

**SISTEM MONITORING pH DAN PENGATURAN
PENCAHAYAAN GREENHOUSE BERBASIS IoT DENGAN
ALGORITMA FUZZY**

Tugas Akhir

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

**dari Program Studi Teknologi Informasi
Fakultas Informatika
Universitas Telkom Surabaya**

1202200050

Ilham Riswanda Rif'at



**Program Studi Sarjana Teknologi Informasi
Fakultas Informatika
Universitas Telkom Surabaya**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM MONITORING pH DAN PENCAHAYAAN GREENHOUSE BERBASIS IoT
MENGUNAKAN METODE FUZZY**

***IoT BASED GREE HOUSE pH MONITORIING AND LIGHTNING
CONTROL SYSTEM WITH FUZZY ALGORITHM***

NIM :1202200050

ILHAM RISWANDA RIF'AT

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Teknologi Informasi Kampus Kota Surabaya
Fakultas Informatika
Universitas Telkom

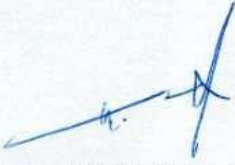
Surabaya, 13 Agustus 2024

Menyetujui

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Helmy Widyantara, S.Kom.,M.kom
NIP.19790001.


Muhammad Adib Kamali, S.T., M.Eng
NIP.22970007

Ketua Program Studi Sarjana
Teknologi Informasi



Bernadus Anggo Seno Aji, S.Kom., M.Kom.

NIP: 23929009

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Ilham Riswanda Rif'at, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Sistem Monitoring pH dan Pencahayaan Greenhouse Berbasis IoT Dengan Metode Fuzy** beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Surabaya, 13 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Ilham Riswanda Rif'at

SISTEM MONITORING pH DAN PENGATURAN PENCAHAYAAN GREENHOUSE BERBASIS IoT DENGAN ALGORITMA FUZZY

Ilham Riswanda Rif^{at1}, Helmy Widyantara², M. Adib Kamali³,

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Surabaya

⁴Divisi Digital Service PT Telekomunikasi Indonesia

¹Ilhamriswanda@students.telkomuniversity.ac.id,

²helmiwid@telkomuniversity.ac.id, ³adibkamali@telkomuniversity.ac.id.

Abstrak

Rumah kaca adalah lingkungan terkontrol yang dirancang untuk menumbuhkan tanaman dengan kondisi optimal, di mana intensitas cahaya sangat penting untuk fotosintesis. Tanaman yang ditanam di luar rumah kaca sering kali menghadapi risiko penyakit dan hasil panen yang kurang memuaskan. Pada penanaman sebelumnya, 30% tanaman pakcoy hidroponik di rumah kaca tidak tumbuh dengan panjang daun dan berat yang seragam. Penempatan pakcoy hidroponik dalam greenhouse bertujuan untuk memudahkan kontrol kondisi dan pemantauan. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring pH dan pengaturan pencahayaan berbasis IoT dengan algoritma fuzzy untuk meningkatkan hasil panen pakcoy hidroponik. Sistem ini menggunakan sensor pH dan cahaya yang terhubung ke mikrokontroler untuk mengotomatiskan pengaturan pencahayaan berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi. Algoritma fuzzy digunakan untuk menganalisis data sensor dan membuat keputusan optimal terkait pencahayaan dan penyesuaian pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem IoT ini efektif dalam memantau dan mengendalikan intensitas cahaya serta pH di rumah kaca. Teknologi ini meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan, memudahkan petani dalam mengelola kondisi rumah kaca untuk pertumbuhan tanaman yang optimal.

Kata kunci : Greenhouse, Unsur hara, Intensitas cahaya, IoT

Abstract

A greenhouse is a controlled environment designed to grow plants under optimal conditions, where light intensity is essential for photosynthesis. Plants grown outside the greenhouse often face the risk of disease and unsatisfactory yields. In previous plantings, 30% of hydroponic pakcoy plants in the greenhouse did not grow to a uniform leaf length and weight. The placement of hydroponic pakcoy in the greenhouse aims to facilitate the control of conditions and monitoring. This research develops an IoT-based pH monitoring and lighting management system with fuzzy algorithms to increase the yield of hydroponic pakcoy. The system uses pH and light sensors connected to a microcontroller to automate lighting settings based on the detected light intensity. Fuzzy algorithms are used to analyze sensor data and make optimal decisions regarding lighting and pH adjustment. The results show that this IoT system is effective in monitoring and controlling light intensity and pH in greenhouses. This technology improves monitoring efficiency and accuracy, making it easier for farmers to manage greenhouse conditions for optimal plant growth.

Keywords: Greenhouse, Nutrient, Light intensity, IoT

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Penelitian ini berfokus pada pemantauan nutrisi tanaman dan pengontrolan intensitas cahaya di dalam greenhouse, yang keduanya dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pemantauan intensitas cahaya di dalam greenhouse menjadi penting karena kualitas dan kuantitas cahaya yang diterima tanaman dapat mempengaruhi pertumbuhan mereka. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat meningkatkan suhu di dalam greenhouse, yang bisa menyebabkan tanaman layu.

