

Penerapan Logika *Fuzzy* Dalam Otomatisasi Pemberian Pakan Pada Kolam Koi

Rakha Maulana Hibban¹, Trisiani Dewi Hendrawati²

Program studi Teknik Komputer Politeknik Sukabumi.
Jl. Babakan Sirna No.25, Kel. Benteng, Kec. Warudoyong, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132
trisianidewi@polteksmi.ac.id, rakha.hib21@gmail.com

Abstrak

Penerapan logika fuzzy dalam otomatisasi pemberian pakan pada kolam koi menjadi solusi cerdas untuk mengatasi masalah dalam menentukan jumlah pakan yang tepat berdasarkan kondisi lingkungan air. Tantangan utama yang dihadapi dalam budidaya koi adalah variabilitas faktor-faktor seperti suhu, pH, dan kekeruhan air yang sulit dipantau secara manual. Penelitian ini bertujuan merancang sistem otomatis berbasis logika fuzzy untuk menentukan jumlah pakan secara real-time. Metode yang digunakan adalah fuzzy Mamdani, yang memproses data dari sensor suhu, pH, dan kekeruhan yang dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266. Dengan menggunakan aturan fuzzy, sistem ini mampu menyesuaikan pemberian pakan secara dinamis berdasarkan kondisi aktual air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan logika fuzzy dalam sistem ini menghasilkan keputusan yang akurat dengan tingkat kesalahan hanya 1%. Dengan demikian, logika fuzzy terbukti meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan pakan dan kualitas air kolam koi secara signifikan, sekaligus mengurangi intervensi manual.

Kata kunci: Logika *Fuzzy*, Otomatisasi Pakan, Kolam Koi, Kualitas Air

Abstract

The application of fuzzy logic in automating feeding in koi ponds provides an intelligent solution to address challenges in determining the correct amount of feed based on water conditions. The main issue in koi farming is the variability of factors such as temperature, pH, and water turbidity, which are difficult to monitor manually. This study aims to design an automated system using fuzzy logic to determine feed amounts in real-time. The method employed is Mamdani fuzzy logic, which processes data from temperature, pH, and turbidity sensors connected to a NodeMCU ESP8266. Using fuzzy rules, the system dynamically adjusts the feeding based on actual water conditions. Testing results show that the fuzzy logic implementation in this system produces accurate decisions with only a 1% error rate. Thus, fuzzy logic significantly enhances the efficiency of feed management and water quality in koi ponds, while reducing the need for manual intervention.

Keywords: Fuzzy Logic, Automated Feeding, Koi Pond, Water Quality

I. PENDAHULUAN

Pembudidayaan ikan berorientasi pada kelestarian lingkungan merupakan hal yang perlu mendapat perhatian. Kualitas air merupakan salah satu parameter utama dalam budidaya ikan [1]. Pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan saat ini masih banyak dilakukan dengan cara manual dengan langsung mengukur kualitas air ke kolam budidaya, hal ini tentunya tidak efektif dan memerlukan waktu yang lama serta tidak efisien [2]. Dalam era teknologi informasi dan komunikasi yang semakin berkembang, penggunaan Internet of Things (IoT) telah menjadi solusi yang menjanjikan

dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan kolam ikan. Melalui implementasi sistem berbasis IoT, pemantauan kualitas air dapat dilakukan secara real-time dan distribusi pakan dapat diatur secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan yang terukur.

Pada penelitian bagian kedua, mengenai rancangan perangkat keras untuk “Perancangan Sistem Penjadwalan Dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet of Thing”, dengan menggunakan wemose D1 R1 sebagai bagian utama untuk menjalankan program dan pendeteksi sensor berat serta komponen - komponen yang digunakan

seperti: RTC (pewaktu), Motor Servo 1, dan Motor Servo 2, modul sensor berat (load cell) yang dikendalikan menggunakan aplikasi blynk pada smartphone [2].

Berdasarkan masalah dan referensi yang ada, penelitian ini merancang perangkat keras untuk monitoring kualitas air dan distribusi pakan otomatis menggunakan metode fuzzy. Metode fuzzy logic efektif dalam menangani ketidakpastian dan memberikan keputusan optimal dalam sistem yang beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang dinamis.

