

PENERAPAN FUZZY TSUKAMOTO PADA SISTEM IRIGASI SAWAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DI KECAMATAN REMBOKEN SULAWESI UTARA

Inda¹, Vivi. P. Rantung², Kristofel Santa³
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Negeri Manado
Tondano, Sulawesi Utara

e-mail: *¹indahpnr016@gmail.com, ²vivirantung@unima.ac.id, ³kristofelsanta@unima.ac.id

Abstract

The Internet of Things is a dynamic and rapidly evolving technology concept in which physical objects and electronic devices are connected to the internet, enabling data exchange and control between devices. In an effort to increase the efficiency of irrigation systems in rice fields, Internet of Things technology can be a very potential solution. IoT enables real-time data collection from various sensors installed in the field, enabling smarter and more timely decisions. However, to optimize management of rice fields, a method is needed that is able to manage sensor data well, and the Tsukamoto fuzzy method is one method that is able to provide this solution. The aim of this research is to increase the efficiency of water use in irrigation systems, reduce costs associated with irrigation systems, to develop a system that can make automatic decisions based on IoT sensors and the Tsukamoto Method. This research was carried out in Remboken sub-district, North Sulawesi on irrigated rice fields. The method used is the Tsukamoto method in controlling and solving existing problems. With a good understanding of the challenges and opportunities, it is possible to create Internet of Things solutions that are useful and safe.

Keyword: *Internet of Things, Metode fuzzy Tsukamoto, Rice Field Irrigation*

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian suatu negara. Di banyak negara, pertanian menjadi tulang punggung dalam menyediakan pangan bagi penduduknya (Hidayah et al., 2022). Di Indonesia, salah satu komoditas pertanian utama adalah padi, yang menjadi sumber utama beras, makanan pokok bagi sebagian besar penduduk ((Nerti et al., 2020; Kamaruddin et al., 2022). Untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian padi, perlu adanya sistem irigasi yang baik dan efisien. Namun, perubahan iklim semakin tidak stabil dan kurangnya ketersediaan air menjadi tantangan besar dalam pengelolaan irigasi.

Irigasi merupakan kunci elemen dalam produksi bahan pangan (Ali et al., 2019). Sistem irigasi adalah upaya untuk menyediakan, mendistribusikan, mengelola, dan mengatur air guna meningkatkan hasil pertanian (Sutrisno & Hamdani, 2019). Komponen-komponen sistem irigasi meliputi infrastruktur irigasi, pasokan air irigasi, manajemen irigasi, struktur kelembagaan pengelolaan irigasi, dan aspek sumber daya manusia. Namun, pandangan umum tentang irigasi sebagai sebuah infrastruktur yang kaku tidak selalu tepat. Teori manajemen irigasi menganggap irigasi sebagai sebuah sistem yang terdiri dari unsur-unsur yang saling terkait untuk mencapai tujuan manajemen tertentu.

Kebutuhan akan irigasi yang efisien pertanian adalah salah satu sektor utama dalam perekonomian Indonesia. Dalam rangka meningkatkan produktivitas pertanian, irigasi yang efisien dan tepat waktu sangat penting. Oleh karena itu, diperlukan irigasi yang dapat mengatur pemakaian air secara cerdas. Dalam mempermudah hal yang dihadapi oleh petani seperti halnya sistem irigasi manual yang memerlukan banyak tenaga kerja dan waktu. Oleh karena itu sistem irigasi yang menggunakan logika fuzzy tsukamoto dapat membantu mengoptimalkan penggunaan air dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti kelembaban tanah dan suhu udara (Nasron et al., 2019).