Penelitian ini didasarkan pada pengamatan bagaimana variasi pH pada larutan hara mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) yang ditanam menggunakan metode hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)[6]. percobaan dengan berbagai tingkat pH untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap parameter seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman. Nutrisi yang diterima tanaman juga mempengaruhi hasilnya, dengan fokus pemantauan pada kandungan natrium, fosfor, potassium, pH, kelembapan tanah, suhu tanah, dan konduktivitas tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk memonitor dan mengatur pencahayaan di dalam greenhouse dengan harapan dapat memaksimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasilnya. Sistem ini akan memantau dan mengendalikan nutrisi dalam air untuk tanaman hidroponik dan cahaya yang diterima oleh tanaman, dengan memanfaatkan sensor untuk mengukur dan mengontrol kondisi greenhouse. Sistem ini akan menggunakan mikrokontroler dan situs web untuk mengontrol lingkungan greenhouse dan menampilkan pembacaan sensor.

Penelitian ini menghadapi tantangan dalam mencapai hasil panen tanaman Pakcoy yang optimal pada sistem hidroponik, di mana hasil panen belum maksimal. Untuk mengatasi masalah ini, sensor yang terintegrasi dengan sistem IoT diterapkan untuk mempermudah monitoring kondisi tanaman, termasuk pengaturan intensitas cahaya saat

tanaman tidak menerima sinar matahari pada malam hari. Monitoring juga dilakukan terhadap kadar pH dalam air sebagai media tanam Pakcoy, dengan tujuan menciptakan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan optimal tanaman. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pertanian cerdas.

Topik dan Batasannya

Dari Latar Belakang diatas, topik yang didapat adalah bagaimana melakukan monitoring kondisi tanaman di dalam *Greenhouse* untuk penentuan penanganan yang diberikan kepada tanaman sesuai dengan keputusan yang dibuat oleh metode fuzzy. Dengan sistem IoT yang digunakan untuk menentukan pemberian kondisi buatan terdapat batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Penanaman tanaman pakcoy dengan hidroponik di dalam greenhouse, dengan hasil panen melebihi dari penanaman di luar greenhouse
2. Monitoring untuk membaca kondisi intensitas cahaya dan pH pada hidroponik di dalam greenhouse.
3. Pengontrolan cahaya dilakukan untuk memaksimalkan hasil panen sejalan dengan sistem monitoring dari pembacaan sensor intensitas cahaya dan pH untuk hidroponik yang telah terintegrasi dengan website.
4. Pengontrolan pencahayaan dilakukan berdasarkan dataset intensitas cahaya yang diambil pada greenhouse saat disinari matahari.
5. Tujuan utama dari penelitian ini untuk memperpendek HST sayuran pakcoy dengan hasil daun lebih panjang dan jumlah daun lebih banyak.
6. Kontrol yang dilakukan untuk setiap hasil pembacaan sensor dengan metode fuzzy untuk intensitas cahaya dilakukan pemberian cahaya dari UV growlight, untuk monitoring pH dilakukan untuk mengetahui kondisi media tanam sayuran pakcoy.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis Internet of Things (IoT) dan algoritma fuzzy yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi monitoring pH dan pengaturan pencahayaan di dalam greenhouse. Sistem ini akan memantau kadar pH secara real-time dan menyesuaikan intensitas pencahayaan sesuai kebutuhan tanaman, dengan tujuan untuk mengoptimalkan fotosintesis dan mendukung pertumbuhan tanaman. Diharapkan bahwa penerapan sistem ini akan menghasilkan peningkatan kualitas dan kuantitas hasil panen.

2. Studi Terkait

Penelitian ini berhubungan erat dengan beberapa studi yang sudah dilakukan sebelumnya dengan pembahasan pengembangan sistem smart greenhouse berbasis Internet of Things (IoT) dan pengaplikasian teknologi fuzzy logic untuk optimalisasi lingkungan pertanian. Salah satu penelitian yang relevan dilakukan oleh [1], yang membahas sistem smart greenhouse untuk budidaya melon berbasis IoT menggunakan Programmable Logic Controller (PLC). Mereka menggunakan sensor konduktivitas tanah untuk memantau kondisi pertumbuhan tanaman melon dan mengintegrasikan LED grow light dengan sensor NPK, di mana data yang digunakan dikirim ke aplikasi monitoring. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjaga kondisi pertumbuhan optimal untuk tanaman melon dan mendukung penggunaan teknologi IoT dalam sistem smart greenhouse untuk monitoring kondisi tanah.

Studi lain yang relevan adalah penelitian oleh [2] yang membahas implementasi logika fuzzy pada Programmable Logic Controllers (PLC) untuk meningkatkan kemampuan kontrol sistem. Mereka menemukan bahwa pengontrol logika fuzzy dapat memberikan kontrol yang lebih baik dibandingkan pengontrol PID dalam hal stabilitas dan waktu respons, sehingga menyimpulkan bahwa logika fuzzy adalah metode yang cocok untuk proses yang kompleks di mana pemodelan matematis sulit dilakukan.

Dalam penelitian ini, sistem monitoring dan kontrol berbasis mikrokontroler ESP8266 dan integrasi website untuk sistem pemantauan kondisi lingkungan greenhouse dikembangkan. Penggunaan microcontroller ESP8266 sebagai pengganti PLC menawarkan fleksibilitas yang lebih tinggi dan kemudahan akses data secara real-time. Studi terkait lainnya, seperti yang dilakukan oleh [3], menggunakan microcontroller ESP8266 dan sensor Light Dependent Resistance (LDR) untuk mendeteksi intensitas cahaya pada sistem hidroponik. Sistem kendali ini mengatur LED grow light berdasarkan intensitas cahaya yang terukur, dan data pemantauan dikirim setiap 5 menit dari website yang telah terintegrasi dengan database.

