

Sistem Penyiraman Otomatis Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Cucun Andrianto¹, Miftakhul Maulidina², M. Dewi Manikta Puspitasari³, Elsanda Merita Indrawati^{4*}

Teknik Elektronika, Universitas Nusantara PGRI Kediri^{1,2,3,4}

cucunandrianto28@gmail.com¹, miftakhulmaulidi@unpkediri.ac.id²,

dewimanikta@gmail.com³, elsanda@unpkediri.ac.id⁴

*Corresponding author: Elsanda Merita Indrawati

Abstrak

Budidaya jamur tiram memerlukan kondisi lingkungan yang stabil, terutama dari segi suhu dan kelembaban. Namun, sistem penyiraman manual masih banyak digunakan oleh petani, yang kurang efisien dan tidak konsisten dalam menjaga kondisi ideal. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendukung proses budidaya jamur tiram secara lebih modern dan efisien. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, serta aplikasi Blynk untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui internet. Ketika kelembaban turun di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air untuk penyiraman. Pengujian selama 14 hari menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dan real-time dengan respon yang cepat, rata-rata waktu penyiraman sekitar 1,24 menit per semprot dan volume rata-rata 41,47 ml per penyiraman. Hasil analisis menunjukkan peningkatan efisiensi waktu, penghematan air, serta peningkatan kualitas hasil panen jamur tiram. Sistem ini mendapat respons positif dari mitra petani dan dinilai layak untuk diterapkan dalam skala kecil hingga menengah.

Kata Kunci : Blynk, Budidaya Jamur Tiram, IoT, NodeMCU ESP32, Penyiraman.

A. PENDAHULUAN

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jenis jamur kayu yang dapat dikonsumsi termasuk kelompok *basidiomycota* dan kelas *Homobasidiomycetes*. *Pleurotus* tergolong saprofit yang tumbuh pada kayu dan dialam bebas, pleurotus dapat hidup pada jaringan tumbuhan berkayu yang masih hidup atau yang sudah. Pada budi daya jamur tiram media yang digunakan adalah berupa baglog, yaitu jaringan kayu atau serbuk gergaji yang merupakan sumber nutrisi dalam bentuk unsur seperti nitrogen, fosfor, belerang, kalium karbon serta unsur lainnya yang tersedia tidak sebanyak yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur tiram (Wibowo & Rozaq, 2023). Pertumbuhan jamur tiram membutuhkan suhu dan kelembapan yang sesuai.

Ketinggian dataran yang optimal untuk budidaya berkisar antara 550-800mdpl. Selain ketinggian dataran, suhu serta kelembapan juga berpengaruh kepada pertumbuhan jamur itu sendiri. Misalnya untuk suhu masa inkubasi pada pertumbuhan miselium/tahap awal pertumbuhan tubuh jamur yaitu berkisar antara 22°C - 28°C dengan kelembapan 60-80%. Ketika di fase pembentukan tubuh jamur, suhu yang optimal pada fase ini adalah antara 16°C - 25°C dan kelembapan 80-90% (Arridho, 2024). Jamur tiram dalam budidayanya memerlukan suhu dan kelembapan yang sesuai dengan fase pertumbuhan. Kebutuhan akan suhu dan kelembapan yang sesuai dalam pertumbuhan jamur tiram ini menimbulkan permasalahan pada petani jamur.

Petani jamur harus memastikan bahwa suhu dan kelembapan sudah sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan jamur tiram. Petani jamur dengan rutin melakukan penyiraman jamur secara manual untuk mengatur suhu dan kelembapan. Pengerjaan secara manual, membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses pengerjaan dan kurang efisien. Perlu adanya alat penyiram yang efisien waktu dan tenaga serta efektif untuk mengukur suhu dan kelembapan.

Hasil penelitian yang dilakukan Irvin et al. (2023), alat penyiram jamur tiram berbasis mikrokontroler dengan komponen utama Arduino R3 melakukan penyiraman lebih efisien, tidak menguras tenaga dan mempersingkat waktu pada saat proses penyiraman. Arthamonova dan Setiawan (2023) Dalam penelitiannya, mengembangkan alat sistem pengendali penyiraman tanaman jamur tiram

menggunakan metode *K-Nears Neighbor* dengan komponen utama Arduino Uno untuk membantu pembudidaya jamur tiram melakukan penyiraman secara manual yang berpatokan waktu pagi dan sore menjadi otomatis. Kekurangan alat penyiram jamur tiram berbasis mikrokontroler dengan komponen utama Arduino R3 dan menggunakan metode *K-Nears Neighbor* dengan komponen utama Arduino Uno ini terletak pada masih belum digunakannya teknologi seperti IoT (*internet of Things*).

