

Design and Build of an Automatic Condensation System and Web-Based Temperature and Humidity Monitoring for Mushroom Houses

[Rancang Bangun Sistem Automatic Condensation dan Monitoring Suhu serta Kelembaban Kumbung Jamur Berbasis Web]

Yanwar Yadi Wardoyo¹⁾, Shazana Dhiya Ayuni^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: shazana@umsida.ac.id

Abstract. *The optimal growth of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) is greatly influenced by stable environmental conditions, particularly temperature and humidity inside the mushroom house. This study aims to design and build an automatic condensation system and web-based temperature and humidity monitoring system using NodeMCU ESP8266 and DHT22 sensors. The research method used is system design and development, which includes the planning stage, hardware design, software development, system integration, and performance testing of the device. The DHT22 sensor is used to measure the ambient temperature and humidity, then the data is processed by NodeMCU by comparing it to predetermined threshold values to automatically control the actuator via a relay. Environmental data is sent via a Wi-Fi network to a web server and stored in a database to be displayed in real-time and as historical data. The system also provides a local display via LCD. Testing under real conditions showed that the system was able to read environmental parameters stably, send data consistently to the server, and respond automatically to changes in temperature and humidity according to the designed control logic. This system improves monitoring efficiency and supports the application of IoT technology in precision agriculture-based oyster mushroom cultivation.*

Keywords - Monitoring System, Automatic Condensation System, NodeMCU ESP8266, Internet of Things (IoT), DHT22

Abstrak. *Pertumbuhan optimal jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) sangat dipengaruhi oleh kestabilan kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban di dalam kumbung jamur. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem automatic condensation serta monitoring suhu dan kelembaban berbasis web menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT22. Metode penelitian yang digunakan adalah perancangan dan pengembangan sistem yang meliputi tahap perencanaan, perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian kinerja alat. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan, kemudian data diproses oleh NodeMCU dengan membandingkannya terhadap nilai ambang batas yang telah ditentukan untuk mengendalikan aktuatur melalui relay secara otomatis. Data lingkungan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke server web dan disimpan dalam database untuk ditampilkan secara real-time serta sebagai data historis. Sistem juga menyediakan tampilan lokal melalui LCD. Hasil pengujian pada kondisi nyata menunjukkan bahwa sistem mampu membaca parameter lingkungan dengan stabil, mengirimkan data secara konsisten ke server, serta merespons perubahan suhu dan kelembaban secara otomatis sesuai logika kontrol yang dirancang. Sistem ini meningkatkan efisiensi pemantauan dan mendukung penerapan teknologi IoT dalam budidaya jamur tiram berbasis pertanian presisi.*

Kata Kunci - Sistem Monitoring, Sistem Automatic Condensation, NodeMCU ESP8266, Internet of Things (IoT), DHT22

I. PENDAHULUAN

Kumbung jamur merupakan bangunan khusus yang dirancang untuk menjaga stabilitas lingkungan dalam proses budidaya jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) [1]. Faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara memiliki peranan yang sangat signifikan terhadap pertumbuhan miselium dan pembentukan tubuh buah jamur. Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa fluktuasi suhu yang tidak terkendali dapat menyebabkan penurunan produktivitas hingga 30% serta meningkatkan risiko kontaminasi mikroorganisme lain [2]. Oleh karena itu, pengendalian suhu dan kelembaban menjadi aspek krusial dalam sistem budidaya modern.

Jamur tiram tumbuh optimal pada suhu 27–29°C dengan kelembaban relatif antara 70–90% RH [3]. Kondisi di luar rentang tersebut dapat menghambat pertumbuhan, memperlambat pembentukan primordia, serta menurunkan

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

kualitas fisik hasil panen. Penelitian oleh Rahman et al. menyatakan bahwa stabilitas kelembaban memiliki korelasi langsung terhadap ukuran dan berat tubuh buah jamur [4]. Selain itu, studi oleh Hidayati menegaskan bahwa sistem pengendalian lingkungan berbasis sensor mampu meningkatkan konsistensi produksi dibandingkan metode manual [5].