Kelembaban tanah adalah indikator yang mengukur jumlah air yang terdapat di dalam pori-pori atau ruang antara partikel-partikel tanah. Faktor-faktor seperti curah hujan, tingkat penguapan, sistem drainase, struktur tanah, tekstur tanah, dan jenis tanaman yang tumbuh di

atasnya berperan dalam menentukan kelembaban tanah. Ini dapat diungkapkan sebagai persentase berat atau volume dari total berat atau volume tanah (Marcos & Muzaki, 2022). Tanah yang memiliki tingkat kelembaban yang tepat dapat memberikan nutrisi dan air yang cukup bagi tanaman untuk tumbuh dengan baik, sementara kelembaban tanah yang berlebihan atau kekurangan dapat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan stres pada tanaman. Pengukuran kelembaban tanah dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut sensor kelembaban tanah.

Dengan bantuan Kemajuan teknologi, IoT (*Internet of Things*) yang telah berkembang pesat menawarkan solusi untuk mengintegrasikan berbagai perangkat dan sensor yang dapat mengumpulkan data secara real-time dan memberikan potensi besar dalam mengoptimalkan berbagai aspek kehidupan, termasuk pertanian (Yusuf & Sodik, 2023). *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah kemajuan dalam bidang teknologi saat ini yang memungkinkan objek-objek pintar untuk terhubung dan berinteraksi dengan objek lainnya, lingkungan, dan perangkat komputasi yang terhubung melalui jaringan (Erwin et al., 2023). Definisi ini dapat dilihat sebagai gabungan dari dua konsep, yaitu internet yang merupakan jaringan komputer yang menggunakan protokol internet untuk bertukar informasi dan komunikasi dalam cakupan tertentu, serta *things* yang merujuk pada objek-objek fisik yang diambil data melalui sensor-sensor dan dikirimkan melalui internet.

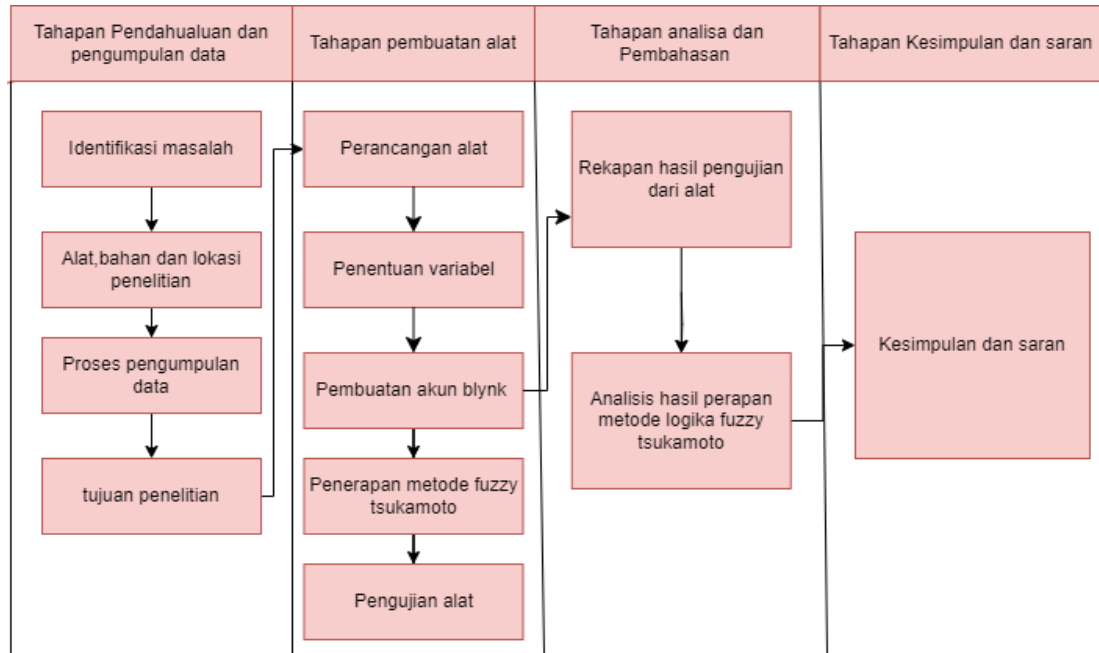
Beberapa penelitian yang menggunakan logika fuzzy Tsukamoto adalah penelitian Giawa & Marbun (2022) yang menunjukkan bahwa metode logika fuzzy Tsukamoto dapat menentukan harga *coating* mobil berdasarkan jumlah layer dan ukuran mobil. Selain itu penelitian Silaban (2021), dimana metode tersebut dapat menghasilkan perancangan alternatif berdasarkan nilai rata-rata terbobot untuk menghitung gaji karyawan berdasarkan dari bonus karyawan setiap alternatif. Penelitian Ilham et al., (2020) menerapkan metode yang sama sehingga dapat memonitoring kestabilan aktifitas produksi tahu dan dapat membantu penentuan jumlah produksi tahu.