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh petani jamur tiram dalam proses budidaya dan peningkatan hasil produksi jamur tiram, didukung dengan potensi teknologi yang dapat dikembangkan dari alat penyiram sebelumnya, maka perlu adanya sebuah alat dengan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT (*internet of Things*). *Internet of Things* (IoT) adalah konsep dimana benda atau gadget dapat terhubung dan berhubung satu sama lain melalui Internet. Sistem *Internet of Things* (IoT) berfungsi atas dasar bahwa pengontrol dan kontrol harus terhubung ke Internet untuk mengirim dan menyimpan data atau pesan. *Internet of Things* (IoT) merupakan serangkaian teknologi yang dipadukan untuk menciptakan suatu peralatan yang dapat dikontrol dan dipantau secara jarak jauh melalui internet (Nandika & Amrina, 2021). Teknologi ini memungkinkan pengawasan jarak jauh dari petani jamur.

Penambahan sensor bertujuan untuk mengukur suhu dan kelembapan yang dibutuhkan tanaman jamur. Sensor DHT22 digunakan sebagai komponen yang digunakan mengukur suhu dan kelembapan yang dibutuhkan. Sensor DHT22 adalah sensor suhu dan kelembapan digital senyawa yang output di kalibrasi sinyal digital. Sensor DHT22 memiliki keandalan sangat tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik dengan modul khusus digital untuk suhu dan kelembapan dengan penginderaan teknologi (Saputra et al., 2020). Kelembapan terdeteksi oleh sensor DHT22 akan dikirimkan secara real-time ke aplikasi Blynk, yang memungkinkan pemantauan data dari jarak jauh melalui jaringan internet.

B. LANDASAN TEORI

Sistem penyiraman otomatis untuk budidaya jamur tiram berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu bekerja secara otomatis dan manual. Alat ini menggunakan perangkat bernama ESP32 sebagai mikrokontroler, perangkat lunak Arduino IDE untuk *coding* pengontrol yang akan di transfer ke ESP32, serta aplikasi Blynk di smartphone untuk notifikasi. Penjelasan sistem alat kerja ini adalah mikrokontroler ESP32 mengirim data ke web server pada *Automatic Feeding Scedule*. Saat mentransfer data, ESP 32 membutuhkan jaringan internet agar terhubung ke *web server* yang akan mengatur timer pada mikrokontroler ESP32 dan data pada *coding* di Arduino secara otomatis. Secara otomatis, sprayer akan mengeluarkan butiran uap air ketika sensor mendeteksi suhu dan kelembapan melebihi nilai set point, dan akan berhenti saat kondisi lingkungan kembali dalam *range* yang diatur. Sistem ini juga dapat dioperasikan manual melalui smartphone, memungkinkan petani untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan secara real-time dan memberikan instruksi penyiraman dari jarak jauh jika diperlukan. Sistem ini dirancang sederhana untuk memudahkan pengoperasian oleh petani jamur.

1. *IoT* (*Internet of Things*)

IoT (*Internet of Things*) adalah konsep yang pertama kali dikemukakan oleh Kevin Asthon dalam pidatonya pada tahun 1999 dimana benda atau gadget dapat terhubung dan berhubung satu sama lain melalui Internet. Sistem *Internet of Things* (*IoT*) berfungsi atas dasar bahwa pengontrol dan kontrol harus terhubung ke Internet untuk mengirim dan menyimpan data atau pesan (Nandika & Amrina, 2021).

2. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System, perusahaan yang berbasis di Shanghai, Tiongkok, penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah terdapat modul wifi pada chip sehingga dapat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of things* (*IoT*) (Hidayah et al., 2024).

3. *Blynk*

Blynk adalah *platform IoT* yang memudahkan pengguna untuk mengembangkan proyek *IoT* yang memungkinkan pengembangan antarmuka untuk mengontrol perangkat *IoT* secara real time melalui smartphone dan komputer apapun dari jarak jauh, untuk menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik berupa angka, warna ataupun grafis dimanapun dan kapanpun yang dapat diimplementasikan dengan metode *drag and drop widget* (Mansa et al., 2022).

4. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor suhu dan kelembapan digital senyawa yang output di kalibrasi sinyal digital. Teknologi akuisisi modul khusus digital dan suhu dan kelembapan penginderaan teknologi diterapkan pada modul, DHT22 datang dengan keandalan sangat tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik (Saputra et al., 2020).

5. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*).

6. Pompa Air 12V DC

Pompa air merupakan peralatan listrik mekanis atau mesin yang digunakan untuk menaikkan sebuah cairan dari satu tempat ke tempat lainya melalui saluran pipa atau selang dengan menggunakan tenaga listrik (Ariansyah & Sariman, 2021).

7. Nozzle Sprayer

Nozzel Sprayer adalah alat yang berfungsi untuk memecah suatu cairan, larutan atau suspensi menjadi butiran cairan.

8. LCD 12C

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu komponen elektronik yang digunakan untuk menampilkan informasi seperti karakter, huruf, angka, maupun gambar grafis (Mindasari et al., 2022).

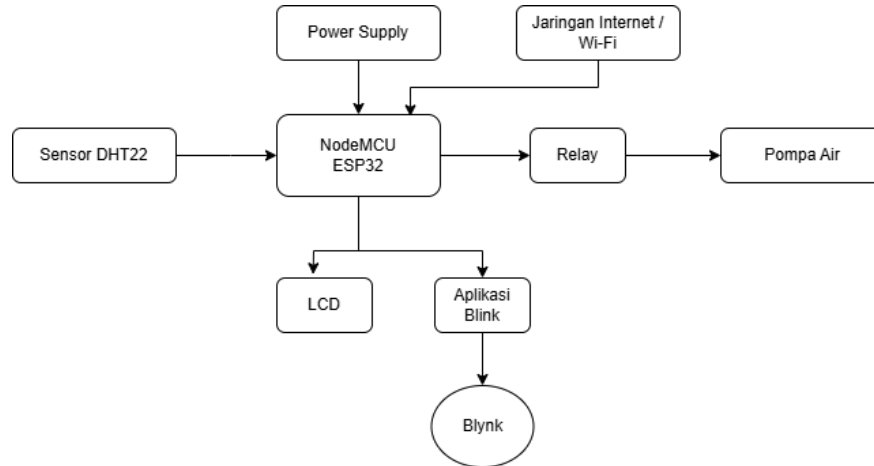
9. Stepdown DC to DC

Stepdown DC to DC merupakan salah satu topologi fundamental DC – DC konverter yang memiliki fungsi menurunkan tegangan input (V_i) dari tegangan DC yang lebih besar (Ummah et al., 2022).

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model prosedural sebagai model pengembangannya. Model proses sendiri merupakan implementasi dari model deskriptif yang secara progresif berupa proses yang diciptakan untuk menghasilkan suatu alat atau produk. Produk yang akan dikembangkan adalah alat penyiraman jamur tiram otomatis berbasis *IoT* yang dirancang untuk memudahkan proses penyiraman jamur tiram. Alur pengembangan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 5 tahapan, yaitu: 1) Studi Literatur, merupakan kegiatan membaca berbagai jurnal tugas akhir dari berbagai macam sumber perguruan tinggi atau universitas dan buku – buku yang berhubungan dengan materi – materi yang menjadi landasan teori dalam pembuatan alat penyiraman jamur tiram otomatis berbasis *IoT*; 2) Studi Lapangan, merupakan identifikasi dan pengamatan proses penyiraman jamur tiram, studi kasus pembudidaya jamur tiram di Kelurahan Betet Kota Kediri; 3) Ide dan gagasan, merupakan pemikiran tentang pembuatan alat penyiraman jamur tiram otomatis berbasis *IoT* yang dikonsultasikan kepada dosen pembimbing; 4) Perancangan dan perakitan, merupakan proses perakitan alat penyiraman jamur tiram otomatis berbasis *IoT*. Alat yang sudah dibuat dapat diketahui sistem kerja alat tersebut; 5) Uji coba produk, merupakan proses uji coba produk yang telah diciptakan agar peneliti dapat mengetahui alat yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

