

## Sistem Uji Kualitas Air Kultur *Daphnia Sp.* menggunakan Logika Fuzzy berbasis NodeMCU

Fauzi Ali Farhi<sup>1</sup>, Mochammad Hannats Hanafi Ichsan<sup>2</sup>, Dahnia Syauqy<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>falifarhi9@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>hanas.hanafi@ub.ac.id, <sup>3</sup>dahnial87@ub.ac.id

### Abstrak

*Daphnia* merupakan sumber pakan alami yang baik bagi larva atau burayak ikan air tawar. Karena kandungan protein *Daphnia sp.* berkisar 42-54%, kandungan lemak berkisar 6,5-8% dari berat keringnya, dan asam lemak linoleat dan linolenatnya berkisar 7,5 dan 6,7 %. Uji kualitas air tempat hidup *Daphnia* merupakan hal yang perlu diperhatikan agar *Daphnia* yang dihasilkan baik. Parameter kualitas air yang perlu dipantau contohnya yaitu suhu dan ph. Oleh karena itu, maka perlu penelitian yang dapat mempermudah dalam menguji kualitas air kultur *Daphnia*. Yaitu sistem uji kualitas air kultur *Daphnia*. Metode yang digunakan adalah fuzzy sugeno untuk menentukan nilai kualitas air berdasarkan parameter nilai yang diberikan oleh sensor suhu ds18b20 dan sensor ph 4502c. Pengujian yang dihasilkan sensor suhu ds18b20 mempunyai nilai rata-rata kesalahan sebesar 0,88%. dengan pengujian menggunakan 9 sampel yaitu 3 air bersuhu dingin, 3 air bersuhu normal, dan 3 air bersuhu panas yang dibandingkan dengan termometer digital. Untuk pengujian sensor ph mempunyai hasil rata-rata kesalahan sebanyak 9,5%. Dengan pengujian menggunakan 5 jenis air yang berbeda yaitu: air sumur, air kolam, air ph *buffer* 4, air ph *buffer* 7, dan air ph *buffer* 9 yang dibandingkan dengan ph digital. Pengujian metode fuzzy menghasilkan nilai rata-rata kesalahan sebesar 2,89%.

**Kata kunci:** Sistem Uji, *Daphnia*, Kutu Air, NodeMCU, Web Server, Ds18b20.

### Abstract

*Daphnia* are a good natural food source for freshwater fish larvae or fry. *Daphnia sp.* had a protein content ranging from 42-54%, a fat content ranging from 6.5-8% of dry weight, and linoleic and linolenic fatty acids ranging from 7.5 and 6.7%, respectively. Testing the quality of the water where *Daphnia* lives is something that needs to be considered so that the *Daphnia* product is good. Water quality parameters that need to be monitored are, for example, temperature and pH. Therefore, research is needed that can facilitate testing the quality of *Daphnia* culture water. Namely the *Daphnia* culture water quality test system. The method used is fuzzy sugeno to determine the value of water quality based on the parameter values given by the ds18b20 temperature sensor and 4502c ph sensor. The test produced by the ds18b20 temperature sensor has an average error value of 0.88%. by comparing 9 samples, three of cold water, three of normal water, and three of hot water, to a digital thermometer. For testing the ph sensor has an average error result of 9.5%. By testing using 5 different types of water, namely: well water, pond water, pH buffer 4 water, pH buffer 7 water, and pH buffer 9 water compared to digital pH. Testing the fuzzy method produces an average error value of 2.89%.

**Keywords:** Testing System, *Daphnia*, NodeMCU, Ds18b20, PH 4502C, Web Server.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor ikan air tawar terbesar di dunia, kondisi ini menjadikan sektor budidaya ikan air tawar menjadi salah satu andalan Indonesia dalam menopang perekonomian masyarakat. nilai ekspor ikan hias air tawar asal Indonesia

melonjak dari 21 juta USD pada tahun 2012 menjadi 30,8 juta USD pada tahun 2020 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021)

Dalam pembudidayaan ikan air tawar terdapat fase yang dinamakan fase burayak atau fase dimana ikan masih larva. Dalam fase burayak ini, pembudidayaan ikan memilih untuk

menggunakan *Daphnia* untuk makanan burayak ikan karena memiliki gizi yang tinggi.

*Daphnia sp.* atau kutu air merupakan sumber pakan alami yang baik bagi larva atau burayak ikan air tawar (Lingga, 2003). Karena ukuran *Daphnia* sesuai dengan ukuran bukaan mulut ikan (Izzah N., 2014), memiliki gizi yang tinggi yaitu kandungan protein *Daphnia* berkisar 42-54%, kandungan lemak berkisar 6,5-8% dari berat keringnya, dan asam lemak linoleat dan linolenatnya berkisar 7,5 dan 6,7% (Herawati, 2014), dan *Daphnia sp.* juga mengandung sejumlah enzim pencernaan seperti proteinase, peptidase, amilase, lipase dan selulase (berfungsi sebagai ekso-enzim yang membantu proses pencernaan larva ikan).

*Daphnia sp.* tidak selalu tersedia di alam, perkembangannya tergantung pada pakan dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, pembudidaya ikan banyak yang membudidayakan *Daphni*. Pertumbuhan *Daphnia sp.* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor biologis dan lingkungan, faktor biologis dapat berupa gen, jenis kelamin, penyakit atau parasit. Sedangkan, untuk faktor luar dapat berupa suhu dan PH.

