

SISTEM KONTROL KUALITAS AIR BERBASIS FUZZY LOGIC PADA KOLAM PENDEDERAN IKAN BANDENG

Miftachul Ali Hikmah¹, Misbah²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera No.101 GKB, Randuagung, Kabupaten Gresik 61121
E-Mail: miftachulalihikmah@gmail.com, misbah@gmail.com

Abstrak – Pendederan yaitu sebuah proses pemeliharaan ikan untuk mencapai ukuran tertentu sesudah benih ikan bandeng tersebut ditebar dalam tambak. Pada pendederan ini merupakan masa yang krusial karena pada masa ini para petambak harus pandai dalam pengolahan kualitas air untuk mengurangi kematian benih ikan bandeng. Faktor yang harus diperhatikan untuk menjaga kestabilan kualitas air yaitu PH air dan juga kekeruhan. Sehingga pada penelitian ini dibuat sistem kontrol kualitas air berbasis fuzzy logic pada kolam pendederan ikan bandeng yang bertujuan untuk membantu petambak dalam mengontrol kualitas air yang baik untuk masa pendederan. Sistem kontrol ini menggunakan *sensor* PH air dan turbidity *sensor* untuk melakukan pembacaan kualitas air kemudian diproses dalam ESP32 menggunakan metode fuzzy mamdani. Hasil dari pembacaan *sensor* tersebut akan ditampilkan di layar LCD dan dicatat di Google Spreadsheet. ESP32 akan memberi perintah kepada pompa untuk melarutkan larutan yang sudah disetting untuk menetralkan PH air (5-9) apabila air tersebut dalam kondisi asam/basa. Pompa juga akan menyala untuk mengatur kekeruhan air yang normal, dan akan mati jika air sudah dalam kondisi kekeruhan yang baik yaitu 15-30 NTU. Dari hasil pengujian tersebut, *sensor* ph dan kekeruhan dapat mendeteksi kualitas air dengan baik, serta pompa juga dapat bekerja sesuai rules fuzzy mamdani.

Kata Kunci – Pendederan, *Sensor* PH, Turbidity *Sensor*, ESP32, Fuzzy Mamdani

I. PENDAHULUAN

Ikan Bandeng adalah salah satu komoditas ikan air payau yang memiliki potensi besar untuk dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan juga merupakan ikan yang mengandung nilai gizi tinggi. Nilai gizi yang terkandung dalam ikan bandeng yaitu karbohidrat 2,7%, lemak 0,85%, protein 24,1%, kadar abu 1,4%, kadar air 70,7%. Ikan bandeng adalah ikan herbivora yang memakan lelumutan, plankton serta alga yang berada dalam tambak. [1]

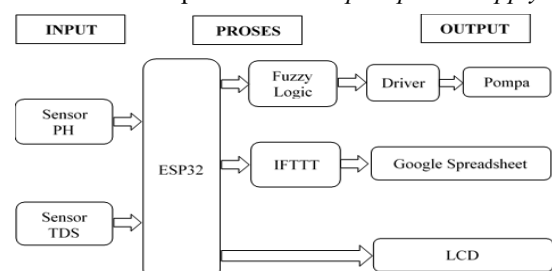
Dibalik beberapa keunggulan pada budidaya ikan bandeng yang menggiurkan terdapat proses budidaya yang tidak mudah khususnya pada saat masa awal budidaya atau biasa disebut dengan masa pendederan. Pendederan yaitu sebuah proses pemeliharaan ikan untuk mencapai ukuran tertentu sesudah benih ikan bandeng tersebut ditebar dalam tambak. Pada pendederan ini merupakan masa yang krusial karena pada masa ini para petambak harus pandai dalam pengolahan kualitas air untuk mengurangi kematian benih ikan bandeng. Faktor yang harus diperhatikan untuk menjaga kestabilan kualitas air yaitu tingkat keasaman air dan juga kekeruhan air. Adapun parameter PH yang layak untuk ikan bandeng antara 5-9, serta kekeruhan yang optimal yaitu antara 15-30 NTU. [2]