Desain sistem yang dirancang dalam pengembangan alat penyiraman otomatis berbasis *IoT* ini mencakup desain blok diagram, rangkaian elektronik, alur program, dan tampilan monitoring. 1. Desain Blok Diagram Sistem Komponen – komponen utama penyusun sistem terdiri dari pendeteksi kelembaban ruangan sensor DHT22, Mikrokontroler sebagai penerima pengolah data serta pengirim perintah menggunakan ESP32, Pompa Air sebagai penyiram jamur tiram, serta konektivitas *Wi-Fi* untuk pengirim data ke internet/*webserver*. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Program dimulai dengan pembacaan kelembaban oleh sensor DHT22 apabila kelembaban $> 80\%$ maka ESP32 akan menyalakan Pompa Air dan kelembaban $< 80\%$ maka pompa air akan mati. Data kelembaban akan terus dikirim ke platform monitoring secara realtime. Dan sistem penyiraman otomatis akan melakukan penyiraman sesuai dengan timer yang telah ditentukan yaitu 3 kali sehari (yaitu pada pukul 06.00 WIB, pukul 12.00 WIB, pukul 18.00 WIB). Desain alur program ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Desain Alur Program

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Produk sistem penyiraman otomatis pada jamur tiram berbasis IoT merupakan inovasi teknologi sederhana yang menggabungkan sensor kelembapan, mikrokontroler ESP32, dan platform *Internet of Things* (IoT) untuk membantu proses penyiraman secara efisien dan otomatis. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan di dalam kumbung jamur secara *real-time* dan secara otomatis pompa air akan menyala ketika kelembapan udara turun di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Dari penelitian ini menghasilkan sebuah produk sistem penyiraman jamur tiram otomatis berbasis IoT. Dalam perakitan dan pemrogramannya sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama agar dapat memantau kelembapan udara menggunakan sensor dan mengaktifkan pompa air secara otomatis berbasis

IoT.



Gambar 4. Tampilan Fisik Alat Penyiraman Otomatis Pada Jamur Tiram Berbasis IoT

2. Data Uji Coba

Dalam proses uji coba produk dilakukan pemantauan penyiraman jamur secara otomatis. Pemantauan penyiraman jamur tiram dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada pukul 06.00 WIB, 12.00 WIB, 18.00 WIB dalam 14 hari perawatan. Berikut data yang disajikan mengenai pemantauan volume air penyiraman jamur tiram menggunakan alat penyiraman otomatis pada jamur tiram berbasis IoT (*Internet of Things*) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Volume Penyiraman Air

Hari	Pukul (06.00)	Pukul (12.00)	Pukul (18.00)	Total Volume air per hari (ml)
1	120 ml	125 ml	130 ml	375 ml
2	115 ml	120 ml	125 ml	360 ml
3	125 ml	130 ml	135 ml	390 ml
4	120 ml	125 ml	130 ml	375 ml
5	118 ml	123 ml	128 ml	369 ml
6	122 ml	126 ml	131 ml	379 ml
7	119 ml	124 ml	129 ml	372 ml
8	121 ml	127 ml	132 ml	380 ml
9	116 ml	121 ml	126 ml	363 ml
10	118 ml	123 ml	128 ml	369 ml
11	120 ml	125 ml	130 ml	375 ml
12	117 ml	122 ml	127 ml	366 ml
13	119 ml	124 ml	129 ml	372 ml
14	122 ml	127 ml	132 ml	381 ml
Rata-Rata	119,42 ml	124,42 ml	129,42 ml	5.286 ml

Berdasarkan uji coba dan pengamatan alat yang dilakukan, dengan perhitungan didapat rata – rata volume air sebagai berikut :

$$\bar{T} = \frac{\sum Ti}{n} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

\bar{T} : Nilai rata – rata

$\sum Ti$: Jumlah nilai volume air

n : Jumlah data

a. Rata – rata nilai volume air pada waktu tertentu adalah sebagai berikut :

Rata – rata volume air pada pukul 06.00 WIB :

$$\bar{T} = \frac{1.672}{14} = 119,42 \text{ ml}$$

Rata – rata volume air pada pukul 12.00 WIB :

$$\bar{T} = \frac{1.742}{14} = 124,42 \text{ ml}$$

Rata – rata volume air pada pukul 18.00 WIB :

$$\bar{T} = \frac{1.812}{14} = 129,42 \text{ ml}$$

Dari perhitungan volume air rata – rata diatas, rata – rata keseluruhan untuk tiga waktu pengamatan tersebut adalah sebagai berikut :

Rata – rata volume air per hari :

$$\bar{T}_{total \text{ vol air}} = \frac{119,42+124,42+129,42}{3} = 124,42 \text{ ml perhari}$$

Rata – rata volume air per penyiraman (sekali semprot) :

$$\bar{T}_{total \text{ vol air}} = \frac{V_{hari}}{3} = \frac{124,42}{3} = 41,47 \text{ ml / sekali semprot}$$