Permasalahannya adalah bahwa belum ada alat yang dapat digunakan untuk menguji kualitas air secara khusus untuk *Daphnia* dengan mempertimbangkan parameter pH dan suhu, sehingga para pembudidaya *Daphnia sp* dapat lebih mudah memantau kualitas air dan memastikan bahwa *Daphnia* dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal.

Terdapat rentang suhu serta ph optimal yang harus dipenuhi agar *Daphnia* dapat tumbuh serta berkembang dengan optimal, *Daphnia sp.* dapat tumbuh dan berkembang biak dengan optimal pada suhu 25°C (Razek, 2014), sedangkan untuk kisaran ph yang baik untuk pertumbuhan *Daphnia sp.* Adalah lebih dari 4,55 dan kurang dari 10,13 dan kondisi optimum adalah 7,9 hingga 8,3 (Mahassen M. El-Deeb Ghazy, 2011)

Pengujian kualitas air kolam atau akuarium tempat pembudidayaan *Daphnia sp.* perlu dilakukan agar proses pertumbuhan dan perkembangan *Daphnia* optimal. Saat ini pengukuran masih dilakukan dengan cara konvensional sehingga memerlukan sistem yang dapat menilai kualitas air dengan cepat. Dengan adanya perkembangan teknologi yang pesat pembuatan alat-alat yang canggih yang serba efisien dan lebih praktis mulai bermunculan.

Dengan adanya alat ini akan mempermudah dalam penilaian kualitas air serta mempercepat proses tersebut. Sehingga peneliti ingin melakukan penelitian berupa perancangan dan pengimplementasikan sebuah sistem dengan tujuan untuk menguji kualitas air kultur *Daphnia sp.* secara akurat serta efisien karena data hasil pengukuran bisa dilihat melalui sebuah web server.

Pada penelitian ini peneliti berfokus pada nilai suhu dan nilai ph sebagai parameter kualitas air. Pengukuran nilai suhu menggunakan sensor DS18B20 yang tahan terhadap air, sedangkan untuk mengukur nilai ph menggunakan sensor ph 4502c. Lalu, nilai dari sensor suhu dan ph diolah menggunakan metode *Fuzzy logic* dengan model Takagi Sugeno untuk mengolah nilai suhu dan ph yang telah diterima yaitu dengan membentuk himpunan anggota fuzzy dan menambahkan anggota himpunan. Lalu, digolongkan berdasarkan *rules* yang telah dibuat, selanjutnya proses defuzzifikasi menggunakan metode *mean* atau rata-rata yang menghasilkan nilai kualitas air. Lalu, nilai kualitas air ditampilkan melalui web lokal server yang tersambung dengan perangkat.

Sesuai dengan kebutuhan alat yang dibuat, penggunaan *fuzzy sugeno* lebih efisien dengan komputasi yang lebih sederhana sehingga dapat dieksekusi dengan cepat oleh mikrokontroler, membutuhkan memori yang sedikit, dan waktu komputasi nya lebih cepat dengan akurasi yang bagus, berdasarkan penelitian yang berjudul "*Analisis Perbandingan Algoritma Logika Fuzzy Model Sugeno dan Mamdani untuk Pengukuran Kualitas Kolam Air Renang Berbasis Mikrokontroler*" yang dilakukan dalam penelitian ini juga memiliki 2 parameter yaitu ph dan kesadahan dengan *output* berupa nilai kualitas air. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa kedua metode dapat mengklasifikasikan status air bersih atau kotor dengan tepat, dengan akurasi ketepatan berdasarkan aturan fuzzy yang dibuat sebesar 100%. Adapun untuk model Sugeno memiliki waktu komputasi yang lebih cepat yaitu 2,57 detik dibandingkan dengan model Mamdani 3,45 detik. (Sunarya, 2015)

Sistem ini membuat proses uji kualitas air menjadi lebih mudah, karena sistem ini dilengkapi webserver yang akan mencatat hasil uji kualitas air sehingga alat ini dapat di jadikan alat dokumentasi seperti dalam sebuah

paguyuban peternak yang membutuhkan alat ini sehingga 1 alat bisa di manfaatkan oleh semua anggota kelompok untuk pengujian kualitas air dan sekaligus mencatat hasilnya.

Sistem ini mengeluarkan *output* berupa nilai dan keterangan terkait kualitas air, nilai 0-33 untuk status bahaya bagi *Daphnia sp.* 34-67 untuk status siaga dan 68-100 untuk status baik. Ketika air berstatus siaga maka pembudidaya dapat mengganti air kolam *Daphnia* sebanyak 30% dan jika status bahaya pembudidaya dapat mengganti air kolam *Daphnia* sebanyak 50%.