Untuk mengimplementasikan sistem irigasi berbasis IoT dimana pun memerlukan pertimbangan yang cermat agar sistem tersebut dapat berfungsi dengan baik dan memberikan manfaat yang maksimal. Maka dari itu yang perlu dipertimbangkan untuk perancangan ini yaitu, identifikasi kebutuhan air. Implementasi metode fuzzy Tsukamoto dalam perancangan sistem irigasi berbasis IoT di kecamatan Remboken, Sulawesi Utara dapat meningkatkan produktivitas pertanian, efisiensi penggunaan air, dan berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing yang diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut. Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input menuju ruang output. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik (Maryam et al., 2021).

Pada metode fuzzy Tsukamoto, proses inferensi dilakukan dengan aturan (*rule*) berbentuk IF-THEN dan menggunakan operasi AND, dimana akan dipilih nilai yang lebih minimum (MIN) dari dua variabel yang ada. Data keluaran dari proses inferensi dikenal dengan α -predikat yang akan dihasilkan sebanyak aturan yang telah ditentukan. Hasil dari perhitungan metode ini dilakukan dengan mencari nilai Z yang bergantung pada nilai-nilai α -predikat sebelumnya (Wijaya et al., 2021).



Gambar 1. Alur Proses Penelitian

Gambar 1 menjelaskan secara sistematis mengenai jalannya sebuah alur proses pengerjaan penelitian dengan menggunakan *flowchart*. Dibawah ini adalah penjelasan mengenai tahapan – tahapan yang dilalui.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kebutuhan fungsional

Berikut ini adalah analisis kebutuhan sistem yang ada pada sistem Irigasi sawah berbasis *Internet of Things*

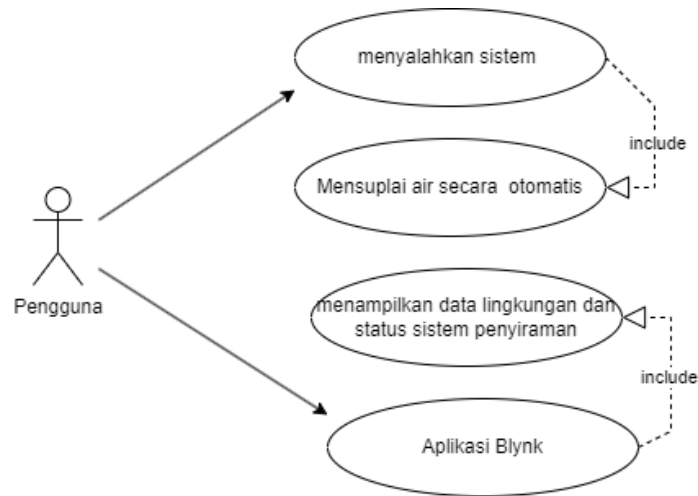
1. Sistem akan mengirimkan data lingkungan dan status penyiraman pada aplikasi blynk
2. Blynk mengkonfigurasi untuk memberikan notifikasi kepada petani jika ada kondisi yang memerlukan perhatian khusus, seperti tingkat kelembaban tanah yang rendah atau kebocoran sistem irigasi.
3. Blynk sebagai pengaturan irigasi secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan sebelumnya, berdasarkan kelembaban tanah dan jadwal penyiraman.
4. Petani dapat mengatur sistem agar secara otomatis mensuplai air ke sawah ketika air kurang atau pada waktu-waktu tertentu yang telah ditentukan.