Berikut data yang disajikan mengenai pemantauan waktu pada penyiraman jamur tiram menggunakan alat penyiraman otomatis pada jamur tiram berbasis IoT (*Internet of Things*) yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Durasi Penyiraman

Hari	Pukul 06.00 (menit)	Pukul 12.00 (menit)	Pukul 18.00 (menit)	Total Durasi per hari (menit)
1	1.2	1.3	1.4	3.9
2	1.1	1.2	1.3	3.6
3	1.2	1.3	1.4	3.9
4	1.1	1.2	1.3	3.6
5	1.2	1.3	1.3	3.8
6	1.2	1.3	1.3	3.8
7	1.2	1.2	1.3	3.7
8	1.1	1.3	1.3	3.7
9	1.2	1.3	1.3	3.8
10	1.2	1.3	1.3	3.8
11	1.2	1.2	1.2	3.6
12	1.2	1.3	1.3	3.8
13	1.2	1.3	1.3	3.8
14	1.2	1.3	1.3	3.8
Total				52.0 Menit

Berdasarkan uji coba dan pengamatan alat yang dilakukan, dengan perhitungan didapat rata – rata waktu penyiraman sebagai berikut :

a. Rata – rata waktu per hari :

$$t_{hari} = \frac{\sum Total \text{ Durasi Per Hari}}{\text{jumlah hari}} \dots\dots\dots(2)$$

$$t_{hari} = \frac{52.0}{14} = 3.71 \text{ menit/hari}$$

b. Rata – rata waktu per sekali semprot :

$$t_{semprot} = \frac{\sum Total \text{ Durasi penyiraman}}{\text{jumlah hari}} \dots\dots\dots(3)$$

$$t_{semprot} = \frac{52.0}{42} = 1.24 \text{ menit/semprot}$$

Selama 14 hari pengamatan terhadap sistem penyiraman otomatis pada budidaya jamur tiram, diperoleh bahwa penyiraman dilakukan secara rutin sebanyak tiga kali sehari, yaitu pada pagi (06.00 WIB), siang (12.00 WIB), dan sore hari (18.00 WIB). Jadwal dan volume air yang disemprotkan berlangsung secara teratur berkat pengaturan otomatis oleh sistem berbasis mikrokontroler yang mengendalikan pompa air. Durasi penyiraman untuk setiap sesi berkisar antara 1,1 hingga 1,4 menit, menyesuaikan dengan kondisi kelembaban di ruang budidaya. Total waktu penyiraman yang tercatat selama 42 kali penyemprotan (14 hari × 3 kali/hari) adalah 52,0 menit. Volume air yang digunakan per hari berkisar antara 360 hingga 390 ml, dengan total selama 14 hari sebesar 5.286 ml. Ini menghasilkan

rata-rata volume penyiraman per hari sekitar 124,42 ml dan per penyemprotan sekitar 41,47 ml. Data ini membuktikan bahwa sistem penyiraman otomatis mampu bekerja dengan baik dan stabil dalam hal durasi dan volume air.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil uji coba di lingkungan budidaya jamur tiram, sistem mampu bekerja sesuai fungsinya. Sensor DHT22 mampu membaca kondisi lingkungan dengan cukup akurat, dan data tersebut dikirimkan ke *dashboard* aplikasi Blynk secara stabil. Ketika kelembaban turun di bawah ambang batas 80%, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa, dan akan berhenti menyiram ketika kelembaban kembali naik ke level optimal. Selain itu, pengguna juga dapat mengakses dan mengontrol sistem secara manual melalui *smartphone*, memungkinkan kontrol dari jarak jauh ketika dibutuhkan. Sistem diuji dalam kondisi operasional selama lebih dari 24 jam dan terbukti cukup andal, tanpa error dalam pengiriman data maupun aktivasi pompa.