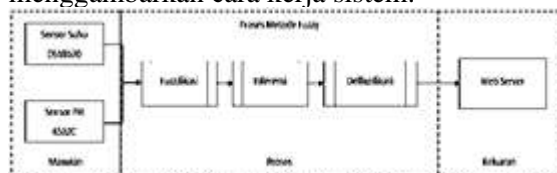
Berdasarkan beberapa penjelasan diatas, peneliti akan mengajukan sebuah penelitian yang berjudul “Sistem Uji Kualitas Air Kultur *Daphnia Sp.* Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis NodeMCU”

## 2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

### 2.1 Gambaran Umum

Sistem ini pada dasarnya dibuat agar dapat melakukan pengujian kualitas pada air tempat pengkulturan *Daphnia sp.* dengan menggunakan parameter suhu dan ph dan hasil pembacaan sensor tersebut akan di tampilkan di sebuah web server dalam bentuk nilai ukur dengan *range* 0 sampai 100. Dengan keterangan 0-33 adalah keadaan yang bahaya bagi *Daphnia sp.* 34-67 untuk keadaan siaga dan 68-100 untuk keadaan baik.

Hasil pembacaan dari sensor suhu dan sensor ph dilakukan dengan cara masing-masing sensor di letakkan di dalam air yang ingin di tes, kemudian untuk melakukan pengukuran maka pencet push button maka, sistem akan bekerja melakukan pembacaan sensor serta mengirimkan hasil pembacaan sensor kedalam web server. Agar lebih jelas penulis menyertakan diagram blok yang menggambarkan cara kerja sistem.



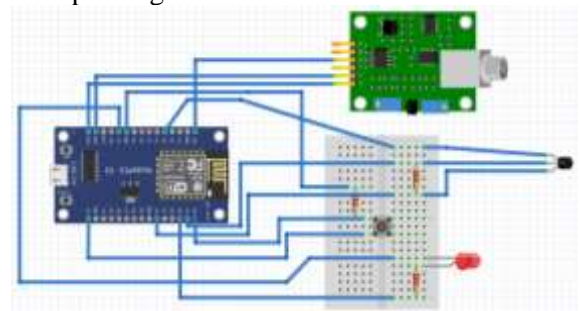
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem yang terdiri dari 3 bagian yaitu masukan, proses, dan keluaran. Pada bagian masukan sensor suhu dan sensor ph membaca

nilai suhu dan ph air selanjutnya nilai tersebut akan diproses dengan metode fuzzy sugeno dengan tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Selanjutnya nilai yang sudah di olah akan menghasilkan keluaran berupa nilai uji kualitas air yang akan di tampilkan pada web server.

### 2.2 Perancangan

Rancangan skematik perangkat keras pada gambar 2 didesain sesuai dengan kebutuhan sistem sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan pembuatannya, berikut merupakan gambar desain skematik sistem:



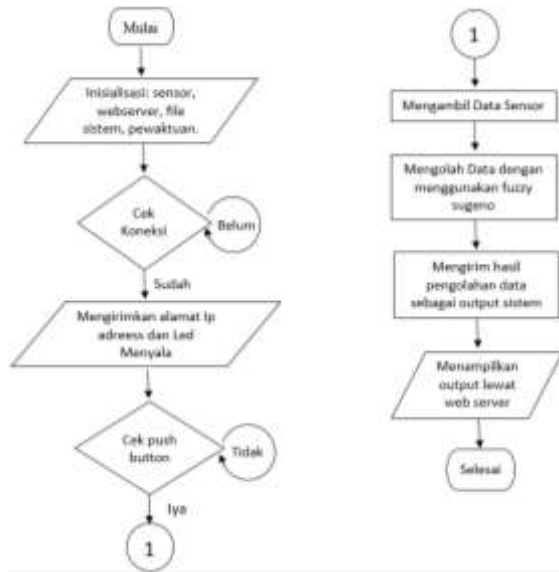
Gambar 2. Desain Skematik perangkat keras Sistem

Berdasarkan Gambar 2 terdapat 6 komponen utama yaitu Nodemcu, sensor PH-4502C, sensor suhu DS18B20, LED, push button, dan breadboard. Semua komponen perlu tersambung sehingga dapat menjalankan fungsinya masing-masing sehingga menjadi kesatuan sistem yang utuh.

Algoritma yang digunakan agar sistem berjalan ditunjukkan pada diagram alir di Gambar 3.

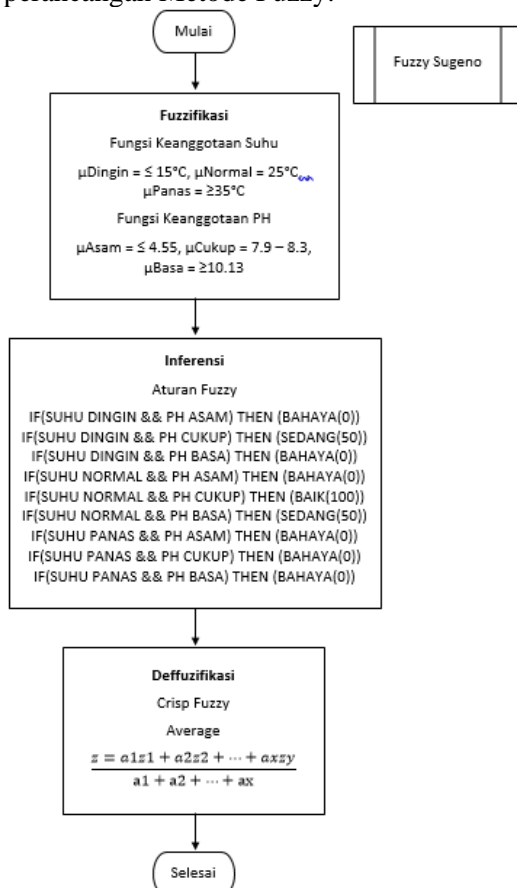
Logika fuzzy yang dipakai yaitu Fuzzy Sugeno. Pada metode ini aturan pada inferensi menggunakan *IF – THEN*, dan juga *output* dari metode ini bukan berupa himpunan fuzzy melainkan berbentuk persamaan linier atau konstanta.

