

IMPLEMENTASI METODE *FUZZY* TSUKOMOTO PADA KUALITAS AIR KOLAM KOI

Muhammad Fauzen Adiman¹, Syamhadi¹

¹Ekonomi Syariah, Fakultas Syariah dan Ekonomi Islam, Universitas Ibrahimy, Indonesia

Info Artikel	ABSTRAK
Riwayat Artikel: Diterima : 16-Maret-2024 Direvisi : 28-Mei-2024 Disetujui : 10-Juli-2024	Memelihara koi di kolam membutuhkan pemberian makan ikan dan pengelolaan kolam itu sendiri, suhu air dan pH air perlu diperhatikan pada saat beternak ikan gurame. Kualitas air dalam proses pembiakan ikan mas memegang peranan penting dalam membangun habitat yang memenuhi kebutuhan ikan mas, guna menciptakan lingkungan yang nyaman bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan mas. Kualitas air dapat menurun dengan cepat karena makanan yang tidak dikonsumsi, feses, dan produk limbah metabolit. Nilai pH yang digunakan menunjukkan keasaman suatu larutan. Keasaman (pH) dan suhu air merupakan faktor penting bagi pertumbuhan ikan mas. Penelitiannya menunjukkan bahwa suhu air yang tinggi dapat memperlambat pertumbuhan ikan. Sistem identifikasi kualitas air untuk menentukan nilai kualitas air air tambak. memungkinkan identifikasi kualitas air secara real-time menggunakan berbagai alat termasuk sensor suhu, sensor pH, mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266, LCD, dan Arduino. Pada penelitian ini digunakan metode fuzzy Tsukohon untuk mengukur kualitas air kolam budidaya ikan mas agar diperoleh hasil yang lebih akurat.
Kata Kunci: Implementasi, Fuzzy Tsukomoto, Kualitas Air, Ikan Koi.	
Keywords: <i>Implementation, Fuzzy Tsukomoto, Water quality, Koi fish.</i>	ABSTRACT <i>Keeping koi in a pond requires feeding the fish and managing the pond itself, water temperature and water pH need to be considered when raising gourami fish. Water quality in the goldfish breeding process plays an important role in building a habitat that meets the needs of goldfish, in order to create a suitable environment. comfortable for the growth and development of goldfish. Water quality can degrade rapidly due to unconsumed food, feces, and metabolite waste products. The pH value used indicates the acidity of a solution. Acidity (pH) and water temperature are important factors for the growth of goldfish. His research shows that high water temperatures can slow fish growth. Water quality identification system to determine the water quality value of pond water. enables real-time identification of water quality using various tools including temperature sensors, pH sensors, Wemos D1 Mini ESP8266 microcontrollers, LCDs, and Arduino. In this research, the Tsukohon fuzzy method was used to measure the water quality of goldfish cultivation ponds to obtain more accurate results.</i>
Penulis Korespondensi: Syamhadi, Ekonomi Syariah, Universitas Ibrahimy Email: syem9393@gmail.com	

1. PENDAHULUAN

Ikan mas merupakan salah satu jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, namun memerlukan kualitas air yang baik untuk pemeliharaannya. Pemantauan air secara teratur diperlukan untuk mencapai kualitas air yang baik. Kriteria kualitas air yang bagus adalah keasaman, pH, kekeruhan, dan kadar air. Nafsu makan ikan tergantung pada suhu dan pH air. Jika suhu air tidak optimal bagi ikan maka nafsu makannya akan berkurang. Suhu air yang cocok untuk ikan mas adalah 25°C hingga 27°C (Slamet Indriyanto, 2020), dan nilai pH 7,2,7,5 (A.Kluania) Kebohongan dan D.I.Polandia, 2017). Untuk beternak koi di kolam, Anda perlu melakukan tindakan seperti memberi makan ikan dan mengelola kolam itu sendiri.

