

12/S/TEKKOM-KCBR/PK.03.08/22/JULI/2024

**RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS
BERBASIS IOT DENGAN METODE KENDALI *FUZZY* MAMDANI**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer



oleh

Rifqi Alamsyah

NIM 2003205

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS
BERBASIS IOT DENGAN METODE KENDALI *FUZZY* MAMDANI

oleh

Rifqi Alamsyah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Komputer

©Rifqi Alamsyah

Universitas Pendidikan Indonesia

2024

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.


HALAMAN PENGESAHAN

RIFQI ALAMSYAH

**RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS
BERBASIS IOT DENGAN METODE KENDALI *FUZZY* MAMDANI**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Anugrah Adivilaga, S.ST., M.T.

NIP. 920200819880813101

Pembimbing II

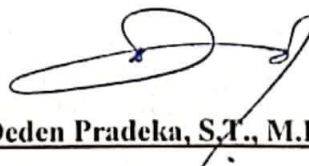


Devi Aprianti Rimadhani Agustini, S.Si., M.Si.

NIP. 920200819890421201

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Komputer



Deden Pradeka, S.T., M.Kom.

NIP. 920200419890816101

**HALAMAN PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis IoT Dengan Metode Kendali *Fuzzy Mamdani*" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Rifqi Alamsyah

NIM 2003205

HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH

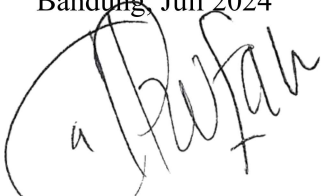
Segala puji bagi Allah SWT atas segala berkah, nikmat, Ridho, petunjuk, dan anugerah-Nya sehingga peneliti dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian serta skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya yang senantiasa mengikuti ajarannya hingga akhir zaman. Semoga kita semua mendapat syafaatnya di hari kiamat dan selalu berada dalam lindungan serta rahmat-Nya. Peneliti sangat menyadari bahwa tanpa dukungan dari berbagai pihak, penelitian dan skripsi ini tidak akan bisa diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada.

1. Kedua orang tua tercinta atas kasih sayang, doa, dan dukungan yang tiada henti sepanjang perjalanan hidup dan studi ini. Serta telah menjadi sumber inspirasi dan motivasi untuk terus berusaha dalam segala hal.
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Solehuddin, M.Pd., M.A selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. Deni Darmawan, S.Pd., M.Si. selaku Direktur Kampus UPI di Cibiru.
4. Bapak Deden Pradeka, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer dan pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan, nasehat, dan dukungan selama perkuliahan berlangsung.
5. Bapak Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T. selaku pembimbing 1 untuk skripsi atas waktu, pengetahuan, bimbingan dan arahan teknis yang diberikan selama penelitian ini.
6. Ibu Devi Aprianti Rimadhani Agustini, S.Si., M.Si. selaku pembimbing 2 untuk skripsi atas waktu, pengetahuan, saran, masukan, dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf Teknik Komputer yang dengan senang hati memberikan ilmu pengetahuan dan bantuannya selama peneliti menempuh pendidikan.

8. Teman-teman semua, Rastra, Aksyal, Abdi, Andika, Dzulfikar, Wira, Dimas Yuda, Hisyam, Rizal Hanafi, Rizal Maulana, Ivan dan angkatan 2020 lainnya yang selalu memberikan bantuan dan dukungan moril kepada penulis.
9. Kepada diri saya sendiri yang selalu percaya pada diri sendiri, untuk selalu bekerja keras, selalu menjadi diri sendiri, dan selalu berjuang dalam berbagai kondisi.

Dengan senang hati mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang terlibat, sehingga peneliti dapat menyusun skripsi ini dengan baik. Tentunya peneliti berharap skripsi ini dapat menjadi manfaat bagi semua pihak, terutama bagi pihak yang berkontribusi untuk meningkatkan bidang keilmuan Teknik Komputer. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ganjaran yang setimpal dan semoga kita semua selalu berada dalam ridho juga perlindungan Allah SWT.

