



SISTEM PENYIRAMAN PINTAR DAN MONITORING TANAMAN SAWI OTOMATIS BERBASIS ESP 32 DAN SENSOR KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI*

TUGAS AKHIR

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program
Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

RIZKY PAMUNGKAS
12050511642

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Su

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

SISTEM PENYIRAMAN PINTAR DAN MONITORING TANAMAN SAWI OTOMATIS BERBASIS ESP 32 DAN SENSOR KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI*

TUGAS AKHIR

Oleh :

RIZKY PAMUNGKAS
12050511642

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 08 Januari 2025

**Ketua Program Studi
Teknik Elektro**



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing



Aulia Ullah, S.T., M.Eng
NIP. 19850618 201503 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM PENYIRAMAN PINTAR DAN MONITORING TANAMAN SAWI OTOMATIS BERBASIS ESP 32 DAN SENSOR KELEMBABAN TANAH MENGGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI*

TUGAS AKHIR

Oleh :

RIZKY PAMUNGKAS

12050511642

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 08 Januari 2025

Pekanbaru, 08 Januari 2025

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Hartono, M.Pd.

NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.

NIP. 19722102 200604 2 001

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Sutoyo, S.T., M.T
Sekretaris : Aulia Ullah, S.T., M.Eng
Anggota I : Ahmad Faizal, S.T., M.T
Anggota II : Hilman Zarory, S.T., M.Eng

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rizky Pamungkas
NIM : 12050511642
Tempat/ Tgl. Lahir : Duri, 28 Juni 2002
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Elektro
Judul Artikel :

SISTEM PENYIRAMAN PINTAR DAN MONITORING TANAMAN SAWI OTOMATIS BERBASIS ESP 32 DAN SENSOR KELEMBABAN TANAH MENGUNAKAN METODE *FUZZY MAMDANI*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Artikel dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada Karya Tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Artikel Saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian Artikel saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 08 Januari 2025

Yang membuat pernyataan



Rizky Pamungkas

NIM. 12050511642



LEMBAR ATAS HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Tugas Akhir ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan hak cipta pada penulis. Revisi ke perpustakaan diperkenankan, dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

Surat Keterangan Artikel Diterima

Nomor: 039/A-01.01/UAI/XII/2024

Jakarta, 28 Desember 2024

Yth Sdr. **1. Rizky Pamungkas**
2. Aulia Ullah
3. Ahmad Faizal
4. Hilman Zarory

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh

Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, bersama ini menyampaikan bahwa artikel saudara, yang berjudul;


Sistem Penyiraman Pintar Dan Monitoring Tanaman Sawi Otomatis Berbasis Esp 32 Dan Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

elah melalui proses review mitra bestari dan editor, Artikel tersebut dinyatakan **DITERIMA** untuk dipublikasikan di Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, Vol.10 No.2, Mei 2025

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat dimanfaatkan dengan sebagaimana mestinya.

Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh

Chief Editor



Prof. Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M. Si.



Sistem Penyiraman Pintar Dan Monitoring Tanaman Sawi Otomatis Berbasis Esp 32 Dan Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*

Rizky Pamungkas¹, Aulia Ullah², Ahmad Faizal³, Hilman Zarory⁴

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 3. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 4. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 5. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 6. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 7. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 8. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 9. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 10. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 11. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 12. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 13. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 14. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 15. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 16. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 17. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 18. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 19. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 20. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 21. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 22. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 23. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 24. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 25. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 26. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 27. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 28. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 29. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 30. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 31. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 32. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 33. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 34. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 35. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 36. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 37. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 38. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 39. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 40. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 41. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 42. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 43. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 44. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 45. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 46. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 47. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 48. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 49. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 50. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 51. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 52. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 53. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 54. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 55. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 56. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 57. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 58. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 59. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 60. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 61. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 62. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 63. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 64. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 65. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 66. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 67. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 68. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 69. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 70. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 71. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 72. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 73. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 74. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 75. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 76. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 77. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 78. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 79. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 80. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 81. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 82. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 83. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 84. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 85. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 86. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 87. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 88. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 89. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 90. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 91. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 92. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 93. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 94. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 95. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 96. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 97. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 98. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 99. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 100. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: aulia.ullah@uin-suska.ac.id

Agriculture is an important sector in the Indonesian economy, with vegetables such as mustard greens (Brassica juncea) that have high economic value and are important for the healthy diet of the community. One of the main challenges in mustard cultivation is the optimal management of soil moisture, as unstable moisture levels can affect the quality and quantity of the harvest. This research aims to design and implement an automatic irrigation system based on Internet of Things (IoT) technology using the ESP32 microcontroller and soil moisture sensors, as well as applying Mamdani fuzzy logic to manage irrigation adaptively. This system is capable of increasing water usage efficiency by up to 50% by maintaining soil moisture at optimal levels, which positively impacts the growth of mustard plants. In addition, this system allows for remote monitoring through an IoT application, making it easier for farmers to manage irrigation more efficiently. The research results show that the implementation of this automated system not only reduces dependence on manual labor but also ensures more efficient water usage, thereby providing an innovative solution for irrigation efficiency in the agricultural sector.

-Pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian Indonesia, dengan sayuran seperti sawi (Brassica juncea) yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta penting bagi pola makan sehat masyarakat. Salah satu tantangan utama dalam budidaya sawi adalah pengelolaan kelembaban tanah yang optimal, karena kelembaban yang tidak stabil dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis berbasis teknologi Internet of Things (IoT) yang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor kelembaban tanah, serta mengaplikasikan logika fuzzy Mamdani untuk mengelola irigasi secara adaptif. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 50% dengan menjaga kelembaban tanah pada level optimal, yang berdampak positif pada pertumbuhan tanaman sawi. Selain itu, sistem ini memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi IoT, yang mempermudah petani dalam mengelola irigasi secara lebih efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem otomatis ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, tetapi juga memastikan penggunaan air yang lebih efisien, sehingga memberikan solusi inovatif bagi efisiensi irigasi di sektor pertanian.

Keywords - ESP32, Mamdani Fuzzy, Soil Moisture, Smart Irrigation System

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian dan ketahanan pangan di Indonesia. Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki lahan pertanian yang luas dan beragam komoditas tanaman yang mendukung kebutuhan pangan nasional serta memberikan mata pencaharian bagi jutaan petani [1]. Salah satu

komoditas penting adalah sayuran, termasuk sawi (*Brassica juncea*), yang banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia. Selain nilai ekonomisnya, sawi juga menjadi komponen penting dalam diet sehat masyarakat Indonesia karena kandungan nutrisi seperti vitamin, mineral, dan serat yang tinggi [2] [3].



Namun, budidaya sawi menghadapi tantangan besar, terutama terkait kondisi lingkungan yang optimal. Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen sawi adalah kelembaban tanah. Kelembaban tanah yang terduga dengan baik dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen, yang berdampak pada pendapatan petani. Data menunjukkan bahwa ketidakmampuan menjaga kelembaban tanah pada level yang optimal dapat mengurangi hasil panen hingga 30%.

Pengembangan teknologi telah memfasilitasi penerapan otomatisasi dan *Internet of Things* (IoT) dalam berbagai sektor, termasuk pertanian. Sistem otomatis pertanian saat ini memungkinkan perencanaan dan pengelolaan irigasi secara lebih efisien baik melalui sensor kelembaban tanah maupun platform IoT yang terhubung. Dengan teknologi ini, para petani dapat meningkatkan produktivitas sambil menghemat sumber daya seperti air dan tenaga kerja. Salah satu inovasi terkini dalam pertanian adalah sistem penyiraman otomatis yang dapat menyesuaikan frekuensi dan volume air berdasarkan kondisi tanah secara *real-time*.

Penyiraman manual menimbulkan berbagai tantangan, terutama dalam hal menjaga konsistensi pemberian air pada tanaman. Pada musim kemarau, petani harus menghabiskan lebih banyak waktu untuk menyiram, sedangkan pada musim hujan sering kali terjadi penyiraman berlebihan. Keseimbangan ini berdampak signifikan pada pertumbuhan tanaman, khususnya sayuran seperti sawi, yang membutuhkan kelembaban tanah yang optimal. Kelebihan air dapat menyebabkan pembusukan akar, sementara kekurangan air akan menghambat pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya menyebabkan kerugian ekonomi bagi petani [9].

Untuk mengatasi inefisiensi yang disebabkan oleh penyiraman manual, diperlukan sistem penyiraman otomatis yang dapat memantau kondisi tanah secara *real-time* dan memberikan air sesuai dengan kebutuhan tanaman. Tanaman sawi, misalnya, membutuhkan kelembaban tanah yang stabil untuk mencapai pertumbuhan optimal.

Dengan menggunakan sensor kelembaban tanah yang terhubung dengan *platform IoT*, sistem ini tidak hanya mengurangi tenaga kerja manual tetapi juga memastikan penggunaan air yang lebih efisien. Sistem otomatis ini memungkinkan petani untuk mengatur frekuensi dan durasi penyiraman berdasarkan data yang dihasilkan oleh sensor, sehingga memastikan tanaman mendapatkan jumlah air yang tepat pada waktu yang tepat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* dalam mengatur frekuensi dan durasi penyiraman tanaman sawi secara adaptif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan sistem otomatis terhadap kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman sawi, sekaligus mengevaluasi efisiensi penggunaan air dibandingkan dengan metode penyiraman manual. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap tantangan lingkungan dalam budidaya sawi, khususnya dalam pengelolaan kelembaban tanah, guna meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Dengan mengoptimalkan teknologi IoT, penelitian ini juga bertujuan untuk mendukung produktivitas pertanian yang berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual.

Beberapa studi telah mengembangkan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dan logika *fuzzy*. Penelitian oleh Naron et al. merancang sistem kontrol kelembaban tanah dan suhu menggunakan logika *fuzzy*. Data dari sensor kelembaban tanah dan suhu diproses dengan algoritma *fuzzy* untuk menentukan kebutuhan penyiraman yang tepat, dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini mampu menjaga kelembaban tanah pada level optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman [10].

Penelitian lainnya oleh Rahmatullah mengembangkan alat otomatis untuk perawatan dan pemberian nutrisi pada tanaman pakcoy hidroponik berbasis Blynk IoT menggunakan kontrol *fuzzy*. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi tanah secara terus menerus dan terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 40% [11].

