

Rancang Bangun Aplikasi Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android dengan Menggunakan Teknologi IoT

Raehan Widi Sugiarto ^{1*}, Muhammad Zakariyah ²

^{1*,2} Program Studi Informatika, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia.

Email: raehan.5200411284@student.uty.ac.id ^{1*}, muhammad.zakariyah@staff.uty.ac.id ²

Histori Artikel:

Dikirim 1 Desember 2023; *Diterima dalam bentuk revisi* 17 Desember 2023; *Diterima* 30 Desember 2023; *Diterbitkan* 10 Januari 2024. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Pada pemeliharaan Ikan Koi kualitas lingkungan kolam serta air berperan penting dalam keberhasilan perawatan ikan Koi. Ikan koi atau yang biasa dikenal dengan nama lain *Cyprinus rubrofasciatus* adalah salah satu dari banyak jenis ikan hias air tawar yang sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan kolam serta kualitas air. Pada saat ini banyak orang yang ingin memelihara ikan koi sebagai peliharaan atau bahkan menjadikan ikan koi sebagai bisnis. Ikan koi adalah salah satu jenis ikan yang sulit untuk dipelihara dikarenakan diperlukan pemantauan ekstra terhadap kondisi kolam serta kondisi air dari kolam ikan koi. Sulitnya pemantauan kondisi kolam serta kondisi air pada kolam ikan koi menghadirkan ide untuk mengembangkan aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android menggunakan teknologi IoT dalam perancangannya. Adanya aplikasi ini bertujuan untuk menganalisis penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk membantu pemeliharaan dan perawatan ikan koi. Dengan menggunakan metode studi teknologi IoT untuk memantau kondisi perawatan ikan koi secara otomatis, diharapkan aplikasi ini dapat mampu mempermudah pemantauan kondisi kolam dan air dengan akurat.

Kata Kunci: Internet of Things; Android; Firebase; Fuzzy.

Abstract

In the maintenance of Koi fish, the quality of the pond environment and water plays an important role in the success of Koi fish care. Koi fish or commonly known by another name *Cyprinus Rubrofasciatus* is one type of freshwater ornamental fish that is very sensitive to pond environmental conditions and water quality. At this time many people want to keep koi fish as pets or even make koi fish as a business. Koi fish is one of the difficult fish to maintain because it requires extra monitoring of the pond conditions and water conditions of the koi fish pond. The difficulty of monitoring pond conditions and water conditions in koi fish ponds presents an idea to develop an Android-based Koi Fish Monitoring and Maintenance application using IoT technology in its design. The existence of this application aims to analyze the application of Internet of Things (IoT) technology to help the maintenance and care of koi fish. By using the IoT technology study method to monitor the condition of koi fish care automatically, it is hoped that this application can be able to facilitate accurate monitoring of pond and water conditions.

Keyword: Internet of Things; Android; Firebase; Fuzzy.

1. Pendahuluan

Ikan koi atau biasa dikenal dengan nama lain *Cyprinus rubrofuscus* salah satu dari banyak jenis ikan hias air tawar yang memiliki harga cukup mahal, baik di pasaran nasional bahkan internasional [1]. Ikan Koi merupakan Ikan yang sangat sensitif dengan kondisi lingkungan kolam serta kualitas air Kolam, pertumbuhan ikan koi sangat bergantung dengan kondisi air dan kondisi kolam ikan koi [2] [3]. Adanya sebuah sistem dengan menerapkan teknologi IoT yang mampu memonitoring kondisi kolam dan air secara otomatis merupakan salah satu upaya guna mempermudah pemeliharaan ikan koi. *Internet of Things* (IoT) pertama kali dikeluarkan atau dipublikasikan oleh Kevin Ashton (seorang Penulis) pada tahun 1999 disalah satu presentasi, dan sejak saat itu IoT terus dikembangkan sampai tahun 2023 ini [4]. Sekarang perusahaan-perusahaan besar mulai mendalami pengembangan Internet of Things contohnya perusahaan Google dan Apple. IoT adalah sebuah konsep teknologi yang mana suatu objek benda dilengkapi teknologi seperti sensor dan *software* yang bertujuan untuk saling berkomunikasi, menghubungkan, mengontrol, serta bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet [5]. IoT juga memiliki hubungan dengan istilah *machine-to-machine* atau M2M [6]. Setiap alat yang mempunyai teknologi M2M ini biasa disebut dengan smart device atau perangkat cerdas, perangkat cerdas ini dapat membantu dalam mempermudah pekerjaan manusia untuk menyelesaikan berbagai urusan atau tugas yang ada [7].