Kurangnya pengetahuan yang dimiliki oleh para petambak dan juga keterbatasan alat pengukur kualitas air mengakibatkan para petambak sering kali mengalami kegagalan pada masa pendederan ikan bandeng tersebut. Karena benih ikan bandeng banyak yang mengalami kematian sebab kemampuan adaptasinya masih rendah. Dengan adanya penelitian ini semoga membantu para petambak agar lebih mudah menyetabilkan kualitas air yang ideal untuk mengurangi kematian benih ikan bandeng supaya budidaya ikan bandeng berjalan dengan lancar sesuai keinginan para petambak. Dengan diciptakannya alat kontrol kualitas air ini juga menciptakan parameter air yang baik untuk budidaya bandeng sehingga petambak memperoleh peningkatan hasil panen. Pada masa pendederan ikan bandeng biasanya dilakukan pada awal musim hujan dimana air hujan yang tinggi mempengaruhi derajat keasaman air tambak karena air hujan mengandung PH antara < 5 (tergolong rendah) [3]. Maka dari itu dibuat alat pengontrol kualitas air pada tambak bandeng untuk meningkatkan pendederan ikan bandeng. Cara kerja alat prototype ini yaitu pengambilan data oleh 2 *sensor* yang akan diproses di fuzzy. Setelah proses terjadi akan menghasilkan nilai output sesuai variabel yang telah ditentukan kemudian sistem akan memberikan perintah pompa menyala cepat, lambat dan pompa mati. Pompa menyala ketika nilai berada di bawah nilai variabel yang telah ditentukan, kemudian pompa menyala untuk menebar larutan penyetabil PH dan probiotik dengan takaran 1gram/liter sehingga mendapatkan kualitas air yang baik untuk pendederan ikan bandeng yaitu PH dengan toleransi 5-9, dan juga kekeruhan air antara 15-30 NTU.

II. PERANCANGAN SISTEM

A. Blok Diagram Sistem

Dalam tahap ini berisikan perancangan *prototype* alat sistem kontrol kualitas air yang memiliki sumber tegangan DC 12V. Sumber tersebut didapatkan dari *adaptor/power supply*.

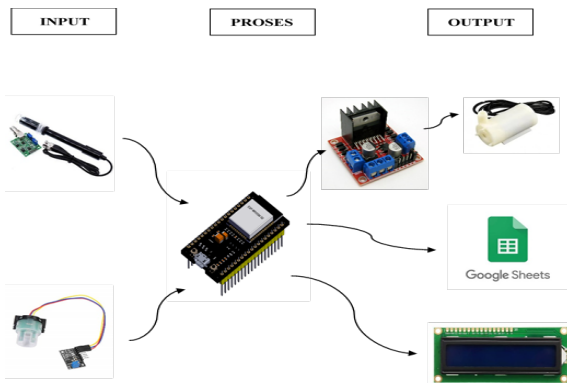


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Sumber daya dipakai untuk mengaktifkan ESP32 yang kemudian akan melakukan proses pembacaan sensor. Dimana input *sensor* PH dipakai untuk mendeteksi derajat keasaman air dan *sensor* turbidity untuk mendeteksi kekeruhan air. Fuzzy Logic berguna sebagai sistem kontrol yang bisa menggerakkan *output* pompa. *Output* akan menyala lambat/cepat dan mati berdasarkan nilai variabel yang telah ditentukan. Hasil pembacaan dari kedua *sensor* tersebut akan ditampilkan di layar monitor yaitu LCD. Kemudian untuk mengakses hasil / data yang telah diinput bisa melalui Google Spreadsheet yang berperan sebagai pencatat data tersebut.