Pada sistem ini nilai suhu dibagi menjadi 3 macam yaitu panas, dingin, dan normal. Kategori panas saat angka lebih dari 35°C, kategori dingin pada saat angka kurang dari 15°C, sedangkan untuk normal yaitu saat nilai pada angka 25°C. Sedangkan untuk ph dikategorikan menjadi 3 yaitu basa, asam, dan cukup. Kategori basa saat ph lebih dari 10.13, kategori asam saat nilai ph kurang dari 4.55, dan untuk kategori cukup yaitu saat nilai ph memiliki nilai 7.9-8.3.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

Pada proses implementasi logika fuzzy terdapat beberapa tahapan didalamnya yang dijelaskan pada flowchart gambar 4 diagram alir perancangan Metode Fuzzy.



Gambar 4. Diagram Alir Logika Fuzzy

Pada gambar 4 dapat dilihat merupakan tahapan yang akan ditempuh suatu data untuk diolah menggunakan metode fuzzy sugeno. Penulis akan menjelaskan serta membuat sebuah contoh

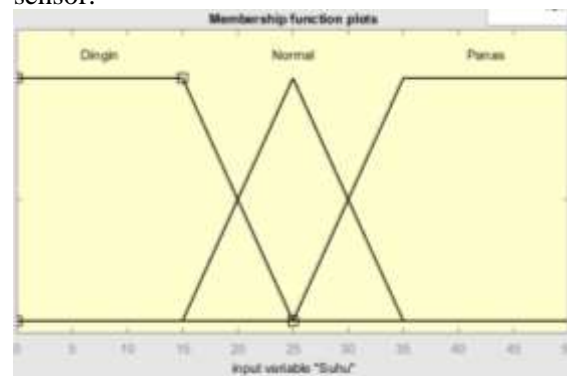
metode fuzzy sugeno bekerja, akan dijelaskan di bawah ini :

### 1. Fuzzifikasi

Tahap pertama dalam metode fuzzy yaitu fuzzifikasi didalamnya yaitu proses penentuan derajat anggota. Fuzzy sets atau himpunan fuzzy digunakan untuk mengkuantifikasi makna linguistik secara heuristik variabel, nilai kebahasaan, dan kaidah kebahasaan yang ditetapkan dinyatakan dengan fungsi keanggotaan dalam semesta U (universe of discourse) (Nufus, 2020).

Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva fungsi yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Bentuk kurva fungsi keanggotaan yang digunakan dalam sistem ini berupa trapesium dan segitiga bentuk trapesium digunakan karena ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 contohnya pada fungsi keanggotaan ph netral yaitu dari nilai 7,9 sampai 8,3 bernilai 1 sedangkan untuk bentuk segitiga karena terdapat 1 titik yang bernilai 1 contohnya pada fungsi keanggotaan suhu normal yaitu nilai 25.

Proses fuzzifikasi mengambil nilai *input* dari sensor suhu dan ph lalu memasukkannya ke dalam aturan yang sudah dibuat. Proses pertama fuzzifikasi adalah menerima nilai data dari hasil kerja sensor suhu dan ph yang menjadi masukan pada sistem, yang akan dipakai untuk menghitung nilai dari tiap derajat keanggotaan dalam nilai suhu dan ph yang diperoleh dari sensor.



Gambar 5. Fungsi keanggotaan Sensor Suhu

Pada gambar diatas merupakan fungsi keanggotaan untuk sensor suhu, yang terdiri dari 3 anggota dan nilai seperti yang ada di gambar. Dari kurva trapesium dapat dimasukkan perhitungan sebagai berikut:

- Dingin[0 15]

$$\mu[\text{Dingin}] = \begin{cases} 1, & x \leq 15 \\ \frac{25-x}{25-15}, & 15 \leq x \leq 25 \\ 0, & x \geq 25 \end{cases}$$

- Normal[25]

$$\mu[\text{Normal}] = \begin{cases} 0, & x \leq 15 \text{ atau } x \geq 35 \\ \frac{x-15}{25-15}, & 15 \leq x \leq 25 \\ \frac{35-x}{35-25}, & 25 \leq x \leq 35 \\ 1, & x = 25 \end{cases}$$

- Panas [35 50]

$$\mu[\text{Panas}] = \begin{cases} 0, & x \leq 25 \\ \frac{x-25}{35-25}, & 25 \leq x \leq 35 \\ 1, & x \geq 35 \end{cases}$$

- Asam[0 4.55]

$$\mu[\text{Asam}] = \begin{cases} 1, & x \leq 4.55 \\ \frac{7.9-x}{7.9-4.55}, & 4.55 \leq x \leq 7.9 \\ 0, & x \geq 7.9 \end{cases}$$