B. Rangkaian Sistem



Gambar 2. Arsitektur sistem

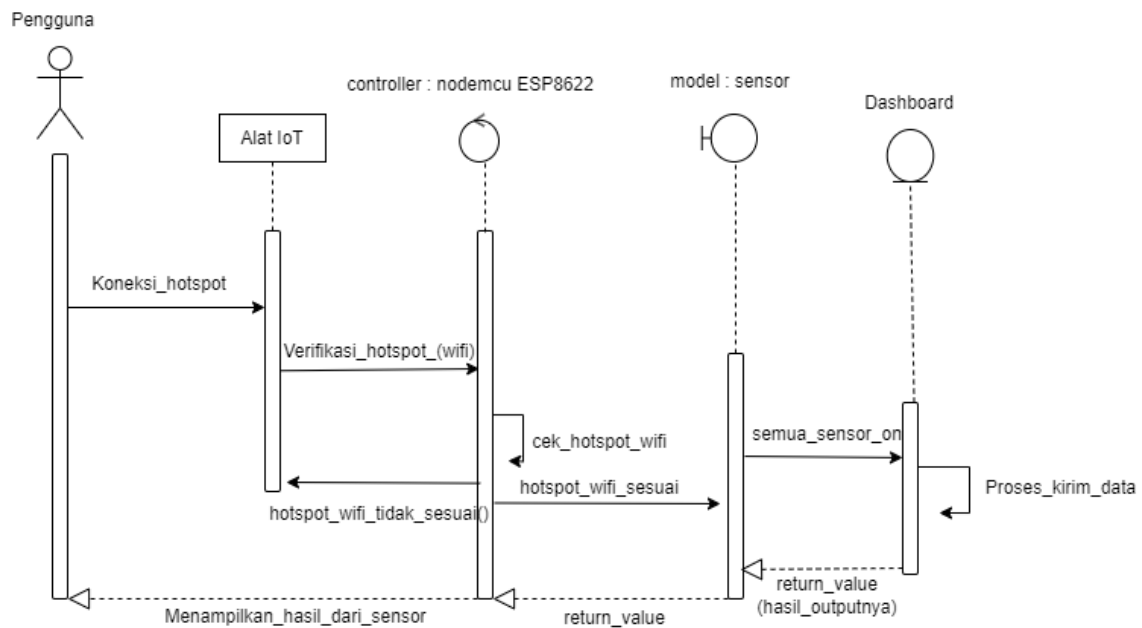
C. Use Case



Gambar 3. Use Case

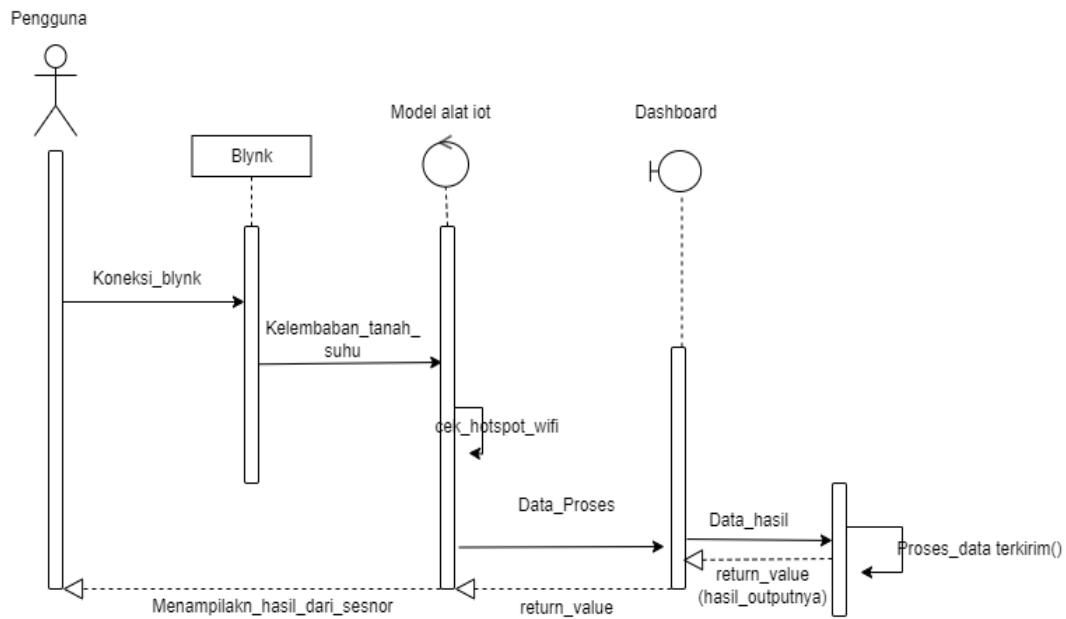
Pada Gambar 3, *use case* digram terdapat 1 aktor yaitu pengguna dan terdapat 2 *use case* utama yaitu menyalahkan sistem irigasi dan mengoperasikan aplikasi blynk.