Metode *Fuzzy Mamdani* digunakan dalam sistem penyiraman otomatis untuk mengambil keputusan yang fleksibel dan adaptif. Sistem ini bekerja dengan menerima input dari sensor



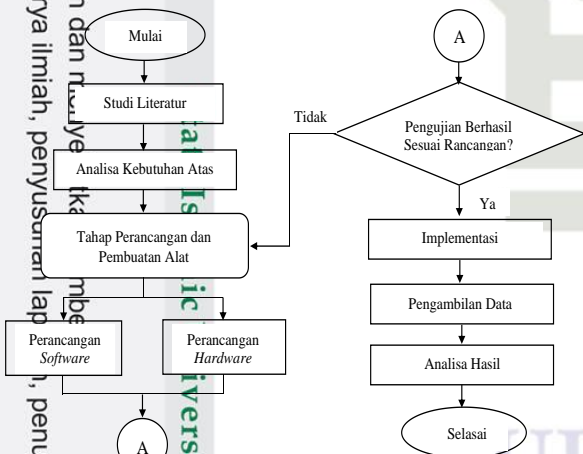
kelembaban tanah dan suhu udara. Berdasarkan data tersebut, *fuzzy logic* menerapkan aturan yang telah ditentukan untuk menentukan durasi dan frekuensi penyiraman. Misalnya, jika kelembaban tanah rendah, sistem akan meningkatkan frekuensi penyiraman, sedangkan jika kelembaban mendekati optimal, durasi penyiraman akan dikurangi. Pendekatan ini lebih efisien dibandingkan dengan sistem on/off, karena memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang dinamis[13].

METODE

Penelitian ini menggunakan *Fuzzy Inference System* dengan pendekatan Mamdani, di mana pengujian dilakukan dengan cara membandingkan sistem yang diterapkan pada tanaman sawi dengan tanaman sawi yang tidak menggunakan sistem tersebut. Data yang dimasukkan dalam metode penelitian ini juga didasarkan pada hasil dari proses identifikasi kebutuhan yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini:

Tahapan Penelitian

Gambar 1 adalah rincian rencana tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Perencanaan

Tahap pertama adalah perencanaan, yang melibatkan studi literatur untuk merumuskan masalah dan tujuan penelitian. Perencanaan ini juga mencakup analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengembangkan sistem yang sesuai. Evaluasi terhadap metode kontrol lain

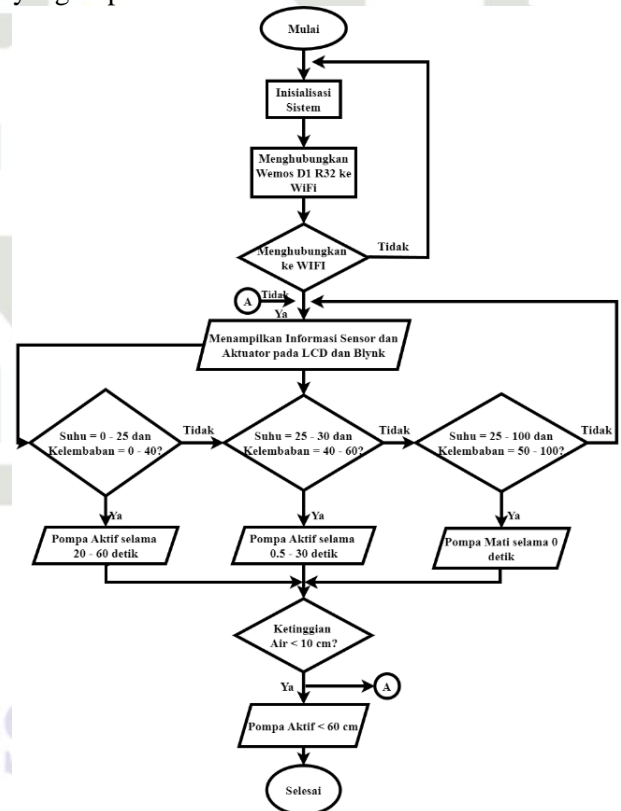
seperti PID juga dilakukan untuk mendukung pemilihan metode *Fuzzy Mamdani* yang lebih adaptif dalam menangani kondisi dinamis pada pertanian.

Perancangan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem, meliputi pengembangan model *Fuzzy Inference System* (FIS) dan pemilihan komponen seperti ESP32, sensor kelembaban tanah, sensor suhu, pompa air, *relay*, dan *platform IoT Blynk*. Sistem ini dirancang agar dapat dioperasikan dan dipantau secara *real-time* melalui konektivitas *Wi-Fi*.

Perancangan Flowchart Sistem

Perancangan *flowchart* sistem ini bertujuan untuk menggambarkan alur operasional dari sistem pemantauan dan penyiraman cerdas yang diimplementasikan pada tanaman sawi. Sistem ini menggunakan pendekatan logika *fuzzy Mamdani* untuk menentukan kebutuhan penyiraman berdasarkan kondisi suhu dan kelembaban tanah yang terpantau secara *real-time*.