B. Desain Hardware

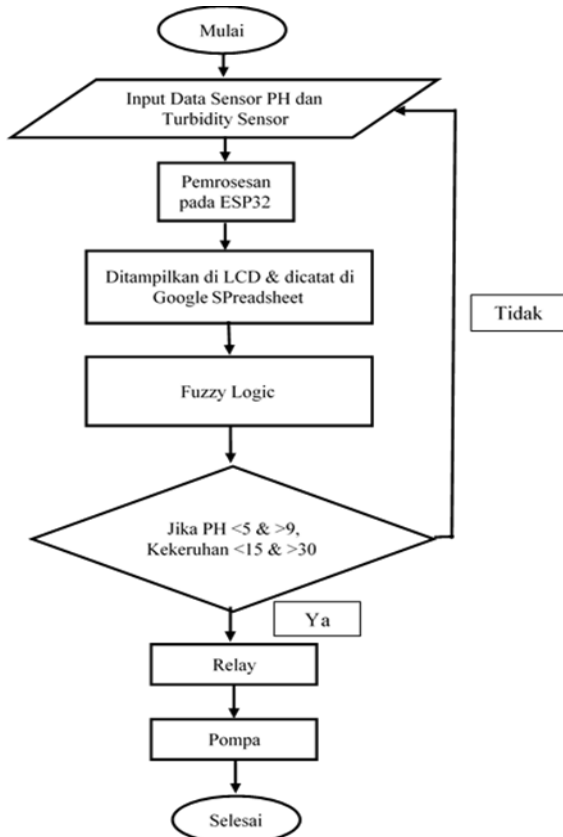
Desain *hardware* disini untuk menunjukkan bentuk fisik dari rangkaian komponen-komponen yang dipakai untuk membangun dan menjalankan *prototype* alat sistem kontrol kualitas air untuk meningkatkan pendederan ikan bandeng. Desain *hardware* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Desain Hardware

C. Proses Kerja Sistem

Dalam tahapan ini berisi tentang pemaparan alur prinsip kerja sistem yang disusun sebagai berikut.



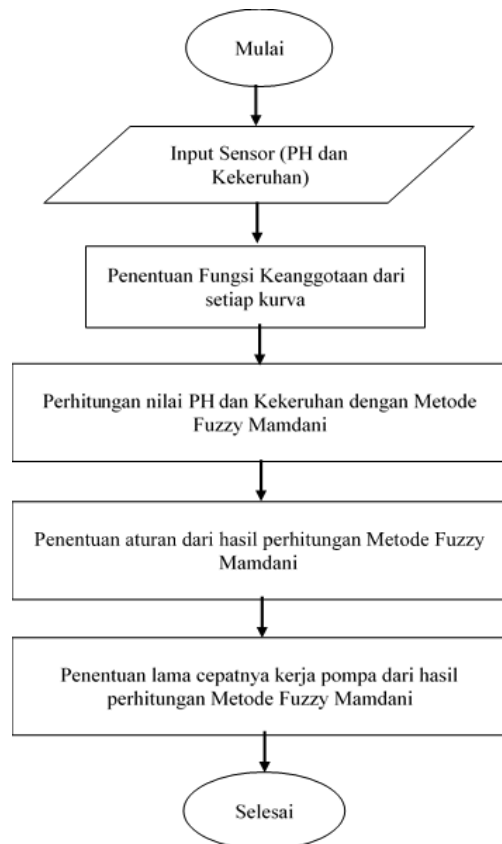
Gambar 3. Flowchart Kerja Sistem

Dari rancangan proses kerja sistem diatas dapat dijelaskan bahwa alat yang dibuat mempunyai proses fungsi :

- Pertama *sensor* PH dan Turbidity *Sensor* mengambil data nilai kualitas air yaitu derajat keasaman dan kekeruhan air sebagai input data awal
- Setelah proses input data kualitas air selesai, selanjutnya data akan diproses ESP32 sesuai rules Fuzzy yang telah ditentukan. Dari pemrosesan tersebut akan menghasilkan *output* pada pin ESP32, kemudian pin tersebut digunakan untuk menghubungkan ke pompa air sebagai *outputnya*.
- Terdapat 2 *sensor* dimana masing-masing *sensor* sudah ditentukan nilai variabel normalnya, jika nilainya menyatakan lebih rendah dari keadaan normal maka ESP32 berdasarkan rules Fuzzy akan memberikan perintah kepada pompa air tersebut untuk melarutkan larutan yang sudah disetting dengan takaran 1 gram/liter untuk menetralkan kualitas air pada objek.
- Layar *monitor* / LCD berperan untuk menampilkan data parameter pembacaan dari *sensor* PH dan Turbidity *Sensor* serta Google Spreadsheet juga melakukan pencatatan setiap terjadi perubahan pembacaan *sensor* dan juga menyimpan data hasil pembacaan *sensor*.

