

Sistem Pengatur Suhu Dan PH Air Aquarium Otomatis Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis NodeMCU

Aldi Triavin Dwi Putra^{1*}, Mardi Hardjianto²

^{1,2}Fakultas Teknik Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}1811501491@student.budiluhur.ac.id, ²mardi.hardjianto@budiluhur.ac.id

(* : corresponding author)

Abstrak

Ikan *Guppy* merupakan ikan air tawar yang banyak ditemui pada daerah tropis. Ikan *Guppy* banyak digemari karena memiliki corak dan pola warna yang indah. Ikan *Guppy* banyak dibudidayakan karena memiliki nilai jual yang cukup tinggi pada kalangan penghobi ikan hias. Pemeriksaan kondisi suhu dan pH *aquarium* budidaya umumnya masih dilakukan secara manual. Lingkungan ideal bagi ikan *Guppy* berkisar pada suhu 24°C sampai 32°C dan pH 6 sampai 7. Penulis telah melakukan penelitian untuk memonitoring dan mengatur suhu serta pH secara otomatis dengan menggunakan metode *fuzzy*. Pada pengujian yang sudah dilakukan, alat yang dibuat membaca nilai suhu dan pH dengan baik. Sensor yang digunakan sebagai input pada perangkat yang dibuat yaitu sensor DS18B20 dan sensor PH 4502C. Alat dapat mengubah nilai input suhu kedalam himpunan keanggotaan *fuzzy* dengan baik. Nilai *fuzzy* yang didapat kemudian akan digunakan untuk menentukan nilai *output* dari perangkat yang sudah terhubung. *Output* yang digunakan merupakan pompa DC 12v sebanyak empat buah dimana akan digunakan untuk menaikkan suhu, menurunkan suhu, menguras air dan mengisi air pada *aquarium* yang digunakan. Alat yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan suhu yaitu sebuah termoelektrik yang diapit dengan dua water block. Perangkat yang dibuat menggunakan mikrokontroler NodeMCU sebagai pengolah data input dan akan memberikan sinyal output pada relay yang sudah terhubung dengan pompa. Pada hasil pengujian rancangan yang sudah dilakukan, rancangan sistem dapat bekerja dengan baik dan mampu memberikan nilai output sesuai dengan perhitungan *fuzzy* yang sudah di tentukan. Pada pengujian rancangan perangkat input membaca nilai suhu antara 24,25 – 27,94°C dan memberikan nilai 1 pada keanggotaan *fuzzy* sedang. Pada perangkat input pH, ketika alat memberi nilai 6,48 dan memberikan nilai 0,33 pada keanggotaan *fuzzy* asam.

Kata Kunci: *Guppy*, Suhu, pH, *Fuzzy*

Abstract

Guppies are freshwater fish that are commonly found in the tropics. Guppies are very popular because they have beautiful patterns and colors. Guppy fish are widely cultivated because they have a fairly high selling value among ornamental fish hobbyists. Checking the temperature and pH conditions of aquaculture aquariums is generally still done manually. The ideal environment for guppy fish ranges from a temperature of 24°C to 32°C and a pH of 6 to 7. The author has conducted research to monitor and adjust the temperature and pH automatically using the fuzzy method. In the tests that have been carried out, the tool made reads the temperature and pH values well. The sensors used as inputs to the device made are the DS18B20 sensor and the PH 4502C sensor. The tool can change the temperature input value into a fuzzy membership set well. The fuzzy value obtained will then be used to determine the output value of the connected device. The output used is four 12v DC pumps which will be used to raise the temperature, lower the temperature, drain the water and fill the water in the aquarium used. The tool used to raise and lower the temperature is a thermoelectric flanked by two water blocks. The device is made using the NodeMCU microcontroller as an input data processor and will provide an output signal to the relay that is connected to the pump. On the results of the design testing that has been done, the system design can work well and is able to provide output values in accordance with the predetermined fuzzy calculations. In testing the design of the input device, it reads the temperature value between 24.25 – 27.94oC and gives a value of 1 for the medium fuzzy membership. On the pH input device, when the tool gives a value of 6.48 and gives a value of 0.33 on the fuzzy acid membership.

