

Sistem Kendali *Smart* Aquarium Ikan Arwana Menggunakan *Fuzzy Logic Controller* (FLC)

Fitri*, Mohammad Luqman, Chairunisa Salsabilla Chanza

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: fitripolinema@gmail.com

Paper received: 03-10-2021; revised: 12-10-2021; accepted: 18-10-2021

Abstract

Arowana fish require a pH level of 6.8 – 7.5 and a turbidity level of 7.5 NTU. The purpose of making this tool is to maintain the pH and turbidity of the arowana fish aquarium water. This tool uses a pH sensor E-201-C to measure water pH levels, a turbidity sensor SEN-0189 to detect water turbidity, and an ultrasonic sensor to measure water levels, using an ESP32 microcontroller. In controlling pH levels using the fuzzy logic controller method using set point 7. On pH levels to control pH levels using a mini up pump and mini down pump. If the pH <6.8 then the mini up pump will be active, and vice versa if the pH >7.5 then the mini down pump will be active. Meanwhile, to control the turbidity of the water, a DC 12V 1 pump is used for discharging dirty water and a DC 12V 2 pumps for filling clean water. The data read by the sensor can be monitored via the 128X64 OLED and the blynk application on the smartphone. That based on the test results on the control system for controlling pH levels of arowana fish aquarium water using the fuzzy method can work with an error value of less than 0.4. Meanwhile, controlling the turbidity of water during the draining process takes 11 minutes 13 seconds and when filling clean water takes 27 minutes 2 seconds.

Keywords: water quality control; fuzzy logic controller; pH E-201-C sensor, turbidity SEN-0189 sensor

Abstrak

Ikan arwana membutuhkan kadar pH 6,8 – 7,5 dan tingkat kekeruhan 7,5 NTU. Pembuatan alat ini bertujuan untuk menjaga kadar pH dan kekeruhan air aquarium ikan arwana. Alat ini menggunakan sensor pH E-201-C untuk mengukur kadar pH, sensor turbidity SEM-0189 untuk mendeteksi kekeruhan air, sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan mikrokontroler ESP32. Pada pengontrolan kadar pH menggunakan metode *fuzzy logic controller* dengan menggunakan *setpoint* 7. Pada pengontrolan kadar pH menggunakan pompa mini *up* dan pompa mini *down*. Apabila kadar pH <6,8 maka pompa mini *up* akan aktif begitu juga sebaliknya apabila kadar pH >7,5 maka pompa mini *down* akan aktif. Sedangkan untuk pengontrolan kekeruhan air menggunakan pompa DC 12V 1 untuk membuang air kotor dan pompa DC 12V 2 untuk mengisi air bersih. Data yang terbaca oleh sensor dapat dipantau melalui OLED 128X64 dan aplikasi *blynk* pada *smartphone*. Berdasarkan hasil pengujian pada sistem kendali kontrol kadar pH air aquarium ikan arwana dengan metode *fuzzy* dapat bekerja dengan memiliki nilai *error* kurang dari 0,4. Sedangkan pada pengontrolan kekeruhan air pada saat proses pengurasan membutuhkan waktu 11 menit 13 detik dan pada saat pengisian air bersih membutuhkan waktu 27 menit 2 detik.

Kata kunci: kendali kualitas air ; *fuzzy logic controller*; sensor Ph E-201-C; sensor turbidity SEN-0189

1. Pendahuluan

Ikan arwana merupakan ikan hias yang cukup populer dan banyak digemari para pecinta ikan hias, walaupun ikan arwana sebagai hewan langka yang berstatus terancam punah dan berharga tinggi. Ikan arwana juga disebut arowana atau arwana, karena merupakan ikan dengan sebutan nama latin *Osteoglossumbicirrhosum* dari Genus *Osteoglossum* yang berasal dari Brazil. Ikan arwana sangat rentang terhadap kualitas air untuk kelangsungan hidupnya. Permasalahan yang sering dijumpai adalah kadar pH dan kekeruhan air pada aquarium ikan arwana. Kadar pH pada ikan arwana yang dibutuhkan 6,8 – 7,5, tetapi banyak orang yang

memelihara ikan arwana tidak memperhatikan kadar pH dalam aquarium sehingga mengakibatkan ikan sakit dan mudah mati (Mulyani, dkk, 2015).

