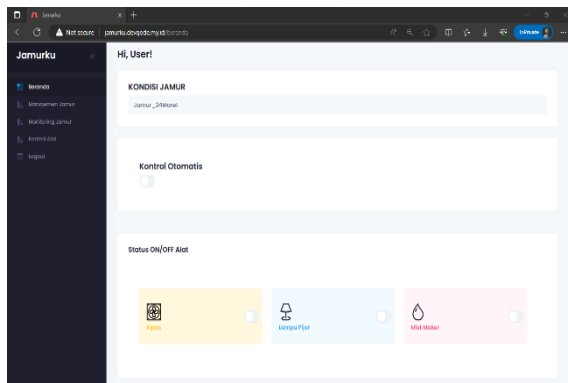
di bagian atasnya yang berfungsi untuk mengarahkan kabut masuk ke dalam kotak jamur.

3.2. Implementasi Perangkat Lunak

Pada implementasi perangkat lunak, dilakukan pengembangan tampilan antarmuka berbasis *website*. Pengguna dapat memantau suhu dan kelembapan udara, serta mengendalikan kipas, *mist maker*, dan lampu pijar. Tampilan halaman beranda menampilkan informasi mengenai status kendali otomatis alat yaitu (*on* dan *off*), nilai suhu dan kelembapan udara, serta grafik perubahan suhu dan kelembapan udara dalam satu hari.



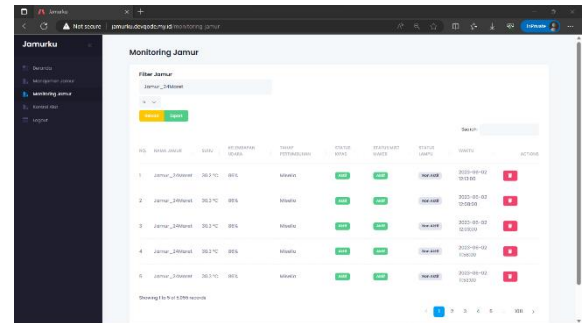
(a)



(b)

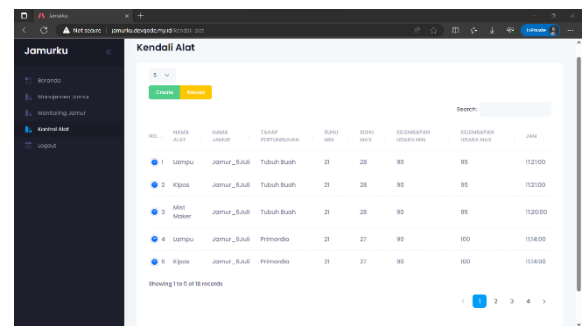
Gambar 12. Halaman Beranda, (a) Kendali Otomatis Alat *On*, (b) Kendali Otomatis Alat *Off*

Selanjutnya, halaman monitoring jamur yang menampilkan informasi tentang perkembangan terbaru jamur. Informasi ini mencakup nama kelompok jamur, suhu, kelembapan udara, tahap pertumbuhan, status kipas (*on/off*), status *mist maker* (*on/off*), dan status lampu pijar (*on/off*) yang diperbarui setiap 5 menit. Informasi perkembangan jamur ini dapat diunduh dalam format *file Excel* dengan menekan tombol "Export".



Gambar 13. Halaman Monitoring Jamur

Terakhir, terdapat halaman kendali alat yang digunakan untuk mengatur dan menampilkan informasi tentang alat-alat yang akan digunakan pada jamur. Pengguna dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus alat-alat yang akan digunakan pada jamur melalui halaman ini.



Gambar 14. Halaman Kendali Alat

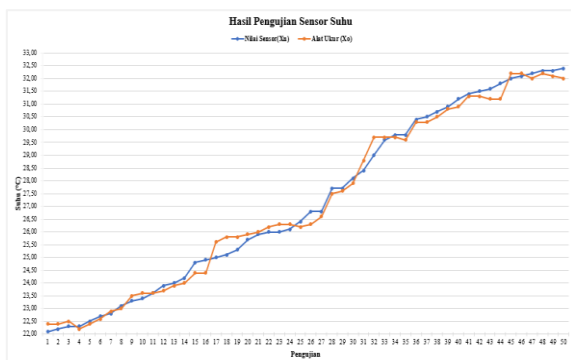
3.3. Pengujian

Pada penelitian ini, dilakukan tiga jenis pengujian, yaitu pengujian respons sistem, pengujian akurasi pengukuran sensor, dan pengujian waktu respon modul *relay* dalam mengaktifkan dan menonaktifkan aktuator.

