

# Monitoring Kualitas Air Aquarium Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis IoT

Kornelius Setiawan Bu’u<sup>1</sup>, Nachrowie<sup>2</sup>, Elta Sonalitha<sup>3</sup>,

<sup>1, 2, 3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang

<sup>1</sup>[kobuu96@gmail.com](mailto:kobuu96@gmail.com)

<sup>2</sup>[nachrowie@unmer.ac.id](mailto:nachrowie@unmer.ac.id)

<sup>3</sup>[elta.sonalitha@unmer.ac.id](mailto:elta.sonalitha@unmer.ac.id)

Corresponding author email: [nachrowie@unmer.ac.id](mailto:nachrowie@unmer.ac.id)

**Abstract:** Aquarium is an aesthetic container as well as a place for guppy farming, there are several obstacles that are often experienced by aquarium fish farmers, namely in controlling water quality in this case is controlling the level of water turbidity and water pH in the aquarium. The level of turbidity of the water negatively affects the aesthetic value of the aquarium and the bioata in it. High turbidity levels can also affect the ability of fish gills to absorb dissolved oxygen and high turbidity levels cause the development of fungi or fungi *Branchiomyces Sanguinis* in fish insang and can produce moss in aquarium containers, causing fish health to be disrupted so that fish are susceptible to disease and even death. with the internet of things-based water quality monitoring system using the Blynk application can control pH values and turbidity via android or user smartphones such as pH value status and turbidity value as well as automatic water draining and filling status and the fuzzy mamdani method as a decision making support when draining seen from the pH value and turbidity value to produce a total or amount of water that must be drained 25%, 50% or 75% of the total amount of water in the aquarium.

**Keywords:** pH, Turbidity, Blynk, IoT, fuzzy Mamdani.

**Abstrak:** Aquarium adalah sebuah wadah estetik juga sebagai tempat pada pembudidayaan ikan guppy, terdapat beberapa kendala yang sering dialami oleh para pembudidaya ikan aquarium yaitu dalam mengontrol kualitas air dalam hal ini adalah pengontrolan tingkat kekeruhan air dan pH air pada aquarium pada rentang pH 6-8 atau netral. Tingkat Kekeruhan air dengan rentang 0-10 ntu selebihnya berdampak negatif terhadap nilai estetik aquarium serta bioata yang ada didalamnya. Tingkat *turbidity* yang tinggi juga dapat mempengaruhi kemampuan insang ikan menyerap oksigen terlarut dan tingkat kekeruhan yang tinggi menyebabkan berkembangnya jamur atau *fungi Branchiomyces Sanguinis* di insang ikan serta dapat menghasilkan lumut pada wadah akuarium sehingga menyebabkan kesehatan ikan terganggu sehingga ikan mudah terkena penyakit bahkan kematian. dengan adanya sistem monitoring kualitas air berbasis *internet of things* menggunakan aplikasi *Blynk* dapat mengontrol nilai pH dan *turbidity* melalui android atau smartphone pengguna seperti status nilai pH dan nilai turbidity serta status pengurusan dan pengisian air secara otomatis dan metode *fuzzy mamdani* sebagai pendukung pengambilan keputusan pada saat melakukan pengurusan dilihat dari nilai pH dan nilai *turbidity* untuk menghasilkan total atau banyaknya air yang harus dikuras 25%, 50% atau 75% dari total banyaknya air pada aquarium.

**Kata kunci:** pH, Turbidity, Blynk, IoT, fuzzy Mamdani

## I. PENDAHULUAN

Budidaya ikan hias pada aquarium telah menjadi hobi yang banyak digemari pada semua kalangan masyarakat terutama para pembudidaya ikan hias jenis guppy, kualitas air aquarium sangatlah penting untuk menunjang kehidupan ikan guppy diantaranya nilai pH dan tingkat kekeruhan air atau Turbidity.

Ikan guppy (*Poecilia reticulata*) merupakan ikan aquarium yang sangat populer dan digemari, ikan ini mempunyai tubuh yang cantik dan menawan warnanya yang sangat bervariasi dan menarik perhatian[1].