Pada praktik konvensional, petani masih mengandalkan penyiraman manual atau ventilasi alami untuk mengatur kelembaban dan suhu. Metode ini memiliki keterbatasan dalam hal akurasi, efisiensi waktu, serta respons terhadap perubahan lingkungan secara cepat. Seiring perkembangan teknologi, konsep pertanian presisi (precision agriculture) mulai diterapkan untuk meningkatkan produktivitas melalui integrasi sensor dan sistem otomatis [6].

Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet secara real-time [7]. Implementasi IoT pada sektor pertanian terbukti mampu meningkatkan efisiensi monitoring hingga 40% dan mengurangi kesalahan pengukuran manual. Sistem monitoring berbasis IoT memanfaatkan mikrokontroler yang terintegrasi dengan modul komunikasi nirkabel untuk mentransmisikan data sensor ke server atau cloud platform [8].

NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT karena memiliki modul Wi-Fi terintegrasi, konsumsi daya rendah, serta kompatibilitas dengan berbagai sensor lingkungan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa ESP8266 memiliki kestabilan transmisi data yang baik pada sistem monitoring lingkungan berbasis web [9].

Dalam sistem monitoring suhu dan kelembaban, sensor DHT22 sering digunakan karena memiliki tingkat akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 2\%$ RH untuk kelembaban, serta stabil dalam penggunaan jangka panjang. Studi komparatif oleh Zhang et al. menunjukkan bahwa DHT22 memberikan performa yang lebih stabil dibandingkan DHT11 dalam lingkungan kelembaban tinggi seperti kumbung jamur [10].

Pengembangan sistem monitoring berbasis web memungkinkan pengguna mengakses data dari mana saja melalui perangkat yang terhubung internet. Sistem berbasis web memberikan visualisasi data dalam bentuk grafik real-time sehingga memudahkan analisis kondisi lingkungan. Selain itu, integrasi database memungkinkan penyimpanan histori data yang dapat digunakan untuk evaluasi dan optimasi produksi [11].

Beberapa penelitian lima tahun terakhir telah mengembangkan sistem monitoring lingkungan pertanian berbasis IoT, seperti sistem kontrol rumah kaca otomatis, monitoring kelembaban tanah, serta sistem kontrol suhu dan kelembaban pada ruang inkubasi [12]. Namun, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan sistem automatic condensation dengan monitoring berbasis web pada kumbung jamur masih relatif terbatas, khususnya pada skala petani kecil-menengah [13].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem automatic condensation serta monitoring suhu dan kelembaban kumbung jamur berbasis web menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT22. Sistem ini diharapkan mampu memberikan pemantauan real-time yang akurat, meningkatkan efisiensi pengelolaan kumbung, serta mendukung penerapan teknologi IoT pada sektor budidaya jamur tiram secara berkelanjutan [14].

