



Air Circulation Automation System Using A Fan Exhaust Based On A Dht21 Sensor in Indoor Vertical Hydroponic

Implementasi Sistem Otomatisasi Sirkulasi Udara Menggunakan *Fan Exhaust* Berbasis Sensor DHT21 pada Vertikal Hidroponik

Guntur Wahyu Pratomo¹, Ajeng Savitri Puspaningrum², Izudin Ismail³

^{1,2,3}Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

E-Mail: ¹guntur_wahyu_pratomo@teknokrat.ac.id, ²ajeng.savitri@teknokrat.ac.id,
³izudin_ismail@teknokrat.ac.id

Received Sep 12th 2024; Revised Feb 13th 2025; Accepted Feb 19th 2025; Available Online Apr 13th 2025, Published Apr 13th 2025

Corresponding Author: Guntur Wahyu Pratomo

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

Optimal air circulation is essential in a vertical hydroponic system to maintain ideal temperature and humidity for plant growth, which relies on controlled environmental conditions. Inappropriate temperatures can inhibit growth. This research develops an air circulation automation system based on the DHT21 sensor and ESP32 microcontroller to control the exhaust fan automatically. The system monitors the ambient temperature and activates the fan when the temperature exceeds 34°C, and provides a manual control option for additional flexibility. Tests show that the fan automatically turns on when the temperature reaches 35°C and turns off when the temperature returns below 34°C, keeping the hydroponic environment stable and supporting plant growth. The results show that this system is effective in increasing management efficiency, maintaining optimal temperatures in real-time, and reducing the risk of heat stress in test plants. Overall equipment with the conditions that have been set reaches 100%.

Keywords: Automation, Dht21 Sensor, Exhaust Fan, Hydroponics

Abstrak

Sirkulasi udara yang optimal sangat penting dalam sistem hidroponik vertikal untuk menjaga suhu dan kelembaban ideal bagi pertumbuhan tanaman, yang bergantung pada kondisi lingkungan terkontrol. Suhu yang tidak sesuai dapat menghambat pertumbuhan. Penelitian ini mengembangkan sistem otomatisasi sirkulasi udara berbasis sensor DHT21 dan mikrokontroler ESP32 untuk mengontrol *fan exhaust* secara otomatis. Sistem ini memantau suhu lingkungan dan mengaktifkan kipas saat suhu melebihi 34°C, serta memberikan opsi kontrol manual untuk fleksibilitas tambahan. Pengujian menunjukkan bahwa kipas secara otomatis menyala ketika suhu mencapai 35°C dan mati saat suhu kembali di bawah 34°C, menjaga lingkungan hidroponik tetap stabil dan mendukung pertumbuhan tanaman. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan, menjaga suhu optimal secara *real-time*, dan mengurangi risiko stres panas pada tanaman pengujian. keseluruhan alat dengan kondisi yang sudah di atur tercapai 100%.

Kata Kunci: *Fan Exhaust*, Hidroponik, Otomatisasi, Sensor Dht21, Sirkulasi Udara

1. PENDAHULUAN

Sirkulasi udara dalam sistem hidroponik vertikal memiliki peran yang penting. Sirkulasi udara yang baik sangat krusial untuk menjaga stabilitas suhu dan kelembaban di sekitar tanaman [1]. Tanaman hidroponik, yang tumbuh tanpa media tanah, sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang dikendalikan untuk pertumbuhan optimal. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah, serta kelembaban yang tidak sesuai, dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengurangi hasil panen. Oleh karena itu, pengaturan sirkulasi udara yang efektif menjadi salah satu faktor kunci dalam sistem hidroponik vertikal [2][3]. Sirkulasi udara yang baik pada tanaman hidroponik berperan penting dalam menciptakan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman. Dalam sistem hidroponik, terutama yang berbentuk vertikal, aliran udara yang stabil membantu menjaga suhu dan kelembaban di sekitar tanaman tetap dalam kisaran ideal. Sirkulasi udara yang baik

