

Literature Review: Penggunaan Sistem Pakar dalam Penentuan Tata Kelola Air pada Pertanian dengan Metode: *Fuzzy Logic dan Rule-Based Decision Making*

Bagas Mahendra Putra^{1*}, Al Haura¹, La Juanda¹, Vivi Ainun¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46,
Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

Email: ^{1*}bagasmahendra28@gmail.com, ²its.alhaura93@gmail.com, ³juandajuanda1614@gmail.com,
⁴vivivivabibi@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak– Pengelolaan air yang efisien menimbulkan tantangan yang signifikan di sektor pertanian, dengan pemborosan sumber daya berpotensi berdampak negatif pada produktivitas dan keberlanjutan. Studi ini menyelidiki pemanfaatan sistem pakar dan teknik logika fuzzy sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan air. Berbagai teknik yang digunakan termasuk mengembangkan aplikasi sistem pakar untuk mengidentifikasi masalah irigasi, memanfaatkan sensor lingkungan untuk memantau kondisi lahan, dan menerapkan logika fuzzy pada irigasi otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan rekomendasi berdasarkan data untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik di bidang pertanian. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan sistem pakar efektif dalam mengidentifikasi dan mengelola masalah kehilangan air pada jaringan irigasi. Lebih jauh lagi, dengan menerapkan logika fuzzy pada sistem irigasi otomatis, kita dapat mengoptimalkan waktu irigasi dan mengurangi pemborosan air dengan tingkat akurasi yang tinggi. Rekomendasi spesies tanaman berdasarkan ketinggian dan curah hujan juga disediakan oleh sistem berbasis aturan. Secara keseluruhan, penerapan teknologi ini menunjukkan potensi signifikan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Ringkasan ini mencakup semua elemen penting dari studi yang dibahas dan menawarkan ikhtisar yang ringkas namun komprehensif tentang fokus analitis dan temuan utama.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Tata Kelola Air, Pertanian, *Fuzzy Logic, Rule-Based Decision Making*

Abstract– *Efficient water management poses a significant challenge in the agricultural sector, with resource wastage potentially negatively impacting productivity and sustainability. This study investigates the utilization of expert systems and fuzzy logic techniques as solutions to improve water management efficiency. The various techniques used included developing an expert system application to identify irrigation problems, utilizing environmental sensors to monitor field conditions, and applying fuzzy logic to automated irrigation. The objective of this research was to provide data-driven recommendations to support better decision-making in agriculture. The research findings show that utilizing an expert system is effective in identifying and managing water loss problems in irrigation networks. Furthermore, by applying fuzzy logic to the automatic irrigation system, we can optimize irrigation time and reduce water wastage with a high degree of accuracy. Plant species recommendations based on altitude and rainfall are also provided by the rule-based system. Overall, the application of this technology shows significant potential to improve water use efficiency and support sustainable agricultural practices. This summary covers all the important elements of the studies discussed and offers a concise yet comprehensive overview of the analytical focus and key findings.*

Keywords: *Expert System, Water Management, Agriculture, Fuzzy Logic, Rule-Based Decision Making*

1. PENDAHULUAN

Di era modern ini, tantangan utama di sektor pertanian terletak pada optimalisasi pemanfaatan sumber daya alam, khususnya air dan udara. Elemen penting dalam pertanian sering kali menimbulkan tantangan di daerah rawan kekeringan dan daerah dengan curah hujan berlebihan. Ketidakseimbangan dalam pengelolaan air dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar, berkurangnya hasil panen, dan bahkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya air yang efektif di sektor pertanian memerlukan pendekatan yang lebih canggih dan berbasis data, termasuk pemanfaatan sistem pakar.

Judul penelitian ini adalah “Pemanfaatan sistem pakar dalam pengambilan keputusan pengelolaan air di bidang pertanian dengan menggunakan metode logika fuzzy dan pengambilan keputusan berbasis aturan.” Sistem pakar memiliki potensi signifikan untuk membantu petani dan

pengelola lahan dalam membuat keputusan yang lebih baik mengenai pengelolaan air. Sistem pakar adalah aplikasi kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru proses pengambilan keputusan para ahli di bidang tertentu. Dalam konteks ini, sistem pakar digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan air, seperti kondisi tanah, cuaca, curah hujan, dan kebutuhan air tanaman. Hal ini memungkinkan pembuatan keputusan yang lebih efisien berdasarkan data yang relevan.