Untuk mengetahui kadar pH dalam ikan arwana para pemilik harus melakukan pengecekan kadar pH air secara manual menggunakan pH meter. Selain itu kekeruhan air juga sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan. Kekeruhan air ikan arwana apabila 7.5 NTU. Jika air pada ikan arwana terlihat keruh maka ikan juga akan rentan terhadap penyakit bahkan akan mengakibatkan kematian. Jika air pada aquarium keruh maka pemilik harus menguras secara manual, supaya ikan selalu sehat.

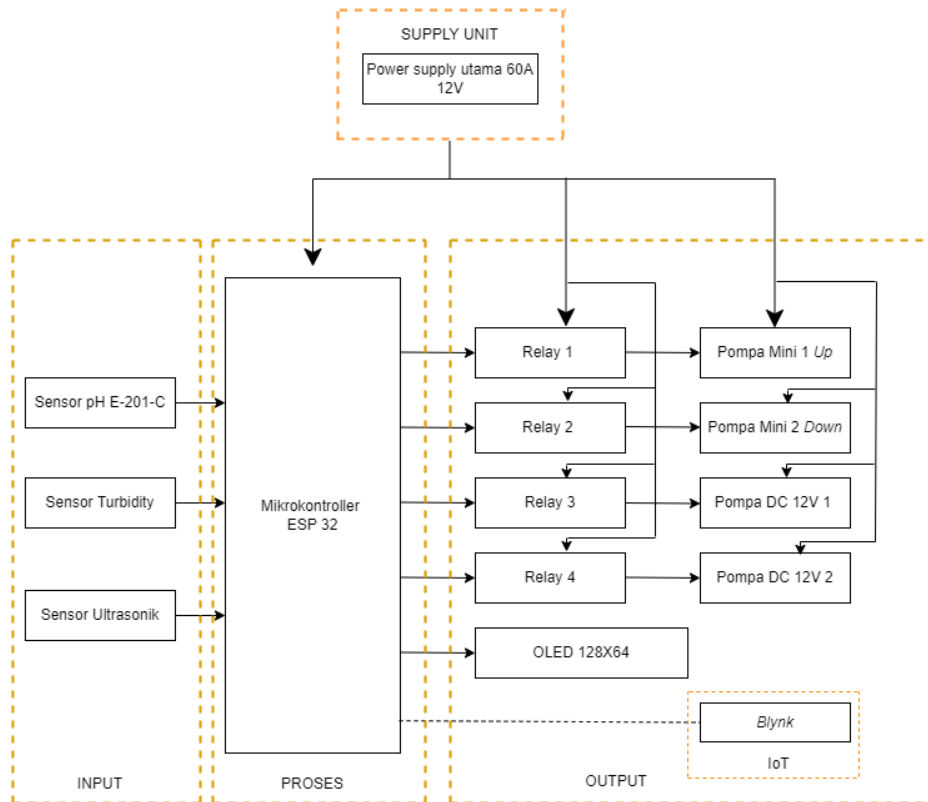
Maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan alat pengontrol dan monitoring kualitas air pada ikan arwana khususnya pada pengontrolan pH air menggunakan *fuzzy logic controller* (FLC) dan kekeruhan air pada aquarium ikan arwana, yang bertujuan untuk mempermudah para pemilik ikan hias arwana supaya lebih mudah untuk memantau dan mengontrol kadar pH dan kekeruhan air pada aquarium ikan arwana.

2. Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah para pemilik ikan hias arwana untuk mengontrol dan memantau kadar pH dan kekeruhan air pada aquarium ikan arwana. Metode ini merupakan cara kerja untuk mengumpulkan data dan kemudian mengolah data tersebut sehingga menghasilkan data yang dapat memecahkan permasalahan. Jenis metode penelitian yang digunakan adalah komparatif.

2.1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem yang mempunyai 3 blok yaitu input, proses dan output. Dimana input meliputi sensor pH E-201-C untuk mendeteksi kadar pH air aquarium, sensor turbidity untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air aquarium dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air aquarium ikan arwana. Pada diagram blok proses Gambar 1 meliputi mikrokontroler ESP32 yang memiliki fitur koneksi WiFi untuk menghubungkan dalam *Internet of Things* (IoT). *Output* pada diagram blok sistem meliputi *relay 4 chanel* yang masing – masing disambungkan dengan pompa mini *up* dan *down* untuk menstabilkan kadar pH dengan cairan *fish ball all up* dan *down*, kemudian pompa DC 12V 1 dan pompa DC 12V 2 untuk menguras dan mengisi air bersih aquarium ikan arwana, kemudian oled 128x64 untuk memonitoring sistem.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

2.2. Diagram Blok Kontrol

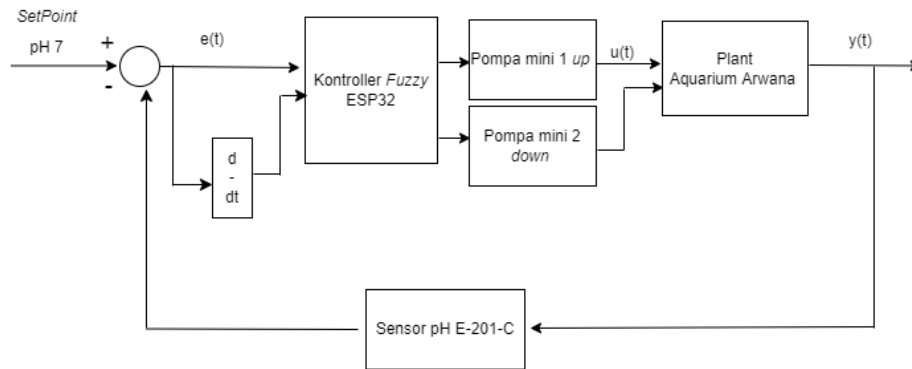
2.2.1. Diagram Blok Kontrol pH Air

Sistem kendali kualitas air ini menggunakan sensor pH E-201-C dengan metode logika *fuzzy*. Berdasarkan Gambar 2 masukan dari sistem ini adalah sensor pH E-201-C. Pada sistem sensor pH E-201-C berfungsi untuk mengukur kadar pH pada air aquarium. Output dari sistem *fuzzy* ini berupa berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menstabilkan kadar pH menggunakan pompa mini *up* dan *down*. Dengan sistem kendali kualitas air dengan pengendalian logika *fuzzy* dengan $r(t)$ merupakan nilai referensi diskrit berupa SP sebagai *setpoint* pH dalam sistem ini 7 yang akan digunakan untuk menghitung nilai $e(t)$ (*error*) dengan rumus :

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (1)$$

dimana:

- $e(t)$ adalah besaran nilai kesalahan diskrit.
- $r(t)$ adalah besaran nilai referensi diskrit.
- $y(t)$ adalah nilai keluaran *plant* diskrit