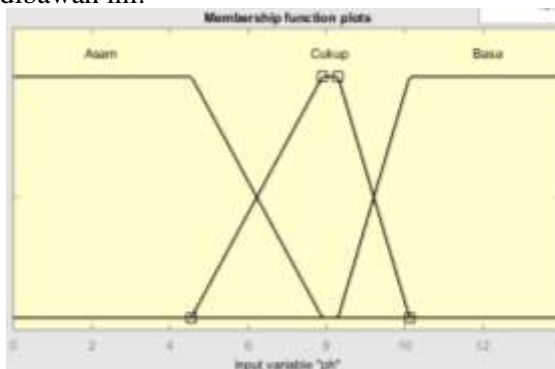
- Cukup[7.9 8.3]

$$\mu[\text{Cukup}] = \begin{cases} 0, & x \leq 4.55 \text{ atau } x \leq 10.13 \\ \frac{x-4.55}{7.9-4.55}, & 4.55 \leq x \leq 7.9 \\ \frac{10.13-x}{10.13-8.3}, & 8.3 \leq x \leq 10.13 \\ 1, & 7.9 \leq x \leq 8.3 \end{cases}$$

- Basa [10.13 14]

$$\mu[\text{Basa}] = \begin{cases} 0, & x \leq 8.3 \\ \frac{x-8.3}{10.13-8.3}, & 8.3 \leq x \leq 10.13 \\ 1, & x \geq 10.13 \end{cases}$$

Selanjutnya adalah fungsi keanggotaan dari sensor ph dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Sensor PH

Pada gambar 6 merupakan fungsi keanggotaan untuk sensor suhu, yang terdiri dari 3 anggota dan nilai seperti yang ada di gambar. Dari kurva trapesium dapat dimasukkan perhitungan sebagai berikut:

## 2. Inferensi

Langkah selanjutnya yaitu proses inferensi, didalam tahapan ini penulis memakai data yang telah penulis miliki berdasarkan kepakaran Bapak Wahyu Setyo Utomo sebagai salah satu peternak *Daphnia* di Malang. Di dalam tahap ini terjadi proses evaluasi terhadap beberapa aturan fuzzy yang telah penulis tentukan sesuai dengan kebutuhan sistem, sehingga sistem akan mengeluarkan *output* sesuai yang diinginkan.

Tabel 1 Rules Fuzzy

Rule	Suhu	Ph	Kondisi	Nilai Uji
0	Dingin	Asam	Bahaya	0
1	Dingin	Cukup	Sedang	50
2	Dingin	Basa	Bahaya	0
3	Normal	Asam	Bahaya	0
4	Normal	Cukup	Baik	100
5	Normal	Basa	Sedang	50
6	Panas	Asam	Bahaya	0
7	Panas	Cukup	Bahaya	0
8	Panas	Basa	Bahaya	0

Pada tabel 1 terdapat 9 aturan yang telah dibuat, semua didapatkan menurut fungsi

keanggotaan himpunan fuzzy yang diperoleh pada tahap fuzzifikasi. Sehingga, menghasilkan rekomendasi dari semua aturan yang akan datang dengan satu kesimpulan.

### 3. Defuzzifikasi

Tahapan selanjutnya sekaligus merupakan tahapan terakhir yaitu tahapan defuzzifikasi. Tahapan ini berupa proses pemetaan himpunan fuzzy logic controller yang diperoleh dari komposisi aturan fuzzy output sehingga menghasilkan himpunan fuzzy dengan range tertentu berupa crisp output. Nilai crisp output atau nilai tegas keluaran merupakan nilai penentu nilai output. Output dari sistem ini juga di sertai keterangan dari nilai yang dikeluarkan dengan bersumber dari kepakaran dari Bapak Wahyu Setyo Utomo yaitu nilai 0-33 adalah keadaan yang bahaya bagi *Daphnia sp.* 34-67 untuk keadaan siaga dan 68-100 untuk keadaan baik. Ketika air berstatus bahaya maka pembudidaya bisa mengganti air nya sebanyak 30% dan jika status bahaya pembudidaya bisa mengganti 50% air dalam kolam *Daphnia*.

Setelah penjelasan mengenai metode fuzzy penulis akan memaparkan perhitungan manual dengan menggunakan metode fuzzy sugeno dengan nilai masukan suhu sebesar 22 dan nilai ph adalah 4. Langkah pertama yaitu menentukan himpunan derajat keanggotaan berdasarkan masukan dari sensor. Tiap himpunan keanggotaan dari nilai suhu tersedia tiga keadaan linguistic yaitu dingin, normal dan panas serta bilangan numerik dari nilai suhu meliputi 15, 25, dan 35. Sedangkan dalam himpunan keanggotaan ph terdapat tiga kondisi linguistik yaitu asam, cukup, dan basa serta bilangan numerik dari nilai ph ialah meliputi 4.55, 7.9, 8.3, dan 10.13.