D. Sequence diagram



Gambar 4. Sequence diagram

Diagram *sequence* pada Gambar 4 menggambarkan proses sistem mulai berkerja, hingga terbaca di *dashbord* blynk.

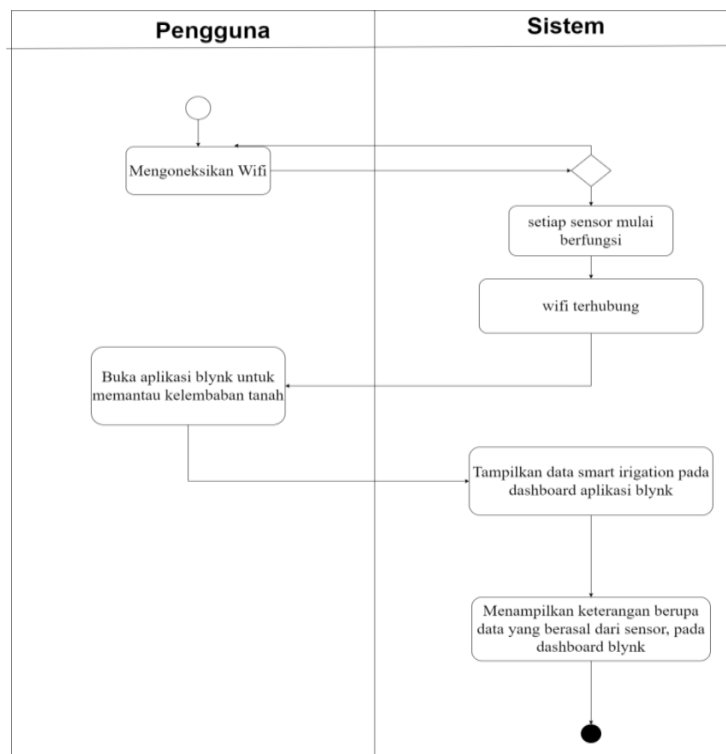


Gambar 5. Sequence diagram

Diagram *sequence* pada Gambar 5 Menggambarkan proses mulai sistem, dimana sistem akan mengirim data sensor ke *dashbord* blynk, dimana Pengguna dapat melihat kondisi lingkungan dan tingkat air pada sawah.