Keywords: *Guppy*, Temperature, pH, *Fuzzy*

1. PENDAHULUAN

Ikan *Guppy* merupakan salah satu jenis ikan air tawar berukuran kecil yang banyak ditemukan di daerah tropis. Ikan *Guppy* merupakan salah satu jenis ikan yang mudah beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan memiliki toleransi tinggi terhadap suhu, salinitas, bahkan perairan tercemar sekalipun. Ikan *Guppy* jantan memiliki bentuk sirip dan pola warna yang lebih menonjol dari ikan betina. Warna dan pola pada tubuh ikan jantan membuat ikan *Guppy* jantan lebih banyak digemari para penghoby ikan hias [1]. Salah satu faktor penting keberhasilan pada budidaya ikan *Guppy* adalah kualitas air dan juga suhu air pada *aquarium* ikan *Guppy*.

Ikan *Guppy* merupakan ikan yang cukup tahan terhadap salinasi yang tinggi dan pH air yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Pada penelitian lain yang bertujuan mengukur

pertumbuhan ikan *Guppy* pada suhu air tertentu, menghasilkan kesimpulan bahwa suhu paling efektif untuk pemeliharaan ikan ada di rentang 28-30°C [2]. Penelitian lain juga menjelaskan tentang pengaruh pH dan suhu air terhadap rasio kelahiran ikan *Guppy*, dari hasil penelitian tersebut ikan yang bereproduksi pada suhu yang cukup tinggi (32°C) dan pH antara 6- 7 lebih besar rasio kelahiran ikan jantan [3].

Pembudidaya ikan *Guppy* umumnya kurang memperhatikan suhu dan pH air pada aquarium mereka. Hal ini dapat membuat resiko kematian ikan meningkat serta pertumbuhan menjadi kurang maksimal [4]. pH air dapat mempengaruhi Kesehatan ikan apabila kadar pH air lebih rendah atau lebih tinggi dari pH normalnya. pH air yang tidak normal dapat membuat ikan menjadi tidak nyaman, stress bahkan dapat membuat ikan mati [5]. Pemeliharaan ikan pada *aquarium* masih banyak dilakukan secara manual, sistem ini masih kurang efektif karna membutuhkan tenaga dan waktu yang lebih banyak [6].

Pemeliharaan ikan *Guppy* dapat menjadi lebih efektif dengan menggunakan alat yang dapat mengendalikan kualitas air pada aquarium. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuat lah sistem otomatis yang dapat mengendalikan kualitas air. Pada penelitian yang dilakukan oleh rizky widya telah berhasil membuat sistem monitoring dan pengendalian suhu dan pH air menggunakan metode KNN [7]. Pada sistem yang dibuat menggunakan LCD untuk menampilkan nilai sensor yang terbaca pada *aquarium* dan akan melakukan klasifikasi terhadap nilai sensor untuk menentukan Tindakan dari aktuator.

Berdasarkan permasalahan yang ada dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya penulis membuat sistem yang dapat mengendalikan dan memonitoring kondisi air pada aquarium *Guppy* dengan menggunakan metode *fuzzy*. Sistem pengendalian kualitas air pada aquarium yang akan dibuat memiliki dua parameter yaitu suhu dan pH. Pengukuran nilai suhu dan pH pada aquarium menggunakan sensor DS18B20 dan sensor pH 4505C degan menggunakan menggunakan mikrokontroler NodeMCU. Mikrokontroler NodeMCU akan memproses dan nilai yang terbaca sensor untuk menentukan tindakan dari aktuator. NodeMCU juga akan mengirim data sensor pada server lokal yang akan ditampilkan pada halaman web monitoring.

Layaknya sebuah mikrokontroler, NodeMCU ESP8266 juga dapat diprogram menggunakan bantuan sebuah *tools* seperti *Visual Studio Code* dan *Arduino IDE*. Program yang sudah dibuat harus diunggah pada NodeMCU dengan cara menghubungkan NodeMCU dengan komputer menggunakan kabel data *micro USB*[8]. Istilah NodeMCU mengarah pada sebuah firmware yang digunakan, bukan pada perangkat keras atau *board* itu sendiri. Board yang digunakan sendiri memiliki nama *development kit*. NodeMCU yang saat ini banyak dipasarkan antara lain: Amica dan Lolin/WeMos dan DOIT dengan beberapa versi yaitu V1, V2, dan V3.[9]. Contoh dari NodeMCU ESP8266 V3 seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. NodeMCU ESP8266

(Sumber : <https://components101.com/sites/default/files/components/ESP8266-NodeMCU.jpg>)