Selain itu, penelitian [4] membahas penggunaan logika fuzzy untuk mengontrol tingkat pencahayaan lampu dengan mikrokontroler. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan logika fuzzy dalam kontrol pencahayaan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan memastikan pencahayaan yang sesuai dengan standar yang diperlukan.

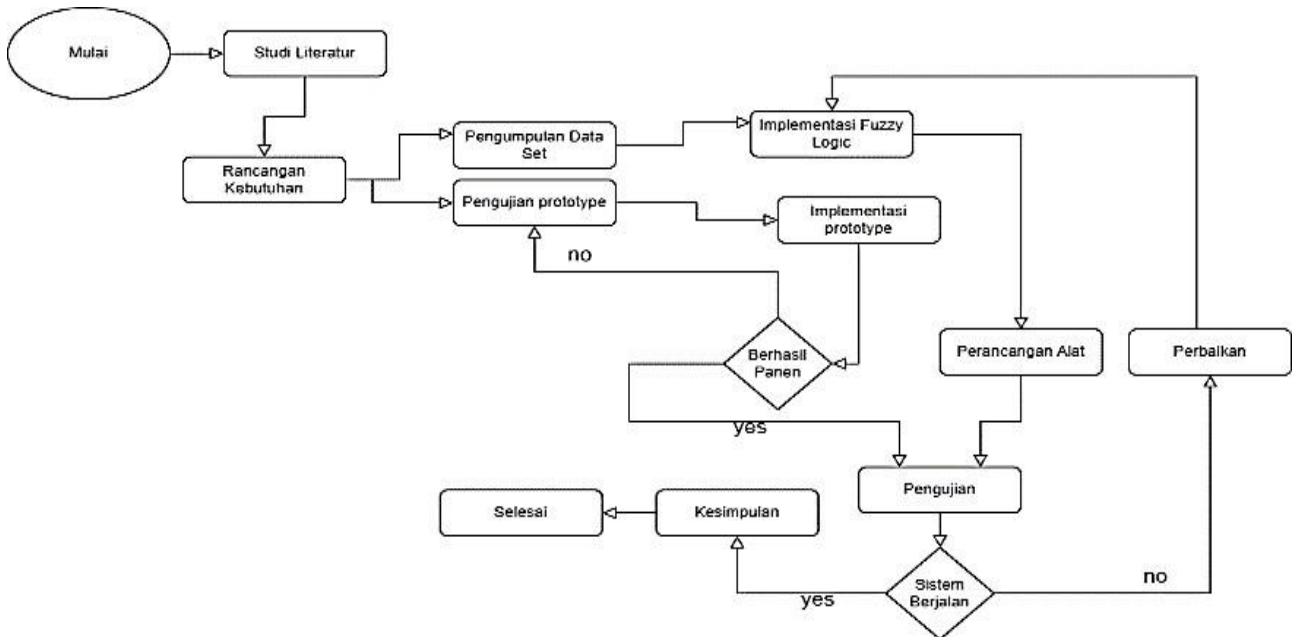
Studi terkait yang digunakan cukup mendukung pendektan penelitian yang menggunakan IoT dan fuzzy logic untuk meningkatkan efisiensi monitoring dan pengaturan lingkungan dalam greenhouse, yang pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan hasil panen dan efisiensi energi. Maka dari itu, penelitian ini mencoba untuk memonitoring unsur hara dan pengontrolan pencahayaan greenhouse untuk hidroponik sayuran pakcoy dan algoritma fuzzy mamdani untuk diintegrasikan pada website untuk mengetahui kondisi sayuran yang ada di dalam greenhouse.

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Alur penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai urutan skema gambar 1. Diagram alur yang tertera adalah representasi dari proses