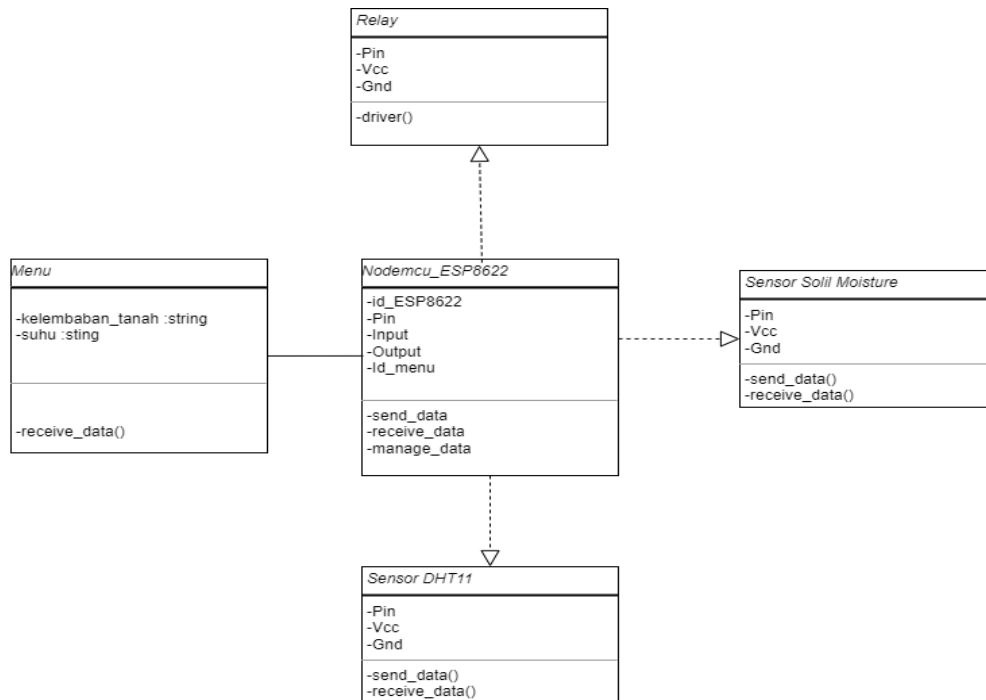
E. Activity Diagram

Activity diagram atau diagram aktivitas menggambarkan aliran kerja dari sebuah system (Kurniawan & Widjaja, 2021). Gambar 6 adalah penggambaran *activity diagram* dari sistem irigasi sawah:



Gambar 6. Activity diagram

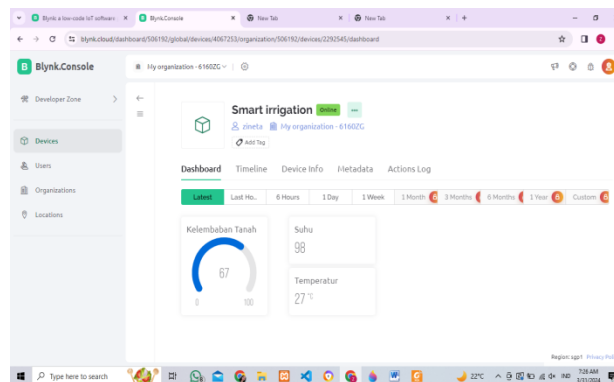
F. Class Diagram



Gambar 7. Class diagram

Gambar 7 merupakan sebuah *class diagram* yang terdiri dari 5 tabel yaitu : tabel menu, tabel nodemcu8266, tabel sensor soil moisture, tabel sensor DHT11 dan tabel relay. Pada setiap tabel pada *class diagram* di atas tersebut terdapat atribut yang memiliki fungsi masing-masing.

G. Analisa Hasil Pengujian aplikasi Blynk dan Sistem



Gambar 8. Pengujian alat

Pada Gambar 8 berdasarkan pengujian alat menunjukkan bahwa ketika tingkat kelembaban dibawah 70 persen maka air di katakan kurang sehingga proses suplai terus berlanjut sampai mencapai 70 persen dan pompanya akan mati ketidak air sudah melebihi 71 persen.

KESIMPULAN

Sistem irigasi sawah berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto di Kecamatan Remboken, Sulawesi Utara, menawarkan pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan hasil panen dalam pertanian. Dengan memanfaatkan

teknologi IoT, sistem ini memonitor kondisi tanah secara real-time, memungkinkan pengaturan irigasi yang tepat waktu dan efisien. Penggunaan metode Fuzzy Tsukamoto membantu sistem dalam pengambilan keputusan adaptif berdasarkan variabel-variabel kompleks, seperti tingkat kelembaban.