Cara kerja *internet of Things* yaitu memanfaatkan serangkaian argumentasi dari sebuah logika bahasa pemrograman yang telah tersusun [8]. Sehingga menghasilkan sebuah interaksi atau mengirim data tanpa perlu terhubung dengan manusia dari susunan argumen. Contoh sederhananya manusia tidak perlu mengendalikan benda atau perangkat *Internet of Things* tersebut secara manual atau otomatis. Melainkan manusia bisa mengendalikannya benda atau perangkat dari jarak jauh [9]. Pada sistem Pemantauan dan Pemeliharaan ini, data yang telah dikumpulkan oleh sensor-sensor pada sistem IoT diproses menggunakan logika fuzzy untuk menentukan tindakan yang tepat sesuai dengan kondisi perawatan ikan koi yang diinginkan. Logika Fuzzy merupakan suatu metode komputasi yang berasal dari konsep derajat kebenaran, yang umumnya diekspresikan sebagai benar atau salah, dengan nilai 1 atau 0 [10]. Sistem berbasis aturan, atau yang sering disebut sebagai Rule Based System, yakni cara untuk memanipulasi dan menyimpan pengetahuan guna menghasilkan informasi yang berguna untuk memecahkan masalah [11]. Ini juga bisa dianggap sebagai Sistem Pakar yang menggunakan aturan-aturan dalam domain tertentu untuk memecahkan masalah. Sistem berbasis aturan sering digunakan dalam pengembangan aplikasi kecerdasan buatan dan penelitian, seperti dalam bidang agronomi. Salah satu pengembangan dari sistem ini adalah *Fuzzy Rule-Based System*, yang menggabungkan aturan linguistik dengan *input* dan *output Fuzzy* [12].

Saat ini banyak yang ingin memelihara ikan koi bahkan menjadikannya sebagai bisnis [13]. Akan tetapi, dalam proses pemeliharaannya tidaklah mudah terutama bagi pemula, karena ada beberapa faktor yang menyebabkan ikan koi sulit untuk dipelihara. Salah satu permasalahan utama sulitnya pemeliharaan ikan koi biasanya ada pada perawatan kolam yang kurang maksimal ataupun diabaikan oleh pemilik [14]. Masalah pada kolam ikan koi dapat menimbulkan dampak yang serius bahkan sampai kematian seluruh ikan koi dalam kolam [15]. Sulitnya pemantauan kondisi kolam serta kondisi air pada kolam ikan koi menghadirkan ide untuk mengembangkan aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android menggunakan teknologi IoT serta menggunakan metode *Research and Development* atau biasa disingkat R&D dalam perancangannya. Dengan adanya aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android menggunakan teknologi IoT diharapkan dapat mempermudah dalam perawatan ikan koi dan membantu untuk meminimalisir kematian ikan koi.

Pada aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan dapat memberikan banyak manfaat seperti pemantauan kondisi kolam ikan dengan akurat serta pemberitahuan pH dan suhu kolam yang kurang pas [16]. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian dengan fokus aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan, diantaranya sistem untuk memonitoring suhu kolam benih ikan koi yang dikembangkan dengan teknologi IoT berbasis Web dengan menggunakan *Thingspeak platform* [17]. Selanjutnya penelitian mengenai sistem pemantauan untuk kualitas air pada budidaya lele yang

dilengkapi dengan teknologi IoT, sistem ini dikembangkan berbasis android dengan *IoT Cloud Computing* [2]. Lalu penelitian mengenai sistem untuk memantau kualitas air untuk budidaya ikan air tawar, sistem ini dikembangkan menggunakan Teknologi IoT dengan *arduino Software* yang menggunakan bahasa pemrograman c/c++ [18]. Penelitian berikutnya tentang sistem untuk pemantauan kualitas air habitat pada ikan hias, penelitian ini dikembangkan dengan IoT serta menerapkan logika fuzzy [19]. Serta penelitian mengenai monitoring budidaya Lele dengan IoT, yang membantu peternak lele dalam monitoring otomatis kolam ubudidaya lele dengan sensor Raspberry Pi [20].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam Rancang Bangun Aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android ini merupakan metode R&D kepanjangan dari *Research and Development*. R&D ini adalah suatu metode pendekatan yang digunakan dalam pengembangan suatu aplikasi (Sutabri et al., 2021). Selain itu dalam pengembangan aplikasi ini pun digunakan logika fuzzy, logika fuzzy pada penelitian ini digunakan untuk memproses data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor IoT yang terpasang pada sistem pemeliharaan ikan koi. Berikut langkah penelitian Rancang Bangun Aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android dengan metode *Research and Development*:

1) Menentukan masalah

Menentukan masalah yang ingin diatasi dengan menggunakan solusi IoT. Untuk kasus ini yaitu memantau kualitas air secara terus-menerus, memonitoring suhu air, memonitor pH air, atau mengontrol pengurasan kolam kemudian di olah menggunakan logika fuzzy untuk menentukan kondisi kolam dan keputusan yang akan diambil.

2) Pengumpulan Data

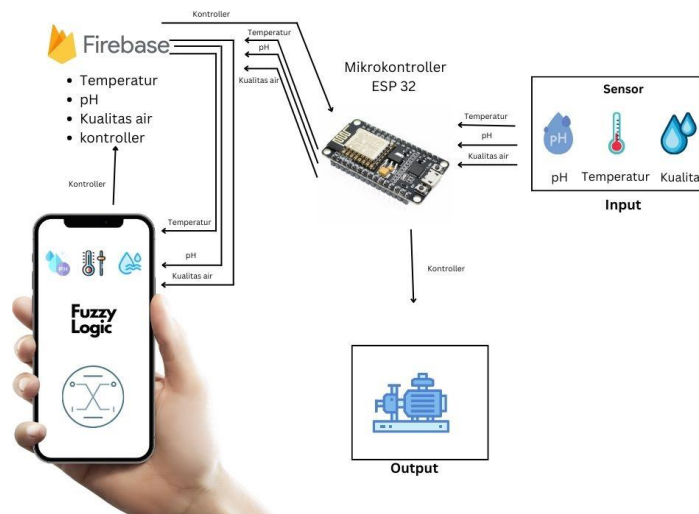
Dalam metode *Reserach & Development* atau biasa disingkat R&D ini, pengumpulan data adalah suatu proses yang dilakukan guna mendapat informasi yang berguna sebagai dasar dari pengembangan aplikasi. Untuk data didapat dengan menggunakan sensor-sensor IoT, data yang didapat nantinya akan diproses dengan logika fuzzy. Sebagai acuan berikut batasan-batasan dalam menentukan skala kondisi kolam Ikan Koi seperti yang terlihat pada tabel 1.

Table 1. Variabel Skala Kondisi Kolam

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan
Input	Kekeruhan Air	Sangat Jernih
		Jernih
		Sedikit keruh
		Keruh
		Sangat keruh
	Temperatur Air	Dingin
		Sedang
		Hangat
		Panas
		Sangat Panas
	pH Air	Asam
		Basa
		Netral
Output	Kondisi Kolam	Sangat Baik
		Baik
		Cukup Baik
		Kurang Baik
		Tidak Baik

3) Menentukan Desain Sistem

Desain sistem atau arsitektur model pada metode *Reserach & Development* merupakan tahapan yang dilakukan guna merancang sistem yang ingin diwujudkan. Desain sistem harus dalam bentuk gambar atau alur dari sistem yang akan dibuat. Dengan desain sistem ini dapat mempermudah dalam mewujudkan sistem yang dibuat sesuai dengan tujuan. Pada Aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sistem sensor, sistem pemrosesan, dan sistem aktuator, yang bekerja sama untuk memonitor dan mengelola kondisi. Arsitektur model penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem

Sistem sensor terdiri dari perangkat yang terpasang di kolam untuk memonitor kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH, dan kekeruhan air. Data ini terhubung ke sistem IoT melalui internet untuk diproses lebih lanjut. Sistem pemrosesan melibatkan komputer atau *server* (*Firestore*) yang mengolah data dari sensor. Logika Fuzzy ditanamkan pada aplikasi di smartphone bertujuan untuk mempercepat pemrosesan yang akan ditampilkan dan menghindari overload memori apabila ditanamkan di mikrokontroler kemudian hasil akan dikembalikan ke *mikrokontroler* melewati *server*. Algoritma ini dapat menghadapi data yang tidak pasti dengan akurasi tinggi. Sistem pemrosesan juga mengirimkan instruksi ke sistem aktuator untuk tindakan yang diperlukan sesuai dengan keputusan dari logika fuzzy. Selain itu, sistem ini menyimpan data dari sensor dan hasil proses logika fuzzy untuk analisis masa depan.