Gambar 2. Flowchart Sistem Penyiraman Tanaman

Perancangan Diagram Sistem

Perancangan diagram sistem merupakan tahapan untuk membuat gambaran dasar berupa blok diagram sistem dalam merancang sistem pemantauan dan penyiraman pintar pertumbuhan tanaman sawi menggunakan *fuzzy mamdani* berbasis *blink internet of things*.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

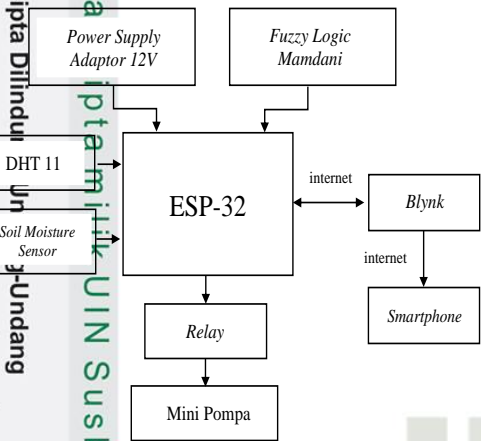
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengemukakan atau sebarluaskan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Universitas Islam Sumatera Utara



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 3 menunjukkan blok diagram sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dan logika fuzzy Mamdani untuk tanaman sawi. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Penyiraman Tanaman. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen yang bekerja sama untuk mengelola penyiraman tanaman secara otomatis. Pertama, power supply berfungsi untuk menyediakan energi yang diperlukan oleh semua perangkat. Selain itu, logika fuzzy Mamdani mengelola keputusan penyiraman berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Mikrokontroler ESP-32 memainkan peran penting dalam memproses data dari sensor suhu dan kelembaban tanah. Sensor DHT 11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di dalam greenhouse, sementara soil moisture sensor memantau kelembaban tanah secara real-time. Untuk mengontrol aliran listrik ke pompa air, relay digunakan berdasarkan keputusan yang dihasilkan oleh sistem. Mini pompa air kemudian mengalirkan air ke tanaman secara otomatis sesuai dengan keputusan yang diambil. Selain itu, Blynk IoT berfungsi sebagai platform yang memungkinkan pemantauan dan kontrol sistem secara jarak jauh melalui smartphone, sehingga memudahkan pengguna dalam mengelola penyiraman tanaman. Dengan integrasi ini, sistem mampu menjaga kelembaban tanah secara otomatis, memantau kondisi tanaman, dan memberikan kemudahan kontrol melalui aplikasi IoT.

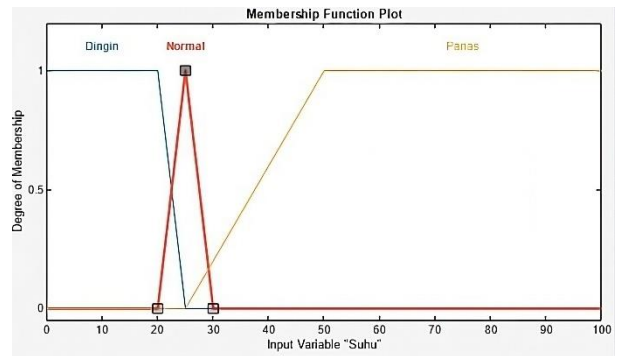
Perancangan Fuzzy Inference System Mamdani

Agar mendapatkan output, diperlukan 4 langkah diantaranya:

- Langkah 1: Fuzzyfikasi
Fuzzyfikasi adalah proses menetapkan himpunan fuzzy dari setiap variabel input dan

output menggunakan membership function. Variabel input:

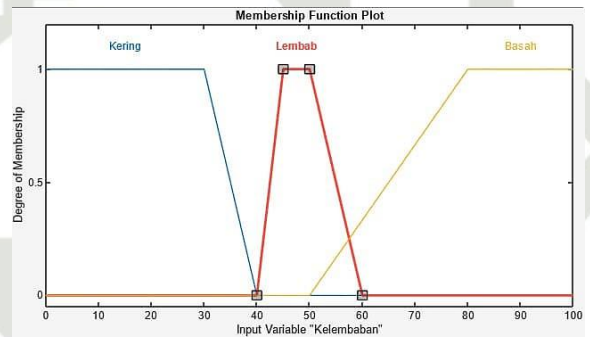
- Suhu (S) range: 0-50°C
- Kelembaban tanah (KT) range: 0-100%



Gambar 4. Kurva Membership Function Suhu

Tabel 1. Fuzzy Set Suhu

Suhu	Range
Dingin	0-25°C
Normal	20-30°C
Panas	25-100°C

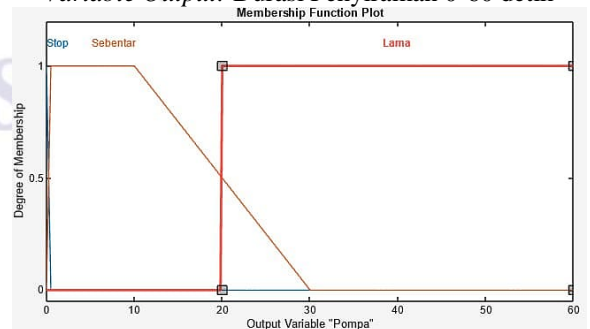


Gambar 5. Kurva Membership Function Kelembaban Tanah

Tabel 2. Fuzzy Set Kelembaban Tanah

Suhu	Range
Kering	0-40°C
Lembar	40-50°C
Basah	50-100°C

Variable Output: Durasi Penyiraman 0-60 detik



Gambar 6. Kurva Membership Function Durasi Penyiraman



Tabel 3. *Fuzzy Set* Penyiraman

Suhu	Range
Stop	0-1 Detik
Sebentar	0,6-30 Detik
Lama	20-60 Detik

Membership *function* untuk suhu udara terdiri dari tiga variabel linguistik, yaitu dingin (0-25°C), sedang (25-30°C), dan panas (25-100°C). Gambar 4 menunjukkan kurva dari membership *function* untuk suhu udara, sementara tabel 1 menyajikan fuzzy set dari membership *function* suhu udara yang berkaitan dengan fungsi tersebut. Untuk kelembaban tanah, terdapat tiga variabel linguistik yang digunakan, yakni kering (0-40 persen), sedang (40-60 persen), dan basah (50-100 persen). Gambar 4 menunjukkan kurva dari membership *function* kelembaban tanah, sedangkan tabel 2 menyajikan rincian fuzzy set dari fungsi ini, mengacu pada referensi [14] dan [15].