Bandung, Juli 2024



Rifqi Alamsyah

RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN METODE KENDALI *FUZZY* MAMDANI

Rifqi Alamsyah

2003205

ABSTRAK

Tanaman memegang peran penting bagi kehidupan manusia, tidak hanya sebagai makanan, tetapi juga sebagai obat, kultur, penghasil oksigen, dan lain sebagainya. Melestarikan tanaman dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah bercocok tanam dan merawatnya oleh diri kita sendiri. Dalam merawat tanaman diperlukan perhatian khusus, salah satunya adalah penyiraman. Hal ini memegang peranan penting dalam proses tumbuh kembang sebuah tanaman. Pemberian air yang masih menggunakan cara manual memiliki kekurangan yang dapat menyebabkan ketidakpastian pemberian air kepada tanaman. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengimplementasikan metode kendali *fuzzy* untuk membantu pengguna memutuskan berapa durasi penyiraman air, namun sistemnya masih memiliki beberapa kekurangan, seperti dua masukan, jangkauan terbatas, penggunaan air tidak dipertimbangkan, dan data-data masih disimpan secara lokal. Penelitian ini merancang sistem penyiram tanaman otomatis berbasis IoT dengan metode kendali *fuzzy* tipe Mamdani dengan tiga masukan. Kontrol terhadap penggunaan air dan data dapat diakses di mana pengguna berada, dan tanaman dapat ditempatkan sejauh 12m dari perangkat induk. Metode penelitian yang digunakan adalah *Design and Development* (D&D), metode ini merupakan metode yang dibuat untuk studi yang sistematis terhadap sebuah proses desain, pengembangan, dan evaluasi. Berdasarkan hasil pengujian selama kurang lebih 105 jam menunjukkan tingkat kesamaan *output* pada sistem dengan MATLAB mencapai 98%. Demikian pula dengan aplikasi yang dibuat, dari 5 fitur yang dibuat berfungsi 100%. Dari hasil tersebut dapat dikatakan sistem berjalan dengan baik sesuai spesifikasi yang diinginkan.

Kata Kunci: *Fuzzy, Mamdani, Internet of Things, Penyiraman Tanaman, Design and Development.*

*DESIGN AND BUILD AN IOT-BASED AUTOMATIC PLANT WATERING
SYSTEM USING THE FUZZY MAMDANI CONTROL METHOD*

Rifqi Alamsyah

2003205

ABSTRACT

Plants play an important role in human life, not only as food, but also as medicine, culture, oxygen producers, and so on. Preserving plants can be done in various ways, one of which is cultivating plants and caring for them ourselves. When caring for plants, special attention is required, one of which is watering. This plays an important role in the growth and development process of a plant. Providing water that still uses manual methods has shortcomings that can cause uncertainty in providing water to plants. Several previous studies have implemented fuzzy control methods to help users decide how long to water, but the system still has several shortcomings, such as two inputs, limited range, water use is not considered, and data is still stored locally. This research designs an IoT-based automatic plant watering system with a Mamdani type fuzzy control method with three inputs. Controls over water usage and data can be accessed wherever the user is, and plants can be placed as far as 12m from the parent device. The research method used is Design and Development (D&D), this method is a method created for the systematic study of a design, development and evaluation process. Based on test results for approximately 105 hours, it shows that the level of output similarity between the system and MATLAB reaches 98%. Likewise with the application created, the 5 features created function 100%. From these results it can be said that the system runs well according to the desired specifications.