D. Perencanaan Metode Fuzzy Mamdani

Logika fuzzy Mamdani memiliki fungsi keanggotaan, basis aturan dan defuzzifikasi. Aturan tersebut digunakan untuk menentukan tindakan oleh komponen yang ada dalam sistem kemudian dimasukkan ke dalam ESP32 untuk diproses. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy mamdani ditentukan oleh derajat keanggotaan, yang memiliki peran untuk menentukan tingkat kesesuaian setiap anggota. *Flowchart*

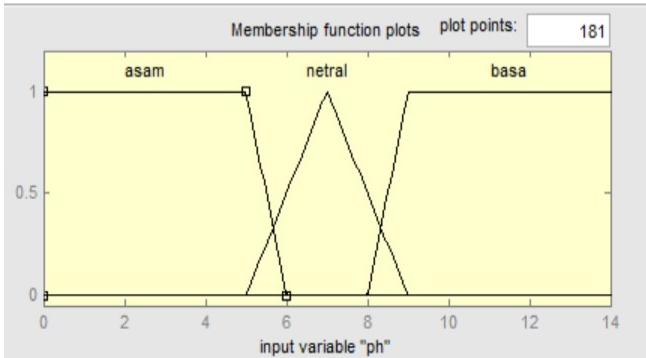


perencanaan metode fuzzy mamdani dapat dilihat sebagai berikut.

Gambar 4. Flowchart Perencanaan Fuzzy Logic

Dalam metode fuzzy yang digunakan ini memiliki 2 input yaitu *sensor* PH dan *sensor* kekeruhan dan memiliki 1 output berupa pompa yang berfungsi untuk melarutkan larutan penyetabil kualitas air. Fungsi keanggotaan input dan output dapat dilihat di bawah ini.

- Fungsi Keanggotaan Input PH Air



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Input PH

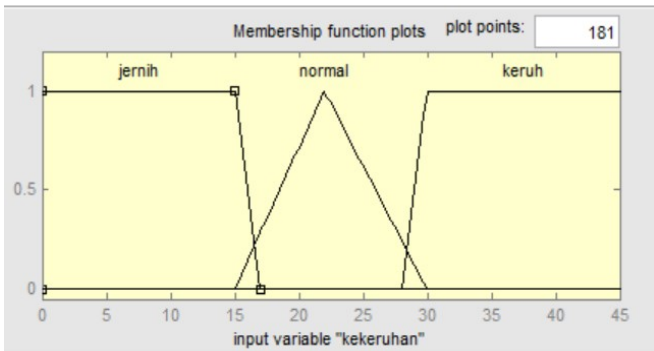
Fungsi Keanggotaan PH Air ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$\mu R \text{ Asam}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 5 \\ \frac{6-x}{6-5} & 5 \leq x \leq 6 \\ 0, & x > 6 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu R \text{ Netral}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 6 \\ 1, & x = 7 \\ \frac{x-5}{7-5} & 5 < x < 7 \\ \frac{9-x}{9-7} & 7 < x < 9 \\ 0, & x \leq 5 \text{ atau } x \geq 9 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu R \text{ Basa}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 8 \\ \frac{x-8}{11-8} & 8 \leq x \leq 9 \\ 1, & x \geq 9 \end{cases} \quad (3)$$

- Fungsi Keanggotaan Input Kekeruhan Air



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Input Kekeruhan

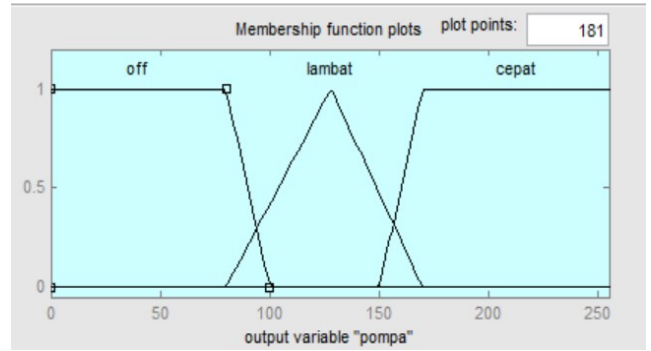
Fungsi Keanggotaan Kekeruhan Air ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$\mu R \text{ Jernih}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 15 \\ \frac{17-x}{17-15} & 15 \leq x \leq 17 \\ 0, & x > 17 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu R \text{ Normal}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 15 \text{ atau } x \geq 30 \\ 1, & x = 22 \\ \frac{x-15}{22-15} & 15 < x < 22 \\ \frac{30-x}{30-22} & 22 < x < 30 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu R \text{ Keruh}[x] = \begin{cases} 1, & x \geq 30 \\ \frac{x-28}{30-28} & 28 \leq x \leq 30 \\ 0, & x \leq 28 \end{cases} \quad (6)$$