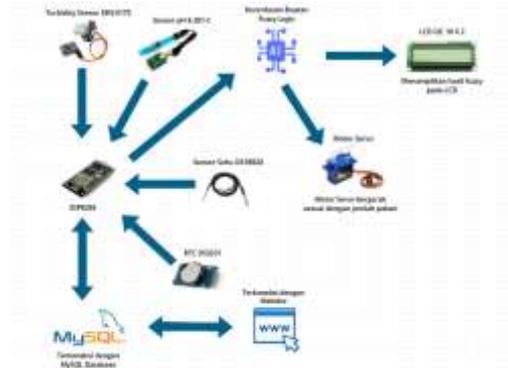
II. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai yaitu *Fuzzy Logic*, dimana metode ini adalah peningkatan dari logika *Boolean* yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian, *fuzzy logic* menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran. *fuzzy logic* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat” [3]. Logika *fuzzy* memiliki aturan berbasis (*if-then*) untuk menghasilkan output yang optimal, logika fuzzy bekerja dengan tiga Langkah utama yaitu: Fuzzifikasi, Inferensi, dan Defuzzifikasi. Logika fuzzy sangat cocok untuk aplikasi ini karena memungkinkan sistem untuk menilai kondisi air secara dinamis dan memberikan jumlah pakan yang tepat [3].

Metode inferensi fuzzy Mamdani bekerja dengan mengubah variabel input dan output menjadi himpunan fuzzy melalui aturan-aturan linguistik. Tahapan utama meliputi pembentukan himpunan fuzzy, penerapan aturan dengan fungsi Min, dan komposisi aturan menggunakan metode Max, Sum, atau Probabilistik untuk menghasilkan solusi fuzzy [3].

Tahap akhir adalah Defuzzifikasi kemudian mengubah himpunan *fuzzy* menjadi output konkret. Beberapa metode yang digunakan termasuk *Centroid*, *Bisektor*, *Mean of Maximum (MOM)*, *Largest of Maximum (LOM)*, dan *Smallest of Maximum (SOM)*, dengan metode *Centroid* sering dipilih karena menghasilkan solusi optimal berdasarkan pusat massa daerah *fuzzy*.

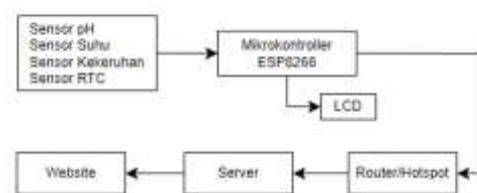
Gambaran umum sistem merupakan gambaran umum dari seluruh sistem yang dibuat. Berikut adalah gambaran umum sistem untuk penerapan logika fuzzy dalam otomatisasi pemberian pakan pada kolam koi pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Sistem monitoring kualitas kolam ikan koi ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama untuk mengolah input dari sensor suhu DS18B20, sensor turbidity SEN-0175, dan sensor pH E-201-C. Dengan logika fuzzy Mamdani, sistem menentukan jumlah pakan yang sesuai dan mengontrol pemberian pakan secara otomatis menggunakan motor servo yang diatur oleh RTC DS3231 pada waktu yang ditentukan (jam 7 pagi dan 1 siang). Data kondisi air kolam dikirim ke server melalui WiFi, memungkinkan pengguna memantau kondisi kolam secara real-time dan melakukan kontrol jarak jauh jika diperlukan. Sistem ini dirancang untuk menjaga kesehatan ikan koi dan memastikan kondisi kolam tetap optimal.