Keywords: Fuzzy, Mamdani, Internet of Things, Watering Plants, Design and Development.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------------------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH | iv |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah Penelitian | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah Penelitian..... | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 5 |
| 1.5.1. Manfaat Teoritis..... | 5 |
| 1.5.2. Manfaat Praktis..... | 6 |
| 1.6 Struktur Organisasi Skripsi | 6 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 8 |
| 2.1 Penelitian Terkait | 8 |
| 2.2 <i>Internet of Things</i> | 9 |
| 2.3 <i>Fuzzy Logic</i> | 10 |
| 2.4 Sensor | 10 |
| 2.4.1 Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)..... | 10 |
| 2.4.2 Sensor Suhu (DHT11) | 11 |
| 2.4.3 Sensor Ultrasonik (HC-SR04) | 11 |
| 2.5 Aktuator..... | 11 |
| 2.5.1 Pompa Air (<i>Mini DC</i>)..... | 12 |
| 2.5.2 <i>Relay</i> | 12 |
| 2.6 Mikrokontroler | 12 |
| 2.6.1 ESP32 | 12 |
| 2.6.2 Arduino Nano | 13 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7 Komunikasi | 13 |
| 2.7.1 Modul WiFi pada ESP32 | 13 |
| 2.7.2 Modul NRF24L01 | 13 |
| 2.7.3 Modul <i>Organic light-emitting diode</i> (OLED) | 13 |
| 2.8 Sumber Daya Listrik | 14 |
| 2.8.1 Panel Surya | 14 |
| 2.8.2 Baterai | 14 |
| 2.9 <i>Solar Charge Controller</i> | 14 |
| 2.10 Python dan Flask | 14 |
| 2.11 FreeRTOS | 15 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 16 |
| 3.1. Analisis | 16 |
| 3.2 Desain | 16 |
| 3.2.1 <i>Flowchart</i> Sistem Penyiraman Tanaman | 17 |
| 3.2.2 Diagram Arsitektur | 18 |
| 3.2.3 Diagram Blok | 18 |
| 3.2.4 <i>Wiring Diagram</i> | 21 |
| 3.2.5 <i>Hosting</i> | 22 |
| 3.2.6 Desain PCB | 23 |
| 3.2.7 Desain <i>Casing</i> | 24 |
| 3.2.8 Desain Sistem | 26 |
| 3.2.9 Desain <i>Fuzzy</i> | 27 |
| 3.3 Pengembangan | 35 |
| 3.4 Pengujian dan Evaluasi | 37 |
| 3.5 Pelaporan | 37 |
| BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN | 38 |
| 4.1 Hasil Pembuatan Sistem | 38 |
| 4.2 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem | 49 |
| 4.2.1 Pengiriman Data ke <i>Cloud</i> | 50 |
| 4.2.2 Hasil Pengujian <i>Fuzzy</i> | 52 |
| 4.2.3 Temuan Terhadap Sistem | 53 |
| 4.2.4 Hasil Pengujian Aplikasi | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3 Analisis Hasil Pengujian | 59 |
| BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI | 60 |
| 5.1 Simpulan..... | 60 |
| 5.2 Implikasi..... | 60 |
| 5.3 Rekomendasi | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 61 |
| LAMPIRAN..... | 66 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terkait | 8 |
| Tabel 3. 1 Perubahan Kadar Air Pada Tanah..... | 30 |
| Tabel 3. 2 Fungsi <i>Input Output</i> | 31 |
| Tabel 3. 3 Nilai Linguistik <i>Input Suhu</i> | 32 |
| Tabel 3. 4 Nilai Linguistik <i>Input Kelembaban Tanah</i> | 32 |
| Tabel 3. 5 Nilai Linguistik <i>Input Jumlah Air Pada Penampungan</i> | 32 |
| Tabel 3. 6 Nilai Linguistik <i>Output Lama Waktu Penyiraman</i> | 32 |
| Tabel 3. 7 Daftar Aturan <i>Fuzzy</i> | 34 |
| Tabel 4. 1 Perbandingan <i>Output Fuzzy</i> | 52 |
| Tabel 4. 2 Pengujian Jarak Komunikasi Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman dengan Induk | 55 |
| Tabel 4. 3 Pengujian Jarak Komunikasi Perangkat Sumber Air dengan Induk.... | 56 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Aplikasi..... | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1 Potensi Sifat Senyawa Bioaktif yang Meningkatkan Kesehatan | 2 |
| Gambar 3. 1 Alur Metode Penelitian <i>Design and Development</i> | 16 |
| Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem Penyiraman Tanaman | 17 |
| Gambar 3. 3 Diagram Arsitektur | 18 |
| Gambar 3. 4 Diagram Blok Perangkat Induk..... | 19 |
| Gambar 3. 5 Diagram Blok Perangkat Sumber Air | 19 |
| Gambar 3. 6 Sketsa Proses Perhitungan Pada Perangkat Sumber Air | 20 |
| Gambar 3. 7 Diagram Blok Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman..... | 21 |
| Gambar 3. 8 <i>Wiring Diagram</i> Perangkat Induk..... | 21 |
| Gambar 3. 9 <i>Wiring Diagram</i> Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman..... | 22 |
| Gambar 3. 10 <i>Wiring Diagram</i> Perangkat Sumber Air | 22 |
| Gambar 3. 11 Arsitektur GCP..... | 23 |
| Gambar 3. 12 Desain PCB Perangkat Induk..... | 23 |
| Gambar 3. 13 Desain PCB Perangkat Sumber Air | 24 |
| Gambar 3. 14 Desain PCB Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman..... | 24 |
| Gambar 3. 15 Desain <i>Casing</i> Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman..... | 25 |
| Gambar 3. 16 Desain <i>Casing</i> Perangkat Sumber Air | 25 |
| Gambar 3. 17 Desain <i>Casing</i> Perangkat Induk..... | 25 |
| Gambar 3. 18 Penerapan Sistem pada <i>Greenhouse</i> | 26 |
| Gambar 3. 19 Ukuran <i>Greenhouse</i> | 26 |
| Gambar 3. 20 Grafik Perkiraan Cuaca Bulan Juli di Lembang | 28 |
| Gambar 3. 21 Grafik Dinamika Kelembaban Tanah | 29 |
| Gambar 3. 22 Grafik <i>Input</i> Kelembaban Tanah..... | 33 |
| Gambar 3. 23 Grafik <i>Input</i> Suhu..... | 33 |
| Gambar 3. 24 Grafik <i>Input</i> Jumlah Air Pada Penampungan..... | 34 |
| Gambar 3. 25 Grafik <i>Output</i> Waktu Siram Air..... | 34 |
| Gambar 4. 1 Proses Pengiriman Data pada Sensor | 39 |
| Gambar 4. 2 Proses Pengumpulan Data pada Perangkat Induk..... | 39 |
| Gambar 4. 3 Data Setelah Pengondisian..... | 40 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4. 4 Menampilkan Data pada OLED..... | 40 |
| Gambar 4. 5 Uji <i>POST Method</i> pada API..... | 41 |
| Gambar 4. 6 Proses Pengembangan Aplikasi | 42 |
| Gambar 4. 7 Tampilan Aplikasi..... | 42 |
| Gambar 4. 8 Notifikasi di Aplikasi | 43 |
| Gambar 4. 9 Proses Uji Coba Panel Surya | 43 |
| Gambar 4. 10 Proses Uji Coba Sumber Daya..... | 44 |
| Gambar 4. 11 Proses Uji Coba <i>Output Fuzzy</i> pada <i>Serial Monitor</i> | 45 |
| Gambar 4. 12 Verifikasi <i>Output Fuzzy</i> pada MATLAB..... | 45 |
| Gambar 4. 13 Cetak PCB..... | 46 |
| Gambar 4. 14 Proses Cetak <i>Casing</i> | 46 |
| Gambar 4. 15 Proses Rakit Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman | 47 |
| Gambar 4. 16 Proses Rakit Perangkat Sumber Air..... | 47 |
| Gambar 4. 17 Proses Rakit Perangkat Induk | 48 |
| Gambar 4. 18 Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman | 48 |
| Gambar 4. 19 Perangkat Sumber Air | 48 |
| Gambar 4. 20 Perangkat Induk | 49 |
| Gambar 4. 21 Grafik Data Kelembaban Tanah | 50 |
| Gambar 4. 22 Grafik Data Suhu | 51 |
| Gambar 4. 23 Grafik Data Sisa Air..... | 51 |
| Gambar 4. 24 <i>Respons</i> API..... | 54 |
| Gambar 4. 25 Kondisi Perangkat <i>Sensing</i> Tanaman Setelah Pengujian | 54 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Data Kelembaban Tanah, Suhu, dan Sisa Air Setelah Pengujian..... | 66 |
| Lampiran 2 Kumpulan <i>Source Code</i> Penelitian..... | 76 |
| Lampiran 3 Dokumentasi Pengujian..... | 76 |