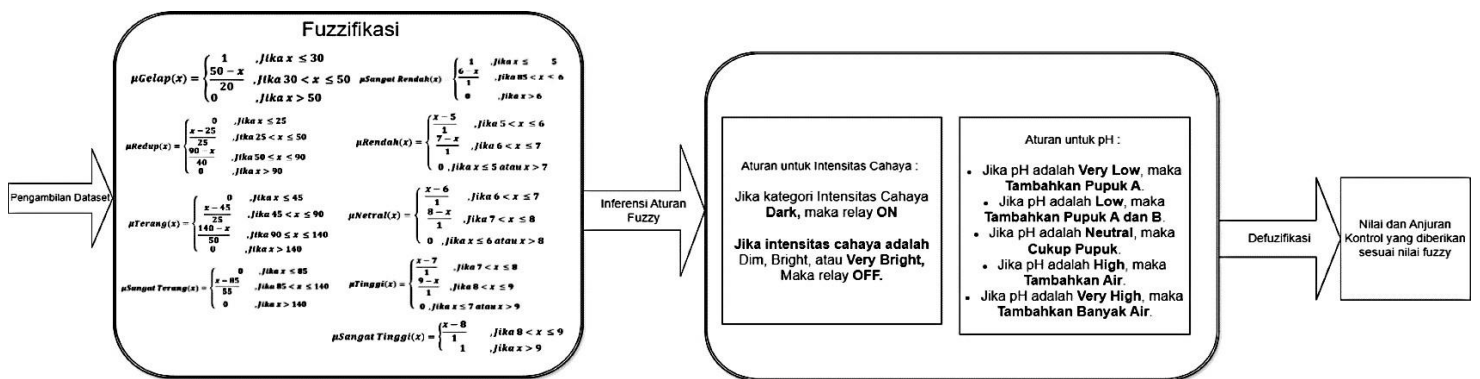
pengembangan dan implementasi sistem monitoring dan pengaturan pencahayaan pada greenhouse berbasis IoT menggunakan logika fuzzy. Proses dimulai dari titik awal dengan melakukan studi literatur untuk memahami teori, metode, dan teknologi yang relevan. Berdasarkan studi tersebut, kebutuhan sistem dirancang dengan mengidentifikasi elemen penting. Data kemudian dikumpulkan untuk membangun model fuzzy yang mengatur sistem sesuai kondisi yang dipantau. Seiring dengan hal tersebut, sistem prototipe diimplementasikan dan diuji. Jika pengujian gagal, maka perbaikan dan perancangan ulang akan dilakukan hingga sistem berfungsi optimal. Jika berhasil melakukan penanaman sampai panen, prototipe hidroponik dianggap sukses dan diakhiri dengan evaluasi dan kesimpulan. Proses ini menggambarkan iterasi yang memastikan setiap langkah diverifikasi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.



Gambar 1. Alur Penelitian

3.2 Proses fuzzy Mamdani

Proses Fuzzifikasi adalah langkah pertama dalam penerapan metode fuzzy, Untuk sistem ini, dua parameter utama yang digunakan adalah intensitas cahaya dan nilai pH. Proses defuzzifikasi digunakan untuk mengubah keluaran fuzzy menjadi nilai *crisp* (pasti) yang dapat digunakan oleh sistem kontrol, seperti mengatur relay atau mengirim data ke Antares.



Gambar 2. Proses Fuzzy Mamdani

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Hasil Pengujian Sensor

Hasil pengujian pembacaan sensor menunjukkan pembacaan data yang tidak terlalu berbeda antara satu sama lain, tetapi dengan adanya perbedaan kondisi intensitas cahaya yang ditunjukkan pada lapangan bisa menunjukkan satu hal yang cukup signifikan dalam inferensi aturan fuzzy. Seperti pada Tabel 1 ini ditunjukkan sebuah hasil.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Intensitas Cahaya

| Percobaan pengambilan intensitas Pagi | | |
|---------------------------------------|-----------------|-------------|
| No | Data Intensitas | Waktu |
| 1 | 8.75 | 05.00-06.00 |
| 4 | 8.75 | 05.00-06.00 |
| 6 | 129.32 | 05.00-06.00 |
| 10 | 146.6 | 06.00-07.00 |
| 12 | 143.84 | 06.00-07.00 |
| 22 | 129.32 | 07.00-08.00 |
| 25 | 138.64 | 07.00-08.00 |

| Percobaan pengambilan intensitas Siang | | |
|--|-----------------|---------------|
| No | Data Intensitas | Waktu |
| 1 | 131.81 | 12.00-13.00 |
| 2 | 136.18 | 12.00-13.00 |
| 7 | 152.46 | 12.00-13.00 |
| 18 | 152.16 | 13.00 - 14.00 |
| 20 | 136.18 | 13.00 - 14.00 |
| 22 | 136.18 | 13.00 - 14.00 |
| 25 | 152.46 | 14.00 - 15.00 |

| Percobaan pengambilan intensitas Sore | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|
| No | Data Intensitas | Waktu |
| 1 | 129.32 | 16.00 - 17.00 |
| 4 | 127.2 | 16.00 - 17.00 |
| 6 | 143.84 | 16.00 - 17.00 |
| 16 | 129.32 | 17.00 - 17.30 |
| 19 | 8.75 | 17.00 - 17.30 |
| 26 | 8.75 | 17.30 - 18.00 |
| 28 | 8.75 | 17.30 - 18.00 |

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor pH

| Percobaan pengambilan Data pH value | |
|-------------------------------------|---------------|
| No | Data pH value |
| 1 | 4.741 |
| 2 | 2.645 |
| 3 | 3 |
| 4 | 6.328 |
| 5 | 9.535 |
| 6 | 7.463 |

4.1.2 Hasil Pengujian Monitoring

Pengujian dari sistem monitoring telah diimplementasikan, pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh dari sensor – sensor dapat dipantau secara real – time melalui interface web seperti Gambar 3. Respon yang tepat dan sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor didapat dari database Antares yang telah terintegrasi dengan interface website, Dengan informasi yang ditampilkan, monitoring dapat dilakukan sesuai dengan kondisi di dalam greenhouse dan melakukan penyesuaian yang diperlukan untuk menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman.



Gambar 3. Tampilan Website

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil penanaman sayuran pakcoy, Menunjukkan perubahan hasil penanaman yang cukup signifikan dari setiap pengujian kontrol yang berbeda namun sistem monitoring yang sama.