Mengatur dan mengontrol kualitas air dalam hal ini tingkat kekeruhan air dan pH air dalam aquarium bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan karena Kekeruhan yang tinggi berpengaruh cukup besar terhadap ikan dan dinding aquarium. Penelitian ini dilakukan untuk memonitoring serta mengontrol kualitas air secara otomatis, meliputi pH dan kekeruhan air aquarium, insang sebagai



organ pernapasan ikan sangat peka terhadap kualitas air sehingga pengontrolan kualitas air bermanfaat untuk membatasi tumbuh kembangnya parasit serta jamur pada organ pernapasan ikan serta tumbuhnya lumut pada tank akuarium. Dengan adanya bakteri dapat menyebabkan kesehatan pada ikan terganggu hingga ikan akan mudah terserang penyakit[2][3].

Maka dari itu penelitian dilakukan untuk membuat suatu *prototype* yang berguna untuk mengatur konsentrasi *pH* dan tingkat kekeruhan pada air secara otomatis dan dapat dimonitoring. Mikrokontrolernya menggunakan *Esp32* dan sensornya menggunakan sensor *pH* air dan sensor *Turbidity* serta outputnya menggunakan pompa *pH up* dan pompa *pH down* dan pompa air pengisian dan pengurasan dengan sistem monitoring berbasis *IoT* menggunakan aplikasi *Blynk* untuk menampilkan nilai *pH* dan tingkat kekeruhan air atau *Turbidity* serta status pengurasan air dan pengisian air pada aquarium ditampilkan pada android atau smartphone pengguna dan metode *fuzzy mamdani* sebagai pendukung pengambilan keputusan pada saat melakukan pengurasan dan pengisian air berdasarkan input nilai *pH* dan *turbidity* yang telah disimulasikan melalui aplikasi *Matlab*.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### Esp32

ESP32 adalah sebuah modul yang memiliki fungsi Wi-Fi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan internet. Modul ini juga dilengkapi dengan port Micro Universal Serial Bus (USB) yang dapat digunakan untuk sumber daya dan pemrograman[2]. Modul ESP32 menggunakan tegangan catu daya sebesar 3.3V dan memiliki beberapa mode Wi-Fi, seperti Access Point, Station, dan Both. Modul ini terdiri dari beberapa bagian, termasuk prosesor, memori, dan pin GPIO yang jumlahnya bervariasi tergantung pada tipe ESP32. Kemampuan modul ini untuk bekerja secara mandiri mirip dengan mikrokontroler, sehingga tidak memerlukan mikrokontroler lain yang sejenis[3]

### Sensor pH

pH meter adalah sensor yang dapat menentukan konsentrasi ion hidrogen. Nilai pH 7 menunjukkan bahwa larutan atau cairan dalam keadaan netral. Jika nilai pH lebih rendah dari 7 menunjukkan larutan atau cairan bersifat asam, sebaliknya nilai pH yang lebih tinggi dari 7 menunjukkan bahwa larutan atau cairan tersebut bersifat basa. Untuk sensor pH ini skala yang digunakan adalah 1-14.[5]

### Sensor Turbidity

Sensor kekeruhan berfungsi untuk mendeteksi kekeruhan pada air atau zat cair dengan memanfaatkan sifat optik air akibat pantulan cahaya dan membandingkan cahaya yang dipantulkan dengan cahaya yang akan datang, kekeruhan adalah kondisi air yang tidak jernih dan disebabkan oleh partikel (padatan tersuspensi) yang biasanya tidak terlihat oleh mata manusia, mirip dengan gas di udara. Semakin banyak partikel dalam air, semakin tinggi kekeruhan air. Pada sensor kekeruhan, semakin tinggi tingkat kekeruhan air maka perubahan tegangan keluaran sensor [6].

### Pompa air 12 VDC

Pompa air elektrik ini biasa digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk penggunaan di akuarium. Dalam konteks akuarium, pompa air elektrik berfungsi untuk mengalirkan dan mengedarkan air di dalam akuarium. Hal ini penting untuk menjaga sirkulasi air yang baik, memastikan adanya oksigenasi yang cukup bagi ikan dan organisme akuatik lainnya, serta membantu menjaga kondisi air yang optimal.

### Fuzzy mamdani

Pada tahun 1975, Ebrahim Mamdani mengembangkan metode fuzzy yang disebut Fuzzy Mamdani secara matematis logika ini sehingga mudah untuk dimengerti. Proses pemecahan masalah dengan fuzzy logic Mamdani untuk menghasilkan solusi yang terbaik dan akurat melalui beberapa proses yaitu pembentukan himpunan fuzzy; implementasi fungsi implisit; komposisi aturan; Defuzzifikasi.