Pengujian pertama, yaitu pengujian respons sistem yang bertujuan untuk mengamati respons sistem terhadap perubahan suhu dan kelembapan udara, dengan tujuan memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan algoritma yang telah dirancang. Pada pengujian ini, dilakukan pengamatan selama satu hari pada setiap fase pertumbuhan, dengan pengiriman data setiap jam. Pertumbuhan jamur tiram terdiri dari tiga fase pertumbuhan, yaitu fase miselia, fase primordia, dan fase tubuh buah, dengan lama penanaman selama 19 hari. Pada fase miselia, diperlukan suhu ideal berkisar antara 24-29°C dengan kelembapan udara sekitar 90-100%. Hasil pengujian pada fase miselia dapat dilihat pada Lampiran nomor 1. Selanjutnya, pada fase primordia, suhu harus sedikit diturunkan menjadi antara 21-27°C, dengan kelembapan sekitar 90-100%. Hasil

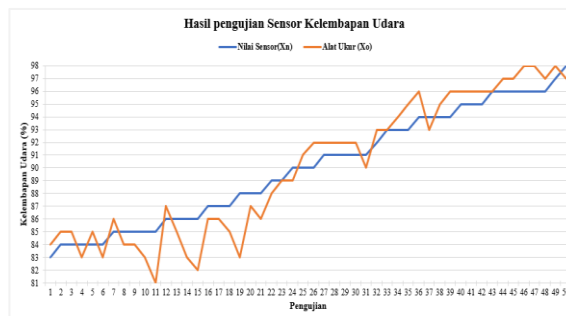
pengujian respons sistem pada fase primordia dapat dilihat pada Lampiran nomor 2. Terakhir, pada fase tubuh buah, suhu perlu dipertahankan dalam kisaran 21-28°C dengan kelembapan sekitar 90-95%. Hasil pengujian respons sistem pada fase tubuh buah dapat dilihat pada Lampiran nomor 3. Berdasarkan hasil pengujian pada masing-masing fase pertumbuhan dapat diketahui bahwa pengendalian suhu dilakukan dengan menjalankan sistem sesuai nilai minimum dan maksimum yang telah ditetapkan. Jika suhu di dalam ruang budi daya jamur tiram naik melebihi nilai yang telah ditentukan, sistem secara otomatis akan mengaktifkan kipas untuk mengatur sirkulasi udara dan mengeluarkan udara panas. Sebaliknya, jika suhu turun di bawah nilai yang telah ditetapkan, sistem akan menghidupkan lampu pijar. Untuk pengendalian kelembapan udara, sistem akan mengaktifkan *mist maker* ketika kelembapan udara dalam ruang budi daya jamur tiram menurun di bawah nilai minimum. *Mist maker* berfungsi untuk menciptakan kabut dan meningkatkan kelembapan udara. Jika kelembapan udara naik melebihi nilai maksimum yang ditentukan, sistem akan otomatis menghidupkan lampu pijar. Setelah kondisi suhu dan kelembapan udara di ruang budi daya jamur tiram mencapai nilai yang ditentukan, sistem akan berhenti secara otomatis.

Selanjutnya, pengujian kedua yaitu pengujian akurasi pengukuran sensor. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan keakuratan suhu dan kelembapan udara yang dibaca oleh sensor DHT11. Pengujian sensor suhu dan kelembapan udara dilakukan dengan membandingkan hasilnya dengan alat ukur standar *Mini Digital Thermometer & Hygrometer* sebanyak 50 kali. Pengujian hasil pengukuran suhu antara sensor dan alat ukur menunjukkan rata-rata *error* sebesar 0,024% dengan tingkat akurasi sebesar 99,976%.



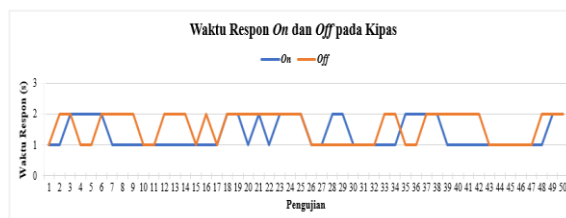
Gambar 15. Hasil Pengujian Alat Ukur dan Sensor DHT11 pada Pembacaan Suhu

Selanjutnya, pengujian pengukuran kelembapan udara antara sensor dan alat ukur menunjukkan rata-rata *error* sebesar 0,136% dengan tingkat akurasi sebesar 99,864%.