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, A. O., Abdalla, A. Z., Muftah, M. N., & Alsahulli, M. S. (2020). Monitoring and Controlling Temperature Sensors by Wireless Network Using NRF24L01. *IJISET-International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 7(8), 82–89. www.ijiset.com
- Alamsyah, R., Ryansyah, E., Permana, A. Y., & Mufidah, R. (2024). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Dengan Teknologi Internet of Things Berbasis Esp8266 Dan Aplikasi Blynk. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2), 862–868. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4007>
- Asih, M. S. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Fuzzy Mamdani pada Alat Penyiraman Tanaman Otomatis. *Directory of Open Access Journals*, 02(01), 41–52.
- Brendel, O. (2021). The Relationship Between Plant Growth and Water Consumption: A History From The Classical Four Elements to Modern Stable Isotopes. *Annals of Forest Science*, 78(47), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13595-021-01063-2>
- Cao, H., Han, Y., Peng, J., & Peng, X. (2023). Improving Soil Moisture Content to Increase Strawberry Growth Indicators Using the Hydroponic Method. *Water Supply*, 23(7). <https://doi.org/10.2166/ws.2023.158>
- Cao, L., Mohan, K., Xu, P., & Ramesh, B. (2009). A Framework for Adapting Agile Development Methodologies. *European Journal of Information Systems*, 18(4), 332–343. <https://doi.org/10.1057/ejis.2009.26>
- Chiu, W. K., Fong, B. Y. F., & Ho, W. Y. (2022). The Importance of Environmental Sustainability for Healthy Ageing and the Incorporation of Systems Thinking in Education for a Sustainable Environment. *Asia Pacific Journal of Health Management*, 17(1). <https://doi.org/10.24083/apjhm.v17i1.1589>
- Dewi, K. (2017). Pentingnya Media Pembelajaran Untuk Anak Usia Dini. *Raudhatul Athfal: Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 1(1), 81–96. <https://doi.org/10.19109/ra.v1i1.1489>
- Ellis, T. J., & Levy, Y. (2010). A Guide for Novice Researchers: Design and Development Research Methods. *Proceedings of the 2010 InSITE Conference*, 107–118. <https://doi.org/10.28945/1237>
- FAO. (2019). *Water Scarcity – One of the greatest challenges of our time*. <https://www.fao.org/newsroom/story/Water-Scarcity-One-of-the-greatest-challenges-of-our-time/en>