### Internet of Things

Blynk digunakan untuk mengontrol Arduino, ESP32, ESP8266 dan modul serupa melalui Internet. dan blynk juga termasuk dalam Aplikasi sederhana yang mudah dipelajari oleh pemula maupun tingkat

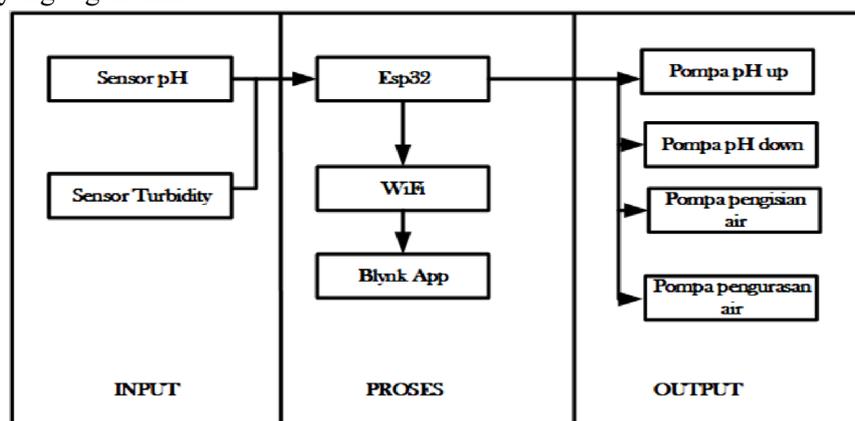
profesional, Blynk adalah sebuah aplikasi yang tidak bergantung dengan modul atau perangkat tertentu. Dari aplikasi ini, kita bisa mengontrol semuanya dari kejauhan, dimanapun posisi kita, selama kita memiliki koneksi internet [6]. Ini berbasis IoT (Internet of Things).

### III. METODE PENELITIAN

Metode Pada metode penelitian menjelaskan tentang perancangan alat dan variabel yang diteliti serta penerapan metode penentuan keputusan guna mendukung penelitian ini.

#### DIAGRAM BLOK

Pada perancangan alat diperlukan suatu blok diagram guna mempermudah untuk menjelaskan proses kerja dari alat yang digunakan.

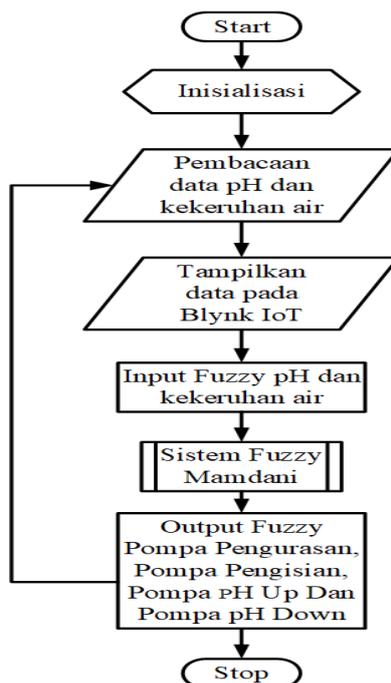


Gambar 1. Diagram blok

Sistem ini menggunakan dua jenis sensor, yaitu sensor pH dan sensor Turbidity, sebagai input. Data dari kedua sensor ini akan diproses oleh mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi untuk mengatur kerja output, seperti mengontrol pompa pH up yang berisi larutan asam dan pompa pH down yang berisi larutan basa, guna mengatur tingkat konsentrasi pH yang terlarut dalam air. Selain itu, jika tingkat kekeruhan air melebihi batas normal, mikrokontroler juga akan mengatur pompa air untuk mengatur sirkulasi air. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur monitoring yang memungkinkan pengguna untuk memantau sistem melalui aplikasi Blynk pada perangkat Android. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk terhubung dengan mikrokontroler dan mendapatkan informasi tentang kondisi air, seperti tingkat pH dan kekeruhan. Dengan demikian, pengguna dapat melakukan pemantauan dan pengaturan sistem secara praktis melalui aplikasi Blynk.