Pembibitan ikan mas di kolam memerlukan upaya berupa pemberian pakan pada ikan dan pemeliharaan kolam itu sendiri (Zalukhu Rikanius, 2018). Saat beternak koi, Anda perlu memperhatikan suhu air dan nilai pH. Dalam beternak ikan hias, kualitas air memegang peranan penting dalam menciptakan suasana lingkungan yang memenuhi kebutuhan ikan mas dan memberikan suasana nyaman bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan gurame selanjutnya. Keasaman dan suhu air merupakan faktor penting bagi pertumbuhan ikan hias. Di Indonesia, petani ikan mas sering mengalami kegagalan karena kualitas air yang buruk dan mengalami kerugian akibat kematian ikan mas. Keasaman (pH) dan suhu air merupakan faktor penting bagi pertumbuhan ikan hias (Sitorus, 2017).

Penerapan mikrokontroler Arduino Uno dan ESP8266 pada air kolam koi dengan sensor suhu tahan air DS18B20 dan sensor pH4502C dapat membantu pemelihara koi dalam mengontrol dan mengatur suhu dan pH air koi. Berdasarkan hasil metode fuzzy Tsukohon, sistem berbasis Internet of Things memberikan kesimpulan mengenai kualitas air yang cocok untuk ikan mas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem monitoring suhu dan pH air yang sesuai untuk ikan mas dengan menggunakan Internet of Things dan metode fuzzy.

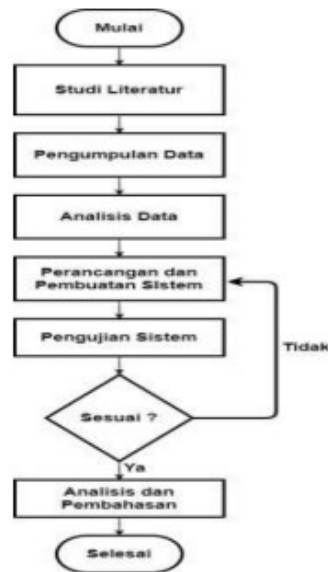
Metode fuzzy Tsukomoto merupakan metode yang didasarkan pada kebenaran. Fuzzy Tsukohon menggunakan perhitungan analitis untuk memberikan nilai tambah yang beralasan berdasarkan analisis. Untuk menarik kesimpulan yang tegas dan akurat (A. Qur'ania dan D.I. Verananda, 2017). Hal ini juga memerlukan metode dan perhitungan khusus untuk pengolahan data menggunakan metode fuzzy Tsukohon. Beberapa parameter input yang digunakan dalam penelitian ini antara lain suhu air dan pH. Bila sasaran pengamatannya adalah kualitas air, maka penggunaan logika fuzzy dianggap lebih adil dalam pengambilan keputusan pengendalian (Huda, 2016).

Berdasarkan penjelasan di atas, ia menemukan bahwa kondisi air mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kelangsungan hidup ikan mas. Oleh karena itu diperlukan adanya operasi agar petani koi tidak mengalami kerugian besar akibat air di kolam koi. Cara ini memungkinkan para peternak koi untuk mengetahui apakah kualitas air di kolam koinya baik atau buruk. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem monitoring suhu/pH air yang cocok untuk kolam koi berbasis Internet of Things menggunakan metode fuzzy Tsukamoto dan Teknologi IoT diharapkan dapat memudahkan kemampuan para peternak koi dalam memantau dan menentukan kualitas air kolam koi mereka, sehingga mengurangi angka kesalahan dalam budidaya koi. Sistem pemantauan kualitas air ikan mas diharapkan dapat memudahkan para petani ikan mas dalam memantau keuntungan dan kerugian dalam budidaya ikan mas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Digunakannya metode penelitian yang dalam pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada gambar 2.1 seperti berikut.



Gambar 1. Flowchart

Pada flowchart metode penelitian diatas terdapat beberapa alur dari mulai , studi leratur , pengumpulan data, analisis data, perancangan dan pembuatan sistem, pengujian sistem dan analisis dan pembahasan.

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan agar mendapatkan referensi atau teori yang relevan dengan permasalahan atau topik penelitian. Referensi yang dipelajari peneliti termasuk: Data sekunder dari penelitian sebelumnya berjudul “Implementasi *Fuzzy* Tsukamoto untuk Mengidentifikasi Kualitas Air Kolam Koi” dan “Sistem Pemantauan Suhu Air pada Kolam Ikan Koi Berbasis Internet of Things”.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data suhu air yang terdapat dalam jurnal “The Monitoring System For Water Temperature At Koi Fishponds Based On Internet of Things” karya Slamet Indriyanto, Fikra Titan Syifa, dan Hanif Aditya Permana, yaitu antara 25°C – 27°C. Sedangkan data pH air diperoleh dari jurnal “Tsukomoto *Fuzzy* Implementation To Identify The Pond Water Quality Of Koi” yang ditulis oleh A. Qur’ania dan D.I. Verananda, yaitu antara 7,2 – 7,5.