Tantangan umum dalam pengelolaan air di bidang pertanian meliputi keterbatasan sumber air, data yang tidak pasti, dan kesulitan dalam memperkirakan jumlah air yang dibutuhkan tanaman pada waktu yang tepat. Pengelolaan air yang tidak optimal dapat menyebabkan pemborosan dan kelangkaan air, yang berdampak pada petani dan memperburuk efek perubahan iklim. Berbagai metode, seperti logika fuzzy, umumnya diterapkan untuk mengatasi masalah ini. Logika fuzzy memungkinkan sistem untuk menavigasi ketidakpastian dan informasi yang tidak tepat, seperti memperkirakan kebutuhan air karena ramalan cuaca yang tidak dapat diandalkan atau kondisi tanah yang berfluktuasi. Pengambilan keputusan berdasarkan aturan, di sisi lain, memungkinkan sistem mengambil keputusan menggunakan serangkaian aturan terprogram yang mencakup kondisi spesifik yang memengaruhi pengelolaan air, suhu, kelembapan, dan jenis tanaman yang ditanam.

2. METODE PENELITIAN

Sistem pakar dan metode logika fuzzy telah diterapkan dalam berbagai penelitian untuk menguji efisiensi pengelolaan air di sektor pertanian. Jurnal ini milik Richard A. V. Koloay dan lainnya. Pada tahun 2021, dikembangkan aplikasi sistem pakar untuk mengidentifikasi permasalahan pada jaringan irigasi Bendungan Tarawan dengan memanfaatkan data primer hasil pengukuran debit air dan pengamatan langsung. Hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif dalam mendeteksi kehilangan air dan memberikan solusi perbaikan. Adapun Sugiyanto dan lainnya pada tahun 2020 memanfaatkan sensor lingkungan untuk memantau kondisi lahan pertanian. Ia menggunakan logika fuzzy untuk menentukan waktu irigasi yang optimal dan mengurangi pemborosan air dengan akurasi rata-rata 77,13% dari total populasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Ardhi Supratman dan timnya pada tahun 2024 mengembangkan sistem berbasis aturan untuk merekomendasikan jenis tanaman berdasarkan ketinggian dan curah hujan, menunjukkan kemampuan sistem untuk memberikan rekomendasi yang masuk akal meskipun ada beberapa variasi. Berikutnya, Qirom dan lainnya menerapkan logika fuzzy pada sistem kendali irigasi otomatis di lahan pertanian pada tahun 2019, yang juga menunjukkan peningkatan efisiensi dengan perolehan tingkat akurasi tinggi, yaitu 77,13% dari total populasi. Yang terbaru, Rudi Hartono dan Dian Pratiwi (2022) telah membuat sistem pakar untuk mendiagnosis kekurangan nutrisi pada tanaman hidroponik dengan menggunakan logika fuzzy. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi diagnostik yang tinggi dan mendukung petani dalam membuat keputusan yang tepat.