- Fungsi Keanggotaan Output Pompa



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Output Pompa

Fungsi Keanggotaan Output Pompa ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$\mu R \text{ Off}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 80 \\ \frac{100-x}{100-80} & 80 \leq x \leq 100 \\ 0, & x > 100 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu R \text{ Lambat}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 80 \text{ atau } \geq 170 \\ \frac{x-80}{128-80} & 80 < x < 128 \\ \frac{170-x}{170-128} & 128 < x < 170 \\ 1, & x = 128 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu R \text{ Cepat}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{170-150} & 150 \leq x \leq 170 \\ 1, & x \geq 170 \end{cases} \quad (9)$$

Rules Fuzzy Mamdani yang dipakai untuk basis aturan output sebagai berikut.

Tabel 1. Rules Fuzzy Mamdani

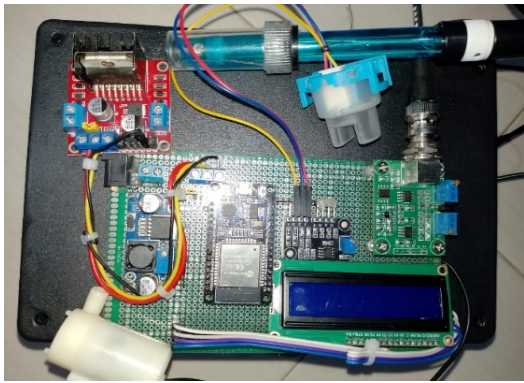
NO	IF	PH	AND	KEKERUHAN	THEN	POMPA
1	IF	ASAM	AND	JERNIH	THEN	CEPAT
2	IF	ASAM	AND	NORMAL	THEN	LAMBAT
3	IF	ASAM	AND	KERUH	THEN	CEPAT
4	IF	NETRAL	AND	JERNIH	THEN	LAMBAT
5	IF	NETRAL	AND	NORMAL	THEN	OFF
6	IF	NETRAL	AND	KERUH	THEN	LAMBAT
7	IF	BASA	AND	JERNIH	THEN	CEPAT
8	IF	BASA	AND	NORMAL	THEN	LAMBAT
9	IF	BASA	AND	KERUH	THEN	CEPAT

III. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan data hasil dari beberapa pengujian dan juga pembahasan tentang implementasi metode fuzzy logic mamdani pada sistem kontrol kualitas air pada pendederan ikan bandeng.

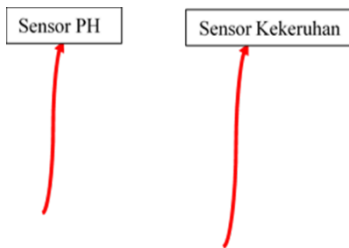
A. Hasil Rancangan Sistem

Rancangan sistem pada alat ini memakai mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan *sensor* PH untuk mendeteksi kadar keasaman air dan turbidity *sensor* untuk mendeteksi kekeruhan air. *Prototype* ini dirancang menggunakan fuzzy logic mamdani. Bentuk fisik dari alat tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Prototype Sistem Kontrol Kualitas Air

Adapun pengujian alat ini dilakukan pada objek aquarium ukuran panjang 35cm, lebar 15cm dan tinggi 20cm. Peletakan sensor PH dan *sensor* kekeruhan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 9. Letak *Sensor* Pada Rancangan Sistem Kontrol