3. Analisis Data

Analisis sistem yang dilakukan pada air kolam dengan tujuan untuk mengidentifikasi kualitas air sehingga dapat bermanfaat bagi pembudidaya. data input yang didapatkan dari pembacaan sensor berupa nilai suhu dan ph. data input diolah untuk mengidentifikasi hasil perhitungan nilai kualitas air. gambar 2.2 berikut merupakan flowchart dari proses analisis system.



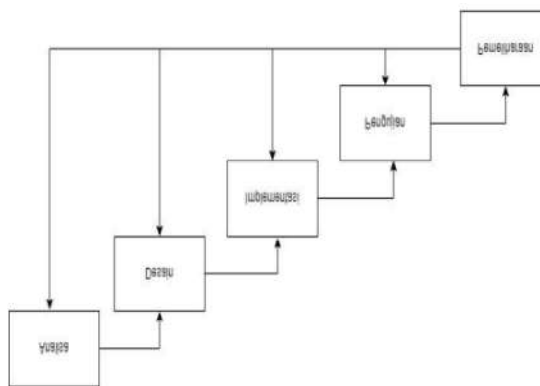
Gambar 2. Flowchart Analisis Sistem

Tahapan dalam algoritma *Fuzzy Tsukamoto* adalah:

- 1) Menerima data nilai variabel input yang didapatkan dari pembacaan sensor berupa nilai suhu, dan ph.
- 2) Merubah variabel input kedalam himpunan *Fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan *Fuzzy* melalui proses *fuzzifikasi*.
- 3) Mencari *Fuzzy* output setiap aturan, berdasarkan implikasi aturan “sebabakibat”/”input-output” menggunakan fungsi min basis aturan if-then, melalui proses inferensi *Fuzzy*/penalaran.
- 4) Komposisi antar rule menggunakan fungsi agregasi dengan mengambil semua nilai dalam rule.
- 5) Menghitung nilai rata-rata terbobot sehingga memperoleh hasil nilai output dari sistem kendali logika *Fuzzy*.

B. Perancangan dan Pembuatan Sistem

Pada penelitian ini, tahapan penelitian yang digunakan mengikuti model waterfall. Metode waterfall atau metode air terjun merupakan salah satu siklus hidup klasik dalam pengembangan perangkat lunak. Tahap metode waterfall ini ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3. Metode Waterfall

C. Analisis Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini, bertujuan untuk mengkaji ulang nilai hasil pengujian kualitas air pada kolam ikan koi sehingga hasil akurasi sesuai dengan sistem yang telah dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat Internet of Things bertindak sebagai pendeteksi kualitas air dengan cepat. Untuk menghindari kematian ikan mas akibat penurunan kualitas air. Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan sistem berbasis Internet of Things untuk memantau kualitas air di kolam koi. Sistem ini memungkinkan Anda memantau kualitas air kolam Anda dan menentukan jenis koi yang sesuai dengan kualitas air Anda. Dengan sistem ini, para peternak dan pemilik Koi yakin dapat menurunkan angka kematian Koi. Informasi kualitas air kolam koi diperoleh melalui tahap definisi persyaratan yang meliputi beberapa langkah:

A. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, kami melakukan survei literatur tentang sistem sensor suhu/pH air kolam Koi dan metode fuzzy Tsukamoto. Data suhu yang digunakan dari buku Slamet Indriyanto Sistem Pemantauan Suhu Air Kolam Koi Berbasis Internet of Things dan data pH diambil dari Aplikasi Fuzzy Tsukamoto untuk Deteksi Kualitas Air Kolam. Dikutip dari “Koi” karya A Qur’ania dan D.I. Serambi 2017. Data primer diperoleh dengan menggunakan sensor suhu dan pH air.