Selanjutnya, membership *function* untuk fungsi penyiraman juga menggunakan tiga variabel linguistik, yaitu stop (0-1 detik), sebentar (0,5-30 detik), dan lama (20-60 detik). Gambar 5 memperlihatkan kurva dari membership *function* fungsi penyiraman, dan tabel 3 menyajikan *fuzzy set* berkaitan dengan durasi tersebut. Dengan menerapkan berbagai variabel linguistik ini, sistem dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dan responsif terhadap kondisi yang berbeda dalam pelaksanaan penyiraman tanaman.

2) Langkah 2

Dengan menggunakan fungsi implikasi yang dikenal sebagai *min*, pendekatan Fuzzy Mamdani membentuk aturan dasar *fuzzy*. Berdasarkan setiap variabel input yang tercantum pada Tabel 4 aturan dasar *fuzzy*, sembilan aturan dasar *fuzzy* dibuat. Pada tahap ini operator AND (&) menyatakan hubungan dari setiap-setiap input. Berikut ditunjukkan oleh tabel 4 aturan dasar *fuzzy* sebagai berikut.

Tabel 4. Aturan Dasar *Fuzzy*

Aturan
Jika suhu dingin dan kelembaban kering, maka pompa menyala lama
Jika suhu normal dan kelembaban kering, maka pompa menyala lama
Jika suhu panas dan kelembaban kering, maka pompa menyala lama
Jika suhu dingin dan kelembaban lembab, maka pompa menyala sebentar

5	Jika suhu normal dan kelembaban lembab, maka pompa menyala sebentar
6	Jika suhu panas dan kelembaban lembab, maka pompa menyala sebentar
7	Jika suhu dingin dan kelembaban basah, maka pompa mati
8	Jika suhu normal dan kelembaban basah, maka pompa mati
9	Jika suhu panas dan kelembaban basah, maka pompa mati

3) Defuzzification

Proses defuzzifikasi mengubah nilai keluaran *fuzzy* menjadi nilai yang lebih konkret (set tajam). Metode defuzzifikasi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode centroid [17], dengan persamaan defuzzifikasi untuk metode centroid sebagai berikut:

$$\bar{y} = \frac{\int_{Y-\min}^{Y-\max} y \cdot \mu Y(y) dy}{\int_{Y-\min}^{Y-\max} y \cdot \mu Y(y) dy} \quad (1)$$

dengan:

\bar{y} : Nilai defuzzifikasi hasil centroid.

Y-min Y-min dan Y-max Y-max: Batas minimum dan maksimum keluaran fuzzy.

$\mu Y(y)$: Fungsi keanggotaan dari keluaran fuzzy.

y: Variabel keluaran sistem fuzzy.

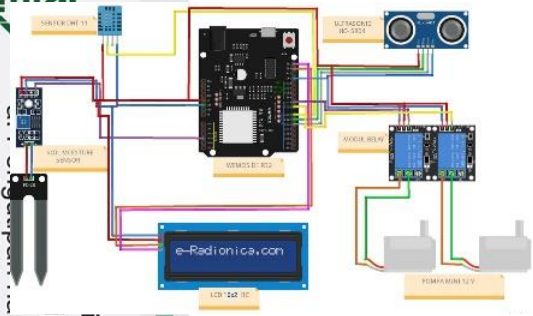
Persamaan ini digunakan untuk menghitung nilai keluaran defuzzifikasi berdasarkan area centroid dari kurva fungsi keanggotaan. Dalam penelitian ini, nilai \bar{y} menentukan tingkat penyiraman yang diberikan oleh sistem otomatis untuk menjaga kelembaban tanah tetap optimal.

Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat merupakan tahap yang dilakukan setelah analisis kebutuhan sistem selesai. Pada tahap ini, perancangan dan pembuatan alat bertujuan untuk mengembangkan rancangan penelitian yang akan diterapkan agar sistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Proses perancangan ini mencakup pembuatan komponen *hardware* dan *software* yang diperlukan untuk sistem yang akan dibangun.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

suatu masalah.



Gambar 7. Perancangan Perangkat Keras

Gambar 7 di atas merupakan perancangan perangkat keras, mikrokontroler ESP-32 akan membaca data berdasarkan pembacaan suhu udara dan kelembaban Tanah melalui sensor-sensor yang dihubungkan dengan modul real-time clock online. Hasil dari pembacaan sensor ini akan digunakan sebagai input untuk *Fuzzy Inference System* dan diproses secara bersamaan oleh mikrokontroler ESP-32. Hasil dari pemrosesan data tersebut adalah durasi penyiraman yang memicu *relay* menjadi *active high* untuk menghidupkan mini pompa, dan durasi penyiraman disesuaikan berdasarkan nilai yang dihasilkan dari *output fuzzy*. Kemudian ESP-32 terhubung dengan sinyal internet untuk mengirimkan semua nilai yang telah diproses ke Blynk server. Nilai yang dihasilkan kemudian ditampilkan melalui aplikasi Blynk IoT yang telah dirancang.