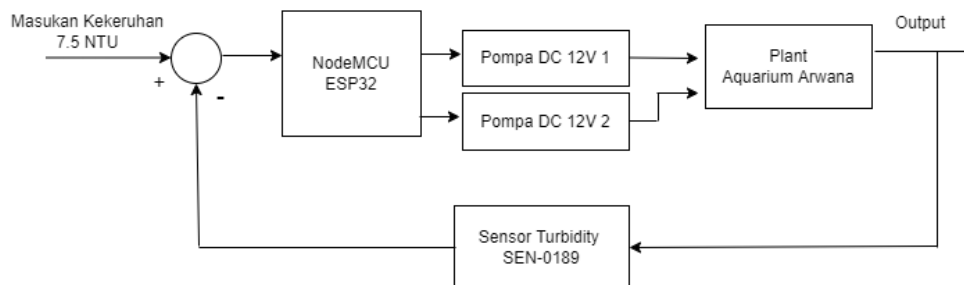


Gambar 2. Diagram Blok Kontrol pH Air

Nilai pembacaan $u(t)$ nilai besaran yang diberikan pada *plant* berupa waktu pompa. Kemudian *plant* akan mengembalikan nilai pembacaan sensor untuk mendapatkan nilai *error*. Keluaran dari sensor pH tersebut akan diproses dengan menggunakan matlab dengan metode *fuzzy logic* dan menghasilkan keluaran yang terbaca oleh mikrokontroler untuk mengontrol kualitas air aquarium ikan arwana.

2.2.2. Diagram Blok Kontrol Kekeruhan Air

Pada sistem kendali kualitas air juga mendeteksi kekeruhan air dalam aquarium menggunakan sensor turbidity SEN-0189. Pada Gambar 3 data pembacaan sensor akan diproses melalui kontroller NodeMCU ESP32. Apabila pembacaan sensor sudah mencapai nilai pembacaan 7.5 NTU maka pompa DC12V 1 akan menyala sebagai pembuangan air kotor dan diisi Kembali dengan pompa DC 12V 2 untuk mengisi air bersih.



Gambar 3. Diagram Blok Kontrol Kekeruhan Air

2.3. Perancangan Sistem

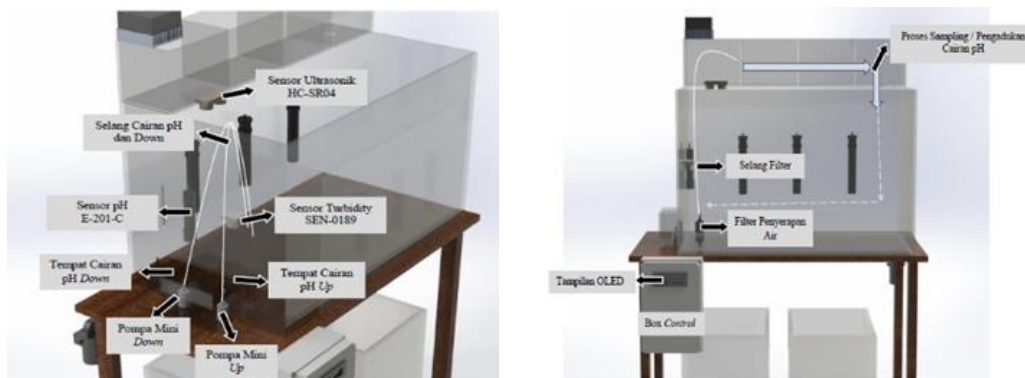
Dalam penelitian ini dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menjaga kualitas air kadar pH menggunakan pompa mini *up* dan pompa mini *down* yang dikontrol menggunakan *Fuzzy Logic Controller* dan kekeruhan air aquarium ikan arwana menggunakan pompa air DC 12V untuk membuang dan mengisi air pada aquarium ikan arwana.

- Spesifikasi Mekanik
 - Dimensi : 80 x 40 x 40 cm
 - Berat : 98 kg
 - Bahan : Kaca
- Spesifikasi Elektronik

Catu Daya : 220VAC
Processor : ESP32
Layar : OLED 128x64
Tegangan Output : 0 – 12 VDC
Arus output : 60A