merupakan faktor penting dalam sistem hidroponik vertikal, karena udara yang terus bergerak dapat mencegah penumpukan panas dan kelembapan berlebih yang berpotensi memicu penyakit serta menghambat pertumbuhan tanaman. Pergerakan udara memastikan distribusi gas seperti oksigen dan karbon dioksida secara merata, yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis dan respirasi tanaman. Dengan pengaturan sirkulasi udara yang efektif, kesehatan tanaman dapat terjaga, sekaligus meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil panen [4]. Namun, suhu ruangan yang terlalu tinggi dalam sistem hidroponik vertikal dapat menimbulkan berbagai masalah. Suhu berlebih menyebabkan stres pada tanaman, menghambat proses fotosintesis, dan mengurangi penyerapan nutrisi penting. Kondisi ini berujung pada terhambatnya pertumbuhan tanaman dan penurunan hasil panen [5].

Alat yang sering digunakan untuk mengatur sirkulasi udara dalam berbagai aplikasi termasuk dalam sistem hidroponik yaitu *Fan Exhaust* [6]. Alat tersebut menggerakkan udara dengan kecepatan dan volume yang dapat diatur sesuai kebutuhan, sehingga memungkinkan pengendalian yang lebih presisi terhadap kondisi lingkungan di sekitar tanaman. Dengan teknologi yang semakin maju, penggunaan *Fan Exhaust* dapat diintegrasikan dengan sistem sensor untuk menciptakan solusi otomatisasi yang lebih efisien dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan [7]. Otomatisasi dalam sistem hidroponik menjadi semakin penting untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan lingkungan tumbuh tanaman. Otomatisasi sirkulasi udara menggunakan sensor suhu, seperti sensor DHT21, memungkinkan sistem untuk mendeteksi perubahan suhu secara *real-time* dan mengaktifkan *Fan Exhaust* secara otomatis sesuai kebutuhan. Sensor DHT21 dapat mengukur suhu dan kelembaban dengan akurasi tinggi, memberikan data yang diperlukan untuk mengendalikan *Fan Exhaust* dan menjaga kondisi lingkungan yang optimal. Penggunaan otomatisasi ini tidak hanya mengurangi beban kerja manual tetapi juga memastikan bahwa tanaman selalu berada dalam kondisi ideal untuk pertumbuhan [8].

Selain otomatisasi, sistem dapat dilengkapi dengan opsi pengendalian manual untuk memberikan fleksibilitas tambahan bagi pengguna [9], [10]. Pengendalian manual memungkinkan pengguna untuk menyalakan atau mematikan *Fan Exhaust* berdasarkan pengamatan langsung atau kebutuhan khusus yang mungkin tidak terdeteksi oleh sistem otomatis. Kombinasi antara kontrol otomatis dan manual memberikan keuntungan ganda efisiensi dan keandalan dari otomatisasi, serta fleksibilitas dan penyesuaian cepat dari kontrol manual. Dengan demikian, sistem ini dapat memberikan solusi yang komprehensif dan adaptif untuk pengelolaan sirkulasi udara dalam ruang vertikal hidroponik, memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman sepanjang waktu.

Penelitian sebelumnya telah menggunakan sensor DHT11 untuk memantau suhu dalam ruang hidroponik, namun akurasi pembacaan suhu dari sensor ini masih kurang memadai [11]. DHT11 memiliki toleransi kesalahan yang lebih besar dibandingkan dengan sensor suhu yang lebih canggih, sehingga pembacaan suhunya sering kali tidak konsisten dengan kondisi sebenarnya [12]. Hal ini menyebabkan sistem pengendalian sirkulasi udara tidak mampu merespons secara tepat, mengakibatkan suhu ruangan yang tidak stabil dan tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman [12]. Sensor DHT11 memiliki nilai eror 2 derajat pada rentan suhu 0 hingga 50 derajat, sedangkan DHT21 memiliki eror pengukuran hanya kurang dari 1 derajat [13].

Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan penggunaan sensor DHT21 yang memiliki akurasi lebih tinggi untuk mengukur suhu dan kelembaban. Sensor DHT21 terbukti efektif untuk digunakan dalam pengukuran suhu dan kelembaban di lingkungan indoor. Sensor DHT21 mampu memberikan data yang lebih akurat, sehingga sistem otomatisasi untuk mengatur sirkulasi udara dengan lebih efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem otomatisasi sirkulasi udara yang dapat menjaga suhu ruangan dalam batas optimal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik. Dengan integrasi sensor DHT21 dan *Fan Exhaust* yang dapat dikendalikan secara otomatis dan manual, diharapkan sistem ini dapat menciptakan lingkungan yang lebih stabil dan mengurangi risiko stres pada tanaman akibat suhu yang tidak sesuai. Penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas sistem hidroponik vertikal, serta menyediakan solusi yang lebih andal dan praktis bagi para petani hidroponik.

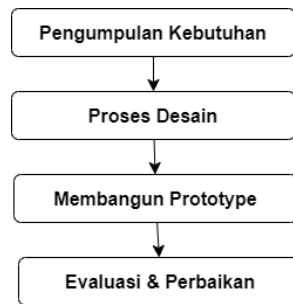
2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengembangan yang digunakan adalah *prototype* dapat dilihat pada gambar 1. *Prototype* merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang berupa model fisik kerja sistem dan berfungsi sebagai awal dari sistem [14].

2.1 Pengumpulan Kebutuhan

Tahap ini melibatkan identifikasi dan pemahaman kebutuhan penelitian. Ini dapat dilakukan melalui wawancara, survei, atau observasi langsung [15]. Tujuan utamanya adalah untuk memahami masalah yang perlu dipecahkan dan kebutuhan fungsional serta non-fungsional dari produk atau sistem yang akan dibuat. Komponen yang diperlukan untuk merakit sebuah pendeteksi Suhu ruangan dan hasil pengukuran pada ruangan vertikal hidroponik menggunakan NodeMCU ESP32 dan sensor DHT21. Komponen-komponen tersebut meliputi NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama, sensor DHT21 untuk Mengukur Suhu yang terdapat Pada ruangan Hidroponik dan power supply untuk menyediakan daya. Selain itu, terdapat juga kabel, konektor

LCD, dan saklar On/Off yang digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen tersebut. Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan *Prototype*

Tabel 1. Pengumpulan Kebutuhan Alat/Bahan

Nama Alat/ Bahan	Deskripsi
NodeMCU ESP32	1 Buah
DHT21	1 Buah
Power supply	1 Buah
Gravity Tds Meter	1 Buah
Kabel	1 Buah
Box x4	1 Buah
LCD	4 Buah
Multitester	1 Buah
Stepdown Lm2596	1 Buah
Selongsong	3 Meter

Untuk merakit sistem, selain komponen elektronik, juga diperlukan beberapa peralatan seperti multitester untuk mengukur arus dan tegangan, stepdown LM2596 untuk menstabilkan tegangan, serta peralatan kecil seperti solder, timah, dan isi lem tembak. Selongsong dan flux cair juga dibutuhkan untuk proses pengelasan komponen-komponen elektronik. Semua komponen tersebut akan dirakit dalam sebuah box untuk menjaga keamanan dan estetika. Dengan menggunakan komponen-komponen tersebut.