Perancangan Blink Internet of Things

Perancangan tampilan perangkat pada aplikasi Blynk Internet of Things difokuskan untuk memantau dan mengelola sistem penyiraman pintar melalui smartphone. Dalam perancangan ini, ditambahkan berbagai widget, seperti grafik untuk mengetahui waktu dan nilai pembacaan sensor, tombol untuk menguji pompa secara manual, serta gauge untuk memantau kondisi kelembaban tanah dan suhu yang dihasilkan dari pembacaan sensor. Data streams yang menggunakan virtual pin disediakan untuk masing-masing widget, sehingga memungkinkan sinkronisasi semua data komponen sistem dengan tampilan perangkat di aplikasi Blynk IoT.

Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengujian komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian hardware bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen fisik seperti sensor dan aktuator berfungsi dengan baik. Sedangkan pengujian software berfokus pada algoritma Fuzzy Mamdani dan integrasi dengan

platform IoT. Pengujian dilakukan selama 30 hari, di mana data kelembaban tanah dan suhu dikumpulkan dan dibandingkan dengan target yang telah ditentukan oleh sistem.

Implementasi Sistem

Tahap terakhir adalah implementasi sistem yang telah dirancang dan diuji. Seluruh komponen sistem dirakit dan diuji di lapangan untuk memastikan bahwa sistem berjalan secara optimal. Penyesuaian parameter *fuzzy* dilakukan sesuai dengan kondisi lingkungan, dan pemantauan awal dilakukan untuk mengamati kinerja sistem secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan sensor kelembaban tanah dan suhu lingkungan yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Data yang diperoleh dianalisis untuk memahami hubungan antara kelembaban tanah, suhu lingkungan, dan durasi penyiraman otomatis yang dihasilkan oleh sistem berbasis metode *fuzzy Mamdani*.

Data Kelembaban Tanah dan Suhu Lingkungan

Pengujian berlangsung selama 30 hari. Data kelembaban tanah dan suhu lingkungan diambil setiap alat melakukan penyiraman. Pada hari ke-1 dan ke-7 dilakukan pencatatan secara intensif untuk mendapatkan gambaran perubahan kondisi lingkungan. Tabel 5 menunjukkan hasil pengamatan kelembaban tanah dan suhu lingkungan pada hari-hari tersebut.

Tabel 5. Data Kelembaban Tanah dan Suhu Lingkungan

Hari	Kelembaban Tanah(%)	Suhu Udara (°C)
1	76 %	32°C.
2	75 %	32°C.
3	84 %	34°C.
4	82 %	33°C.
5	74 %	32°C.
6	76 %	33°C.
7	78 %	33°C.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Pengutipan tidak merujuk ke bagian-bagian yang dipertanyakan. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

c. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

d. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

e. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

f. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

g. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

h. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

i. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

j. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

k. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

l. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

m. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

n. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

o. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

p. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

q. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

r. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

s. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

t. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

u. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

v. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

w. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

x. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

y. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

z. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

aa. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

ab. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

ac. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

ad. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

ae. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

af. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

ag. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

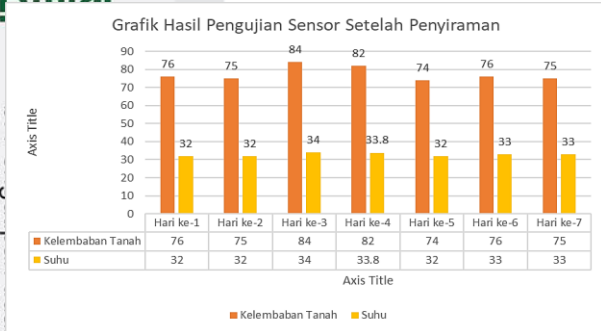
ah. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

ai. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

aj. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

ak. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.

al. Pengutipan harus disertai dengan nama penulis, tahun, dan judul karya yang dikutip.



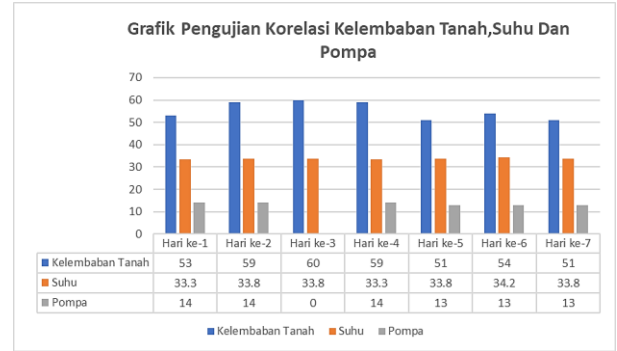
Grafik 1. Pengujian setelah penyiraman Tanaman Sawi sebagai indikator kelembaban tanah selama pengujian menunjukkan pola yang konsisten, dengan tingkat kelembaban rata-rata berada di kisaran optimal 70% hingga 80%. Pada grafik 1, terlihat bahwa pada hari ke-3, suhu yang tinggi, dan sistem penyiraman otomatis terasah, meningkatkan kelembaban kembali dalam waktu 13-14 detik. Evaluasi keakuratan sensor menunjukkan bahwa hasil pengukuran sensor kelembaban tanah memiliki deviasi sebesar 5% dibandingkan dengan alat pengukuran manual. Sistem penyiraman otomatis terbukti lebih efisien dalam menggunakan air dibandingkan dengan metode manual, dengan pengurangan konsumsi air sebesar 25%.”