Sensor DS18B20 adalah alat yang dapat membaca panas atau suhu menjadi tegangan yang dapat dibaca oleh pin digital. Sensor DS18B20 menggunakan one wire interface sehingga tidak memerlukan banyak kabel pada penggunaannya. Sensor DS18B20 bekerja dengan cara merubah nilai panas yang ditangkap menjadi tegangan listrik. Sensor DS18B20 dapat digunakan secara parallel dengan satu input. Ini memungkinkan kita untuk memasang lebih dari satu sensor namun hanya menggunakan satu pin input pada mikrokontroler[10]. Contoh dari sensor DS18B20 yang sering digunakan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Sensor DS18B20

(Sumber : https://2.bp.blogspot.com/-2ovLgnGLkD4/WZKmtz4r9kI/AAAAAAAAAJSQ/M_z_9u7Skfgkf-o1ock--iNrtkJKxZrmwCLcBGAs/s1600/1.jpg)

Sensor pH 4502C akan membaca nilai ion pada larutan dan mengubahnya menjadi besaran listrik [11]. Nilai pH pada suatu larutan berada pada nilai 0 hingga 14. Suatu cairan dinyatakan memiliki sifat netral jika bernilai 6,0 sampai 8,0. Sensor pH merupakan alat berupa elektroda gelas yang terdiri dari gelembung yang sensitif terhadap pH. Contoh dari sensor pH 4502C dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor pH 4502C

(Sumber : https://3.bp.blogspot.com/-o9Op8r3BQKU/WKc5sa_LW6I/AAAAAAAAAFcw/ZnmnCJat-yYE_Brg65RJ7iSHqE_43Rk3gCLcB/s1600/Capture.JPG)

Pada penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan nilai output. Logika *fuzzy* merupakan kebalikan dari logika pada komputer pada umumnya dimana memiliki nilai tegas yaitu 0 atau 1. Logika *fuzzy* dapat memiliki nilai 0 atau 1 dalam waktu bersamaan [12]. Dalam logika *fuzzy* terdapat empat komponen utama yang harus ada, yaitu fuzzifikasi, *fuzzy rule base*, inferensi dan defuzzifikasi [13].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Berikut ini adalah metode pengumpulan data yang telah dilakukan penulis yaitu :

- a. Observasi
Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini dengan cara mengumpulkan data secara langsung pada *aquarium Guppy* dan beberapa sampel air yang digunakan sebagai perbandingan.
- b. Studi Literatur
Pada penelitian ini penulis mempelajari dan melakukan review dari berbagai jurnal penelitian terdahulu serta referensi lain yang sesuai dengan permasalahan yang diamati.

2.2 Rancangan Pengujian

Rancangan pengujian dalam penelitian menggunakan beberapa peralatan seperti pada Tabel 1. Terdapat dua alat yang berfungsi sebagai input ke dalam mikrokontroler yaitu sensor

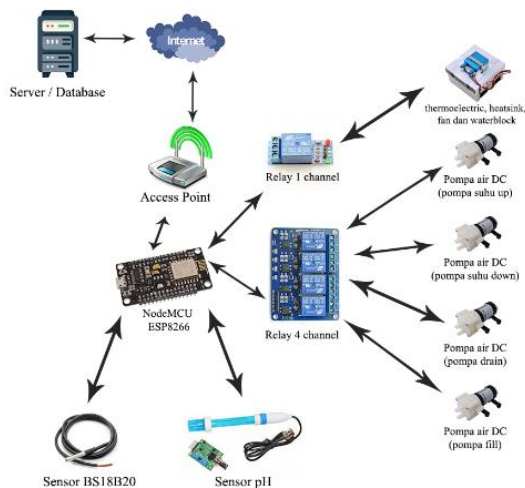
suhu DS18B20 dan juga sensor pH 4502C. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini yaitu NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 sudah memiliki module wifi yang menjadi satu board dengan komponen lainnya. Dengan adanya module wifi pada NodeMCU ESP8266 peneliti dapat mengirim data yang diperoleh dari sensor ke dalam database tanpa module tambahan. Aquarium yang akan digunakan sebagai pengujian dalam penelitian ini berukuran 30x15x20cm dan ketinggian air yang digunakan 15cm dengan volume air $\pm 6,7$ liter.