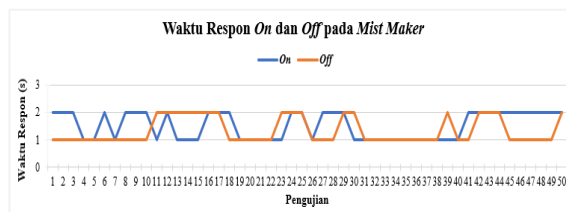
Gambar 16. Hasil Pengujian Alat Ukur dan Sensor DHT11 pada Pembacaan Kelembapan Udara

Pengujian ketiga yaitu pengujian respons modul *relay*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui durasi waktu respons modul *relay* selama proses penghidupan dan pemadaman aktuator, yaitu kipas, *mist maker*, dan lampu pijar di dalam ruang budi daya jamur tiram. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima puluh kali. Hasil pengujian kipas pada Gambar 17, terlihat bahwa rata-rata waktu respon untuk mengaktifkan kipas adalah 1,4 detik, sementara untuk mematikan kipas adalah 1,6 detik.



Gambar 17. Hasil Pengujian Waktu Respon Modul *Relay* pada Kipas

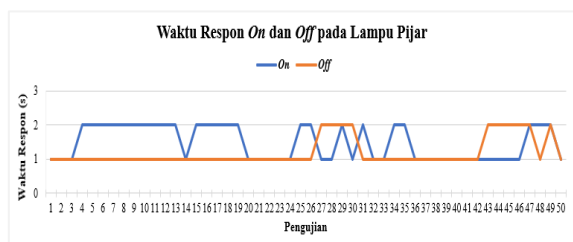
Selanjutnya, hasil pengujian *mist maker* pada Gambar 18 menunjukkan rata-rata waktu respon untuk mengaktifkan *mist maker* adalah 1,5 detik, sedangkan waktu respon mematikan *mist maker* adalah 1,3 detik.



Gambar 18. Hasil Pengujian Waktu Respon Modul *Relay* pada *Mist Maker*

Terakhir, hasil pengujian lampu pijar pada Gambar 19 menunjukkan rata-rata waktu respon untuk mengaktifkan lampu pijar adalah 1,5 detik

dan waktu respon mematikan lampu pijar adalah 1,2 detik.



Gambar 19. Hasil Pengujian Waktu Respon Modul Relay pada Lampu Pijar

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil pengujian respons sistem menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan algoritma yang telah dirancang. Aktuator yang terdiri dari kipas, *mist maker*, dan lampu pijar berhasil diaktifkan saat nilai suhu dan kelembapan udara yang dideteksi oleh sensor DHT11 berada di luar rentang nilai ideal. Pengujian akurasi pengukuran sensor DHT11 yang dibandingkan dengan alat ukur standar *Mini Digital Thermometer & Hygrometer* menghasilkan nilai akurasi pada sensor DHT11 untuk pembacaan suhu sebesar 99,976% dan pembacaan kelembapan udara sebesar 99,846%. Selanjutnya, pengujian waktu respons modul relay menghasilkan rata-rata waktu respons sekitar 1,4 detik untuk mengaktifkan kipas dan 1,6 detik untuk memamatkannya. Waktu respons untuk mengaktifkan *mist maker* adalah 1,5 detik, sementara untuk memamatkannya adalah 1,3 detik. Sementara itu, waktu respons untuk mengaktifkan lampu pijar adalah 1,5 detik, dan untuk memamatkannya adalah 1,2 detik. Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa implementasi sistem *internet of things* pada budidaya jamur tiram mampu menjaga kondisi lingkungan ruangan budidaya jamur tiram melalui pemantauan dan pengendalian suhu serta kelembapan udara. Hal ini diwujudkan melalui sebuah *website* yang memungkinkan monitoring dan kendali terhadap kondisi lingkungan secara otomatis.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran agar penelitian ini dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya yaitu disarankan membuat aplikasi berbasis *mobile* sehingga mempermudah pengguna dalam menerima notifikasi, melakukan pemantauan dan pengendalian tanpa perlu menggunakan *browser* untuk mengakses aplikasi. Dan melanjutkan penelitian ini untuk berbagai jenis jamur tiram lainnya.