Durasi Penyiraman Otomatis Berdasarkan Suhu dan Kelembaban

Durasi penyiraman otomatis diatur berdasarkan dua faktor utama, yaitu suhu lingkungan dan kelembaban tanah. Metode *Fuzzy Mamdani* yang digunakan dalam sistem ini memungkinkan penyesuaian durasi penyiraman yang adaptif terhadap kondisi lingkungan.

Tabel 6. Durasi Penyiraman Otomatis Berdasarkan Kelembaban Tanah Dan Suhu

Hari	Kelembaban Tanah	Suhu	Durasi Penyiraman
1	76	32	14 detik
2	75	32	14 detik
3	84	34	14 detik
4	82	33,8	14 detik
5	74	32	13 detik
6	76	33	-
7	75	33	13 detik



Grafik 2. Pengujian korelasi kelembaban tanah, suhu dan pompa

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa semakin rendah kelembaban tanah dan semakin tinggi suhu lingkungan, durasi penyiraman otomatis ini menyesuaikan kebutuhan air yang di perlukan untuk tanaman. Hal ini karena suhu tinggi mempercepat penguapan air dari tanah, sehingga sistem perlu menambah waktu penyiraman untuk menjaga kelembaban tanah di level optimal (50%-70%).

Analisis Data

Korelasi antara Suhu Lingkungan, Kelembaban Tanah dan Durasi Penyiraman

Pengujian menunjukkan adanya hubungan yang erat antara suhu lingkungan dan kelembaban tanah. Pada saat suhu lingkungan meningkat di siang hari, terutama di atas 30°C, kelembaban tanah mengalami penurunan yang lebih cepat. Grafik 2 menggambarkan penurunan kelembaban tanah seiring dengan peningkatan suhu, serta respons sistem yang menyesuaikan durasi penyiraman.

Sistem penyiraman otomatis merespons dengan baik ketika suhu meningkat dan kelembaban tanah turun di bawah ambang batas 50%. Saat suhu berada di kisaran 30°C dan kelembaban turun hingga 53%, sistem secara otomatis memperpanjang durasi penyiraman hingga 14 detik. Hal ini bertujuan untuk mengembalikan kelembaban tanah ke kisaran optimal.

Sebaliknya, pada pagi atau sore hari ketika suhu berada di bawah 30°C dan kelembaban tanah masih berada di atas 59 %, durasi penyiraman otomatis lebih singkat, hanya sekitar 13 detik, karena tingkat penguapan air lebih rendah pada kondisi tersebut.



Perbandingan Penyiraman Otomatis dan Manual

Membandingkan hasil dampak tanaman pakai sistem dengan tanaman yang tidak pakai sistem. Diarahkan untuk membandingkan kondisi kelembaban tanah dan suhu selama 30 hari. Perlakuan perawatan tanaman pakai sistem dengan tanaman yang tidak pakai sistem adalah sama-sama di siram tiap hari. Penyiraman pada tanaman yang menggunakan sistem berdasarkan program sistem yang dibuat berdasarkan penyiraman tanaman yang tidak menggunakan sistem mengikuti penyiraman yang dilakukan petani sebanyak 2 kali sehari akan tetapi apabila terjadi hujan maka tanaman tidak disiram. Berdasarkan data tersebut, tanaman yang menggunakan sistem pertumbuhan lebih cepat dan subur di bandingkan tanaman yang tidak menggunakan sistem pertumbuhan lebih lambat. Gambar 8 dan 9 adalah hasil perbandingan dampak pada tanaman sawi dengan menggunakan sistem dan tanaman sawi yang tidak menggunakan sistem.



Gambar 8. Tanaman Sawi Menggunakan Sistem



Gambar 9. Tanaman Sawi Yang Tidak Menggunakan Sistem

Pembahasan

Efektifitas Sistem Penyiraman Otomatis dengan Fuzzy Mamdani

Penggunaan metode *Fuzzy Mamdani* dalam sistem ini terbukti mampu menjaga kelembaban tanah secara optimal, bahkan di bawah kondisi suhu lingkungan yang bervariasi. Sistem ini tidak hanya mempertimbangkan satu faktor, tetapi juga memperhitungkan suhu lingkungan untuk menentukan durasi penyiraman yang paling efisien. Dengan demikian, metode *fuzzy* memungkinkan sistem untuk merespons perubahan lingkungan secara lebih fleksibel dan akurat.

Sistem *fuzzy* ini mengadaptasi durasi penyiraman berdasarkan logika yang menggabungkan input kelembaban dan suhu, sehingga menghindari penyiraman berlebihan atau

kurang yang umum terjadi pada metode penyiraman manual.

Tantangan dan Kendala

Selama pengujian, ditemukan beberapa kendala, yaitu: Banyaknya Hewan-Hewan yang dapat merusak tanaman, yang kedua kendala koneksi internet yang kemungkinan Tidak stabil dikarenakan lokasi yang berada diladang pertanian dan masalah listrik yang berguna untuk mengalirkan arus listrik ke alat tersebut.