SARAN

Kolaborasi dengan petani lokal dan otoritas pertanian setempat untuk memastikan adopsi dan keberlanjutan sistem. Dan Sosialisasikan manfaat dan cara penggunaan sistem kepada petani secara menyeluruh untuk meningkatkan kesadaran dan penerimaan terhadap teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. Y., Nurjannah, N., & Santi. (2019). Tinjauan Kehilangan Air Pada Saluran Primer Irigasi Kampili Kabupaten Gowa. *Jurnal Teknik Hidro*, 12(1), 65–76.
- Erwin, E., Datya, A. I., Nurohim, N., Sepriano, S., Waryono, W., Adhicandra, I., Budihartono, E., & Purnawati, N. W. (2023). *Pengantar & Penerapan Internet Of Things: Konsep Dasar & Penerapan IoT di berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Giawa, D., & Marbun, M. (2022). Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Coating Mobil Di Prime Coating Medan. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.55338/jikomsi.v5i1.200>
- Hidayah, I., Yulhendri, Y., & Susanti, N. (2022). Peran sektor pertanian dalam perekonomian negara maju dan negara berkembang: Sebuah kajian literatur. *Jurnal Salingka Nagari*, 1(1), 28–37.
- Ilham, W., Fajri, N., & Cirebon, K. (2020). Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Pada. *Seminar Informatika Aplikatif Polinema (Siap) 2020*, 10(1), 71–82.
- Kamaruddin, K., Pupitasari, D., & Asmini, A. (2022). Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Peningkatan Produktivitas Sektor Pertanian (Studi Pada Masyarakat Petani di Kabupaten Sumbawa). *Jurnal Ekonomi & Bisnis*, 10(3), 379–389. <https://doi.org/10.58406/jeb.v10i3.1049>
- Kurniawan, D. D., & Widjaja, A. (2021). Implementasi E-Commerce Dengan Metode Business Model Canvas Pada Toko Sepatu Rapillo. *BIT (Budi Luhur Information Technology)*, 18(2), 80. <https://doi.org/10.36080/bit.v18i2.1696>
- Marcos, H., & Muzaki, H. (2022). Monitoring Suhu Udara Dan Kelembaban Tanah Pada Budidaya Tanaman Pepaya. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 3(2). <https://doi.org/10.33365/jtst.v3i2.2200>
- 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://djournals.com/jieee/article/view/54%0Ahttps://djournals.com/jieee/article/download/54/164>
- Nasron, N., Suroso, S., & Putri, A. R. (2019). Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 3(4), 307. <https://doi.org/10.30865/mib.v3i4.1245>
- Nerti, Y., Fachrudin, B., & Awaliah, R. (2020). Analisis Kelayakan Usahatani Padi Sawah (*Oryza sativa*) Tadah Hujan (Studi Kasus Di Desa Sungan Dua Kecamatan Rambutan Kabupaten Banyuasin). *Agripita*, 4(2), 61–67.
- Silaban, K. N. (2021). Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Besarnya Gaji Karyawan Pada Hotel Grand Antares. *Journal of Informatics, Electrical and Electronics ...*, 1(1), 20–26. <https://djournals.com/jieee/article/view/56%0Ahttps://djournals.com/jieee/article/download/56/168>
- Sutrisno, N., & Hamdani, A. (2019). Optimalisasi pemanfaatan sumber daya air untuk meningkatkan produksi pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2), 73–88.
- Wijaya, E. S., Sari, Y., Baskara, A. R., & Rivaldy, A. (2021). Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto

Untuk Pemantauan Kestabilan Suhu Menggunakan Sensor DS18B2 Pada Styrofoam Box Pengemasan Ikan. *JUSTE (Journal of Science and Technology)*, 2(1), 59–77. <https://doi.org/10.51135/justevol2issue1page59-77>

Yusuf, M., & Sodik, M. (2023). Penggunaan Teknologi Internet of Things (IoT) dalam Pengelolaan Fasilitas dan Infrastruktur Lembaga Pendidikan Islam. *PROPHETIK: Jurnal Kajian Keislaman*, 1(2), 65–82.