B. Wawancara

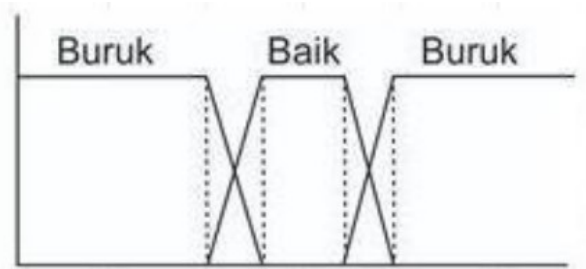
Pada tahap wawancara, peneliti mewawancarai seorang pembudidaya ikan koi di Kabupaten Jember. Tujuan dari wawancara tersebut ialah melengkapi dan memvalidasi data yang telah dikumpulkan sebelumnya oleh peneliti.

Pada analisis kebutuhan sistem yang terdiri dari kebutuhan fungsional dan nonfungsional yang dijabarkan pada tabel berikut:

1. Analisis Kebutuhan Fungsional User Dalam analisis kebutuhan fungsional ini, diuraikan mengenai fitur-fitur dan fungsi yang ada dalam sistem identifikasi kualitas air kolam ikan koi berbasis Internet of Things dengan menggunakan metode *Fuzzy* Tsukomoto.
2. Analisis Kebutuhan Non-Fungsional Didapatkan spesifikasi kebutuhan dalam pembuatan sistem ini yang meliputi hardware maupun software.

Fungsi keanggotaan berfungsi untuk memberikan nilai pada masing-masing himpunan *Fuzzy* dari setiap variabel yang digambarkan menggunakan kurva trapezium. berikut merupakan fungsi keanggotaan dari variabel suhu air dan ph air.

a. Fungsi Keanggotaan Suhu



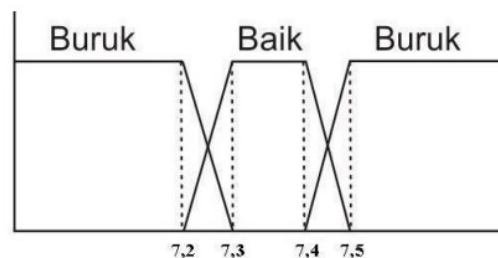
Gambar 4. Grafik Keanggotaan suhu

Pada variabel keanggotaan suhu terdapat 2 himpunan *Fuzzy*, yaitu buruk dan baik. berdasarkan grafik yang digambarkan dengan kurva trapezium

Tabel 1. rumus derajat keanggotaan suhu

suhu		
$\mu_{\text{suhu}}[\text{baik}]$	0	$x \leq 24$ atau $x \geq 27$
	$(x - 24)/(25 - 24)$	$24 < x \leq 25$
	1	$25 < x \leq 26$
	$(27 - x)/(27 - 26)$	$26 < x < 27$
$\mu_{\text{suhu}}[\text{buruk}]$	1	$x < 24$ atau $x > 27$
	$(25 - x)/(25 - 24)$	$24 \leq x \leq 25$
	0	$x > 25$ atau $x < 26$
	$(x - 26)/(27 - 26)$	$26 \leq x \leq 27$

b. Fungsi keanggotaan pH



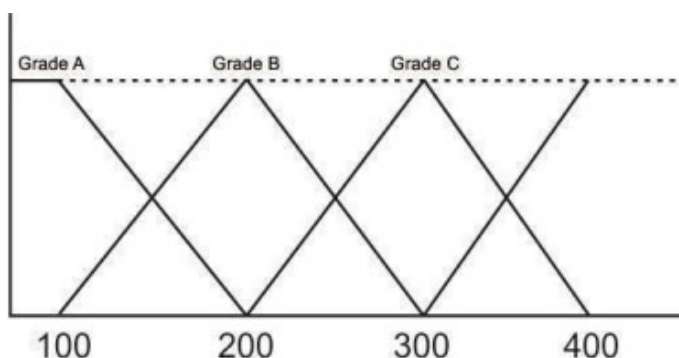
Gambar 4. Grafik Derajat Keanggotaan pH

Pada variabel keanggotaan ph terdapat 2 himpunan *Fuzzy*, yaitu buruk dan baik.