B. Kalibrasi *Sensor* PH dan *Sensor* Kekeruhan

- Kalibrasi *Sensor* PH

Kalibrasi *sensor* diperlukan agar *sensor* dapat melakukan pembacaan nilai yang akurat. Proses kalibrasi *sensor* ini dilakukan berulang kali dengan membuat program *sensor* untuk menyesuaikan nilai yang terbaca oleh *sensor* dengan menggunakan ph buffer dan juga pembanding ph meter. Kalibrasi *sensor* PH dilakukan dari pengambilan parameter asam, netral dan basa. Data kalibrasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Kalibrasi *Sensor* PH

NO.	Sensor PH	PH Meter	Error (%)
1.	4.08	4.08	0
2.	6.67	6.71	0,59
3.	9.30	9.26	0,43

Dari tabel diatas diketahui bahwa hasil kalibrasi mendekati nilai akurat dapat dilihat dari layar serial monitor dan PH meter.

- Kalibrasi *Sensor* Kekeruhan

Proses kalibrasi *sensor* langsung menggunakan *code* acuan rumus baku. *Sensor* kekeruhan yang memiliki keluaran awal analog kemudian setelah diprogram dapat menghasilkan keluaran NTU, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pengukuran *sensor* mendekati hasil pengukuran alat standar ukur kekeruhan air. Berikut merupakan data hasil pengujian.

Tabel 3. Data Kalibrasi *Sensor* Kekeruhan

NO.	Tingkat Kekeruhan
1.	3.3 NTU
2.	7.5 NTU
3.	16.4 NTU
4.	21.7 NTU

C. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pada tahapan ini dilakukan pengujian keberhasilan keseluruhan sistem meliputi pembacaan *sensor* PH dan *sensor* kekeruhan secara bersamaan sehingga dapat menghasilkan nilai output defuzzifikasi yang berupa tegangan PWM untuk menggerakkan pompa air untuk melarutkan air ke dalam objek aquarium. Berikut merupakan tabel hasil pengujiannya.

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan

NO.	Waktu (25-12-23)	PH Air	Kekeruhan Air	Output Deffuzifikasi
1	05.13PM	4.2	0	191.7
2	05.17PM	4.6	3.3	191.7
3	05.18PM	4.9	7.5	191.7
4	05.22PM	5.6	16.4	132.2
5	05.24PM	6.4	21.7	46.6
6	05.26PM	7.2	23.6	46.1
7	05.28PM	12.2	39.5	191.7
8	05.32PM	11	35.3	191.7
9	05.36PM	9.6	27.5	125.4
10	05.38PM	7	20	46.6

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan saat parameter PH air asam (4.2 , 4.6 , 4.9) dan kekeruhan air (0 , 3.3 , 7.5) kemudian pompa menyala ditunjukkan dengan output defuzzifikasi 191.7 PWM yang berarti pompa berjalan cepat, dan pompa melambat dengan ouput 132.2 PWM ketika PH air 5.6 dan kekeruhan 16.4, dan berhasil membuat kualitas air kolam menjadi PH netral (6.4 , 7.2) dan kekeruhan normal (21.7 , 23.6) dan pompa mati ditunjukkan oleh output defuzzifikasi (46.6 , 46.1). Pengujian juga dilakukan pada saat parameter PH air basa (12.2 , 11) dan kekeruhan air (39.5 , 35.3) kemudian pompa menyala cepat dengan ouput 191.7 PWM untuk melarutkan larutan penyetabil air dan melambat dengan ouput 125.4 PWM ketika PH air 9.6 dan kekeruhan air 27.5 kemudian berhasil membuat kualitas PH air netral (7) dan kekeruhan air normal (20). Ketika air sudah netral dan

normal maka pompa secara otomatis akan mati (46.6 PWM) dan berhenti melarutkan larutan penyetabil kualitas air.