Daftar Pustaka:

- [1] M. A. Rizaty, "Produksi Jamur di Indonesia Turun Jadi 63,15 Ton pada 2022," *dataindonesia.id*, 2023. <https://dataindonesia.id/agribisnis-kehutanan/detail/produksi-jamur-di-indonesia-turun-jadi-6315-ton-pada-2022> (accessed Sep. 24, 2023).
- [2] Meinanda, *Panen Cepat Budidaya Jamur*. Bandung: Padi, 2013.
- [3] Y. . Nurhakim, "Sukses Budidaya Jamur Tiram," in *Sukses Budidaya Jamur Tiram*, Pamulang: Penerbit Ilmu, 2018.
- [4] S. P. Astuti, S. Rosida, R. Jannati, and N. M. A. R. Ulan D, "PENINGKATAN KAPASITAS PETANI MELALUI PELATIHAN PERAWATAN DAN PEMELIHARAAN BUDIDAYA JAMUR TIRAM," *J. Ilm. Abdi Mas TPB Unram*, vol. 1, no. 2, 2019, doi: 10.29303/amtpb.v1i2.27.
- [5] S. Arafat, M. Kom, and Kom, "SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Technol. J. Ilm.*, vol. 7, no. 4, Dec. 2016, doi: 10.31602/TJI.V7I4.661.
- [6] N. Nasution, M. Rizal, D. Setiawan, and M. A. Hasan, "IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus: Tanaman Selada Dalam Green House," *IT J. Res. Dev.*, vol. 4, no. 2, 2019, doi: 10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357.
- [7] R. Setiawan, "Memahami Apa Itu Internet of Things - Dicoding Blog," Sep. 08, 2021. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-internet-of-things/> (accessed Mar. 27, 2023).
- [8] G. Heru Sandi and Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.5892.
- [9] A. Wagya and Rahmat, "Jurnal Ilmiah Setrum TEMPLATE," vol. 8, no. 2, pp. 253–259, 2019.
- [10] M. Y. E. Aditya and H. Wibawanto, "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8," *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, 2013, doi: 10.15294/JTE.V5I1.3548.
- [11] D. A. O. Turang, "PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE," *Semin. Nas. Inform.*, vol. 1, no. 1, Dec. 2015, Accessed: Mar. 18, 2023. [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1368>

- [12] F. Supegina and E. J. Setiawan, "RANCANG BANGUN IOT TEMPERATURE CONTROLLER UNTUK ENCLOSURE BTS BERBASIS MICROCONTROLLER WEMOS DAN ANDROID," *J. Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 2, p. 145, May 2017, doi: 10.22441/JTE.
- [13] K. Dewi, Kifaya, and Fahmi, "Perancangan Pengabut rumah Walet Otomatis," *Pros. Semin. Tek. Elektro Inform.*, 2016, [Online]. Available: http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/t!@file_artikel_abstrak/Isi_Artikel_231365191283.pdf
- [14] R. Haryadi *et al.*, "Pengaruh Cahaya Lampu 15 Watt Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pandan (Pandanus Amaryllifolius)," *Gravity J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 3, no. 2, pp. 100–109, 2017, doi: 10.30870/gravity.v3i2.2594.
- [15] J. Arifin, L. N. Zulita, and H. Hermawansyah, "PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560," *J. MEDIA INFOTAMA*, vol. 12, no. 1, Feb. 2016, doi: 10.37676/JMI.V12I1.276.
- [16] G. Indrawan, "Database MySQL dengan Pemograman PHP - Rajawali Pers," *PT. RajaGrafindo Persada*, 2021.
- [17] A. Y. Rangan, Amelia Yusnita, and Muhammad Awaludin, "Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," *J. E-Komtek*, vol. 4, no. 2, pp. 168–183, 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i2.404.

Lampiran

1. Hasil Pengujian Fase Miselia

No	Waktu	Suhu	Kelembapan Udara	Status_kipas	Status_mist_maker	Status_lampu
1	24/03/2023 14:58	28	93	Off	Off	Off
2	24/03/2023 15:48	28	92	Off	Off	Off
3	24/03/2023 16:48	28	88	Off	On	Off
4	24/03/2023 17:48	27.6	88	Off	On	Off
5	24/03/2023 18:48	27.6	88	Off	On	Off
6	24/03/2023 19:48	27.6	90	Off	Off	Off
7	24/03/2023 20:48	27.1	90	Off	Off	Off
8	24/03/2023 21:48	26.7	90	Off	Off	Off
9	24/03/2023 22:48	26.7	90	Off	Off	Off
10	24/03/2023 23:48	26.2	90	Off	Off	Off
11	25/03/2023 00:48	26.2	90	Off	Off	Off
12	25/03/2023 01:48	26.2	90	Off	Off	Off
13	25/03/2023 02:48	25.8	90	Off	Off	Off
14	25/03/2023 03:48	25.8	90	Off	Off	Off
15	25/03/2023 04:48	25.8	90	Off	Off	Off
16	25/03/2023 05:48	25.8	91	Off	Off	Off
17	25/03/2023 06:48	25.8	91	Off	Off	Off
18	25/03/2023 07:48	25.8	92	Off	Off	Off
19	25/03/2023 08:48	26.2	92	Off	Off	Off
20	25/03/2023 09:48	27.1	93	Off	Off	Off
21	25/03/2023 10:48	27.6	92	Off	Off	Off
22	25/03/2023 11:48	28	91	Off	Off	Off
23	25/03/2023 12:48	28.5	91	Off	Off	Off
24	25/03/2023 13:48	29.3	86	On	On	Off