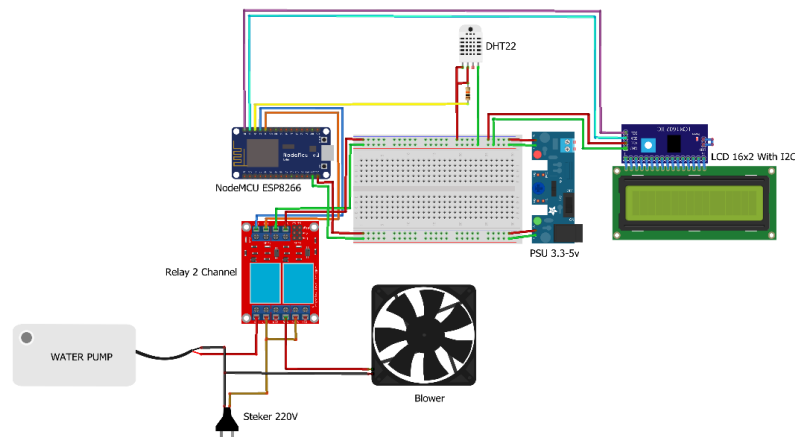
II. METODE

Dalam penelitian pembuatan sistem automatic condensation dan monitoring suhu serta kelembaban pada kumbung jamur berbasis web ini diawali dengan perencanaan desain sistem, pada proses ini dilakukan perencanaan konsep dan cara kerja sistem automatic condensation dan monitoring suhu serta kelembaban pada kumbung jamur berbasis web, dilanjutkan dengan perancangan hardware dan perancangan interface. Kemudian dilakukan instalasi hardware serta pemrograman pada NodeMCU ESP8266 dan Pemrograman HTML dan PHP [15]. Selanjutnya dapat dilakukan ke tahap pengujian alat. Apabila alat dan interface berfungsi sesuai rencana maka akan dilanjutkan dengan pengambilan dan analisa data yang nantinya dibuat sebagai laporan.

NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai kontrol utama yang berfungsi untuk menerima dan memproses data suhu serta kelembaban dari sensor DHT22. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke server web dan disimpan dalam database untuk ditampilkan pada halaman monitoring. Sistem monitoring berbasis web telah banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan lingkungan pertanian [16].

Beberapa bagian dari perangkat keras terbagi menjadi beberapa sub-bagian yaitu supply tegangan 220 VAC digunakan sebagai sumber tegangan blower dan pompa, power supply 5VDC sebagai daya untuk ESP8266, relay, LCD I2C 16x4, dan sensor DHT22. ESP8266 sebagai kontrol utama dalam sistem yang berfungsi untuk menerima dan memproses sinyal berupa data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22 untuk ditampilkan pada LCD I2C dan ditransmisikan ke server web, serta digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan relay. Relay berfungsi sebagai penghubung dan pemutus tegangan 220VAC yang terhubung ke blower dan pompa [17].

A. Diagram Perancangan Hardware



Gambar 5. Diagram perancangan hardware

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi masing-masing dan saling terintegrasi dalam sistem monitoring serta automatic condensation.

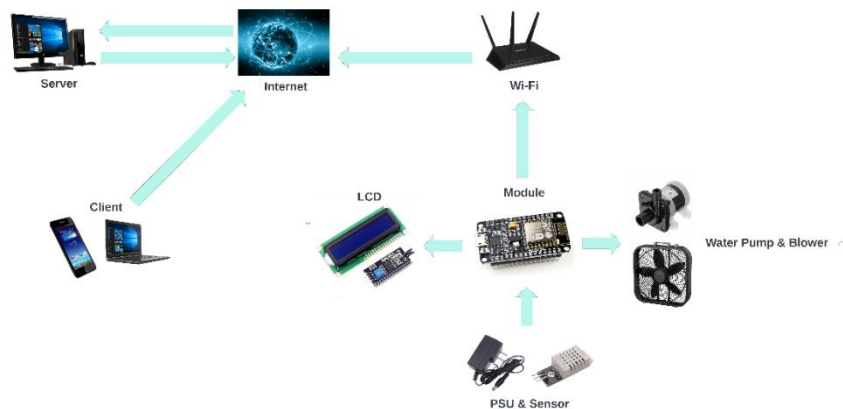
Sistem ini menggunakan sumber tegangan utama 220 VAC untuk mengoperasikan blower dan pompa air, sedangkan power supply 5VDC digunakan untuk memberi daya pada NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, relay, dan LCD I2C 16x4.

NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat kendali sistem. Mikrokontroler ini menerima data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22 melalui komunikasi digital single-wire. Data yang diterima kemudian diproses untuk menentukan apakah kondisi lingkungan berada dalam rentang ideal atau tidak.