Secara keseluruhan, pemanfaatan sistem pakar dan teknik logika fuzzy telah terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan air dan mendukung pengambilan keputusan pertanian yang lebih baik. Memanfaatkan data primer melalui sensor, pengamatan langsung, dan analisis literatur sangat penting dalam mengembangkan solusi inovatif untuk tantangan di sektor pertanian.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisis aplikasi sistem pakar dan teknik logika fuzzy untuk pengelolaan air di sektor pertanian telah menunjukkan bahwa teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengambilan keputusan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Koloay et al. pada tahun 2021, aplikasi sistem pakar dimanfaatkan untuk mengidentifikasi masalah pada jaringan irigasi dan segera mengatasi masalah kehilangan air. Hal ini sejalan dengan temuan Sagiyanto dan rekannya pada tahun 2020, di mana logika fuzzy diterapkan dalam sistem irigasi otomatis untuk mengoptimalkan waktu irigasi, mengurangi pemborosan air, dan memberikan hasil yang jauh lebih akurat. Lebih lanjut, penelitian oleh Ardhi Supratman et al. pada tahun 2024 mengungkapkan kemampuan sistem berbasis aturan untuk menyarankan jenis tanaman yang cocok berdasarkan kondisi lingkungan, namun akurasi rekomendasinya menimbulkan tantangan.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Qirom dan rekannya pada tahun 2019 juga menekankan pentingnya kontrol otomatis dalam irigasi, berkontribusi pada efisiensi pemanfaatan sumber daya air. Sementara itu, Hartono dan Pratiwi (2022) menjelaskan bagaimana sistem pakar dapat membantu petani hidroponik dalam meningkatkan kemampuan mereka untuk mendiagnosis kekurangan nutrisi dan membuat keputusan berdasarkan data. Secara keseluruhan, pemanfaatan sistem pakar dan teknik logika fuzzy dalam pengelolaan air pertanian memberikan solusi inovatif terhadap tantangan yang dihadapi petani. Dengan memanfaatkan data primer dari sensor dan pengamatan langsung, teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air tetapi juga mendukung keberlanjutan pertanian. Hal ini menunjukkan potensi signifikan untuk mengintegrasikan teknologi informasi secara mulus ke dalam sektor pertanian untuk mencapai hasil yang lebih berkelanjutan.

Tabel 1. Hasil Temuan Artikel Relevan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Metode yang dibahas	Tujuan Penelitian	Hasil yang didapat
1	Mariano et al, 2019	Pemodelan Persamaan Struktural (PLS-SEM)	Menganalisis pengaruh pengelolaan air irigasi terhadap keberlanjutan ekonomi pertanian padi.	Indeks teknologi dan manajemen berkontribusi positif terhadap keberlanjutan ekonomi pertanian padi di daerah penelitian.
2	Qirom, Bahrun Niam, Much Sobri Sungkar, 2019	Logika Fuzzy dan IoT	Menerapkan logika fuzzy untuk mengontrol sistem pengairan otomatis dengan pemantauan secara real-time.	Rata-rata presisi dari perbandingan alat dengan perhitungan adalah sebesar 77,13%, menunjukkan efektivitas sistem dalam meningkatkan efisiensi pengairan.
3	Sugiyanto et al, 2020	Algoritma Fuzzy Sugeno dan telemetry menggunakan LoRa	Menerapkan sistem kendali otomatis untuk menentukan waktu pengairan lahan pertanian secara efisien.	Sistem ini dapat mengatur waktu pengairan dengan tepat, menghasilkan waktu pengairan selama 74 menit untuk luas lahan tertentu.
4	Sugiyanto, Yulianto, dan Rina, 2020	Fuzzy Logic dan Wireless Sensor Network (WSN)	Menerapkan sistem irigasi otomatis untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air berdasarkan parameter lingkungan.	Sistem ini dapat memantau kondisi tanaman secara real-time dan mengoptimalkan penggunaan air dengan mengurangi pemborosan. Rata-rata presisi sistem mencapai 77,13%.
6	Hendra et al, 2021	Logika fuzzy untuk pengendalian otomatis sistem pengairan	Menerapkan logika fuzzy untuk meningkatkan efisiensi sistem pengairan sawah dan mendukung pertanian berkelanjutan.	Hasil menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan air serta penurunan kerugian akibat kekurangan atau kelebihan air pada lahan pertanian.
7	Richard A. V. Koloay, David Rumambi, Robert Molenaar, 2021	Sistem pakar berbasis komputer	Mengidentifikasi masalah dalam jaringan irigasi di Bendung Talawaan dan memberikan solusi melalui aplikasi sistem pakar.	Penelitian ini berhasil mengidentifikasi kehilangan air pada saluran irigasi dan memberikan solusi untuk perbaikan melalui aplikasi yang dikembangkan.