Tabel 1. Daftar Alat

No	Nama Alat
1	NodeMCU ESP8266
2	Shield NodeMCU ESP8266
3	Sensor DS18B20
4	Sensor pH 4502C
5	Power Supply 12v
6	Selang Air
7	Pompa Air DC
8	Kipas DC
9	Termoelektrik
10	Water block
11	Heat sink

2.3 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari alat pada penelitian ini dapat bekerja dengan jaringan internet dimana mikrokontroler NodeMCU ESP8266 nantinya akan mengirim data yang diperoleh dari sensor kedalam server atau database lokal yang sudah disiapkan. Setelah data tersimpan pada database maka pengguna dapat melihat histori data dan data suhu saat ini 25 yang berada pada database melalui website. Ilustrasi dari prinsip kerja alat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prinsip Kerja Alat

2.4 Metode Fuzzy pada Rancangan Alat

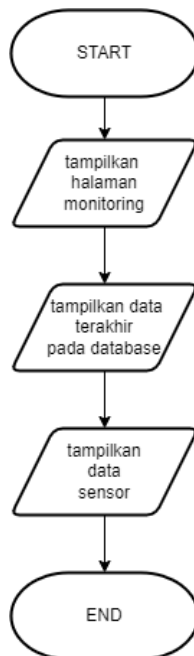
Metode *fuzzy* untuk menentukan output berdasarkan input dari sensor yang digunakan. Metode *fuzzy* dalam rancangan sistem kendali yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* sugeno dengan model himpunan trapesium. Pada inferensi *fuzzy* menggunakan metode sugeno memiliki karakteristik dimana konsekuen tidak merupakan himpunan *fuzzy* namun

merupakan suatu persamaan linier dengan variable sesuai variable input [14]. Pada logika *fuzzy* dengan model himpunan trapesian memiliki rumus seperti (1)

$$\text{himpunan fuzzy} = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq \end{cases} \quad (1)$$

2.5 Alur Kerja Halaman Monitoring

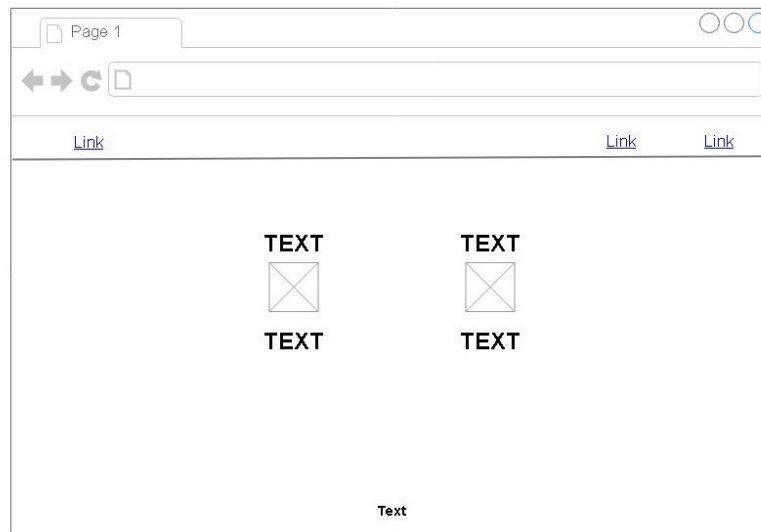
Pada penelitian ini halaman monitoring dijalankan pada web browser. Halaman monitoring akan mengambil data pada database yang berjalan pada jaringan lokal. Database pada berjalan pada server lokal yang terhubung dengan jaringan yang sama dengan NodeMCU. Alur kerja pada halaman monitoring seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur Kerja Halaman Monitoring

2.6 Rancangan Tampilan Halaman Monitoring

Halaman monitoring pada penelitian ini akan menggunakan server lokal yang akan dijalankan pada laptop yang terhubung pada jaringan yang sama dengan NodeMCU. Halaman monitoring merupakan halaman yang akan menampilkan data paling baru yang dikirim NodeMCU ke dalam database. Rancangan layar dari halaman monitoring seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Halaman Monitoring

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Metode

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode logika *fuzzy* dimana akan menghasilkan output berupa sinyal yang akan diberikan kepada selenoid untuk menghidupkan air untuk mengatur suhu dan pH. Berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan penulis menggunakan nilai keanggotaan *fuzzy* seperti pada Tabel 2. Parameter suhu dan pH air yang akan menjadi input didapatkan dari sensor suhu DS18B20 dan juga sensor pH 4502C.