#### FLOWCHART

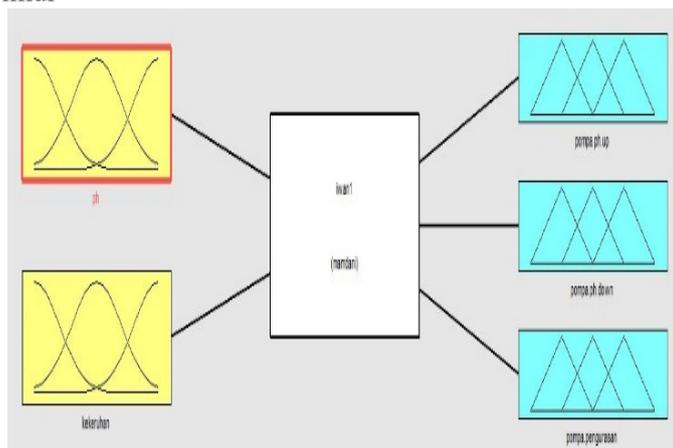
*flowchart* adalah penjelasan singkat tentang bagaimana suatu sistem bekerja dari awal hingga akhir

**Gambar 2.***flowchart*

Flowchart di atas menggambarkan proses awal sistem yang melibatkan inisialisasi port dan sistem yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Setelah inisialisasi, mikrokontroler akan membaca data analog dari sensor pH dan sensor Turbidity. Data yang diterima dari sensor pH akan menjadi acuan untuk proses selanjutnya, yang akan diolah menggunakan metode logika kabur (fuzzy logic) atau fuzzy Mamdani. Setelah itu, sistem akan melakukan evaluasi berdasarkan data dari sensor Turbidity. Jika tingkat kekeruhan air mencapai target atau melebihi batas normal, maka proses pengurasan air akan dilakukan. Pada proses ini, pompa pengurasan akan diaktifkan untuk menguras air dari akuarium. Setelah proses pengurasan selesai, pompa pengisian air akan diaktifkan untuk mengisi air kembali ke dalam akuarium. Setelah proses pengisian selesai, sistem akan kembali berjalan seperti semula dan memulai siklus monitoring dan pengendalian air berdasarkan kondisi yang terdeteksi. Flowchart tersebut memberikan gambaran visual tentang urutan langkah-langkah yang terjadi dalam sistem ini, mulai dari inisialisasi hingga pengendalian air berdasarkan data sensor dan metode logika fuzzy mamdani yang digunakan.

### **FUZZY MAMDANI**

Metode *fuzzy mamdani* sebagai pendukung pengambilan keputusan dalam sistem pengontrolan kualitas air dengan mengelola inputan dari tiap sensor yang kemudian diproses lebih lanjut sesuai aturan *fuzzy* untuk menggerakkan output berupa pompa air pengurasan dan pompa *pH up* serta *pH down*. Pengujian ini dibuat menggunakan *software matlab*. Membership function input berfungsi sebagai untuk menghitung derajat keanggotaan dari masing-masing variabel pada input.



**Gambar 3.** membership functions input dan output pada membership functions input terbagi atas 2 yaitu pH dan kekeruhan terbagi menjadi 3 bagian yaitu bersih, keruh dan keruh sekali

**Tabel 1.** Domain Range input kekeruhan

no	Membership functions input	Range (ntu)
1	Bersih	0-10
2	Keruh	8-23
3	Keruh sekali	20-26

Dari Tabel diatas dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\mu_{bersih}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 10 \\ \frac{10-x}{10-5}; & 5 < x < 10 \\ 1; & 0 \leq x \leq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{keruh}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 8 \text{ atau } x \geq 23 \\ \frac{x-8}{15-8}; & 8 < x < 15 \\ 1; & x = 15 \\ \frac{23-x}{23-15}; & 15 < x < 23 \\ 0; & x \geq 23 \end{cases}$$

$$\mu_{sangat\ keruh}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \\ \frac{20-x}{26-20}; & 20 < x < 26 \\ 1; & x \geq 26 \end{cases}$$

Domain range dari membership functions input kekeruhan sebagai batasan nilai yang akan digunakan pada mikrokontroler untuk mengambil keputusan dari hasil pembacaan sensor turbidity dan Domain Range Input pH terbagi atas 5 variabel seperti pada tabel 2

**Tabel 2.** Domain Range sensor pH

No	Membership functions input	Range pH
1	Sangat asam	[0 4.5]
2	Asam	[4 6]
3	ideal	[5.5 7.5]
4	Basa	[7 9]
5	Sangat basa	[9.5 14]