2.2 Proses Desain

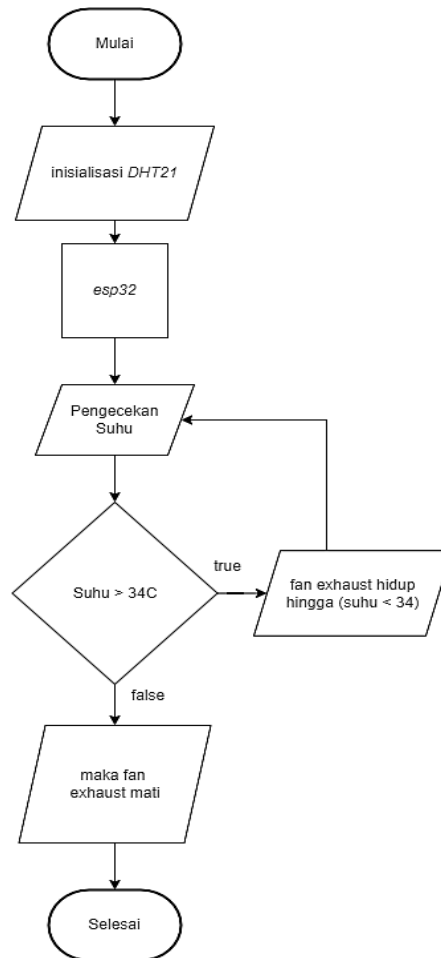
Membangun Desain: Setelah desain disetujui, langkah berikutnya adalah membangun prototype. Prototype merupakan versi awal dari produk atau sistem yang dirancang untuk menunjukkan fungsionalitas dasar dan fitur utama. Ini dapat dibuat dengan menggunakan alat atau teknologi yang sesuai, berikut ini cara rancangan cara kerja alat terlihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menggambarkan alur kerja program untuk mengontrol fan exhaust berdasarkan nilai kelembapan yang dibaca dari sensor DHT21. Program dimulai dengan inisialisasi pin pada ESP32 untuk mengontrol fan exhaust dan membaca sensor kelembapan. Setelah inisialisasi selesai, program membaca nilai kelembapan dari sensor DHT21. Jika nilai kelembapan lebih besar atau sama dengan 50%, program akan mematikan fan exhaust untuk menjaga kelembapan. Namun, jika nilai kelembapan kurang dari 50%, program akan menghidupkan fan exhaust. Setelah semua langkah selesai, program akan berakhir. Dengan demikian, flowchart ini memberikan panduan untuk mengotomatisasi pengendalian fan exhaust berdasarkan kondisi kelembapan lingkungan.

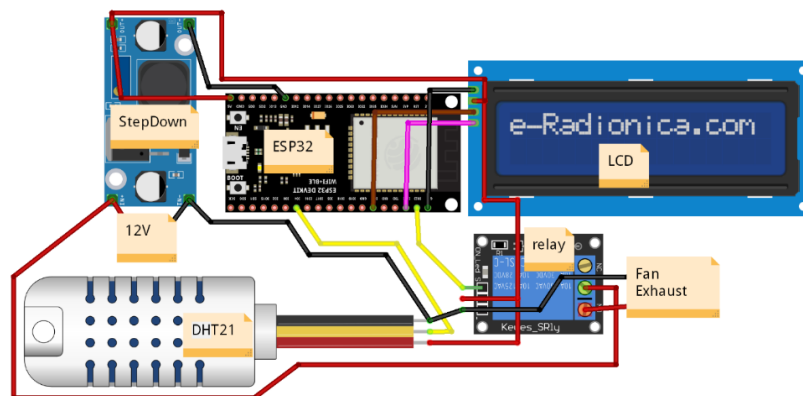
2.3 Membangun Prototipe

Prototipe memuat rangkaian sistem pengendalian suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT21, ESP32, dan komponen lain seperti modul step-down, relay, kipas exhaust, dan LCD. Rangkaian ini menggunakan sumber daya 12V yang diturunkan tegangan menjadi sesuai kebutuhan oleh modul step-down, kemudian disuplai ke ESP32. Sensor DHT21 terhubung ke ESP32 untuk membaca suhu dan kelembapan lingkungan. Data yang diperoleh dari sensor tersebut ditampilkan pada layar LCD, yang terhubung ke ESP32 melalui koneksi serial.

Pada gambar 3, tegangan dari power supply masuk ke modul step-down LM2596 untuk menurunkan tegangannya menjadi 5V. Tegangan 5V ini kemudian dialirkan ke ESP32, LCD, sensor DHT21, dan relay. LCD terhubung ke ESP32 menggunakan komunikasi serial I2C dengan alamat 0x27, sehingga ESP32 dapat menampilkan nilai kelembapan. Sensor DHT21 terhubung ke pin GPIO4, sementara relay terhubung ke pin GPIO23 untuk mengontrol fan exhaust.