- Firmansyah, D., Ibrahim, & Sari, G. L. (2020). Implementation of Automatic Pump Control on Sea Water Destillation System. *Electro Luceat*, 6(2), 299–307. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i2.268>
- Gul, M. U., Paul, A., Manimurugan, S., & Chehri, A. (2023). Hydrotropism: Understanding the Impact of Water on Plant Movement and Adaptation. *Water (Switzerland)*, 15(3), 1–16. <https://doi.org/10.3390/w15030567>
- Hameed, A. A., Sultan, A. J., & Bonneya, M. F. (2020). Design and Implementation a New Real Time Overcurrent Relay Based on Arduino. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 871(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/871/1/012005>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Hilman, A., Wijaya, D. P., Saidi, B., Budiyanto, A., & Adinandra, S. (2022). Sistem Monitoring Kelembaban Tanah pada Tanaman Tebu (MONTABU) Berbasis IoT. *AJIE-Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.20885/ajie.vol6.iss1.art1>
- Hoppula, K. I., & Salo, T. J. (2007). Tensiometer-Based Irrigation Scheduling in Perennial Strawberry Cultivation. *Irrigation Science*, 25(4), 401–409. <https://doi.org/10.1007/s00271-006-0055-7>
- Hutauruk, A. R., Pardede, J., Aritonang, P., Saragih, R. F., & Sagala, A. (2019). Implementation of Wireless Sensor Network as Fire Detector using Arduino Nano. *2019 International Conference of Computer Science and Information Technology (ICoSNIKOM)*. <https://doi.org/10.1109/ICoSNIKOM48755.2019.9111537>
- Jaenul, A., Manfaluthy, M., Pramodja, Y., & Anjara, F. (2022). Pembuatan Sumber Listrik Cadangan Menggunakan Panel Surya Berbasis Internte of Things (IoT) dengan Beban Lampu dan Peralatan Listrik. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, 1(3), 143–156. <https://doi.org/10.55927/fjst.v1i3.838>
- Jiang, N., Yang, Z., Zhang, H., Xu, J., & Li, C. (2023). Effect of Low Temperature on Photosynthetic Physiological Activity of Different Photoperiod Types of Strawberry Seedlings and Stress Diagnosis. *Agronomy*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy13051321>
- Jo, W. J., Kim, D. S., Sim, H. S., Ahn, S. R., Lee, H. J., Moon, Y. H., Woo, U. J., & Kim, S. K. (2021). Estimation of Evapotranspiration and Water Requirements of Strawberry Plants in Greenhouses Using Environmental Data. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.684808>