Dari Tabel diatas dapat dinyatakan pada persamaan berikut :

$$\mu_{\text{sangat asam}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 4.5 \\ \frac{4.5 - x}{2.16 - 0.2}; & 0.2 < x < 2.16 \\ 1; & 0 \leq x \leq 0.2 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{asam}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 4 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{x - 4}{4.5 - x}; & 4 < x < 5 \\ 1; & x = 5 \\ \frac{6 - x}{6 - 5}; & 5 < x < 6 \\ 0; & x \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{ideal}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5.5 \\ \frac{x - 5.5}{6 - 5.5}; & 5.5 < x < 6 \\ 1; & 5.8 \leq x \leq 6 \\ \frac{7.5 - x}{7.5 - 7}; & 7 < x < 7.5 \\ 0; & x \geq 7.5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{basa}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 7 \\ \frac{8 - x}{8 - 7}; & 7 < x < 8 \\ 1; & x = 8 \\ \frac{x - 7}{8 - 7}; & 7 < x < 8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sangat basa}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 9.5 \\ \frac{9.5 - x}{9.5 - 9}; & 9.5 < x < 14 \\ 1; & 9.5 \leq x \leq 14 \end{cases}$$

### Membership function output

Output yang dilakukan dalam penelitian ini terbagi atas 2 yaitu output pwm dan output waktu, Output pwm (pulse width modulation) digunakan untuk mengontrol kecepatan putar pompa Ph up dan pompa Ph down, sedangkan output waktu digunakan untuk pompa pengurasan air. Membership functions output pompa ph down terdiri dari sedikit, sedang dan lama seperti

**Tabel 3.** *Domain Range output pwm*

No	Membership functions input	Pwm
1	Mati	0-60
2	Sedang	50-160
3	Cepat	150-255

Tabel 3 merupakan domain range output pompa pH up dan pompa pH down Dinyatakan pada persamaan berikut :

$$\mu_{\text{mati}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 60 \\ \frac{60-x}{60-30}; & 30 < x < 60 \\ 1; & 0 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \text{ atau } x \geq 160 \\ \frac{50-x}{70-50}; & 50 < x < 70 \\ 0; & 50 \leq x \leq 70 \\ \frac{70-x}{140-70}; & 70 < x < 140 \\ 1; & 70 \leq x \leq 140 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{cepat}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 255 \\ \frac{150-x}{165-150}; & 150 < x < 255 \\ 1; & 165 \leq x \leq 255 \end{cases}$$

Membership functions output waktu pompa pengurasan adalah Membership functions output pwm pompa pengurasan berfungsi untuk mengalirkan air dari aquarium menuju ke tempat pembuangan dengan domain range yang berbeda dari setiap membership functions domain range dari output waktu pompa pengurasan seperti pada Tabel 4

**Tabel 4.** *Domain Range output waktu pompa pengurasan*

No	Membership functions input	waktu
1	Tidak ada	0
2	Cepat	5-200
3	Lama	190-432

Dari domain range output waktu pompa pengurasan dapat Dinyatakan pada persamaan berikut :

$$\mu_{\text{tidak ada}}[x] = 0;$$

$$\mu_{\text{cepat}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5 \text{ atau } x \geq 200 \\ \frac{200-x}{200-5}; & 5 < x < 200 \\ 1; & 5 \leq x \leq 150 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{lama}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 190 \text{ atau } x \geq 432 \\ \frac{190-x}{220-190}; & 190 < x < 220 \\ 1; & 220 \leq x \leq 432 \end{cases}$$



Pompa pengisian air akan bekerja bergantian dengan pompa pengurasan air untuk mengalirkan sirkulasi air

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan didapat dari beberapa percobaan alat sesuai dengan beberapa kondisi air dilihat dari nilai pH dan tingkat kejernihan air yang mendapatkan respon kerja alat seperti pada Tabel

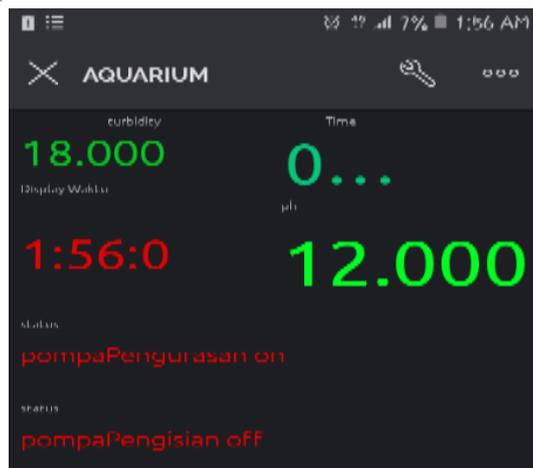
**Tabel 5.** Respon kerja alat

kondisi	Nilai ph	Nilai turbidity	Respon alat
bersih	7	1	Pompa ph up off Pomp ph down off Pompapengurasan off Pompa pengisian off
Air keruh	7	14	Pompa ph up off Pomp ph down off Pompapengurasan on Pompa pengisian on
Air bersih	3	1	Pompa ph up on Pomp ph down off Pompapengurasan off Pompa pengisian off
Air bersih	12	1	Pompa ph up off Pomp ph down on Pompapengurasan off Pompa pengisian off