Tabel 2. Rumus Derajat Keanggotaan pH

ph	
$\mu_{ph}[\text{baik}]$	0 $x \leq 7.2$ atau $x \geq 7.5$
	$(x - 7.2)/(7.3 - 7.2)$ $7.2 < x \leq 7.3$
	1 $7.3 < x \leq 7.4$
	$(7.5 - x)/(7.5 - 7.4)$ $7.4 < x < 7.5$
$\mu_{ph}[\text{buruk}]$	1 $x < 7.3$ atau $x > 7.4$
	$(7.3 - x)/(7.3 - 7.2)$ $7.2 \leq x \leq 7.3$
	0 $x > 7.3$ atau $x < 7.4$
	$(x - 7.4)/(7.4 - 7.4)$ $7.4 \leq x \leq 7.5$

c. Fungsi Keanggotaan Output

**Gambar 5.** Grafik Derajat Keanggotaan output

Fungsi keanggotaan output, dimana terdapat tiga output kualitas air berupa grade a, b dan masing-masing grade memiliki nilai pasti.

Tabel 4. Range Output Grade

parameter	himpunan fuzzy	domain
output (kualitas air)	baik (a)	[0-100]
	sedang (b)	[101-200]
	buruk (b)	[201-300]

d. Fuzzyfikasi

Berdasarkan fungsi keanggotaan yang dijelaskan di atas, sampel nilai input suhu 27, dan ph 7.4 dapat dilakukan *Fuzzyfikasi* dengan variabel suhu termasuk ke dalam himpunan baik dan buruk, ph termasuk ke dalam himpunan baik, sehingga di dapat nilai sebagai berikut:

$$\mu_{\text{suhu}}(\text{baik}) = (x-26)/(27-26) = (27-26)/(27-26) = 1/1 = 1$$

$$\mu_{\text{suhu}}(\text{buruk}) = (27-x)/(27-26) = (27-27)/(27-26) = 0/1 = 0$$

$$\mu_{\text{ph}}(\text{baik}) = (7.4-x)/(7.4-7.3) = (7.4-7.4)/(7.4-7.3) = 0/0.1 = 0$$

$$\mu_{\text{ph}}(\text{buruk}) = (x-7.3)/(7.4-7.3) = (7.4-7.3)/(7.4-7.3) = 0.1/0.1 = 1$$

e. *Inferensi Fuzzy*

Inferensi *Fuzzy* merupakan proses mencari nilai α -predikat dengan menghitung nilai z atau output dari setiap rule. nilai tersebut di dapat berdasarkan agregasi setiap rule yang berhubungan dengan nilai derajat keanggotaan.

Tabel 5. Rule *Fuzzy*

rule	suhu	ph	grade
R1	Baik	Baik	a
R2	Baik	Buruk	b
R3	Buruk	Baik	b
R4	Buruk	Buruk	c

Berdasarkan agregasi dari setiap rule yang berhubungan, maka untuk mencari nilai pada metode *Fuzzy* Tsukomoto dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi implikasi min, yaitu mencari nilai minimum dari setiap rule. berikut merupakan hasil dari inferensi *Fuzzy*:

R1 if suhu [baik] and ph [baik] then grade is “a”

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \mu_{\text{suhubaik}}[\text{baik}] \cap \mu_{\text{phbaik}}[\text{baik}] \\ &= \min(\text{suhubaik}[1], \text{phbaik}[0]) \\ &= 1 \\ z_1(a) &= 200 - (0 * 100) = 200\end{aligned}$$

R2 if suhu [baik] and ph [buruk] then grade is “b”

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \mu_{\text{suhubaik}}[\text{baik}] \cap \mu_{\text{phburuk}}[\text{buruk}] \\ &= \min(\text{suhubaik}[1], \text{phburuk}[1]) \\ &= 1 \\ z_2(b) &= 300 - (1 * 100) = 200\end{aligned}$$

R3 if suhu [buruk] and ph [baik] then grade is “b”

$$\begin{aligned}\alpha_3 &= \mu_{\text{suhuburuk}}[\text{buruk}] \cap \mu_{\text{phbaik}}[\text{baik}] \\ &= \min(\text{suhuburuk}[0], \text{phbaik}[0]) \\ &= 0 \\ z_3(b) &= 300 - (0 * 100) = 300\end{aligned}$$