4) Menentukan Kebutuhan perangkat keras

Memilih perangkat keras yang sesuai untuk melaksanakan solusi yang telah dipilih. Untuk kasus ini menggunakan *mikrokontroler esp 32*, *Relay*, sensor suhu (DS18B20), sensor kualitas air (SEN0189), dan sensor pH dan akuator berupa pompa air. Untuk sensor yang digunakan bersifat *waterproof* karena akan digunakan didalam air.

Tabel 2. Perangkat keras

Gambar	Nama Alat
	Mikrokontroler ESP 32
	Relay
	sensor suhu (DS18b20)
	sensor kualitas air (SEN0189)
	Sensor pH
	Pompa air

5) Uji Coba system

Setelah system diimplementasikan, dilakukanlah tahap uji coba sistem guna mengetahui ada kesalahan atau tidak di dalam system yang dibuat, jika ada kesalahan dilakukan perbaikan,

6) Perbaikan desain sistem dan kebutuhan perangkat keras

Dalam metode *Reserach and Development*, sistem dan perangkat keras yang telah dirancang akan diperbaiki atau direvisi jika ada kejanggalan atau ada satu dan lain hal yang kurang sesuai, perbaikan yang dilakukan bertujuan untuk memperbaiki kelemahan atau kejanggalan sistem yang telah dibuat.

7) Peluncuran dan Penggunaan sistem

Setelah sistem dinilai sudah layak digunakan, maka aplikasi siap diluncurkan dan digunakan. Pada tahap ini pun dilakukan pemeliharaan berkala guna menjaga sistem agar tetap berjalan sesuai dengan tujuan.

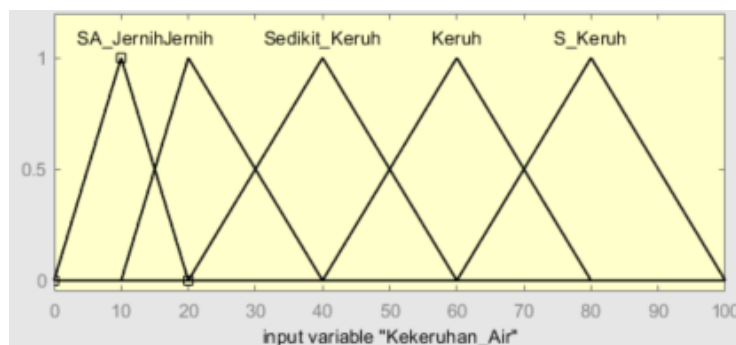
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari Rancang Bangun Aplikasi Pemantauan dan Pemeliharaan Ikan Koi Berbasis Android dengan Menggunakan Teknologi IoT menunjukkan bahwa sistem tersebut dapat bekerja dengan efektif dan efisien dalam memantau dan mengatur kondisi perawatan ikan koi. Dengan menggunakan sensor-sensor yang terpasang pada sistem, data suhu, kekeruhan, dan pH dapat diukur secara terus-menerus dan diolah oleh algoritma logika fuzzy untuk menentukan tindakan yang tepat sesuai dengan kondisi perawatan ikan koi yang diinginkan, untuk input pengujian kondisi kolam Ikan koi, seperti dilihat pada tabel 3, 4 & 5.