Selanjutnya pada proses fuzzifikasi maka dilanjutkan pada proses inferensi sebagai evaluasi dari rules fuzzy untuk mendapatkan nilai keluaran pada tiap rules dan dijadikan juga untuk kombinasi pada keluaran semua rules.

$$\begin{aligned} \mu_{dingin}[22] &= \frac{25-22}{25-15} = 0,3 \\ \mu_{normal}[22] &= \frac{22-15}{25-15} = 0,7 \\ \mu_{asam}[4] &= 1 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rules fuzzy yang berjumlah 9, berikut definisi masing-masing rules fuzzy yang digunakan:

Tabel 2. Definisi Fuzzy Rules

		PH		
		Asam	Cukup	Basa
Suhu	Dingin	Bahaya	Sedang	Bahaya
	Normal	Bahaya	Baik	Sedang
	Panas	Bahaya	Bahaya	Bahaya

**Rule [0] :** *IF* (Suhu Dingin && Ph Asam)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Dingin} \cap \mu_{Ph\ Asam})$   
 $= \min(0,3 \cap 1)$   
 $= 0,3$

**Rule [1] :** *IF* (Suhu Dingin && Ph Cukup)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Dingin} \cap \mu_{Ph\ Cukup})$   
 $= \min(0,3 \cap 0)$   
 $= 0$

**Rule [2] :** *IF* (Suhu Dingin && Ph Basa)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Dingin} \cap \mu_{Ph\ Basa})$   
 $= \min(0,3 \cap 0)$   
 $= 0$

**Rule [3] :** *IF* (Suhu Normal && Ph Asam)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Normal} \cap \mu_{Ph\ Asam})$   
 $= \min(0,7 \cap 1)$   
 $= 0,7$

**Rule [4] :** *IF* (Suhu Normal && Ph Cukup)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Normal} \cap \mu_{Ph\ Cukup})$   
 $= \min(0,7 \cap 0)$   
 $= 0$

**Rule [5] :** *IF* (Suhu Normal && Ph Basa)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Normal} \cap \mu_{Ph\ Basa})$   
 $= \min(0,7 \cap 0)$   
 $= 0$

**Rule [6] :** *IF* (Suhu Panas && Ph Asam)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Panas} \cap \mu_{Ph\ Asam})$   
 $= \min(0 \cap 1)$   
 $= 0$

**Rule [7] :** *IF* (Suhu Panas && Ph Cukup)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Panas} \cap \mu_{Ph\ Cukup})$   
 $= \min(0 \cap 0)$   
 $= 0$

**Rule [8] :** *IF* (Suhu Panas && Ph Basa)  
 $\alpha = \min(\mu_{Suhu\ Panas} \cap \mu_{Ph\ Basa})$   
 $= \min(0 \cap 0)$   
 $= 0$

Berdasarkan nilai dari  $\alpha$  yang telah dihitung pada setiap kondisi, maka kita mendapat 2 keadaan yang cocok berikut ini :

*IF* Suhu Dingin(0,3) && Ph Asam(1)  
 THEN Nilai Uji Kualitas Air is Bahaya 0,3

*IF* Suhu Normal(0,7) && Ph Asam(1)  
 THEN Nilai Uji Kualitas Air is Bahaya 0,7

Dengan sudah adanya keadaan yang telah diukur maka tahapan yang selanjutnya yaitu defuzzifikasi untuk menentukan nilai akhir pada keluaran crisp fuzzy. Sehingga bisa langsung dimasukkan didalam rumus average :

$$Average = \frac{0,3 \times 0 + 0,7 \times 0}{0,3 + 0,7}$$

$$= \frac{0}{1}$$

$$= 0$$

Akhirnya nilai akhir sudah didapatkan menggunakan perhitungan manual metode fuzzy sugeno dengan hasil akhir nilai uji kualitas air yaitu 0 yaitu dengan status bahaya dan pembudidaya harus mengganti minimal 50% air pada kolam.

### 2.3 Implementasi

Implementasi sistem ialah pengimplementasian desain perancangan yang sudah dijelaskan dibab sebelumnya, untuk bahan box nya yaitu menggunakan plastik dan berwarna hitam, semua komponen sistem seperti modul sensor, sensor, mikrokontroler, dan projek board ada didalamnya , untuk sensor suhu dan ph berada diluar karena yang akan bersentuhan langsung dengan air, untuk sumber listrik bisa menggunakan power bank yang akan di sambungkan dengan mikrokontroller serta dibutuhkan laptop maupun handphone untuk membuka web server sistem.

Untuk lebih jelasnya penulis menyertakan gambar implementasi purwarupa sistem berikut ini :



Gambar 7 Purwarupa Sistem

## 3. PENGUJIAN

### 3.1. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pada subbab ini penulis akan menguji sensor suhu ds18b20 yang berfungsi sebagai *inputan* pada sistem yang dibuat, pengujian dilakukan dengan menyiapkan 3 wadah air dengan air yang bervariasi yaitu air dingin, normal, dan panas. Sebagai pembanding penulis

menggunakan termometer digital.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui keakuratan sensor dalam mengukur suhu dan mengetahui apakah sensor berkerja dengan baik sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Keberhasilan dari pengujian ini diperoleh dengan mengacu pada hasil perbandingan hasil ukur antara sensor dan alat pembanding.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor DS18B20

No	Media Air	Sensor Ds18b20	Termometer Digital	Presentase kesalahan
1	Dingin	6.25	6.2	0.8
2	Dingin	11.75	11.2	2.127659574
3	Dingin	15	14.6	2.666666667
4	Normal	25.05	25.1	0.183486239
5	Normal	24.8	24.7	0.324675325
6	Normal	26	26.1	0.285714286
7	Hangat	39	39.2	0.512820513
8	Hangat	44.5	44.8	0.674157303
9	Hangat	57	56.8	0.350877193
<b>MAPE =</b>				0.880673011

Menurut hasil yang telah penulis dapat, sensor dapat membaca suhu dengan baik yaitu dengan 9 sampel yaitu 3 air dingin, 3 air normal, dan 3 air panas sensor mendapatkan rata-rata tingkat kesalahan sebesar 0,88%.