Hasil yang didapat dari ke-3 kondisi hidroponik yang berbeda dengan hasil analisis menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT yang dilengkapi dengan pengaturan intensitas cahaya memainkan peran sebagai peningkatan pertumbuhan tanaman pakcoy. Sistem ini memberikan pencahayaan yang konsisten dan optimal, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan berat tanaman, panjang daun, dan jumlah daun. Peningkatan intensitas pencahayaan dari 95.235 Lux ke 133.817 Lux secara signifikan memberikan hasil lebih subur, dengan indikasi bahwa tanaman pakcoy membutuhkan pencahayaan intens dan teratur untuk mencapai pertumbuhan optimal.

Monitoring dari sensor pH dengan kondisi yang berbeda kondisi 1 (pH 7), kondisi 2 (pH <7), kondisi 3 (pH >7). Setiap kondisi menunjukkan hasil panen yang berbeda dengan HST <28 hari tanaman lebih condong untuk diberikan kondisi 1 dengan pH tetap diangka 7. Pemberian sistem monitoring memberikan dampak dalam menjaga lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman, pada akhirnya meningkatkan hasil panen.

5. Kesimpulan

Penelitian ini mengungkapkan bahwa penggunaan metode hidroponik di dalam greenhouse dengan bantuan sistem monitoring dan pengontrolan berbasis IoT mampu menghasilkan panen pakcoy yang lebih optimal dibandingkan dengan penanaman di luar greenhouse. Pemantauan intensitas cahaya dengan pH yang diterapkan memungkinkan terciptanya kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan pakcoy, dengan mempercepat waktu panen atau HST dengan kualitas hasil tanaman memiliki berat 106 gram, panjang daun 18 cm dan banyak daun sejumlah 22 dari keseluruhan tanaman. Hasil yang diambil menunjukkan hasil panen yang lebih baik dari sebelumnya dan memperpendek HST. Sistem mengatur pencahayaan secara otomatis berdasarkan pemantauan kadar pH dari air sebagai media tanam dan sensor intensitas cahaya yang mendeteksi sinar matahari, dengan tambahan pencahayaan dari UV growlight yang diatur menggunakan logika fuzzy untuk memastikan intensitas cahaya yang optimal. Sistem ini menambah kemungkinan pemantauan yang lebih efektif dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi IoT dan logika fuzzy dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi dan hasil dari praktik panen modern, khususnya dalam skala greenhouse.

Daftar Pustaka

- [1] Muhaimin, M. Y., Annisa, A. R., & Montolalu, B. (2022). Rancang bangun smart system green house untuk budidaya melon berbasis PLC. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, 4(1), 26-30.
- [2] Telleng, R. C., Suotha, V. A., & Kolibu, H. S. 2020. Rancang Bangun Alat Pengontrol Tingkat Pencahayaan Lampu Berbasis Mikrokontroler dengan Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal MIPA*, 10(1), 36-40
- [3] Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Uly, O. S. I., & Kurnianto, D. (2023). Prototype sistem monitoring nutrisi dan tingkat pH air pada budidaya hidroponik sayur pakcoy menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). *Elektron Jurnal Ilmiah*, 15(1), 13-20. <https://doi.org/10.30630/eji.15.1.336>.
- [4] Andrial, S., Hafizd, M. I., & Ahmad, R. (2020). Implementasi metode fuzzy logic pada intensitas lampu di laboratorium berbasis Arduino. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, 19(2), 36-45.
- [5] Nidia S.2024 TABEL PH DAN PPM TANAMAN HIDROPONIK. [Online] Available at : <https://farmee.id/tabel-ph-dan-ppm-tanaman-hidroponik/> [Accessed 25 July 2024]
- [6] M Sunanil Huda, Herman Suheri, Novita Hidayatun Nufus, (2023) "Pengaruh perbedaan pH Larutan Hara Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy Dalam Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT), *Agroteksos*, 33(1), <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v33i1.802>
- [7] Utami, C. T., Widyantara, H., & Kamali, M. A. (2023). Light Intensity Control and Greenhouse Monitoring System for Melon Cultivation. *IEEE International Conference on Software Engineering and Information Technology (ICoSEIT)*, Bandung, Indonesia, pp. 132-137. DOI : [10.1109/ITIS59651.2023.10420388](https://doi.org/10.1109/ITIS59651.2023.10420388)
- [8] Banjardana, A., Andriani, T., Topan, P. A., & Aryanto, N. (2024). Prototipe sistem monitoring dan kontrol pH serta nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT untuk pertanian. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, 6(3), 455-464. <https://doi.org/10.30630/jinteks.v6i3.15309>.
- [9] Erpiana, L., Nurmawati, Muztahidin, N. I., & Rohmawati, I. (2024). The Effect of AB MIX Nutrition Concentration on The Growth and Yield of Three Varieties of Pakcoy (*Brassica rapa L.*) in a Hydroponic Wick System. *Jur. Agroekotek*, 16(1), 82–95. <http://dx.doi.org/10.33512/jur.agroekotek.v16i1.27709>
- [10] Rosyida, R., Karno, K., Putra, F. P., & Limantara, J. C. (2022). Efek cahaya LED merah dan biru pada pertumbuhan, hasil dan kandungan klorofil tanaman pakcoy (*Brassica chinensis L.*) dalam Growbox. *Agromix*, 13(2), 168-174. <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.3028>
- [11] Hartono, R., & Malik, A. (2021). Sistem otomatis pembuatan nutrisi ideal untuk tanaman pakcoy menggunakan kendali logika fuzzy. *Telekontran*, 9(2), 154–164. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v9i2.5624>.
- [12] Rahmawati, F., Patmawati, & Palupi, N. P. (2021). Pengaruh pemberian bokashi kotoran burung walet terhadap pH, N, P, K tersedia dan pertumbuhan serta hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(2), 137-143. <https://doi.org/10.35941/jatl.2021.13740>