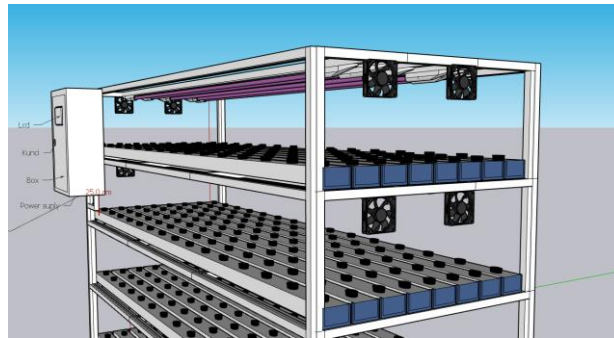
Gambar 2. Cara Kerja Alat



Gambar 3. Rangkaian Skematik

Keuntungan dari skema ini adalah efisiensi energi yang lebih baik karena modul step-down LM2596 dapat menurunkan tegangan secara akurat. Selain itu, penggunaan komunikasi serial I2C untuk LCD memungkinkan koneksi yang lebih sederhana dan efisien antara LCD dan ESP32.

Gambar 4 terdapat desain 3D sistem hidroponik vertikal dengan dimensi tinggi 2,3 meter, panjang 3 meter, dan lebar 1 meter. Sistem ini terdiri dari beberapa rak yang masing-masing dilengkapi dengan kipas untuk mengatur sirkulasi udara dan menjaga suhu di sekitar tanaman. Kipas-kipas ini diposisikan di bagian samping dan atas rak, memastikan distribusi udara yang merata di seluruh sistem. Penggunaan kipas sangat penting untuk mencegah peningkatan suhu yang berlebihan, terutama di lingkungan tertutup, serta membantu menjaga suhu ideal bagi pertumbuhan tanaman. Dengan penempatan kipas yang strategis, sistem ini dapat mempertahankan suhu yang stabil, meningkatkan efisiensi fotosintesis, dan mengurangi risiko overheating yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.



Gambar 4. Desain 3D Vertikal Hidroponik

2.4 Evaluasi dan Perbaikan

Setelah prototype dibangun, tahap evaluasi dilakukan untuk menguji fungsionalitas dan kinerja prototype. Evaluasi ini dapat melibatkan pengguna akhir atau pihak terkait lainnya untuk memberikan umpan balik tentang prototype. Tujuan evaluasi adalah untuk mengidentifikasi kekurangan atau masalah dalam desain atau implementasi yang perlu diperbaiki. Berdasarkan hasil evaluasi, prototype dapat diperbaiki atau dimodifikasi untuk meningkatkan fungsionalitas, kinerja, atau kegunaan. Perbaikan dapat melibatkan perubahan desain, penambahan fitur, atau penyesuaian lainnya untuk memastikan bahwa produk atau sistem memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik [15].

2.5 Literatur Review

2.5.1 Fan Exhaust dalam Sistem Otomatisasi Sirkulasi Udara

Fan exhaust memiliki peran penting dalam menjaga sirkulasi udara pada sistem hidroponik vertikal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan fan exhaust dapat secara signifikan meningkatkan stabilitas suhu dan kelembapan, terutama di lingkungan indoor tertutup. Menurut Ridwan dan Sari (2021), integrasi fan exhaust dengan sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler meningkatkan efisiensi pengelolaan suhu hingga 30% dibandingkan kontrol manual tradisional [16]. Dalam studi lainnya, Purwanto dan Putra (2023) menemukan bahwa fan exhaust yang dikendalikan otomatis dapat mencegah peningkatan suhu lebih dari 35°C, yang merupakan ambang batas stres termal pada tanaman hidroponik [17]. Kombinasi antara fan exhaust dan sensor suhu yang akurat menjadi solusi andal untuk menjaga lingkungan tetap optimal.