Diagram Blok adalah representasi grafis yang menggambarkan suatu sistem, proyek, atau scenario. Berikut adalah diagram blok untuk penerapan logika fuzzy dalam otomatisasi pemberian pakan pada kolam koi pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok

Diagram blok ini menunjukkan sistem monitoring kualitas air kolam ikan berbasis mikrokontroler ESP8266, yang menggunakan sensor pH, suhu, kekeruhan, dan RTC untuk mengukur parameter air dan menjadwalkan pemberian pakan. Data sensor diproses oleh ESP8266 dan ditampilkan pada LCD 16x2, serta dikirimkan ke server melalui Wi-Fi. Pengguna dapat memantau kondisi kolam secara real-time melalui website, memudahkan pemantauan dari jarak jauh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada metode fuzzy Mamdani bertujuan membentuk himpunan fuzzy dari variabel input, yaitu sensor suhu DS18B20, sensor pH E-201-C, dan sensor kekeruhan SEN-0175, serta variabel output berupa tingkat kekeruhan dan jumlah pakan. Setiap variabel input memiliki tiga fungsi keanggotaan: suhu (dingin, sedang, panas), pH (asam, netral, basa), dan kekeruhan (jernih, keruh, sangat keruh). Outputnya meliputi jumlah pakan (sedikit, sedang, banyak) dan tingkat kekeruhan air (jernih, keruh, sangat keruh).

Tabel 1. Variabel Input dan Output

Fungsi	Variabel	Anggota Himpunan	Domain (Nilai Parameter)
Input	Ph	Asam	0 - 7
		Netral	6,5 - 8,5
		Basa	8 - 14
	Suhu	Dingin	10 - 22,5
		Sedang	10 - 35
		Panas	22,5 - 35
	Kekeruhan	Jernih	0 - 5
		Keruh	4 - 25
		Sangat Keruh	24 - 30
Output	Pakan	Sedikit	22,5 - 27,5
		Sedang	27,5 - 32,5
		Banyak	32,5 - 37,5

Pada studi kasus ini, kolam ikan koi memiliki nilai pH 6, suhu 22°C, dan kekeruhan 2 NTU. Berdasarkan hasil fuzzifikasi dan aturan inferensi fuzzy Mamdani, kondisi air menunjukkan pH asam, suhu dingin, dan kekeruhan jernih. Sistem fuzzy kemudian menghitung pemberian pakan yang optimal sesuai dengan kondisi tersebut, dengan hasil akhir menunjukkan bahwa jumlah pakan yang diberikan berada pada kategori sedikit sesuai dengan kebutuhan ikan dalam kondisi air ini.

a. Maka untuk Nilai Ph dengan nilai 6

$$\begin{aligned} \text{Asam} &= 1 \\ \text{Netral} &= 0 \\ \text{Basa} &= 0 \end{aligned}$$

b. Maka untuk Nilai Suhu dengan nilai 22

$$\begin{aligned} \text{Dingin} &= \frac{22,5 - 22}{22,5 - 10} = \frac{0,5}{12,5} = 0,04 \\ \text{Sedang} &= \frac{22 - 10}{22,5 - 10} = \frac{12}{12,5} = 0,96 \\ \text{Panas} &= 0 \end{aligned}$$

c. Maka untuk Nilai Kekeruhan dengan nilai 2

$$\begin{aligned} \text{Jernih} &= \frac{5 - 2}{5 - 0} = \frac{3}{5} = 0,6 \\ \text{Keruh} &= 0 \\ \text{Sangat Keruh} &= 0 \end{aligned}$$

Setelah nilai derajat keanggotaan untuk setiap variabel input ditemukan melalui proses Fuzzifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan proses Inferensi. Pada tahap ini, aturan-aturan fuzzy yang telah ditetapkan digunakan untuk menentukan hasil akhir. Dalam sistem monitoring kualitas kolam ikan koi menggunakan metode Fuzzy Mamdani, proses Inferensi dilakukan dengan menerapkan fungsi implikasi MIN pada 27 aturan yang ada.