Lampiran

Hasil Pembacaan Sensor LDR Photosensitive

| Percobaan pengambilan intensitas Pagi | | |
|--|-----------------|---------------|
| No | Data Intensitas | Waktu |
| 1 | 8.75 | 05.00-06.00 |
| 4 | 8.75 | 05.00-06.00 |
| 6 | 129.32 | 05.00-06.00 |
| 5 | 8.75 | 05.00-06.00 |
| 8 | 8.75 | 05.00-06.00 |
| 9 | 129.32 | 05.00-06.00 |
| 10 | 146.6 | 06.00-07.00 |
| 12 | 143.84 | 06.00-07.00 |
| 13 | 146.6 | 06.00-07.00 |
| 15 | 146.6 | 06.00-07.00 |
| 18 | 133.81 | 06.00-07.00 |
| 19 | 143.84 | 06.00-07.00 |
| 20 | 143.84 | 07.00-08.00 |
| 21 | 146.6 | 07.00-08.00 |
| 22 | 129.32 | 07.00-08.00 |
| 25 | 138.64 | 07.00-08.00 |
| 28 | 127.2 | 07.00-08.00 |
| 29 | 143.84 | 07.00-08.00 |
| 30 | 141.19 | 07.00-08.00 |
| Percobaan pengambilan intensitas Siang | | |
| No | Data Intensitas | Waktu |
| 1 | 131.81 | 12.00-13.00 |
| 2 | 136.18 | 12.00-13.00 |
| 4 | 131.81 | 12.00-13.00 |
| 7 | 152.46 | 12.00-13.00 |
| 8 | 133.81 | 12.00-13.00 |
| 9 | 136.18 | 12.00-13.00 |
| 12 | 131.81 | 12.00-13.00 |
| 14 | 146.6 | 13.00 - 14.00 |
| 15 | 152.46 | 13.00 - 14.00 |
| 18 | 152.16 | 13.00 - 14.00 |
| 20 | 136.18 | 13.00 - 14.00 |
| 21 | 133.81 | 13.00 - 14.00 |
| 22 | 136.18 | 13.00 - 14.00 |
| 23 | 133.81 | 14.00 - 15.00 |
| 24 | 136.18 | 14.00 - 15.00 |
| 25 | 152.46 | 14.00 - 15.00 |
| 26 | 133.81 | 14.00 - 15.00 |
| 27 | 136.18 | 14.00 - 15.00 |
| 28 | 136.18 | 14.00 - 15.00 |

| No | Data Intensitas | Waktu |
|----|-----------------|---------------|
| 1 | 131.81 | 12.00-13.00 |
| 2 | 136.18 | 12.00-13.00 |
| 4 | 131.81 | 12.00-13.00 |
| 7 | 152.46 | 12.00-13.00 |
| 8 | 133.81 | 12.00-13.00 |
| 9 | 136.18 | 12.00-13.00 |
| 12 | 131.81 | 12.00-13.00 |
| 14 | 146.6 | 13.00 - 14.00 |
| 15 | 152.46 | 13.00 - 14.00 |
| 18 | 152.16 | 13.00 - 14.00 |
| 20 | 136.18 | 13.00 - 14.00 |
| 21 | 133.81 | 13.00 - 14.00 |
| 22 | 136.18 | 13.00 - 14.00 |
| 23 | 133.81 | 14.00 - 15.00 |
| 24 | 136.18 | 14.00 - 15.00 |
| 25 | 152.46 | 14.00 - 15.00 |
| 26 | 133.81 | 14.00 - 15.00 |
| 27 | 136.18 | 14.00 - 15.00 |
| 28 | 136.18 | 14.00 - 15.00 |

Hasil Pembacaan Sensor PH4502C

| Percobaan pengambilan Data pH value | |
|-------------------------------------|---------------|
| No | Data pH value |
| 1 | 4.741 |
| 2 | 2.645 |
| 3 | 3 |
| 4 | 6.328 |
| 5 | 9.535 |
| 6 | 7.463 |
| 7 | 7.569 |
| 8 | 7.481 |
| 9 | 8.359 |
| 10 | 6.458 |
| 11 | 2.653 |
| 12 | 6.325 |
| 13 | 7.841 |
| 14 | 9.658 |
| 15 | 7.156 |
| 16 | 5.148 |
| 17 | 2.156 |
| 18 | 5.235 |
| 19 | 4.758 |

Tampilan Antares untuk database Intensitas Cahaya

| Time (WIB) | Resource Index (ri) | Data |
|---------------------|---|---|
| 2024-08-04 07:44:38 | /antares-cse/cin-sinApSchnePK5eMgibXeXl1akuWZtV8B | <pre>{ "Light Intensity": 127.2003174, "Light Category": "Bright", "Relay State": "OFF" }</pre> |