2.5.2 Sensor DHT21: Keunggulan dan Aplikasi

Sensor DHT21 adalah sensor digital yang mengukur suhu dan kelembapan dengan tingkat akurasi tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Utama et al. (2019) menunjukkan bahwa sensor DHT21 memiliki tingkat error kurang dari 1°C, jauh lebih rendah dibandingkan DHT11 yang memiliki toleransi kesalahan hingga 2°C [18]. Keunggulan ini menjadikan DHT21 pilihan yang lebih tepat untuk sistem otomatisasi yang membutuhkan data suhu yang real-time dan akurat. Selain itu, studi Ambarwati dan Abidin (2021) menyebutkan bahwa integrasi DHT21 dengan mikrokontroler seperti ESP32 memberikan respons cepat terhadap fluktuasi suhu, sehingga mampu menyesuaikan sistem pendinginan secara otomatis [19]. Hal ini mendukung lingkungan pertumbuhan yang stabil bagi tanaman hidroponik, meningkatkan produktivitas hingga 20%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

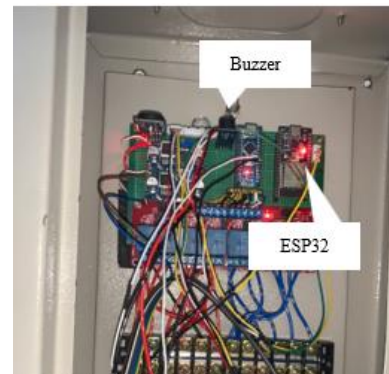
3.1 Implementasi Alat

Alat yang dirancang dalam penelitian ini mengintegrasikan sensor *DHT21* dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler ESP32 untuk otomatisasi sirkulasi udara dalam sistem hidroponik vertikal. Sensor *DHT21* memiliki akurasi tinggi dalam pengukuran suhu dan kelembapan, sehingga mampu memberikan data yang presisi untuk mengontrol kipas exhaust secara otomatis. Sistem ini bekerja dengan membaca nilai suhu dari sensor; jika suhu naik, Kipas exhaust akan dinyalakan untuk meningkatkan sirkulasi udara dan menjaga kondisi lingkungan tetap optimal.

Gambar 6 menunjukkan sebuah termometer digital yang menampilkan suhu dan kelembapan udara. Di sebelahnya, terdapat sensor DHT21 yang berfungsi untuk mengukur suhu. Gambar 7 menampilkan rangkaian perangkat elektronik di dalam sebuah panel. Terlihat microcontroller ESP32 yang terhubung dengan berbagai komponen lainnya. Di bagian atas, terdapat buzzer yang digunakan sebagai alarm atau notifikasi suara. Gambar 8 memperlihatkan sebuah layar LCD yang menampilkan beberapa parameter penting, seperti "Suhu Atas," "Suhu Bawah," "Nutrisi," dan "Air." Data yang ditampilkan menunjukkan suhu atas dan bawah dalam derajat Celsius, konsentrasi nutrisi dalam ppm, serta volume air dalam liter. Layar ini tampaknya digunakan untuk memantau kondisi lingkungan secara langsung dalam sebuah sistem otomatisasi atau pertanian hidroponik.



Gambar 6. Implementasi Sensor



Gambar 7. Implementasi Microcontroller



Gambar 8. Implementasi LCD



Gambar 9. Implementasi Keseluruhan Alat

3.2 Pengujian

Pengujian sistem otomatisasi sirkulasi udara pada sistem hidroponik vertikal dengan membandingkan pengukur menggunakan sensor thermometer digital menunjukkan bahwa kipas exhaust diaktifkan setiap kali suhu yang terbaca oleh sensor *DHT21* melebihi 34°C. Pada pukul 08:30, suhu mencapai 35°C, sehingga kipas menyala untuk menurunkan suhu. Kondisi ini terus diamati sepanjang hari, dengan kipas berulang kali menyala dan mati sesuai dengan perubahan suhu. Hasil pengujian ini menunjukkan efektivitas sistem dalam merespons fluktuasi suhu, menjaga lingkungan yang stabil dan ideal bagi pertumbuhan tanaman. Pada tabel 2 terdapat pengujian alat.