R4 if suhu [buruk] and ph [buruk] then grade is “c”

$$\begin{aligned}\alpha_4 &= \mu_{\text{suhuburuk}}[\text{buruk}] \cap \mu_{\text{phburuk}}[\text{buruk}] \\ &= \min(\text{suhuburuk}[0], \text{phburuk}[1]) \\ &= 0 \\ z_4(c) &= 400 - (0 * 100) = 400\end{aligned}$$

f. *Defuzzyfikasi*

Defuzzyfikasi merupakan tahapan terakhir dari metode *Fuzzy* Tsukomoto. *defuzzyfikasi* adalah proses mencari nilai rata-rata berbobot yang diperoleh dari hasil perkalian antara nilai derajat keanggotaan dengan nilai hasil inferensi kemudian dibagi dengan jumlah keseluruhan nilai inferensi *Fuzzy*, sehingga hasilnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}z &= (200*0) + (200 * 1) + (300 * 0) + (400*0) \\ &= (0 + 1 + 0 + 0) \\ &= 0 + 200 + 0 + 0 \\ &= 200.\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari *defuzzyfikasi*, diperoleh nilai 200. maka berdasarkan range output grade kualitas air adalah b.

g. *Testing*

Tabel 3.5 Pengujian Akurasi

variabel	alat manual	alat iot	selisih	selisih %	akurasi %
suhu	27.9	26.1	0.8	2.86%	97.14%
ph	7.67	7.86	0,19	2,47%	97.53%
rata rata			0,49	2,66%	97,33%

Tabel diatas merupakan hasil pengujian akurasi alat iot dengan alat manual. pada tahapan pengujian iot didapatkan nilai akurasi 97,33%.

4. KESIMPULAN

Sistem yang telah dibuat oleh peneliti telah mengintegrasikan perangkat lunak dan perangkat keras yang menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto secara realtime*.

Proses pengambilan data kualitas air dilakukan dengan cara memasukkan sensor suhu dan sensor ph kedalam air, yang nantinya dua parameter tersebut akan membaca nilai data kualitas air kolam ikan koi. hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi pada sistem identifikasi kualitas air kolam koi menggunakan iot adalah 97,33%, artinya alat ini sudah bekerja sesuai dengan prosedur yang diberikan oleh pakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Qur'ania, D.I. Verananda, 2017. Tsukamoto fuzzy implementation to identify the pond water quality ofkoi. iora 166.
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/166/1/012018>
- [2] Adlan Jiwa Kuswinta,I Gede Putu Wirama Wedashwara W, I Wayan Agus Arimbawa, 2019. implementasi iot cerdas berbasis inference fuzzy Tsukamoto pada pemantauan kadar ph dan ketinggian air dalam akuaponik. j-cosine 3.
- [3] Aris Kusnandar. 2019. rancang sistem monitoring air layak konsumsi menggunakan metode fuzzy Tsukamoto berbasis android. 1–8.
- [4] Fitria Ilahiyah, Yuri Fitrian, 2017. sistem pendukung keputusan budidaya ikan air tawar di talang padang dengan menggunakan metode fuzzy.
- [5] Hery Suryantoro, Almira Budiyanto, 2019. prototype sistem monitoring level air berbasis labview and arduino sebagai sarana pendukung praktikum instrumentasi sistem kendali. Indonesia. j. lab.
- [6] Hery Suryantoro, Almira Budiyanto, 2019. prototype sistem monitoring level air berbasis labview and arduino sebagai sarana pendukung praktikum instrumentasi sistem kendali. Indonesia. j. lab.
- [7] Heru Suryanto, Aminnudin, Sukarni, Suprayitno, Marsono, Bili Darnanto, Uun Yanuhar, 2021. pelatihan pemeliharaan ikan koi untuk pengembangan wisataikan di kawasan bedengan, selorejo, malang. jp2t 2.
- [8] Multazam, A. E., & Hasanuddin, Z. B. 2017. sistem monitoring kualitas air tambak udang vaname. jurnal it media informasi stmik handayani makassar, 8(2), 118–125.<https://lppmstmikhandayani.ac.id/index.php/jti/article/view/30>
- [9] Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, Wijaya Kurniawan, Miftahul Huda.2016. water quality monitoring with fuzzy logic control based on graphical programming
- [10] Sitorus , Hasan.2017. Keragaman Ikan di Perairan Ekosistem Mangrove Desa Jaring Halus Kabupaten Langkat, Sumatera Utara