8	Rudi Hartono, Dian Pratiwi, 2022	Logika Fuzzy dalam sistem pakar	Mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosis defisiensi nutrisi pada tanaman hidroponik menggunakan logika fuzzy.	Sistem ini menunjukkan akurasi tinggi dalam mendiagnosis defisiensi nutrisi, membantu petani hidroponik dalam pengambilan keputusan yang lebih baik.
9	Abdurrohim, Al Mujib, 2023	Fuzzy Logic dan Wireless Sensor Network (WSN)	Merancang sistem irigasi otomatis untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air berdasarkan parameter lingkungan.	Sistem ini dapat memantau kondisi tanaman secara real- time dan mengoptimalkan penggunaan air dengan mengurangi pemborosan.
10	Ardhi Supratman, Bangkit Indarmawan Nugroho, Syefudin, 2024	ule Based System menggunakan Python dan Flask	Mengembangkan sistem untuk menentukan jenis tanaman optimal berdasarkan ketinggian dan curah hujan.	Sistem berhasil memberikan rekomendasi tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan, meskipun ada beberapa ketidaksesuaian.

4. KESIMPULAN

Penerapan metode logika fuzzy dalam pengelolaan air di sektor pertanian telah terbukti menawarkan solusi inovatif yang penting untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemanfaatan sumber daya air. Temuan penelitian menunjukkan bahwa teknologi ini dapat mendeteksi masalah pada jaringan irigasi, mengoptimalkan waktu irigasi, dan merekomendasikan jenis tanaman yang sesuai untuk kondisi lingkungan. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan sensor untuk memantau parameter lingkungan dan memanfaatkan logika fuzzy dalam kontrol otomatis dapat mengurangi pemborosan air secara signifikan. Lebih jauh lagi, sistem pakar dapat membantu petani dalam mendiagnosis masalah nutrisi pada tanaman hidroponik, sehingga meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan mereka berdasarkan data. Secara keseluruhan, mengintegrasikan teknologi informasi ke dalam praktik pertanian tidak hanya mendukung keberlanjutan tetapi juga meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, menggabungkan sistem pakar dan metode logika fuzzy merupakan langkah penting menuju tercapainya pengelolaan air yang lebih baik dan berkelanjutan dalam pertanian modern.

REFERENCES

- Koloay, Richard A. V., Rumambi, David, & Molenaar, Robert. (2021). Model Sistem Pakar dalam Mengidentifikasi Permasalahan pada Jaringan Irigasi Pertanian di Bendung Talawaan. *Jurnal Cocos*.
- Abdurrohim, & Al Mujib. (2023). Sistem Irigasi Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Wireless Sensor Network (WSN). Universitas Putra Indonesia YPTK.
- Mariano et al. (2019). Faktor Penentu Pengelolaan Air Irigasi untuk Keberlanjutan Ekonomi Pertanian Padi. *Jurnal Rekayasa*.
- Sugiyanto et al. (2020). Implementasi Fuzzy Logic pada Penjadwalan Pengairan Irigasi Menggunakan LoRa. *J-COSINE*.
- Hendra et al. (2021). Implementasi Fuzzy Logic pada Sistem Pengairan Sawah dalam Pertanian Berkelanjutan. *Semantics Scholar*.
- Sugiyanto, Yulianto, & Rina. (2020). Implementasi Fuzzy Logic pada Penjadwalan Pengairan Irigasi. *J-COSINE*.

- Supratman, Ardhi, Indarmawan Nugroho, Bangkit, & Syefudin. (2024). Penerapan Metode Rule Based System untuk Menentukan Jenis Tanaman Pertanian Berdasarkan Ketinggian dan Curah Hujan. *J-Innovative*.
- Qirom, Bahrun Niam, & Much Sobri Sungkar. (2019). Sistem Monitoring Pengairan Otomatis dengan Metode Logika Fuzzy. Garuda.
- Hartono, Rudi, & Pratiwi, Dian. (2022). Penerapan Metode Logika Fuzzy dalam Sistem Pakar Diagnosa Defisiensi Nutrisi Tanaman Hidroponik. Research Gate.
- Nourelahi et al. (2023). Penerapan Irigasi Terpadu untuk Mengatasi Musim Kemarau dalam Pertanian. *Jurnal Geosains West Science*.