Tabel 2. Pengujian Alat

No	Jam	Suhu <i>DHT21</i> (°C)	Sensor Thermometer Digital (°C)	Kondisi Kipas
1	08:00	30	30	OFF
2	08:30	31	31	OFF
3	09:00	31	31	OFF
4	09:30	32	31	OFF
5	10:00	32	32	OFF
6	10:30	32	32	OFF
7	11:00	34	34	OFF
8	11:30	35	35	ON
9	12:00	35	35	ON
10	12:30	34	34	OFF

Hasil pengujian pengendalian suhu pada tabel 2 dengan sensor *DHT21* dan thermometer digital menunjukkan bahwa kipas hanya aktif ketika suhu mencapai 35°C. Dari total 10 data yang diambil, kipas berfungsi sebanyak 2 kali, yaitu pada pukul 11:30 dan 12:00 ketika suhu dari kedua sensor mencapai 35°C. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kipas aktif sesuai dengan kondisi yang ditetapkan pada suhu tinggi. Tingkat keberhasilan pengendalian kipas dalam kondisi yang ditentukan dari 10 pengambilan data, hanya 2 kali kipas

aktif pada suhu yang ditentukan. Selebihnya, kipas tetap dalam keadaan mati ketika suhu berada di bawah ambang batas, pengujian keseluruhan alat dengan kondisi yang sudah di atur tercapai 100%.

3.3 Diskusi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menunjukkan efektivitas sistem otomatisasi sirkulasi udara menggunakan fan exhaust dan sensor DHT21 dalam menjaga suhu tetap stabil di bawah 35°C. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan DHT11, sistem ini menunjukkan peningkatan akurasi pembacaan suhu dan respons otomatisasi yang lebih baik. Misalnya:

1. Ridwan dan Sari (2021) menggunakan sensor DHT11 dan mencatat bahwa fluktuasi suhu sering tidak terdeteksi tepat waktu, menyebabkan suhu ruangan melampaui ambang batas optimal hingga 20% dari waktu operasi [19].
2. Fiqar et al. (2023) yang menggunakan metode fuzzy untuk sistem monitoring, juga melaporkan bahwa data suhu dari DHT11 sering kali tidak konsisten, sehingga diperlukan sistem kalibrasi tambahan untuk meningkatkan akurasi [20].

Dalam penelitian ini, penggunaan sensor DHT21 terbukti memberikan data yang lebih stabil, sehingga sistem otomatisasi dapat merespons perubahan suhu dengan lebih presisi. Selain itu, opsi kontrol manual memberikan fleksibilitas tambahan bagi pengguna, memungkinkan penyesuaian cepat sesuai kebutuhan khusus yang tidak terdeteksi oleh sistem otomatis

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem otomatisasi sirkulasi udara berbasis sensor DHT21 dan mikrokontroler ESP32 pada sistem hidroponik vertikal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam menjaga suhu lingkungan pada tingkat yang optimal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik. Sensor DHT21 mampu memberikan pembacaan suhu yang akurat, yang kemudian digunakan oleh mikrokontroler untuk mengaktifkan atau menonaktifkan kipas exhaust secara otomatis. Sistem ini terbukti dapat merespons perubahan suhu secara real-time, menjaga stabilitas lingkungan mikro, dan mengurangi risiko stres panas yang dapat mempengaruhi produktivitas tanaman. Selain itu, sistem ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengelola sirkulasi udara, baik melalui otomatisasi maupun kontrol manual. keseluruhan alat dengan kondisi yang sudah di atur tercapai 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Teknokrat Indonesia yang telah mendukung dan memberikan fasilitas yang mendukung untuk menyelesaikan karya ilmiah ini, serta bapak/ibu dosen pembimbing yang telah membimbing dan membantu sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik

REFERENSI

- [1] R. Supiana, H. Suheri, and M. Isnaini, "Pengaruh Diameter Pipa Dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L.) Pada Sistem Hidroponik Vertikal," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, vol. 1, no. 1, pp. 66–75, Jun. 2022, doi: 10.29303/jima.v1i1.1214.
- [2] R. E. Putri, A. Habib, and A. Hasan, "Pencahayaian Berbasis Internet Of Things (Iot) Pada Hidroponik Vertikultur," 2023.
- [3] J. T. Khriswanti, H. Fitirah, and B. H. Prasetyo, "Tampilan Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban Udara Prototipe Greenhouse pada Tanaman Hidroponik menggunakan Metode Regresi Linier Berganda berbasis Arduino," *Jurnal Pengenambnagn Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 4, pp. 1531–1538, 2022.
- [4] T. P. Fiqar, F. Fitriani, and R. K. Abdullah, "Implementasi Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 5, no. 2, pp. 109–121, Jun. 2023, doi: 10.35746/jtim.v5i2.372.
- [5] M. Ridwan and K. M. Sari, "Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik Application of IoT for Automated Controlling System of Temperature, Humidity, and Acidity in Hydroponics," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 10, no. 4, pp. 481–487, 2021, doi: 10.23960/jtep-l.v10.i4.481-487.
- [6] T. D. Purwanto and M. R. D. Putra, "Prototipe Sistem Monitoring Exhaust Fan pada Dapur Huni Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 1, pp. 162–171, Jun. 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i1.14870.
- [7] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, Jun. 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.

- [8] D. Ambarwati and Z. Abidin, "Rancang Bangun Alat Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 2, no. 1, p. 29, 2021.
- [9] J. E. Candra and H. Syafrianto, "Prototipe Pengontrolan Suhu Otomatis Pada Inkubator Penetas Telur Menggunakan Arduino Uno," *Jurnal Desain Dan Analisis Teknologi (JDDAT)*, vol. 1, no. 1, pp. 51–58, 2022, [Online]. Available: <http://journal.aptikomkepri.org/index.php/JDDAT>
- [10] N. Alamsyah, H. F. Rahmani, and Yeni, "Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno dengan Alat Sensor LDR," *Formosa Journal of Applied Sciences*, vol. 1, no. 5, pp. 703–712, Jun. 2022, doi: 10.55927/fjas.v1i5.1444.
- [11] T. P. Fiqar, F. Fitriani, and R. K. Abdullah, "Implementasi Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 5, no. 2, pp. 109–121, Aug. 2023, doi: 10.35746/jtim.v5i2.372.
- [12] T. P. Fiqar, F. Fitriani, and R. K. Abdullah, "Implementasi Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 5, no. 2, pp. 109–121, Aug. 2023, doi: 10.35746/jtim.v5i2.372.
- [13] Y. Alif Kurnia utama, Y. Widiyanto, T. Arief Sardjono, and H. Kusuma, "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Kelembaban Udara Dengan Menggunakan Arduino Uno," *Prosiding SNST*, vol. 10, 2019.
- [14] J. E. Candra and H. Syafrianto, "Prototipe Pengontrolan Suhu Otomatis Pada Inkubator Penetas Telur Menggunakan Arduino Uno," *Jurnal Desain Dan Analisis Teknologi (JDDAT)*, vol. 1, no. 1, pp. 51–58, 2022, [Online]. Available: <http://journal.aptikomkepri.org/index.php/JDDAT>
- [15] M. A. Izzuddin, A. Andri, and H. Hardiyansyah, "Leveraging Prototype Method for Designing Tajweed Mobile Based Learning," *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 615–629, May 2023, doi: 10.51519/journalisi.v5i2.488.
- [16] 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.
- [17] T. D. Purwanto and M. R. D. Putra, "Prototype Sistem Monitoring Exhaust Fan pada Dapur Huni Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 6, no. 1, pp. 162–171, Apr. 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i1.14870.
- [18] Y. A. K. Utama, Y. Widiyanto, T. A. Sardjono, and H. Kusuma, "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Kelembaban Udara Dengan Menggunakan Arduino Uno," *Prosiding SNST ke-10 Tahun 2019*, 2019, Accessed: Feb. 13, 2025. [Online]. Available: Perbandingan Kualitas Antar Sensor Kelembaban Udara Dengan Menggunakan Arduino Uno
- [19] D. Ambarwati and Z. Abidin, "Rancang Bangun Alat Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 2, no. 1, p. 29, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- [20] T. P. Fiqar, F. Fitriani, and R. K. Abdullah, "Implementasi Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 5, no. 2, pp. 109–121, Aug. 2023, doi: 10.35746/jtim.v5i2.372.