1) Fungsi Keanggotaan Kekeruhan Air

Table 3. Fungsi keanggotaan kekeruhan air

Variabel	Nama Himpunan	Semesta Domain	Domain Unit
Kekeruhan Air	Sangat Jernih		0-20
	Jernih		10-40
	Sedikit keruh	0-100	20-60
	Keruh		40-80
	Sangat keruh		60-100



Gambar 2. Grafik fungsi keanggotaan kekeruhan air

Fungsi Keanggotaan kekeruhan air dirumuskan seperti berikut:

$$\mu_{\text{Sangat jernih}}[x] = \begin{cases} 1 & \text{if } 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{20-x}{10} & \text{if } 10 \leq x \leq 20 \\ 0 & \text{if } x \geq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Jernih}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 10 \text{ atau } x \geq 40 \\ \frac{x-10}{10} & \text{if } 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{40-x}{20} & \text{if } 20 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedikit Keruh}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 20 \text{ atau } x \geq 60 \\ \frac{x-20}{20} & \text{if } 20 \leq x \leq 40 \\ \frac{60-x}{20} & \text{if } 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

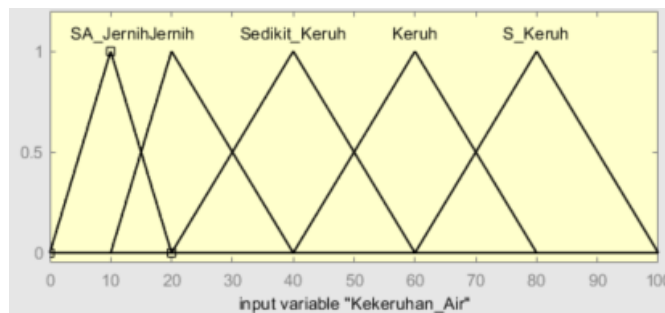
$$\mu_{\text{Keruh}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 40 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-40}{20} & \text{if } 40 \leq x \leq 60 \\ \frac{80-x}{20} & \text{if } 60 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat Keruh}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 60 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-60}{20} & \text{if } 60 \leq x \leq 80 \\ 1 & \text{if } x \geq 80 \end{cases}$$

2) Fungsi Keanggotaan Temperatur air

Tabel 4. Fungsi Keanggotaan Temperatur Air

Variabel	Nama Himpunan	Semesta Domain	Domain Unit
Temperatur Air	Dingin		0-10
	Sedang		5-20
	Hangat	0-45	15-30
	Panas		25-40
	Sangat Panas		35-45



Gambar 3. Grafik Fungsi Keanggotaan Temperatur air

Fungsi Keanggotaan kekeruhan air dirumuskan seperti berikut:

$$\mu_{\text{Sangat jernih}} [x] = \begin{cases} 1 & \text{if } 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{20-x}{10} & \text{if } 10 \leq x \leq 20 \\ 0 & \text{if } x \geq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Jernih}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 10 \text{ atau } x \geq 40 \\ \frac{x-10}{10} & \text{if } 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{40-x}{20} & \text{if } 20 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedikit Keruh}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 20 \text{ atau } x \geq 60 \\ \frac{x-20}{20} & \text{if } 20 \leq x \leq 40 \\ \frac{60-x}{20} & \text{if } 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

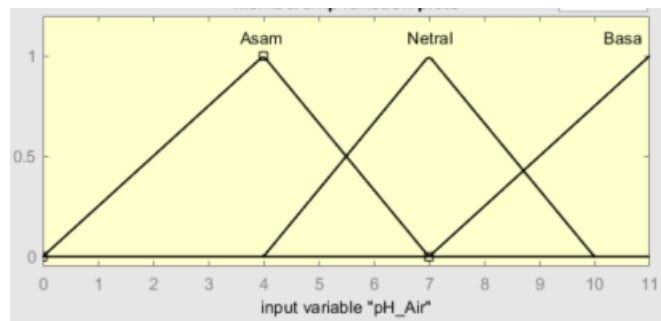
$$\mu_{\text{Keruh}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 40 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-40}{20} & \text{if } 40 \leq x \leq 60 \\ \frac{80-x}{20} & \text{if } 60 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat Keruh}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 60 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-60}{20} & \text{if } 60 \leq x \leq 80 \\ 1 & \text{if } x \geq 80 \end{cases}$$

3) Fungsi Keanggotaan pH air

Tabel 5. Fungsi Keanggotaan pH Air

Variabel	Nama Himpunan	Semesta Domain	Domain Unit
pH Air	Asam		0-4
	Basa	0-11	4-7
	Netral		7-11



Gambar 4. Grafik Fungsi Keanggotaan pH Air

Fungsi Keanggotaan pH air dirumuskan seperti berikut:

$$\mu_{\text{Dingin}} [x] = \begin{cases} 1 & \text{if } x \leq 4 \\ \frac{7-x}{3} & \text{if } 4 \leq x \leq 7 \\ 0 & \text{if } x \geq 7 \end{cases}$$