Tabel 2. Anggota Himpunan Fuzzy

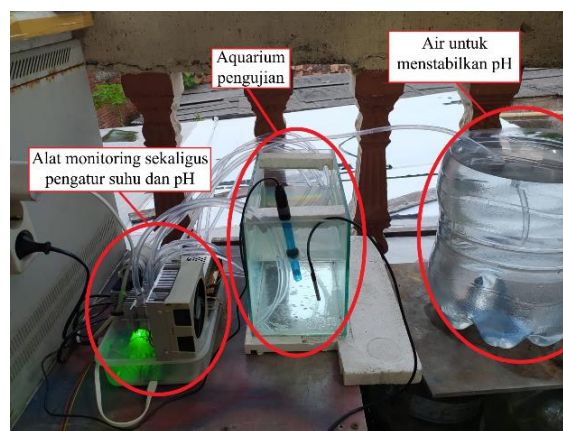
Input / Output	Alat	Fuzzy Set	Domain
Input	Sensor suhu DS18B20	Dingin	(0, 0, 15, 23)
		Sedang	(18, 23, 30, 35)
		Panas	(31, 36, 50, 50)
	Sensor pH	Sangat Asam	(0, 0, 3, 4.5)
		Asam	(3.5, 5, 5, 6.5)
		Normal	(6, 6.5, 7, 8)
		Basa	(7.5, 8.5, 8.5, 10)
Output	Pompa untuk menaikkan suhu	Kosong	0
		Sedikit	60
		Banyak	120
	Pompa untuk menurunkan suhu	Kosong	0
		Sedikit	60
		Banyak	120
	Pompa untuk membuang dan menambahkan air	Kosong	0
		Sedikit	50
		Sedang	100
	Banyak	150	

Pada penelitian ini menggunakan 15 rules pada logika *fuzzy* yang akan menentukan nilai output. Rules yang digunakan antara lain yaitu :

- a. Suhu dingin dan pH sangat asam maka pompa untuk menaikkan suhu banyak, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air banyak.
- b. Suhu dingin dan pH asam maka pompa untuk menaikkan suhu banyak, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air sedang.
- c. Suhu dingin dan pH normal maka pompa untuk menaikkan suhu banyak, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air kosong.
- d. Suhu dingin dan pH basa maka pompa untuk menaikkan suhu banyak, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air sedang.
- e. Suhu dingin dan pH sangat basa maka pompa untuk menaikkan suhu banyak, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air banyak.
- f. Suhu sedang dan pH sangat asam maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air banyak.
- g. Suhu sedang dan pH asam maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air sedang.
- h. Suhu sedang dan pH normal maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air kosong.
- i. Suhu sedang dan pH basa maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air sedang.
- j. Suhu sedang dan pH sangat basa maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu kosong, pompa untuk membuang dan mengisi air banyak.
- k. Suhu panas dan pH sangat asam maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu banyak, pompa untuk membuang dan mengisi air banyak.
- l. Suhu panas dan pH asam maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu banyak, pompa untuk membuang dan mengisi air sedang.
- m. Suhu panas dan pH normal maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu banyak, pompa untuk membuang dan mengisi air kosong.
- n. Suhu panas dan pH basa maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu banyak, pompa untuk membuang dan mengisi air sedang.
- o. Suhu panas dan pH sangat basa maka pompa untuk menaikkan suhu kosong, pompa untuk menurunkan suhu banyak, pompa untuk membuang dan mengisi air banyak.

3.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor suhu DS18B20 dan pH 4502C kedalam aquarium pengujian serta selang yang terhubung dengan pompa kedalam aquarium dan media penampungan air yang digunakan untuk memasukan air baru kedalam *aquarium*. Tampilan dari media pengujian seperti pada Gambar 7.