Relay digunakan sebagai saklar elektronik yang memungkinkan NodeMCU mengendalikan perangkat bertegangan tinggi seperti pompa dan blower. Ketika nilai suhu melebihi batas atas (misalnya $>28^{\circ}\text{C}$), maka blower akan aktif. Sebaliknya, ketika kelembaban turun di bawah ambang batas (misalnya $<80\% \text{ RH}$), maka pompa akan aktif untuk meningkatkan kelembaban udara di dalam kumbung.

LCD I2C 16x4 digunakan sebagai media tampilan lokal untuk menampilkan nilai suhu, kelembaban, serta status pompa dan blower secara langsung tanpa harus mengakses website.

B. Diagram Sistem

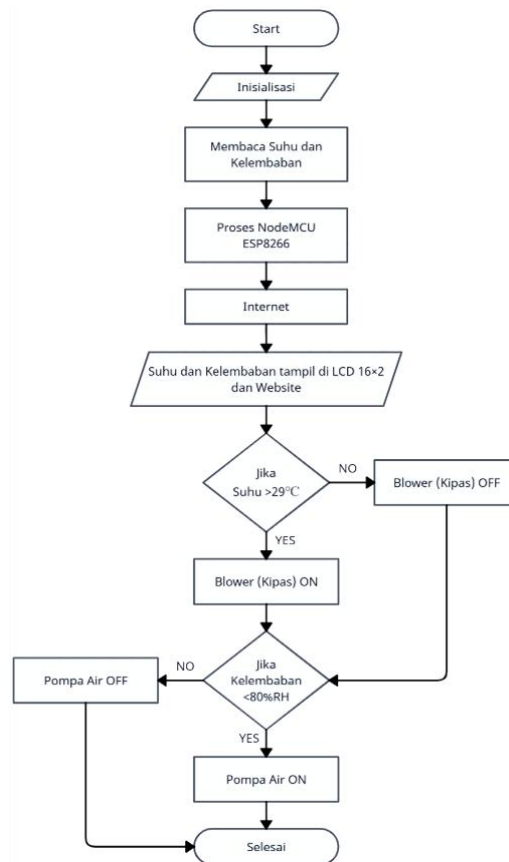


Gambar 6. Diagram Sistem

Diagram sistem menggambarkan hubungan dan alur komunikasi antar komponen yang terdapat dalam sistem monitoring dan automatic condensation pada kumbung jamur. Proses diawali dari sensor DHT22 yang berfungsi untuk membaca kondisi suhu dan kelembaban udara di dalam kumbung secara berkala. Data hasil pembacaan sensor kemudian dikirimkan ke NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali sistem untuk diproses. NodeMCU melakukan pengolahan data dengan membandingkan nilai suhu dan kelembaban yang diterima terhadap ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah proses pengolahan selesai, data tersebut dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke server web dan disimpan dalam database untuk keperluan monitoring serta pencatatan historis. Secara bersamaan, NodeMCU

juga mengendalikan relay sebagai aktuator berdasarkan kondisi lingkungan yang terdeteksi, sehingga sistem dapat melakukan tindakan otomatis seperti mengaktifkan blower atau pompa sesuai kebutuhan.

C. Flowchart



Gambar 7. Flowchart Sistem

Flowchart sistem menggambarkan urutan kerja sistem secara keseluruhan sejak awal hingga proses berjalan secara berulang. Ketika sistem dinyalakan, NodeMCU terlebih dahulu melakukan inisialisasi dan mencoba terhubung ke jaringan Wi-Fi yang telah dikonfigurasi. Setelah koneksi berhasil, sensor DHT22 mulai membaca nilai suhu dan kelembaban di dalam kumbung. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Apabila suhu melebihi batas maksimum yang ditetapkan, maka NodeMCU akan mengaktifkan blower untuk membantu menurunkan suhu ruangan. Sebaliknya, apabila kelembaban berada di bawah batas minimum yang diinginkan, maka pompa atau sistem penyemprot akan diaktifkan untuk meningkatkan kelembaban udara. Selanjutnya, data suhu, kelembaban, serta status aktuator dikirimkan ke server web untuk disimpan dalam database dan ditampilkan pada halaman monitoring. Informasi tersebut juga ditampilkan secara langsung pada LCD sebagai media pemantauan lokal. Seluruh proses ini berlangsung secara kontinu dan berulang selama sistem beroperasi, sehingga kondisi lingkungan kumbung dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor



Gambar 8. Tampilan LCD I2C 16x4

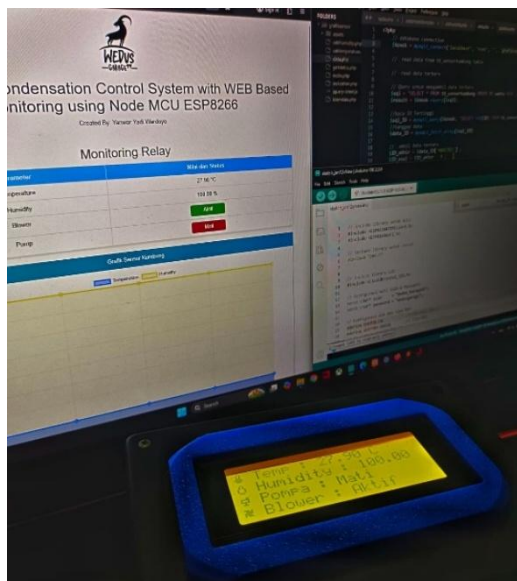
Sensor DHT22 digunakan dalam penggunaan alat ini sebagai sensor yang membaca nilai suhu dan kelembaban pada kumbung jamur. Nilai suhu dan kelembaban yang telah dibaca oleh DHT22 secara realtime akan diproses oleh ESP8266 yang kemudian akan ditampilkan pada LCD I2C 16x4. Pada gambar tersebut ditampilkan nilai temperature 33,30C dan humidity 73,90% serta kondisi pompa dan blower aktif bersamaan. Kondisi pompa aktif dipicu karena kelembaban turun dibawah 80% dan blower aktif dikarenakan suhu berada diatas 28C.

B. Pengujian Monitoring Dengan Web

ID	Temperature	Humidity	Blower	Pompa	Waktu
9	28.20	93.90	1	0	2025-01-20 19:33:54
10	28.20	93.90	1	0	2025-01-20 19:34:00
11	28.20	93.90	1	0	2025-01-20 19:34:06
12	28.20	94.00	1	0	2025-01-20 19:34:11
13	28.20	94.00	1	0	2025-01-20 19:34:17
14	28.20	94.00	1	0	2025-01-20 19:34:22
15	28.20	94.00	1	0	2025-01-20 19:34:28
16	28.20	94.10	1	0	2025-01-20 19:34:34
17	28.20	94.10	1	0	2025-01-20 19:34:39
18	28.20	94.00	1	0	2025-01-20 19:34:45
19	28.20	94.00	1	0	2025-01-20 19:34:50
20	28.20	94.00	1	0	2025-01-20 19:34:56
21	28.20	94.10	1	0	2025-01-20 19:35:02
22	28.20	94.10	1	0	2025-01-20 19:35:08
23	28.20	94.10	1	0	2025-01-20 19:35:13
24	28.20	94.10	1	0	2025-01-20 19:35:19
25	28.20	94.30	1	0	2025-01-20 19:35:24
26	28.20	94.40	1	0	2025-01-20 19:35:30
27	28.20	94.30	1	0	2025-01-20 19:35:35
28	28.20	94.20	1	0	2025-01-20 19:35:41
29	28.20	94.20	1	0	2025-01-20 19:35:47

Gambar 9. Tampilan database sensor

Data suhu dan kelembaban yang diterima dan diproses ESP8266 dari sensor DHT22, selanjutnya akan ditransmisikan ke web server dan disimpan di database. Pada gambar tersebut ditampilkan data sensor yang diterima database yang selanjutnya akan ditampilkan ke website monitoring.