R1 IF pH Asam AND Suhu Dingin AND Kekeruhan Jernih THEN Pakan Sedikit

$$\begin{aligned} a\text{-predikat} &= \mu_{\text{Asam}} ; \mu_{\text{Dingin}} ; \mu_{\text{Jernih}} \\ a\text{-predikat} &= \min (\mu_{\text{Asam}} (6) ; \mu_{\text{Dingin}} (22) ; \mu_{\text{Jernih}} (2) ;) \\ a\text{-predikat} &= \min (1 ; 0,04 ; 0,6) \\ a\text{-predikat} &= \mathbf{0,04} \end{aligned}$$

R2 IF pH Asam AND Suhu Dingin AND Kekeruhan Keruh THEN Pakan Sedikit

$$\begin{aligned} a\text{-predikat} &= \mu_{\text{Asam}} ; \mu_{\text{Dingin}} ; \mu_{\text{Jernih}} \\ a\text{-predikat} &= \min (\mu_{\text{Asam}} (6) ; \mu_{\text{Dingin}} (22) ; \mu_{\text{Jernih}} (2) ;) \\ a\text{-predikat} &= \min (1 ; 0,96 ; 0,6) \\ a\text{-predikat} &= \mathbf{0,6} \end{aligned}$$

Tahap defuzzifikasi adalah tahapan akhir dari metode ini, yaitu menjumlahkan nilai α -predikat yang didapat dari aturan sebelumnya dan menjumlahkan nilai α -predikat*z sehingga hasil akhir dari metode ini adalah mencari nilai rata-rata dari hasil dari total nilai α -predikat*z dibagi total nilai α -predikat.

Tabel 2. Defuzzifikasi

Rule	Status	α -predikat	z	α -predikat*z
R1	Sedikit	0,04	27,3	1,1

R2	Sedikit	0,6	24,0	14,4
Total Akhir		0,64		15,5

Maka hasil akhir dari perhitungan ini adalah **15,5/0,64=24.2**. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani pada studi kasus Sebuah Kolam Ikan Koi memiliki nilai ph 6, nilai suhu 22, dan nilai kekeruhan 2.

Terdapat 3 ekor ikan koi dengan total berat 750 gram, dan pakan yang diberikan sesuai rekomendasi 3-5% dari total berat, yaitu antara 22,5 hingga 37,5 gram per hari. Pakan diberikan secara bertahap sesuai kondisi air kolam dan perhitungan logika fuzzy, guna memastikan ikan mendapatkan pakan yang optimal. Hasil perhitungan manual fuzzy Mamdani akan dibandingkan dengan hasil perhitungan dari alat untuk evaluasi lebih lanjut. Berikut ini perbandingan hasil perhitungan :

Tabel 3. Hasil dan Perbandingan

No	Input			Perhitungan	Output
	Suhu ^o C	Ph	Kekeruhan (NTU)		Pakan (gram)
1.	27,31 ^o C	9,01	1	Manual	25,76 gr
				Alat	26,07 gr
Error(%)					1,20%
2.	28,13 ^o C	7,01	1	Manual	26,19 gr
				Alat	26,59 gr
Error(%)					1,15%
3.	27,44 ^o C	7,23	1	Manual	26,60 gr
				Alat	26,88 gr
Error(%)					1,05%
4.	27,56 ^o C	7,41	1	Manual	26,62 gr
				Alat	26,80 gr
Error(%)					0,68%
5.	27,38 ^o C	7,44	1	Manual	26,55 gr
				Alat	26,95 gr
Error(%)					1,51%
6.	27,50 ^o C	7,23	1	Manual	26,40 gr
				Alat	26,49 gr
Error(%)					0,34%
7.	27,31 ^o C	7,41	1	Manual	26,48 gr
				Alat	26,92 gr
Error(%)					1,66%
8.	27,38 ^o C	7,07	1	Manual	26,53 gr
				Alat	26,60 gr

Error(%)					0,26%
9.	27,56 ^o C	8,09	1	Manual	27,24 gr
				Alat	27,03 gr
Error(%)					0,77%
10.	27,50 ^o C	7,10	1	Manual	26,45 gr
				Alat	26,67 gr
Error(%)					0,83%
Rata – rata Error					0,94%

IV. KESIMPULAN

Sistem berbasis Internet of Things (IoT) telah dirancang untuk memantau kualitas air kolam ikan koi secara real-time dengan integrasi sensor suhu, pH, dan kekeruhan yang terhubung ke NodeMCU ESP8266. Sistem ini juga menggunakan logika fuzzy Mamdani untuk menganalisis data sensor dan menentukan kebutuhan pakan ikan secara otomatis, meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam dan mengoptimalkan pemberian pakan berdasarkan kondisi air yang sebenarnya. Dengan pendekatan ini, pemantauan dan kontrol lingkungan kolam menjadi lebih mudah, akurat, serta memastikan kesehatan ikan koi tetap terjaga.