Penelitian ini memiliki persamaan dengan penelitian Wibowo & Rozaq, (2023) yaitu sama menggunakan sensor DHT22 dan menggunakan ESP32 yang memiliki tujuan yang sama yaitu melakukan penyiraman secara otomatis berbasis *IoT*. Penelitian ini memiliki persamaan dengan penelitian Hidayat et al., (2023) sama sama memiliki tujuan melakukan penyiraman secara otomatis. Hanya saja sensor yang digunakan berbeda, pada penelitian ini menggunakan sensor DHT22 sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan sensor DHT11. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan Arthamonova & Setiawan, (2023) yaitu berbasis Bluetooth pada *smartphone*, sedangkan penelitian ini berbasis *IoT* dengan menggunakan aplikasi Blynk. Kelebihan Penelitian ini yaitu sistem memiliki konektivitas dengan jarak jauh tanpa harus takut terputus konektivitasnya.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh tahapan perancangan, pengembangan, pengujian, dan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa : a) Sistem penyiraman otomatis pada budidaya jamur tiram berbasis *IoT* (*Internet of Things*) telah berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan sensor suhu dan kelembaban, mikrokontroler ESP32, dan modul koneksi internet sehingga mampu melakukan penyiraman secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan serta dapat dipantau melalui perangkat seluler/*smartphone*; b) Sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* pada budidaya jamur tiram terbukti efektif dalam beberapa aspek penting. Dari segi waktu, sistem ini mampu mengotomatisasi proses penyiraman secara terjadwal dan tepat sasaran, sehingga mengurangi ketergantungan pada tenaga manual dan mempercepat proses kerja. Dari aspek efisiensi penggunaan air, sistem ini hanya menyiram saat diperlukan berdasarkan data sensor, sehingga mampu menghemat volume air secara signifikan dibandingkan metode manual. Selain itu, pengelolaan kelembaban yang lebih optimal berdampak langsung pada peningkatan bobot panen jamur tiram, yang menunjukkan bahwa kondisi tumbuh menjadi lebih ideal.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu, agar dapat mengembangkan alat dengan jumlah kapasitas baglog jamur tiram yang lebih besar dan melengkapi alat dengan sensor level air yang dapat memantau volume air pada tandon secara *real - time* dengan tujuan untuk mencegah kegagalan penyiraman akibat kekosongan air pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariansyah, M. D., & Sariman, S. (2021). Analisa Performa Pompa Air DC 12V 42 Watt terhadap Variasi Kedalaman Pipa Menggunakan Baterai dengan Sumber Energi dari Matahari. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(6), 1083–1102. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i6.251>
- Arthamonova, I., & Setiawan, E. (2023). Sistem Pengendali Penyiraman Tanaman Jamur Tiram berdasarkan Suhu dan Kelembaban menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Jurnal Pengembangan Teknologi ...*, 7(6), 2693–2697.
- Hidayah, R. R., Nurcahyo, S., & Dewatama, D. (2024). Implementasi Pengaturan Suhu Menggunakan Mikrokontroler ESP32. 3(3), 106–115.
- Mansa, J. W., Kainde, Q. C., & Sangkop, F. I. (2022). Sistem Monitor Kelembaban Tanah Berbasis

- Internet of Things (IoT). *JOINTER: Journal of Informatics Engineering*, 3(01), 17–21. <https://doi.org/10.53682/jointer.v3i01.40>
- Mindasari, S., As'ad, M., & Meilantika, D. (2022). Sistem Keamanan Kotak Amal di Musala Sabilul Khasanah Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya (JTIM)*, 5(2), 7–13.
- Nandika, R., & Amrina, E. (2021). SISTEM HIDROPONIK BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT). *Sigma Teknika*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v4i1.3253>
- Rajagukguk, I. H., Saputra, D., Siahaan, E. W. ., & Tarigan, K. (2023). Rancang Bangun Sistem Kontrol Alat Penyiram Jamur Tiram Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 4(1), 267. <https://doi.org/10.46930/teknologimesin.v4i1.3319>
- RajwaJilan Arridho. (2024). Alat Penjaga Kestabilan Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Putih. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 14(1), 26–31. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v14i1.31900>
- Saputra, F., Ryana Suchendra, D., & Ikhsan Sani, M. (2020). Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Pada Ruangannya Implementation of Dht22 Sensor System To Stabilize Temperature and Humidity Based on Microcontroller Nodemcu Esp8266 in Space. *Proceeding of Applied Science*, 6(2), 1977.
- Ummah, K. V. N. R., Sutedjo, S., Rifadil, M. M., & Mahendra, L. S. (2022). Alat Uji MCB 1 Fasa Instalasi Milik Pelanggan (IML). *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 141–147. <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i2.19352>
- Wibowo, B. C., & Rozaq, I. A. (2023). Implementasi Sistem Penyiraman Otomatis Pada Kumbung sebagai Upaya Peningkatan Hasil Budi Daya Jamur Tiram Desa Menawan. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Seni Bagi Masyarakat)*, 12(2), 157. <https://doi.org/10.20961/semar.v12i2.71407>