Gambar 10. Tampilan LCD I2C 16x4 dan Monitoring pada Website

Hanya 5 data terakhir pada database yang akan ditampilkan di monitoring website, data yang ditampilkan secara realtime berupa grafik yang selalu berubah-ubah setiap detiknya. Pada gambar tersebut ditampilkan data suhu dan kelembaban serta kondisi relay pompa dan blower pada LCD I2C 16x4 dan monitoring website.

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam mengontrol lingkungan pada proses budidaya jamur tiram dan membuka peluang perancangan lebih lanjut dalam penerapan teknologi Internet of Things (IoT) di sektor pertanian. Dengan mengimplementasikan sistem automatic condensation dan monitoring suhu serta kelembaban pada kumbung jamur berbasis web. Yang diharapkan dari sistem ini adalah dapat memberikan informasi yang akurat untuk mengoptimalkan kondisi lingkungan dalam kumbung. Dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan teknologi web, informasi dapat diakses dan dikelola dengan mudah oleh petani.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis web ini mampu menampilkan data suhu dan kelembaban secara akurat dan stabil. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem monitoring berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan lingkungan.

IV. SIMPULAN

Dengan demikian, hasil penelitian ini telah memberikan gambaran lengkap tentang penggunaan Sistem Pemantauan Kondisi Kumbung Jamur berbasis IoT. Melalui integrasi sensor-sensor canggih dan teknologi terkini, alat ini memungkinkan pengguna untuk memantau suhu dan kelembaban di kumbung jamur secara real-time dengan akurasi yang tinggi. Diharapkan alat ini dapat membantu pengguna dalam menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram, sehingga meningkatkan hasil produksi. Dengan sistem yang dapat merespons cepat terhadap perubahan lingkungan, diharapkan dapat meminimalkan kesalahan dalam pengelolaan kumbung jamur dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang telah membantu dan berkontribusi pada penelitian dan desain sistem automatic condensation dan monitoring suhu serta kelembaban kumbung jamur berbasis web. Kami berharap kerja sama ini dapat berlangsung terus dan harmonis. Kami ingin sekali lagi mengucapkan terima kasih kepada semua orang, dan semoga barokah buat semua pihak.