### 3.2. Pengujian Sensor PH-4502C

Pada subbab ini penulis akan menguji sensor ph-4502c yang berfungsi sebagai *inputan* nilai ph pada sistem yang dibuat, pengujian dilakukan dengan menyiapkan 5 wadah air dengan air yang bervariasi yaitu air sumur, air kolam, air ph *buffer* dengan ph 4, air ph *buffer* dengan ph 7, dan air ph *buffer* dengan ph 9. Sebagai pembanding penulis menggunakan ph meter digital.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui keakuratan sensor dalam mengukur ph dan mengetahui apakah sensor berkerja dengan baik sesuai dengan keadaan ph yang sebenarnya. Keberhasilan dari pengujian ini diperoleh dengan mengacu pada hasil perbandingan hasil ukur antara sensor dan alat pembanding.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor PH-4502C

No	Air yang digunakan	Sensor PH-4502C	PH meter	Presentase Kesalahan
1	Air Sumur	6.96	7.9	13.50574713
2	Air Kolam Ikan	6.76	7.26	7.396449704

3	Air PH buffer 4	4.47	4.34	2.908277405
4	Air PH buffer 7	6.36	6.86	7.86163522
5	Air PH buffer 9	7.58	8.78	15.83113456
<b>MAPE =</b>				9.500648804

Menurut hasil yang telah penulis dapat, sensor dapat membaca suhu dengan baik yaitu dengan 5 sampel yaitu air sumur, air kolam, air ph buffer dengan ph 4, air ph buffer dengan ph 7, dan air ph buffer dengan ph 9 sensor mendapatkan tingkat keakuratan sebesar 9,5%.

### 3.3. Pengujian Metode Fuzzy

Pada subbab ini penulis akan menguji metode fuzzy sugeno dengan orde -nol yang berfungsi sebagai pengolah data serta sebagai oenentu nilai kualitas air pada sistem yang dibuat, pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengolahan data di nodemcu dan di aplikasi matlab.

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui keakuratan metode fuzzy sugenodalam menentukan nilai kualitas air dan mengetahui apakah metode fuzzy berkerja dengan baik sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Keberhasilan dari pengujian ini diperoleh dengan mengacu pada hasil perbandingan hasil pengolahan data nodemcu dan matlab.

Tabel 5. Hasil Pengujian Metode Fuzzy

No	Suhu (°C)	PH	NodeMCU	Fuzzy Inference System	Presentase Kesalahan
1	19	6	34,25	30,3	11,53284672
2	30	8	50	50	0
3	22	11	35	35	0
4	30	9	39.1	40.1	3,324808
5	16	9	38,23	35,9	6,094690034
6	25	6,5	58,2	58,2	0
7	26	7	60,95	65,8	7,957342084
8	15	11	0	0	0
9	25	8	100	100	0
10	17	7,9	60	60	0
<b>MAPE</b>					2,89

Menurut hasil yang telah penulis dapat, metode fuzzy dapat menentukan output sistem dengan baik berdasarkan data yang input yang

telah penulis masukkan kedalam nodemcu dan matlab sama berupa nilai suhu dan ph, metode fuzzy mendapatkan rata-rata kesalahan sebesar 2,89%.

### 3.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada bagian ini penulis memaparkan pegujian keseluruhan sistem, pengujian ini dilakukan pada tanggal 20 Desember 2022 dengan melakukan 9 pengujian yaitu 3 kali pada pagi hari, 3 kali pada siang hari, dan 3 kali pada sore hari. Pengujian dilakukan dengan merakit semua komponen yang dibutuhkan. Selanjutnya, sensor akan diletakkan kedalam air objek yang sudah disiapkan, kemuadian sistem akan diaktifkan kemudian penulis melihat output sistem.

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui secara menyeluruh apakah sistem berfungsi dengan baik seperti kebutuhan yang telah dipaparkan apada perancangan sistem.

Tabel 6. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Tgl : 20 Desember 2022						
No	Waktu	Suhu (°C)	PH	Output Nilai	Output Rules Fuzzy	Kondisi (Sesuai/Tidak)
1	Pagi Hari	25.5	7.5	Baik	Baik	Sesuai
2	Pagi Hari	25.5	7.5	Baik	Baik	Sesuai
3	Pagi Hari	25.5	7.5	Baik	Baik	Sesuai
4	Siang Hari	26.5	7,6	Baik	Baik	Sesuai
5	Siang Hari	26.5	7.5	Baik	Baik	Sesuai
6	Siang Hari	26.5	7.5	Baik	Baik	Sesuai
7	Sore Hari	25	7,6	Baik	Baik	Sesuai
8	Sore Hari	25	7.5	Baik	Baik	Sesuai
9	Sore Hari	25	7.5	Baik	Baik	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian dari keseluruhan sistem didapatkan hasil pengujian seperti pada tabel 6.4. Pengujian ini dilakukan pada 1 akuarium kultur *Daphnia* yang diukur pada waktu pagi, siang, dan sore hari.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada pengujian yang sudah dilakukan pada penelitian ini yaitu sensor suhu Ds18b20 dapat lakukan fungsinya yaitu