2. Hasil Pengujian Fase Primordia

No	Waktu	Suhu	Kelembapan Udara	Status_kipas	Status_mist_maker	Status_lampu
1	02/04/2023 00:03	26.7	87	Off	On	Off
2	02/04/2023 01:03	26.2	87	Off	On	Off
3	02/04/2023 02:03	25.8	87	Off	On	Off
4	02/04/2023 03:03	25.3	87	Off	On	Off
5	02/04/2023 04:03	25.3	88	Off	On	Off
6	02/04/2023 05:03	25.3	88	Off	On	Off
7	02/04/2023 06:03	25.3	89	Off	On	Off
8	02/04/2023 07:03	26.2	89	Off	On	Off
9	02/04/2023 08:03	27.6	87	On	On	Off
10	02/04/2023 09:03	28.9	87	On	On	Off
11	02/04/2023 10:03	29.8	86	On	On	Off
12	02/04/2023 11:03	30.2	86	On	On	Off
13	02/04/2023 12:03	31.8	85	On	On	Off
14	02/04/2023 13:03	31.8	84	On	On	Off
15	02/04/2023 14:03	30.2	86	On	On	Off
16	02/04/2023 15:03	28.5	87	On	On	Off
17	02/04/2023 16:03	29.3	86	On	On	Off
18	02/04/2023 17:03	30.2	85	On	On	Off
19	02/04/2023 18:03	29.8	85	On	On	Off
20	02/04/2023 19:03	29.3	86	On	On	Off
21	02/04/2023 20:03	28.9	86	On	On	Off

22	02/04/2023 21:03	28.6	86	On	On	Off
23	02/04/2023 22:03	28.5	86	On	On	Off

No	Waktu	Suhu	Kelembapan Udara	Status_kipas	Status_mist_maker	Status_lampu
24	02/04/2023 23:03	28	86	On	On	Off

3. Hasil Pengujian Fase Tubuh Buah

No	Waktu	Suhu	Kelembapan Udara	Status_kipas	Status_mist_maker	Status_lampu
1	07/04/2023 00:03	25.8	93	Off	Off	Off
2	07/04/2023 01:03	25.8	94	Off	Off	Off
3	07/04/2023 02:03	25.3	95	Off	Off	Off
4	07/04/2023 03:03	25.3	98	Off	Off	On
5	07/04/2023 04:03	25.3	95	Off	Off	Off
6	07/04/2023 05:03	25.3	93	Off	Off	Off
7	07/04/2023 06:03	25.3	93	Off	Off	Off
8	07/04/2023 07:03	25.3	93	Off	Off	Off
9	07/04/2023 08:03	25.8	93	Off	Off	Off
10	07/04/2023 09:03	27.1	90	Off	Off	Off
11	07/04/2023 10:03	27.1	92	Off	Off	Off
12	07/04/2023 11:03	28.5	91	On	Off	Off
13	07/04/2023 12:03	29.3	86	On	On	Off
14	07/04/2023 13:03	30.2	86	On	On	Off
15	07/04/2023 14:03	29.8	86	On	On	Off
16	07/04/2023 15:03	30.2	89	On	On	Off
17	07/04/2023 16:03	29.8	89	On	On	Off
18	07/04/2023 17:03	28.9	92	On	Off	Off
19	07/04/2023 18:03	28	94	Off	Off	Off
20	07/04/2023 19:03	28	93	Off	Off	Off
21	07/04/2023 20:03	28	92	Off	Off	Off
22	07/04/2023 21:03	28.5	92	On	Off	Off
23	07/04/2023 22:03	28.5	89	On	On	Off
24	07/04/2023 23:03	28	91	Off	Off	Off