REFERENSI

- [1] S. Vijayakumar, V. Murugaiyan, S. Ilakkiya, V. Kumar, R. M. Sundaram, and R. M. Kumar, “Opportunities, challenges, and interventions for agriculture 4.0 adoption,” Dec. 01, 2025, *Springer Nature*. doi: 10.1007/s44187-025-00576-3.
- [2] L. Citra Mahkota and M. Kusriyanto, “Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis IoT pada Aplikasi Smart Farming Berbasis Arduino Menggunakan Protokol MQTT,” 2025.
- [3] M. Ridwan and K. M. Sari, “Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik,” *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, vol. 10, no. 4, p. 481, Dec. 2021, doi: 10.23960/jtep-l.v10i4.481-487.
- [4] B. A. Cahyono and Y. Akbar, “Sistem Monitoring Kondisi Kelembaban dan pH Tanah Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Tanaman Hias,” 2025. [Online]. Available: <https://journal.stmiki.ac.id>
- [5] S. V. Korzukhin, R. R. Khaydarova, and V. N. Shmatkov, “Configurable iot devices based on esp8266 soc system and mqtt protocol,” *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, vol. 5, pp. 722–728, Sep. 2020, doi: 10.17586/2226-1494-2020-20-5-722-728.
- [6] K. Ashton, “RELA TED C ONTENT RFID-Powered Handhelds Guide Visitors at Shanghai Expo Despite Sluggish Growth, Taiwan’s RFID Industry Remains Committed Mobile RTLS Tracks Health-care Efficiency RFID Journal LIVE! 2010 Report, Part 2 That ‘Internet of Things’ Thing,” 2010. [Online]. Available: <http://www.rfidjournal.com/article/print/4986>
- [7] I. Y. Dwinanda, A. Pramuntadi, A. S. Yazid, and D. Danianti, “Implementasi Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembaban Greenhouse Untuk Budidaya Jamur Tiram Berbasis Android Dan Iot,” 2025.
- [8] D. Md, N. A. Ashir, M. Talukder, and T. Rahman, “Internet of Things (IoT) based Smart Agriculture Aiming to Achieve Sustainable Goals.”
- [9] M. Asep Rizkiawan, P. Teknik Elektro, H. Ramza Prodi Teknik Elektro, and A. Sofwan Prodi Teknik Elektro, “Pemantauan Ruang Data Center Berdasarkan Suhu dan Kelembaban Dengan Internet of Things Data Center Room Monitoring Based on Temperature and Humidity with Internet of Things”.
- [10] B. V. Sundawa, N. F. R. Hutabarat, and Cholish, “Solar Power Plant Installation with Environmental Monitoring System to Increase Hydroponic vegetable production,” *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, vol. 4, no. 4, pp. 27–32, Jan. 2025, doi: 10.53893/ijrvocas.v4i4.375.
- [11] M. T. Alfian and T. Khotimah, “SISTEM INVENTARIS BARANG BERBASIS WEB DI BUMIWEB,” *Jurnal Dialektika Informatika (Detika)*, vol. 5, no. 2, pp. 72–79, May 2025, doi: 10.24176/detika.v5i2.12642.
- [12] S. Prananta Barus and J. Ichus Seo, “Temperature and Humidity Monitoring in Hydroponic Cultivation Based on Internet of Things: Dataset Development for Smart Agriculture,” *Sistem Informasi dan Komputer*, vol. 14, pp. 63–68, doi: 10.32736/sisfokom.v14i1.2311.
- [13] R. Adytia Anggara, B. Wibowo, M. Riko Araf, and M. Afdila, “Design of Prototype Temperature and Humidity Control System for Oyster Mushroom Barns Integrated with ThingsBoard for Real-Time Monitoring,” *Jurnal Komputer dan Elektro Sains*, vol. 3, no. 2, pp. 14–17, Sep. 2025, doi: 10.58291/komets.v3i2.304.
- [14] N. Safira and M. Ula, “Sistem Kontrol Kumbung Jamur Merang Berbasis IoT Dengan Metode Fuzzy Logic Tsukamoto 38 Sistem Kontrol Kumbung Jamur Merang Berbasis Iot Dengan Metode Fuzzy Logic Tsukamoto.”
- [15] S. Arifin, N. Kurniawati, R. Agustiani, and G. Elsandika, “Sistem Monitoring Kesuburan Lahan Pertanian menggunakan Sensor pH, Sensor Suhu, Intensitas Cahaya, dan Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things,” *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, vol. 5, no. 2, 2025, [Online]. Available: <https://journal.ubb.ac.id/jrfi/article/view/5334Halaman|97>
- [16] M. Suhu dan Kelembaban Tanah pada Green House Berbasis IoT untuk Meningkatkan Pengelolaan Tanaman Muthmainnah and N. Chamidah, “Monitoring Soil Temperature and Humidity in an IoT-Based Green House to Improve Plant Management,” *Journal of Mechatronics and Education*, vol. 1, no. 2, pp. 3032–6486, 2024, doi: 10.59923/mechatronics.v1i1.21.
- [17] N. Aliyah, N. Hayudyo Murthingtyas, S. Sabrina Almas, D. Eka Purnomo, and P. Nasional Veteran Jawa Timur Jalan Raya Rungkut Madya, “Tantangan Dan Peluang Penggunaan Iot Pada Agrokompleks : Systematic Literature Review,” 2025.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.