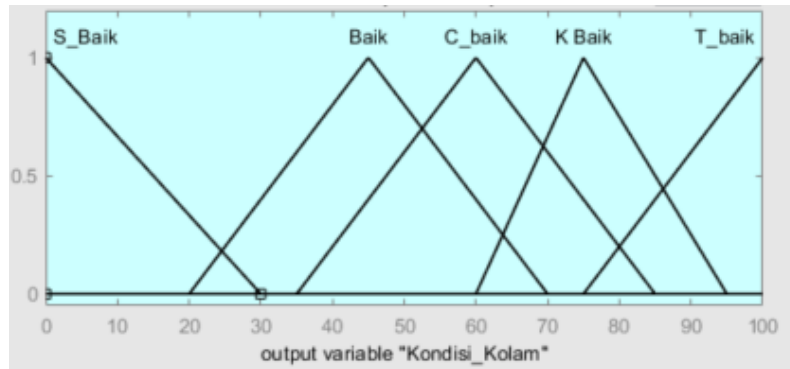
$$\mu_{\text{Hangat}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 4 \text{ atau } x \geq 10 \\ \frac{x-4}{3} & \text{if } 4 \leq x \leq 7 \\ \frac{10-x}{3} & \text{if } 7 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat Panas}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 7 \\ \frac{x-7}{4} & \text{if } 7 \leq x \leq 11 \\ 1 & \text{if } x \geq 11 \end{cases}$$

Selanjutnya, untuk hasil pengujian terhadap kolom. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 7. seperti berikut:

Table 6. Output fungsi keanggotaan kondisi kolam

Variabel	Nama Himpunan	Semesta Domain	Domain Unit
Kondisi Kolam	Sangat Baik		0-30
	Baik		20-70
	Cukup Baik	0-100	35-85
	Kurang Baik		60-95
	Tidak Baik		75 -100



Gambar 5. Grafik Fungsi Keanggotaan Kondisi Kolam

Fungsi Keanggotaan kondisi kolam dirumuskan seperti berikut:

$$\mu_{\text{Sangat Baik}}[x] = \begin{cases} 1 & \text{if } x \leq 20 \\ \frac{30-x}{10} & \text{if } 20 \leq x \leq 30 \\ 0 & \text{if } x \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Baik}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 20 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-20}{15} & \text{if } 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{70-x}{35} & \text{if } 35 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Cukup Baik}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 35 \text{ atau } x \geq 85 \\ \frac{x-35}{25} & \text{if } 35 \leq x \leq 60 \\ \frac{85-x}{25} & \text{if } 60 \leq x \leq 85 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Kurang Baik}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 60 \text{ atau } x \geq 95 \\ \frac{x-60}{15} & \text{if } 60 \leq x \leq 75 \\ \frac{95-x}{20} & \text{if } 75 \leq x \leq 95 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tidak Baik}}[x] = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 75 \\ \frac{x-75}{25} & \text{if } 75 \leq x \leq 90 \\ 1 & \text{if } x \geq 90 \end{cases}$$

Hasil dari pemrosesan logika Fuzzy juga akan ditampilkan di aplikasi Koi SmartPool seperti pada gambar 8.