mengambil nilai derajat suhu air dengan satuan *celcius* (°C) serta sensor Ds18b20 mempunyai rata-rata kesalahan yang memuaskan yaitu sebesar 0,88% menggunakan rumus MAPE. Perbandingan yang digunakan yaitu termometer digital dengan 9 kali percobaan yaitu 3 air dingin, 3 air dengan suhu normal, dan 3 air dengan suhu hangat. Sensor ph 4502-C yang juga digunakan untuk mendapatkan nilai ph air. Penggunaan sensor ph-4502C pada penelitian ini mendapatkan hasil yang memuaskan dengan hasil dan analisis pengujian mendapatkan nilai rata-rata kesalahan sebesar 9,5% dengan perbandingan yaitu menggunakan ph meter.

Metode fuzzy yang digunakan pada penelitian ini sebagai penilai dan memberikan keputusan pada sistem untuk nilai uji kualitas air pada akuarium *Daphnia* dengan indikator suhu dan ph. Hasil dan analisis dari pengujian metode fuzzy yang digunakan dengan membandingkan hasil keluaran dari kode program yang digunakan pada sistem dengan *Fuzzy Inference System* pada matlab mendapat hasil yang baik yaitu dengan mendapatkan nilai rata-rata kesalahan pada metode fuzzy yang diterapkan pada sistem yaitu 2,89%.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Chen, L. & F. X. & Z. G. & Z. Y., 2012. Influences of Temperature, pH and Turbidity on the Behavioral Responses of *Daphnia magna* and Japanese Medaka (*Oryzias latipes*) in the Biomonitor. *Procedia Environmental Sciences*, Volume 13, pp. 80-86.
- Darmawan, J., 2014. PERTUMBUHAN POPULASI *Daphnia sp.* PADA MEDIA BUDIDAYA DENGAN PENAMBAHAN AIR BUANGAN BUDIDAYA IKAN LELE DUMBO. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 13(1), pp. 57-63.
- Dharma I, P. T. S. & N. I., 2019. Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM8001 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik*, 17(1), pp. 40-54.
- Herawati, V. M. A., 2014. Analisis Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Larva Lele (*Clarias gariepenus*) yang Diberi Pakan *Daphnia sp.* Hasil Kultur Massal Menggunakan Pupuk Organik Difermentasi. *Pena Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 26(1), pp. 1-9.
- Izzah N., S. a. H. V. E., 2014. PENGARUH BAHAN ORGANIK KOTORAN AYAM, BEKATUL, DAN BUNGKIL KELAPA MELALUI PROSES FERMENTASI BAKTERI PROBIOTIK TERHADAP POLA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BIOMASSA *Daphnia sp.*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), pp. 44-52.
- Kaseger, M. H. P. D. J. K. H. M. W. M. M. N. E. B., 2019. PEMANFAATAN PAKAN ALAMI Alona *sp.*, REBUSAN KUNING TELUR DAN PAKAN KOMERSIL TERHADAP PENINGKATAN KELANGSUNGAN HIDUP. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(2), pp. 335-339.
- Kristiantya, Y. Setiawan. E. & P. B., 2022. Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(7), pp. 3145-3154.
- Lingga, P. & S. H., 2003. *Ikan Hias Air Tawar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mahendra, R. S. E. & M. R., 2022. Sistem Pengendali Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Guppy berdasarkan Suhu dan Derajat Keasaman Air menggunakan Metode KNN (K-Nearest Neighbor). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(1), pp. 437-481.
- Perdana, W. F. W., 2019. Alat Pemantau Kondisi Seorang Gamer. *Komputika: Jurnal Teknik Komputer*, 1(1), pp. 1-5.
- Rahayu, D. C. & K., 2012. Pertumbuhan populasi *Daphnia sp* pada media kombinasi kotoran puyuh dan ayam dengan padat tebar awal berbeda.. *Prosiding Seminar Nasional*, pp. 46-52.
- Samura, A. K. W. & S. G., 2018. Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Windu Dengan Metode *Fuzzy logic Control* Menggunakan Mikrokontroler NI myRIO.. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(9), pp. 2644-2653.
- Saptono, P. & S. A., 2020. LPG GAS LEAKAGE PROTOTYPE BASED ON ATMEGA328 AND LCD MICROCONTROLLER AS

INFORMATION MEDIA. *Jurnal Elektro Luceat* , 6(1), pp. 1-10.

Sayuti, 2003. *Budidaya Koki Pengalaman dari Tulung Agung*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Triawan, Y. S. J., 2020. Perancangan Sistem Otomatisasi pada Aquascape Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), pp. 76-83.

Yunda, P. M. S. & W. E., 2016. PENINGKATAN PERTUMBUHAN *Daphnia sp.* MENGGUNAKAN MEDIA KOTORAN AYAM YANG DICAMPUR DEDAK PADI DENGAN KONSENTRASI BERBEDA. *Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati* , 3(1), pp.35-44.