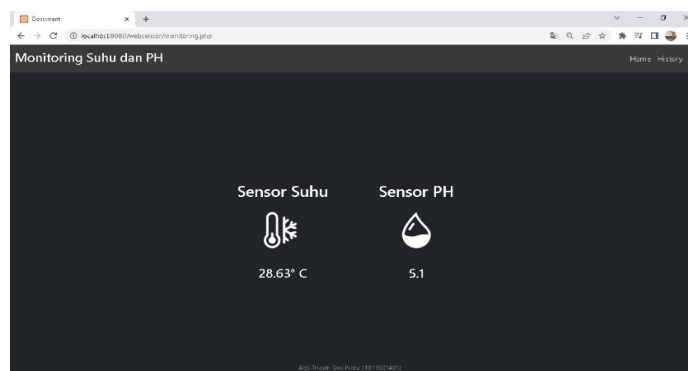


Gambar 7. Tampilan Alat Pengujian

Pada pengujian suhu tinggi pada aquarium sensor membaca suhu tertinggi pada suhu 27,94°C dengan kondisi aquarium diletakan pada area terbuka pada siang hari. Pengujian pada suhu rendah dilakukan pada area terbuka dan alat dijalankan selama 24 jam untuk memantau kondisi aquarium. Berdasarkan data yang didapat suhu terendah berada pada dinihari pada suhu 24,25°C. Pengujian terhadap pH dilakukan dengan memantau pH pada aquarium dan beberapa sampel air yaitu air hujan dan air tanah. Pada air aquarium didapati pH 7,1. Pada sampel air hujan didapati pH 6,48. Pada sampel air tanah didapati pH 7,78.

3.3 Hasil Pengujian Halaman Monitoring

Pada tahap pengujian yang sudah dilakukan, halaman monitoring berhasil menampilkan data terbaru pada database. Halaman monitoring dapat menampilkan data sesuai dengan data yang dimasukan pada database. Halaman monitoring memerlukan delay selama satu detik untuk mengambil data terbaru pada database. Tampilan dalam halaman monitoring seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman Monitoring

3.4 Hasil Pengujian Alat

Pada tahap ini, penulis melakukan beberapa kali pengujian terhadap alat yang digunakan dalam sistem otomatis. Untuk hasil pengujian seperti tabel dibawah ini:

a. Tabel Pengujian Sistem Otomasi pada Suhu Air Tinggi

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian terhadap sistem berdasarkan nilai input yang didapat sensor. Pengujian ini dilakukan dengan pengamatan pada hasil baca sensor suhu pada aquarium saat siang hari. Pada hasil pemantauan yang dilakukan nilai tertinggi suhu yang didapat sensor adalah 27,94°C. Hasil data dari pemantauan nilai suhu memiliki nilai keanggotaan himpunan *fuzzy* seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pada Suhu Tinggi

No.	Suhu	Fuzzysset		
		Dingin	Sedang	Panas
1	27,94	0	1	0
2	27,88	0	1	0
3	27,81	0	1	0
4	26,75	0	1	0

b. Tabel Pengujian Sistem Otomasi pada Suhu Air Rendah

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian terhadap sistem berdasarkan nilai input yang didapat sensor. Pengujian ini dilakukan dengan pengamatan pada hasil baca sensor suhu pada

aquarium saat malam hari. Pada hasil pemantauan yang dilakukan nilai tertinggi suhu yang didapat sensor adalah 24,25°C. Hasil data dari pemantauan nilai suhu memiliki nilai keanggotaan himpunan *fuzzy* seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pada Suhu Rendah

No.	Suhu	Fuzzysset		
		Dingin	Sedang	Panas
1	24,25	0	1	0
2	24,31	0	1	0
3	24,68	0	1	0
4	24,75	0	1	0

c. Tabel Pengujian Sistem Otomasi pada pH

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian terhadap sistem berdasarkan nilai input yang didapat sensor. Pengujian ini dilakukan dengan pengamatan pada hasil baca sensor pH pada aquarium, sampel air hujan dan sampel air tanah. Hasil data dari pemantauan nilai pH memiliki nilai keanggotaan himpunan *fuzzy* seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Alat Terhadap PH

No.	pH	Media pengujian	Fuzzysset				
			Sangat Asam	Asam	Normal	Basa	Sangat basa
1	7.1	<i>Aquarium</i>	0	0	0,9	0	0
2	6,48	Sampel air hujan	0	0,33	0	0	0
3	7,78	Sampel air tanah	0	0	1	0	0

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan serangkaian uji coba yang sudah dilakukan pada sistem pengaturan suhu dan pH *aquarium* otomatis. maka didapati kesimpulan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Sistem dapat memonitoring suhu dan pH secara otomatis dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C.
- b. Proses pengendalian suhu dapat berjalan secara otomatis dengan menggunakan sensor suhu DS18B20. Nilai suhu yang terbaca sensor akan ditentukan nilai keanggotaan *fuzzy* oleh NodeMCU, yang akan mentukan pompa untuk memanaskan atau mendinginkan yang akan hidup.
- c. Proses pengendalian pH dapat berjalan secara otomatis dengan menggunakan sensor pH 4502C. Nilai pH yang terbaca sensor akan ditentukan nilai keanggotaan *fuzzy* oleh NodeMCU, yang akan menentukan durasi pompa untuk membuang dan menambahkan air pada *aquarium* untuk menyeimbangkan pH