6. Daftar Pustaka

- [1] Lembang, M. S., & Kuing, L. (2021). Efektivitas Pemanfaatan Sistem Resirkulasi Akuakultur (Ras) Terhadap Kualitas Air Dalam Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus Rubrofusculus*). *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(2), 105-112. DOI: <https://doi.org/10.24319/jtpk.12.105-112>.
- [2] Indriyanto, S., Syifa, F. T., & Permana, H. A. (2020). Sistem Monitoring Suhu Air pada Kolam Benih Ikan Koi Berbasis Internet of Things. *TELKA-Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, 6(1), 10-19. DOI: <https://doi.org/10.15575/telka.v6n1.10-19>.
- [3] Juanda, S. J., Sianturi, I. T., & Panuntun, M. F. (2022). Pemeliharaan Calon Induk Koi (*Cyprinus carpio*, L) dengan Media Filter pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (Jvip)*, 3(1), 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.35726/jvip.v3i1.714>.
- [4] Najib, W., & Sulisty, S. (2020). Tinjauan Ancaman dan Solusi Keamanan pada Teknologi Internet of Things. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 9(4), 375-384.
- [5] Zafi, S., Halimatussadiyah, R. A., Duri, R., & Rianti, R. (2023). Rancang Bangun Alat Pemotong Tahu Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21663-21669. DOI: <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.9750>.
- [6] Mazhar, M. S., Saleem, Y., Almogren, A., Arshad, J., Jaffery, M. H., Rehman, A. U., ... & Hamam, H. (2022). Forensic analysis on internet of things (IoT) device using machine-to-machine (M2M) framework. *Electronics*, 11(7), 1126.
- [7] Itmamunnafi, A., Wibowo, S. A., & Vendyansyah, N. (2024). Design and Build the LabM2M Platform as an IoT (Internet Of Things) Gateway Using Web Services. *International Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(1), 17-24.
- [8] Putra, G. M., & Faiza, D. (2021). Pengendali Suhu, Kelembaban Udara, Dan Intensitas Cahaya Pada Greenhouse Untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Internet Of Things (IOT). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(3), 11404-11419. DOI: <https://doi.org/10.31004/jptam.v5i3.2162>.
- [9] Hidayat, F., Harijanto, A., & Supriadi, B. (2022). Rancang Bangun Alat Ukur Sistem Monitoring Ph dan Suhu Kolam Ikan Lele berbasis IoT Dengan Esp8266. *Jurnal Kumbaran Fisika*, 5(2), 77-84. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.77-84>.
- [10] Nasution, H. S., Jayadi, A., & Rikendry, R. (2022). Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengereman Robot Mobile Berdasarkan Jarak Dan Kecepatan. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 3(1), 15-24. DOI: <https://doi.org/10.33365/jtikom.v3i1.1634>.
- [11] Kristiantya, Y. N., Setiawan, E., & Prasetio, B. H. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar menggunakan Logika Fuzzy berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(7), 3145-3154.
- [12] Hartanto, S. (2017). Implementasi fuzzy rule based system untuk klasifikasi buah mangga. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 103-122. DOI: <https://doi.org/10.29103/techsi.v9i2.217>.

- [13] Dekayanti, T. (2020). Manajemen Pemasaran Usaha Budidaya Ikan Hias Koi (*Cyprinus carpio* L) di Unlam III Kelurahan Guntung Paikat Kecamatan Banjarbaru Selatan Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. *Aquana: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 22-28. DOI: <https://doi.org/10.20527/aquana.v1i1.8>.
- [14] Sa'adati, F. T., & Andayani, S. (2022). Analisis Kesehatan Ikan Berdasarkan Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus Sp.*) Sistem Resirkulasi. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 6(3), 20-26. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2022.006.03.4>.
- [15] Vipriandhito, I., Kusuma, A. P., & Permadi, D. F. H. (2022). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KUALITAS AIR PADA KOLAM IKAN KOI BERBASIS ARDUINO. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 875-879. DOI: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5768>.
- [16] Suriana, S., Lubis, A. P., & Rahayu, E. (2021). Sistem Monitoring Jarak Jauh Pada Suhu Kolam Ikan Nila Bangkok Memanfaatkan Internet of Things (IOT) Berbasis NODEMCUESP8266. *JUTSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 1(1), 1-8. DOI: <https://doi.org/10.33330/jutsi.v1i1.1004>.
- [17] Fahmi, N., & Natalia, S. (2020). Sistem Pemantauan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IoT. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(4), 1243-1248. DOI: <http://dx.doi.org/10.30865/mib.v4i4.2486>.
- [18] Indartono, K., Kusuma, B. A., & Putra, A. P. (2020). Perancangan sistem pemantau kualitas air pada budidaya ikan air tawar. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 1(2), 11-17. DOI: <https://doi.org/10.24076/joism.2020v1i2.23>.
- [19] Kadir, S. F. (2019). Mobile Iot (Internet Of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 3(1), 298-305.
- [20] Rohadi, E., Adhitama, D. W., Ekojono, E., Ariyanto, R., Asmara, R. A., Ronilaya, F., ... & Setiawan, A. (2018). Sistem Monitoring Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things Menggunakan Raspberry Pi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(6), 745-750.