Keterangan

1. buffer pH 6,8 akan dialirkan oleh pompa pH up
2. buffer pH 4,0 akan dialirkan oleh pompa pH down

Sistem akan bekerja dan mengirimkan data seperti tampilan pada aplikasi Blynk pada android pengguna



**Gambar 4.** Tampilan pada Aplikasi *Blynk*

Gambar 6. Menunjukkan tampilan nilai turbidity adalah 18 dan nilai pH adalah 12 dan pada kondisi ini pompa pengurasan akan bekerja dengan status pompa pengurasan on dan pompa pengisian off



**Gambar 5.** Tampilan akuarium

Pada akurium terdapat lampu sebagai tambahan aksesoris dan terdapat 2 buah wadah berwarna merah untuk menampung air bersih dan air kotor hasil pengurasan serta 2 botol air yang berisi buffer pH up dan buffer pH down

## V. KESIMPULAN

sensor-sensor yang digunakan memiliki tingkat keakuratan yang memadai dalam membaca tingkat kekeruhan air dan pH. Sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk juga efektif dalam memantau dan mengendalikan sistem secara real-time. Penggunaan metode Fuzzy Mamdani membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cerdas berdasarkan data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih untuk semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik kiranya dapat bermanfaat bagi pembudidaya ikan hias pada aquarium dan masyarakat umum.

## REFERENSI

1. Santoso, B., & Arfianto, A. D. (2019). Sistem pengganti air berdasarkan kekeruhan dan pemberi pakan ikan pada akuarium air tawar secara otomatis berbasis mikrokontroler atmega 16. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA* Vol, 8(2).
2. Budi Prijo Sembodo and Novendra Geofanda Pratama, “Smart Aquarium Based Microcontroller”, *Journal of Applied Electrical & Science Technology - University of PGRI Adi Buana Surabaya*, Vol. 03, No. 2, 2021.



3. Daniel Patricko Hutabarat, Rudy Susanto, Bryan Prasetya, Barry Linando, Senanayake Mudiyansele Namal Arosha, “Smart system for maintaining aquascape environment using internet of things based light and temperature controller”, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 12, No. 1, February 2022, pp. 896~902 ISSN: 2088-8708, DOI: 10.11591/ijece.v12i1.pp896-902.
4. Mohammad Fahmi Suhaimi, Nurul Huda Mat Tahir, Safuan Naim Mohamad, Suzanna Ridzuan Aw, “IoT Based Automatic Aquarium Monitoring System for Freshwater Fish”, *International Journal of Synergy in Engineering and Technology*, Vol. 2 No. 1 (2021) 125-133.
5. Wahyuni Eka Sari , Eko Junirianto , Geofani Fatur Rahman, 2021. “Sistem Pengukuran PH, Kelembapan, dan Suhu Berbasis Internet of Things (IoT)”, *Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia*.
6. Mohammad, S. A., NikhilaChowdary, D. S., & Jebakumar, R. (2022). An Smart Aquaponic System Using IoT. *Journal of Positive School Psychology*, 226-235.
7. Muhamad Fauzan Zarkashie, 2021. “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kualitas Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi Berbasis Arduino Uno”, *Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*.
8. Hutabarat, D. P., Susanto, R., Prasetya, B., Linando, B., & Senanayake, S. M. N. (2022). Smart system for maintaining aquascape environment using internet of things based light and temperature controller. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(1), 896.
9. Pratama, D. R., Wijayanti, H., & Yulianto, H. (2018). Pengaruh warna wadah pemeliharaan terhadap peningkatan intensitas warna ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7(1), 775-782.
10. Pratama, D. R., Wijayanti, H., & Yulianto, H. (2018). Pengaruh warna wadah pemeliharaan terhadap peningkatan intensitas warna ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7(1), 775-782.
11. Mulyono, S., Qomaruddin, M., & Anwar, M. S. (2018). Penggunaan Node-RED pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT. *TRANSISTOR Elektro Dan Informatika*, 3(1), 31-44.