- Khamdilah, A., & Kundori. (2020). Analisis Manajemen Perawatan Actuator Sebagai Safety Device Dalam Memproteksi Terjadinya Overspeed Pada Mesin Penggerak Utama Kapal. *Dinamika Bahari*, 1(2), 90–97. <https://doi.org/10.46484/db.v1i2.211>
- Khammayom, N., Maruyama, N., & Chaichana, C. (2022). The Effect of Climatic Parameters on Strawberry Production in a Small Walk-In Greenhouse. *AgriEngineering*, 4(1), 104–121. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4010007>
- Mardhiana, D., Hamid, A., & Farhan, A. (2022). Pengaruh Suhu Media Tanam Terhadap Waktu Perkecambahan Kacang Hijau. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 3(2), 46–49. <https://doi.org/10.29303/jppfi.v3i2.132>
- Maryam, S., Bu'ulolo, E., & Hatmi, E. (2021). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Mobil Bekas. *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, 1(1), 10–14. <https://doi.org/10.47065/jiece.v1i1.54>
- Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 77–101. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- Mufida, E., Leidiyana, H., Rachmawati, E., & Hertyana, H. (2021). *Arsitektur Komputer Struktur dan Fungsi*.
- Munir, M. S., Bajwa, I. S., & Cheema, S. M. (2019). An intelligent and secure smart watering system using fuzzy logic and blockchain. *Computers and Electrical Engineering*, 77, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2019.05.006>
- Nasution, U. S., Dewi, M., & Azmi, S. R. M. (2021). Meningkatkan Motorik Anak Usia Dini Dengan Bercocok Tanam. *Jurnal Pemberdayaan Sosial dan Teknologi Masyarakat*, 1(1), 17–20. <https://doi.org/10.54314/jpstm.v1i1.528>
- Nidhra, S., & Dondeti, J. (2012). Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review. *International Journal of Embedded Systems and Applications*, 2(2), 29–50. <https://doi.org/10.5121/ijesa.2012.2204>
- Novelan, M. S., & Amin, M. (2020). Monitoring System for Temperature and Humidity Measurement with DHT11 Sensor Using NodeMCU. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5(10), 123–128. www.ijisrt.com123
- Oliveira, G., & Lima, G. (2020). Evaluation of Scheduling Algorithms for Embedded FreeRTOS-based Systems. *Brazilian Symposium on Computing System Engineering, SBESC, 2020-November*. <https://doi.org/10.1109/SBESC51047.2020.9277851>