Implikasi Penelitian

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *IoT* dan metode *fuzzy logic* dalam sistem penyiraman otomatis dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan efisiensi air, terutama pada kondisi cuaca yang dinamis. Implementasi sistem ini pada lahan yang lebih luas diharapkan dapat memberikan dampak yang signifikan dalam hal efisiensi sumber daya air dan pertumbuhan tanaman yang lebih optimal.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis *fuzzy logic Mamdani* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air sebesar 25% dibandingkan dengan metode manual. Sistem ini juga mampu menjaga kelembaban tanah dalam rentang optimal untuk pertumbuhan tanaman sawi. Selain itu, penggunaan mikrokontroler ESP32 dan sensor kelembaban tanah memberikan solusi yang hemat energi dan biaya. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan sistem ini dengan teknologi pemupukan otomatis dan memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin untuk prediksi kebutuhan penyiraman yang lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, dan dukungan selama proses penelitian ini. Berkat kontribusi mereka, penelitian ini dapat diselesaikan dengan lancar.

REFERENSI

- [1] M. H. Siregar, "Scoping Review: Pengaruh Garden-Based Intervention Terhadap Konsumsi Sayur Siswa Sekolah Dasar," Muhammadiyah J. Nutr. Food Sci., vol. 4, no. 1, p. 28, 2023, doi:



10.24853/mjnf.4.1.28-36.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- [2] M. Harsana and M. Triwidayati, "Potensi Makanan Tradisional Sebagai Daya Tarik Wisata Kuliner Di D.I. Yogyakarta," *Journal UIN Y*, vol. 15, no. 1, pp. 1–24, 2020, <https://journal.uin.ac.id/index.php/ptbb/articledetail/view/36472>
- [3] Y. Maulana and D. Supardi, "Sistem Pengawasan kelembaban tanah dan penyiraman tanaman otomatis berbasis iot via telegram," *J. CoSciTech (Computer Sci. Technol.)*, vol. 3, no. 3, pp. 464–471, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i3.4429.
- [4] N. Nasron, S. Suroso, and A. R. Putri, "Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 3, no. 4, p. 307, 2019, doi: 10.30867/mib.v3i4.1245.
- [5] M. Eka Apriyani, A. Prasetyo, N. Aldila, T. Informasi, and P. Negeri Malang, "Smart Farming Optimization of Phalaenopsis Orchids Growth By Utilizing Fuzzy Logic Control on IoT Architecture Smart Farming Optimasi Pertumbuhan Anggrek Phalaenopsis Dengan Memanfaatkan Kontrol Fuzzy Logic pada Arsitektur IoT," *J. Inform. dan Teknol. Inf.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–18, 2022, doi: 10.31515/telematika.v19i1.5445.
- [6] Z. Makiyah, E. Prihartono, and B. Santoso, "Sistem penyiraman secara otomatis dan notifikasi penyiraman pada bunga mawar menggunakan metode fuzzy logic," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 11, no. 1, pp. 1-6, 2024. doi: 10.31219/osf.io/gf35m.
- [7] W. Eka Sari, E. Junirianto, and G. Fatur Perdana, "System of Measuring PH, Humidity and Temperature Based on Internet of Things (IoT)," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, p. 72, 2021, doi: 10.12928/biste.v3i1.3214.
- [8] A. P. Fidi, T. H. Nursafitri, F. Fauziah, and S. Masudah, "Pengaruh faktor lingkungan terhadap pertumbuhan beberapa aksesii *Dioscorea alata* L terpilih koleksi kebun raya purwodadi," *J. AGRO*, vol. 8, no. 1, pp. 25–39, 2021, doi: 10.15575/10594.
- [9] S. B. Mursalin, H. Sunardi, and Z. Zulkifli, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy," *J. Ilm. Inform. Glob.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–54, 2020, doi: 10.36982/jiig.v11i1.1072.
- [10] F. E. Subagja, A. P. Supriyadi, A. R. Kurniadi, and Y. Saragih, "Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 8, no. 2, p. 91, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.3015.
- [11] Z. U. Rahmatullah, "The Rancangan Bangun Alat Perawatan dan Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Pakcoy Hidroponik Berbasis IOT Menggunakan Fuzzy Logic Control," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 11, no. 1, pp. 63–73, 2023, doi: 10.34010/telekontran.v11i1.9942.
- [12] B. Herdiana and M. H. Barkatulah, "System Smart Urban Gardenin Based on Internet of Things," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 12–22, 2018, doi: 10.34010/telekontran.v6i2.3796.
- [13] H. R. Jihad, A. Sofwan, and S. Sumardi, "Perancangan Sistem Akuisisi Data Dan Sistem Monitoring Parameter Lingkungan Dengan Protokol Mqtt Pada Smart Greenhouse," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 229–237, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i1.229-237.
- [14] N. Anggraini, K. Del Vieri, L. K. Wardhani, A. C. Wardhana, dan D. Saputra, "Pengembangan Sistem Penyiraman Tanaman Cerdas Berbasis Teknologi IoT dan Fuzzy Inference System dalam Mendukung Terwujudnya Green Campus di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 2, hlm. 888–895, 2022..
- [15] F. Simbolon, Z. Azmi, dan U. S. Fatimah SPane, "Penerapan Metode Logika Fuzzy pada Sistem Penyiraman Otomatis untuk Tanaman Agrikultur Berbasis Arduino," *Jurnal CyberTech*, vol. 4, no.7, hlm. 1–11, 2021.