REFERENSI

- [1] R. Pramana, "Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan," J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap., vol. 7, no. 1, pp. 13–23, 2018, doi: 10.31629/sustainable.v7i1.435.
- [2] I. Vipriyandhito, A. Pandu Kusuma, and D. Fanny Hebrasiyanto Permadi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Berbasis Arduino," JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 6, no. 2, pp. 875–879, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5768.
- [3] S. A. Supriadi; Putra, "Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis," J. Apl. Dan Inov. Ipteks SOLIDITA, vol. 5068, no. 2018, pp. 33–41, 2019, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/66503-ID-online-monitoring-kualitas-air-pada-budi.pdf>
- [4] Siti Zulfa Oktaviani and G. Purnama Insany, "Sistem Monitoring Suhu Dan Pakan Ikan Otomatis Pada Ikan Hias Di Akuarium Berbasis Internet of Things," Zo. J. Sist. Inf., vol. 4, no. 2, pp. 184–194, 2022, doi: 10.31849/zn.v4i2.11666.
- [5] Fauzansyah, "Prototype Alat Pemberi Makan Ikan Air Tawar Otomatis Menggunakan

Mikrokontroler Atmega328,” J. Manajemen Dan Teknol. Inf., vol. 11, pp. 48–55, 2020.

[6] S. F. Kadir, “Mobile Iot (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika,” J. Mhs. Tek. Inform., vol. 3, no. 1, pp. 298–305, 2019.

[7] I. G. H. Putrawan, P. Rahardjo, and I. G. A. P. R. Agung, “Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air dan Pemberi Pakan Otomatis pada Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis NodeMCU,” Maj. Ilm. Teknol. Elektro, vol. 19, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.24843/mite.2020.v19i01.p01.

[8] M. R. At-Thariq and T. D. Hendrawati, Rancang Bangun Monitoring Suhu Alat Penetasan Telur Berbasis Fuzzy Logic Control. 2023. [Online]. Available:

<https://semnastera.polteksmi.ac.id/index.php/semnastera/article/view/626%0Ahttps://semnastera.polteksmi.ac.id/index.php/semnastera/article/viewFile/626/267>

[9] A. Fauzi, S. A. Wibowo, and R. Primaswara Prasetya, “Penerapan Internet of Things Terhadap Rancang Bangun Sistem Monitoring Perawatan Dan Pengingat Pemberian Pakan Pada Ikan Cupang Dengan Metode Fuzzy,” J. Mhs. Tek. Inform., vol. 5, no. 2, pp. 645–652, 2021.

[10] E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, “OTOMATISASI SISTEM KONTROL pH DAN INFORMASI SUHU PADA AKUARIUM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN RASPBERRY PI 3,” J. Fis. Fis. Sains dan Apl., vol. 3, no. 2, pp. 117–125, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.

[11] R. F. Christianti and D. Supriyadi, “4-Article Text-16-2-10-20160919,” vol. 5, no. 2, pp. 17–23, 2013.

[12] W. R. Pratama, B. Yulianti, and A. Sugiharto, “Prototipe Smart Parking Modular Berbasis Internet of Things,” J. Teknol. Ind., vol. 11, no. 1, pp. 52–60, 2022, [Online]. Available: <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jti/article/view/954>

[13] C. Dwigista, “Perancangan Dan Implementasi Printed Circuit Board (Pcb) Ramah Lingkungan Menggunakan Conductive Ink,” Power Elektron. J. Orang Elektro, vol. 11, no. 1, p. 31, 2022, doi: 10.30591/polektr.v11i1.2882.

[14] P. T. Akhir, “(ANXIETY) MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS WEB,” 2023.