- Pimentel, D., Houser, J., Preiss, E., White, O., Fang, H., Mesnick, L., Barsky, T., Tariche, S., Schreck, J., & Alpert, S. (1997). Water Resources: Agriculture, the Environment. *Source: BioScience*, 47(2), 97–106. <http://www.jstor.org/stable/1313020> .
- Pratika, M. T. S., Piarsa, I. N., & Wiranatha, A. A. K. A. C. (2021). Rancang Bangun Wireless Relay dengan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, 2(3), 515–523.
- Purwaningsih, S., Pebralia, J., & Rustan, R. (2022). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno untuk Limbah Masker. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.1.1-6>
- Putri, A. D., & Maulana, A. (2023). Penerapan Metode Mamdani Fuzzy Logic untuk Menentukan Pembelian Alat Berat dalam Proyek Migas di PT SMOE Indonesia. *Jurnal Desain dan Analisa Teknologi (JDDAT)*, 2(2), 138–149. <https://doi.org/10.58520/jddat.v2i2.32>
- Rahmadhani, V., & Arum, W. (2022). Literature Review Internet of Think (Iot): Sensor, Konektifitas dan QR Code. *Jurnal Manajemen Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 3(2), 573–582. <https://doi.org/10.38035/jmpis.v3i2>
- Rahmawati, Rahma, A. N., Suryani, I., & Sari, Y. (2020). Penerapan Logika Fuzzy Dalam Menentukan Jumlah Peserta BPJS Kesehatan Menggunakan Fuzzy Inference System Sugeno. *Jurnal Lebesgue*, 1(3), 182–192. <https://doi.org/10.46306/lb.v1i3>
- Ramadhan, S., Iwan Wahyuddin, M., & Nuraini, R. (2022). Detektor Kondisi Tingkat Kelembaban Tanah pada Tanaman Hias Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 6(2), 296–303. <https://doi.org/10.35870/jti>
- Redondo-Gómez, S., García-López, J. V., Mesa-Marín, J., Pajuelo, E., Rodríguez-Llorente, I. D., & Mateos-Naranjo, E. (2022). Synergistic Effect of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria Improves Strawberry Growth and Flowering with Soil Salinization and Increased Atmospheric CO₂ Levels and Temperature Conditions. *Agronomy*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy12092082>
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and Development Research*.
- Samaria, Hamrul, H., & Mansyur, Muh. F. (2023). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram menggunakan Logika Fuzzy. *Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Sains Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 205–214.

- Samtiya, M., Aluko, R. E., Dhewa, T., & Moreno-Rojas, J. M. (2021). Potential Health Benefits of Plant Food-Derived Bioactive Components: An Overview. *Foods*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/foods10040839>
- Saputra, B. Y., & Kiswantono, A. (2020). Rancang Bangun Alat Perangkap Serangga Di Persawahan Bertenaga Surya Dan Menggunakan Blower. *SinarFe7*, 3(1), 1–5.
- Schaal, B. (2019). Plants and People: Our Shared History and Future. Dalam *Plants People Planet* (Vol. 1, Nomor 1, hlm. 14–19). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/ppp3.12>
- Setyawan, A. B., Ichsan, M. H. H., & Setyawan, G. E. (2018). Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Dan Suhu Pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(12), 2548–2964. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Singh, M., Verma, A., Parasher, A., Chauhan, N., & Budhiraja, G. (2019). Implementation of Database Using Python Flask Framework. *International Journal of Engineering and Computer Science*, 8(12), 24890–24893. <https://doi.org/10.18535/ijecs/v8i12.4399>
- Swan Hose. (t.t.). *How Water Affects Plant Growth*. Diambil 24 Juni 2024, dari <https://swanhose.com/blogs/blog/how-water-affects-plant-growth>
- Taparuskienė, L., & Miseckaitė, O. (2014). Effect of Mulch on Soil Moisture Depletion and Strawberry Yield in Sub-Humid Area. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(2), 475–482.
- Thakkar, H., Shah, V., Yagnik, H., & Shah, M. (2021). Comparative Anatomization of Data Mining and Fuzzy Logic Techniques Used in Diabetes Prognosis. *Clinical eHealth*, 4(2), 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2020.11.001>
- Truneh, H. Y., Alemu, Dr. G., & Balcha, T. M. (2021). Fuzzy Logic based Automatic Plant Watering System. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 10(7), 695–709. www.ijert.org
- Wang, S. Y., & Camp, M. J. (2000). Temperatures After Bloom Affect Plant Growth and Fruit Quality of Strawberry. *Scientia Horticulturae*, 85(3), 183–199. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00143-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00143-0)
- Went, F. W. (1952). *The Effect of Temperature on Plant Growth*. www.annualreviews.org
- Wiguna, A. R., Tohazen, Nadhiroh, N., Lestari, S., & Dwiyantri, M. (2021). Rancang Bangun dan Pengujian Battery Pack Lithium ION. *Electrices*, 3(1), 28–33. <https://doi.org/10.32722/ees.v3i1.4030>