Tampilan Antares untuk database pH Value

| Time (WIB) | Resource Index (ri) | Data |
|---------------------|---|--|
| 2024-08-04 07:47:57 | /antares-cse/cin-gUmpwAN02UeVvhlvyzP6mXdQTlvAPfJI | <pre>{ "pH Value": 2.537634611, "pH Category": "Tambahkan Pupuk A" }</pre> |

Tampilan Website Monitoring



Kodingan Arduino Intensitas Cahaya

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <AntaresESPHTTP.h>

// Variabel untuk akses Antares
#define ACCESSKEY "35eb25382e76f45c:90998f0be22c110e"
#define WIFISSID "greenhouse"
#define PASSWORD "rooftop124"
#define projectName "intensitascahaya"
#define deviceName "lightIntensity"

AntaresESPHTTP antares(ACCESSKEY);

const int analogPinLight = A0; // Sensor analog terhubung ke pin A0 untuk intensitas cahaya
const int relayPin = D1; // Define the pin connected to the relay

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 300000; // 5 menit dalam milidetik

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  antares.setDebug(true);
  antares.wifiConnection(WIFISSID, PASSWORD);

  pinMode(analogPinLight, INPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Pastikan relay mati awalnya

  Serial.println("Setup complete. Starting loop.");
}

// Fuzzy Set Definitions for Light Intensity
float fuzzySetDark(float lightIntensity) {
  if (lightIntensity <= 30) return 1;
  if (lightIntensity > 30 && lightIntensity <= 50) return (50 - lightIntensity) / 20.0;
  return 0;
}

float fuzzySetDim(float lightIntensity) {
  if (lightIntensity > 30 && lightIntensity <= 50) return (lightIntensity - 30) / 20.0;
  if (lightIntensity > 50 && lightIntensity <= 90) return (90 - lightIntensity) / 40.0;
  return 0;
}

float fuzzySetBright(float lightIntensity) {
  if (lightIntensity > 50 && lightIntensity <= 90) return (lightIntensity - 50) / 40.0;
  if (lightIntensity > 90 && lightIntensity <= 140) return (140 - lightIntensity) / 50.0;
  return 0;
}

float fuzzySetVeryBright(float lightIntensity) {
  if (lightIntensity > 90 && lightIntensity <= 140) return (lightIntensity - 90) / 50.0;
  if (lightIntensity > 140) return 1;
  return 0;
}

// Agregasi dan Inferensi Aturan Fuzzy
void aggregateRules(float &relayOutput, float lightIntensity) {
  float dark = fuzzySetDark(lightIntensity);
  float dim = fuzzySetDim(lightIntensity);
```

```

float bright = fuzzySetBright(lightIntensity);
float veryBright = fuzzySetVeryBright(lightIntensity);

// Contoh rule base sederhana
float rule1 = dark;    // Jika Dark, relay ON
float rule2 = dim;     // Jika Dim, relay OFF
float rule3 = bright;  // Jika Bright, relay OFF
float rule4 = veryBright; // Jika Very Bright, relay OFF

// Agregasi hasil rule base
relayOutput = rule1; // Relay ON hanya saat kondisi Dark
}

// Defuzzifikasi
float defuzzify(float relayOutput) {
    // Gunakan metode Centroid atau metode defuzzifikasi lainnya
    // Dalam kasus ini, kita asumsikan relayOutput di antara 0-1 di mana
    // 0 = OFF, 1 = ON
    if (relayOutput > 0.5) return 255; // Relay ON
    return 0;                          // Relay OFF
}

String getLightCategory(float lightIntensity) {
    if (fuzzySetDark(lightIntensity) > 0) return "Dark";
    if (fuzzySetDim(lightIntensity) > 0) return "Dim";
    if (fuzzySetBright(lightIntensity) > 0) return "Bright";
    if (fuzzySetVeryBright(lightIntensity) > 0) return "Very Bright";
    return "Unknown";
}

void loop() {
    unsigned long currentMillis = millis();

    int sensorValueLight = analogRead(analogPinLight);
    float voltageLight = sensorValueLight * (3.3 / 1023.0); // Asumsikan tegangan referensi ADC ESP8266
    // adalah 3.3V
    float lightIntensity = pow(10, (1.42 - 0.4 * log(voltageLight)));

    // Agregasi dan inferensi fuzzy
    float relayOutput;
    aggregateRules(relayOutput, lightIntensity);

    // Defuzzifikasi untuk menentukan keluaran relay
    float relayState = defuzzify(relayOutput);
    digitalWrite(relayPin, relayState > 0 ? HIGH : LOW); // Atur status relay

    // Tentukan kategori cahaya
    String lightCategory = getLightCategory(lightIntensity);

    // Print nilai sensor, tegangan, intensitas cahaya, kategori, dan status relay ke Serial Monitor
    Serial.print("Light Intensity: ");
    Serial.print(lightIntensity);
    Serial.print(", Light Category: ");
    Serial.print(lightCategory);
    Serial.print(", Relay State: ");
    Serial.println(relayState > 0 ? "ON" : "OFF");