Saran yang dapat menjadi referensi untuk pembangunan selanjutnya pada sistem pengatur suhu dan pH air *aquarium* otomatis ini antara lain:

- a. Penambahan fitur pada halaman monitoring dan histori seperti perintah apa yang dilakukan alat saat membaca kondisi tertentu.
- b. Dapat terhubung dengan jaringan wifi manapun dan menggunakan ip server yang tidak statis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chairunnisa R.A, Windarti, and D. Efizon, “Biologi Reproduksi Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dari Bendungan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau,” *J. Sumberd. dan Lingkungan. Akuatik*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [2] A. B. Ruchin, “Effect of illumination on growth and behaviour of Guppy, *Poecilia Reticulata*,” *Period. Tche Quim.*, vol. 17, no. 35, pp. 338–345, 2020, doi: 10.52571/ptq.v17.n35.2020.30_ruchin_pgs_338_345.pdf.
- [3] V. Kalarani, “Influence Of High Water Temperature On Sex Differentiation In An Ornamental Fish,” vol. 4, no. 4, pp. 1793–1796, 2017.
- [4] M. M. Rahman *et al.*, “Modulation of phenotypic traits under different rearing temperatures: Experimental evidence in male guppy (*poecilia reticulata*),” *Int. J. Aquat. Biol.*, vol. 8, no. 5, pp. 344–364, 2020, doi: 10.22034/ijab.v8i5.856.
- [5] H. Z. Muttaqin, A. Faisol, and A. Wahid, “Penerapan Internet Of Things (IoT) Untuk Monitoring Dan Controlling PH Air Suhu Air Dan Pemberian Pakan Ikan Guppy Pada Aquarium Menggunakan Aplikasi Whatsapp,” *J. JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 276–284, 2022.
- [6] S. F. Kadir, “Mobile Iot (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Aquarium Menggunakan Metode Logika,” *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 298–305, 2019.
- [7] R. W. Mahendra, E. Setiawan, and R. Maulana, “Sistem Pengendali Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Guppy berdasarkan Suhu dan Derajat Keasaman Air menggunakan Metode KNN (K-Nearest Neighbor),” vol. 6, no. 1, pp. 473–481, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [8] N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, “Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot),” *J. Tek. Inform.*, p. 3, 2019.
- [9] A. Satriadi, Wahyudi, and Y. Christiyono, “Perancangan Home Automation Berbasis NodeMcu,” *Transient*, vol. 8, no. 1, pp. 2685–0206, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>
- [10] M. Imam and E. Apriaskar, “Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20,” *J. J-Ensitem*, vol. 06, no. 01, pp. 347–352, 2019.
- [11] B. S. Kusumaraga, S. Syahririni, D. Hadidjaja, and I. Anshory, “Monitoring Kualitas Air Aquarium Berbasis Internet Of Things,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [12] M. D. Irawan and Herviana, “Implementasi Logika Fuzzy Dalam Menentukan Jurusan Bagi Siswa Baru Sekolah Menengah Kejuruan (Smk) Negeri 1 Air Putih,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 129, 2019, doi: 10.36294/jurti.v2i2.427.
- [13] A. Diaz, T. Yuniati, and Y. A. Setyoko, “Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada PH Air Dalam Sistem Otomatisasi Suhu Dan PH Air Aquascape Ikan Guppy,” vol. 8106, pp. 58–70, 2021, [Online]. Available: [http://repository.ittelkom-pwt.ac.id/id/eprint/6713%0Ahttp://repository.ittelkom-pwt.ac.id/6713/8/BAB II.pdf](http://repository.ittelkom-pwt.ac.id/id/eprint/6713%0Ahttp://repository.ittelkom-pwt.ac.id/6713/8/BAB%20II.pdf)
- [14] S. L. Sityo, “Penerapan Fuzzy Inference Sistem Sugeno untuk Penentuan Jumlah Pembelian Obat,” *J. Infor Univ. Pamulang*, vol. 3, no. 2, p. 104, 2018.