D. Keberhasilan Penyimpanan Data di Google Spreadsheet

Dari beberapa percobaan pengujian dan hasil pengamatan, data hasil monitoring dan kontrol kualitas air tersebut berhasil

A	B	C	D
Date And Time	PH	Kekeruhan	Defuzzy
December 25, 2023 at 05:13PM	4.20	0.0	191.70
December 25, 2023 at 05:14PM	4.25	0.60	191.70
December 25, 2023 at 05:15PM	4.30	1.60	191.70
December 25, 2023 at 05:14PM	4.40	2.40	191.70
December 25, 2023 at 05:16PM	4.50	2.90	191.70
December 25, 2023 at 05:17PM	4.60	3.30	191.70
December 25, 2023 at 05:17PM	4.70	4.90	191.70
December 25, 2023 at 05:18PM	4.80	5.70	191.70
December 25, 2023 at 05:18PM	4.90	7.50	191.70
December 25, 2023 at 05:19PM	5.00	10.20	189.10
December 25, 2023 at 05:20PM	5.20	12.70	180.50
December 25, 2023 at 05:21PM	5.40	14.90	175.80
December 25, 2023 at 05:22PM	5.60	16.40	82.30
December 25, 2023 at 05:22PM	5.80	17.80	80.90
December 25, 2023 at 05:23PM	6.00	19.10	78.40
December 25, 2023 at 05:24PM	6.20	20.60	70.00
December 25, 2023 at 05:24PM	6.40	21.70	46.60
December 25, 2023 at 05:25PM	6.80	22.40	46.30
December 25, 2023 at 05:26PM	7.20	23.60	46.10

disimpan di Google Spreadsheet agar dapat dilihat kapan saja saat diperlukan. Gambar hasil penyimpanan data di Google Spreadsheet dapat dilihat di bawah ini.

Gambar 10. Hasil Penyimpanan Data di Google Spreadsheet

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan, pembuatan, serta pengujian pada alat tersebut untuk memperoleh nilai fungsional secara maksimal sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. *Sensor* PH dapat membaca nilai parameter air dengan baik yang mendekati akurat dengan memiliki rata rata error 0.34%.
2. Rules fuzzy logic mamdani dapat mengeluarkan nilai defuzzifikasi PWM yang sesuai sehingga dapat menggerakkan pompa sesuai rules yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M.Y.K. Deram, A. Tjendanawangi, N. Dahoklory. “Efektivitas Substitusi Tepung Ikan (*Brevoorita tyrannus*) dengan Tepung Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* L) Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)”. *JVIP*, 3(2), 2023.
- [2] M. Jefri, A. Haris, S. Sodiq, S. Saleh, A. Malik. “Kelayakan Parameter Fisika Kualitas Air untuk Usaha Budidaya Ikan Bandeng dengan Sistem Keramba Jaring Tancap (KJT) pada Lahan Bekas Galian Tambang Pasir”. *OCTOPUS : Jurnal Ilmu Perikanan Universitas Muhammadiyah Makassar*, 2020.
- [3] I. Rosyidah, A.R. Chaidir, Sumardi. “Sistem Pemantauan dan Kontrol Kualitas Air pada Budidaya Bandeng Menggunakan Metode Fuzzy Logic”. *Emitor Jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 2023.
- [4] A. Kurniawan. “Estimasi Tingkat Keasaman Air Hujan (pH) Akibat Absorpsi Gas NO₂ dan SO₂”. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(3), UNDIP, 2019.
- [5] S.H.W. Sasono, S.S. Hidayat, T.A. Setyawan. “Pendampingan Implementasi Pemakaian Sistel Informasi Monitoring Kondisi Air Pada Tambak Udang Vaname Berbasis Web di Tambak Sumulyono,

- [6] I P. Y. P. Pratama, K.S. Wibawa, I M.A. D. Suarjaya. “Peerancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino”. *JITTER-Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer* Vol. 3 No.2, 2022.
- [7] A. N., A. Supriyanto, H. Rhomadhona. “Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Turbidity Sensor Dan Arduino Berbasis WEB Mobile”. *Jurnal CoreIT*, Vol.5, No.1, 2019.
- [8] M. Amin, R. Ananda, J. Eska. “Analisis Penggunaan Driver Mini Victor L298N Terhadap Mobil Robot Dengan Dua Perintah Android Dan Arduino Nano”. *JURTEKSI Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi* Vol. 4 No. 1, 2019.
- [9] K. Widiatmoko. “Prototype Pompa Air DC Bertenaga Surya Berbasis Internet of Things(IoT)”. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Elektro* Vol. 1 No.1 Universitas Pakuan, 2022.