    // Mengirim data ke Antares setiap 5 menit
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
        previousMillis = currentMillis;

        antares.add("Light Intensity", lightIntensity);
    }
}

```



```
    antares.add("Light Category", lightCategory);
    antares.add("Relay State", relayState > 0 ? "ON" : "OFF");
    antares.send(projectName, deviceName);
  }

  delay(1000); // Delay untuk pembacaan sensor
}
```

Kodingan Arduino pH Value

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <AntaresESPHTTP.h>

// Variabel untuk akses Antares
#define ACCESSKEY "35eb25382e76f45c:90998f0be22c110e"
#define WIFISSID "greenhouse"
#define PASSWORD "rooftop124"
#define projectName "Greenhouse1"
#define deviceName "datasetgreenhouse1"

AntaresESPHTTP antares(ACCESSKEY);

const int analogPinPH = A0; // Sensor analog terhubung ke pin A0 untuk nilai pH

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 300000; // 5 menit dalam milidetik

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  antares.setDebug(true);
  antares.wifiConnection(WIFISSID, PASSWORD);

  pinMode(analogPinPH, INPUT);

  Serial.println("Setup complete. Starting loop.");
}

// Fuzzy Set Definitions for pH
float fuzzySetVeryLow(float pHValue) {
  if (pHValue <= 5) return 1;
  if (pHValue > 5 && pHValue < 6) return (6 - pHValue) / 1.0;
  return 0;
}

float fuzzySetLow(float pHValue) {
  if (pHValue >= 6 && pHValue < 7) return (pHValue - 6) / 1.0;
  if (pHValue > 7 && pHValue < 8) return (8 - pHValue) / 1.0;
  return 0;
}

float fuzzySetNeutral(float pHValue) {
  if (pHValue == 7) return 1;
  return 0;
}

float fuzzySetHigh(float pHValue) {
  if (pHValue > 7 && pHValue < 8) return (pHValue - 7) / 1.0;
  if (pHValue > 8 && pHValue < 9) return (9 - pHValue) / 1.0;
  return 0;
}
```

```
float fuzzySetVeryHigh(float pHValue) {
    if (pHValue >= 9) return 1;
    return 0;
}

// Agregasi dan Inferensi Aturan Fuzzy
String getPHCategory(float pHValue) {
    float veryLowPH = fuzzySetVeryLow(pHValue);
    float lowPH = fuzzySetLow(pHValue);
    float neutralPH = fuzzySetNeutral(pHValue);
    float highPH = fuzzySetHigh(pHValue);
    float veryHighPH = fuzzySetVeryHigh(pHValue);

    if (veryLowPH > 0) return "Tambahkan Pupuk A";
    if (lowPH > 0) return "Tambahkan Pupuk A dan B";
    if (neutralPH > 0) return "Kondisi Normal";
    if (highPH > 0) return "Tambahkan Air";
    if (veryHighPH > 0) return "Tambahkan Banyak Air";
    return "Unknown";
}

void loop() {
    unsigned long currentMillis = millis();

    int sensorValuePH = analogRead(analogPinPH);
    float voltagePH = sensorValuePH * (3.3 / 1023.0);
    float pHValue = 7 + ((2.5 - voltagePH) / 0.18);

    // Dapatkan kategori pH menggunakan fuzzy logic
    String pHCategory = getPHCategory(pHValue);

    // Print nilai sensor, tegangan, pH, dan kategori ke Serial Monitor
    Serial.print("pH Value: ");
    Serial.print(pHValue);
    Serial.print(", pH Category: ");
    Serial.println(pHCategory);

    // Mengirim data ke Antares setiap 5 menit
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
        previousMillis = currentMillis;










        antares.add("pH Value", pHValue);
        antares.add("pH Category", pHCategory);
        antares.send(projectName, deviceName);
    }

    delay(1000); // Delay untuk pembacaan sensor
}
```

Hasil Pengujian Kontrol Pencahayaan Hidroponik Pakcoy

| | Tanaman Pakcoy Tanpa Sistem Monitoring | Tanaman Pakcoy Dengan Sistem Monitoring (95.235 Lux) | Tanaman Pakcoy Dengan Sistem Monitoring (133.817 Lux) |
|----------------------------------|---|--|---|
| Berat (gram) |  <p>43 Gram</p> |  <p>106 Gram</p> |  <p>176 Gram</p> |
| Panjang daun (Centimeter) |  <p>13 Cm</p> |  <p>18 Cm</p> |  <p>22 cm</p> |
| Jumlah daun (daun) |  <p>12 Daun</p> |  <p>17 Daun</p> |  <p>22 Daun</p> |

Hasil Pengujian Kadar pH Hidroponik Pakcoy

| | Tanaman Pakcoy HST 28 Tanpa Sistem Monitoring (pH 7) | Tanaman Pakcoy HST 28 Dengan Sistem Monitoring (pH <7) | Tanaman Pakcoy HST 28 Dengan Sistem Monitoring (pH >7) |
|--|---|---|--|
| Berat 5 tanaman (gram) |  <p>379 Gram</p> |  <p>177 Gram</p> |  <p>266 Gram</p> |
| Panjang daun 1 tanaman (Centimeter) |  <p>20 Cm</p> |  <p>18 Cm</p> |  <p>22 cm</p> |
| Jumlah daun 1 tanaman (daun) |  <p>16 Daun</p> |  <p>12 Daun</p> |  <p>9 Daun</p> |