2.4. Perancangan Mekanik

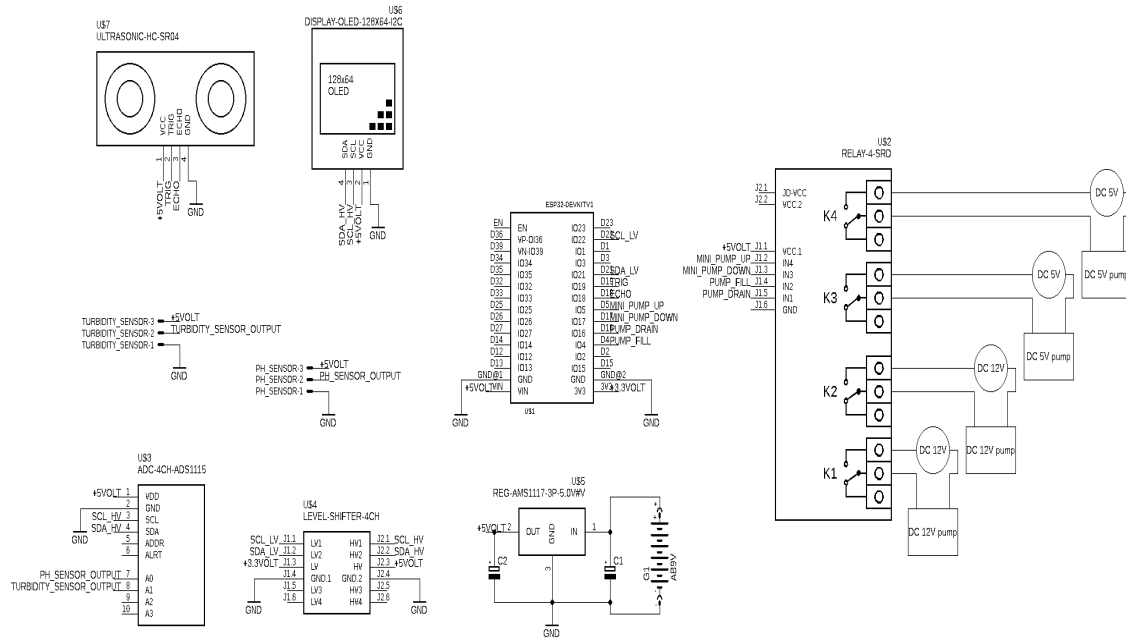
Bagian mekanik yang dibutuhkan untuk alat ini adalah aquarium kaca 5 mm dengan ukuran 80x40x40 sebagai media wadah air untuk ikan arwana. Bagian depan kiri terdapat kotak panel sebagai tempat *power supply* dan *relay*. Pada Gambar 4 menunjukkan perancangan desain mekanik sebagai berikut:



Gambar 4. Desain Mekanik

2.5. Perancangan Elektronik

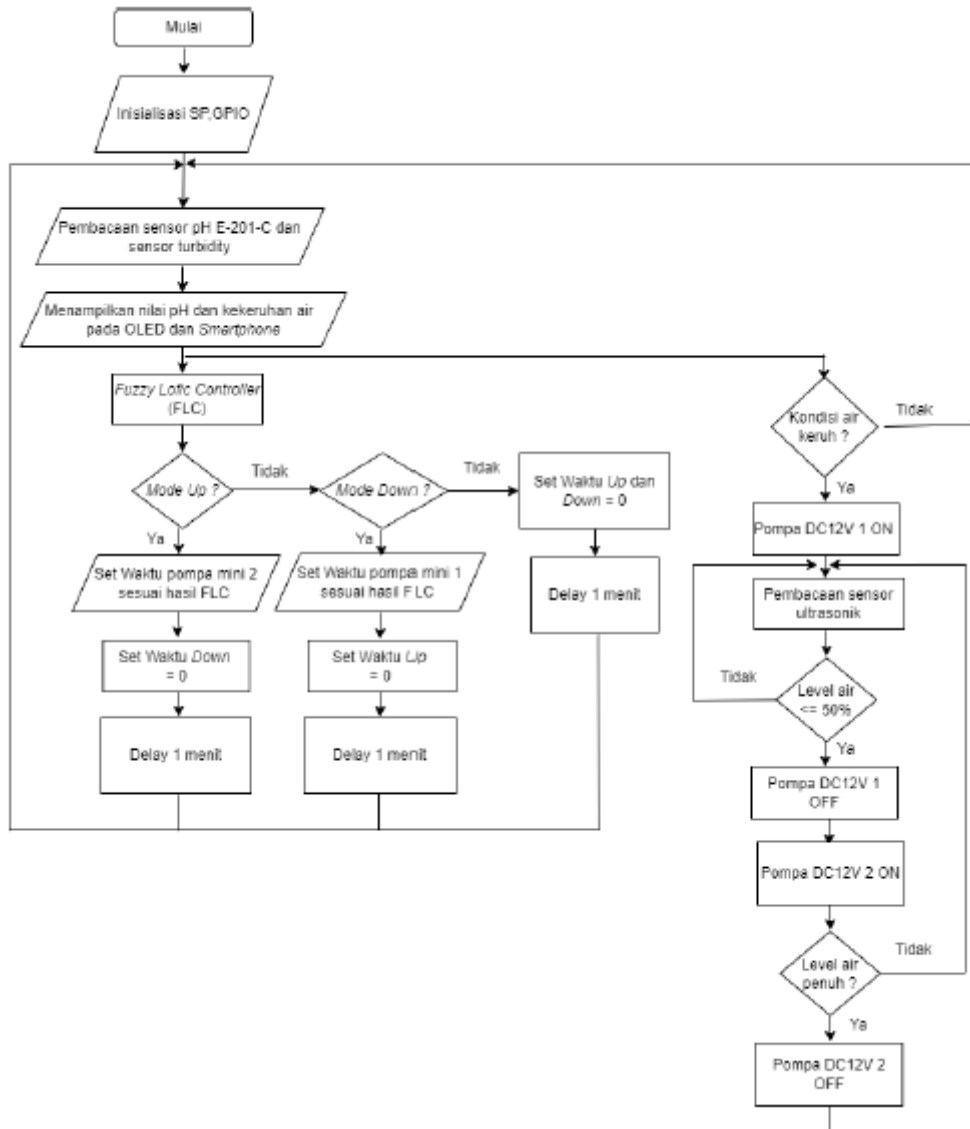
Sumber catu daya alat ini adalah listrik 220 VAC sedangkan tegangan operasional yang dirancang untuk rangkaian ini adalah 12VDC. Maka pada sistem ini diperlukan sebuah *power supply* untuk menurunkan dan menstabilkan tegangan yang digunakan untuk mensuplai rangkaian kontrol. Untuk *power supply* memakai 60A 12VDC. Pada Gambar 5 merupakan gambar rangkaian elektrik keseluruhan dari alat yang menggunakan mikriokontroler ESP32.



Gambar 5. Perancangan elektronik

2.6. Perancangan Software

Pada Gambar 6 merupakan perancangan software sistem kendali kualitas air aquarium yang mengendalikan sensor pH E-201-C, sensor turbidity SEN-0189, sensor ultrasonik.



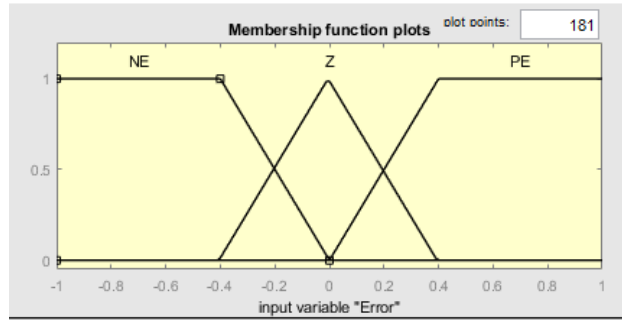
Gambar 6. Flowchart Sistem

Penggunaan logika *fuzzy* dalam alat ini hanya digunakan untuk pengendalian pH air aquarium ikan arwana. Perancangan logika *fuzzy* pada sistem menggunakan fungsi keanggotaan *error* dan $\Delta error$. Tahap pertama untuk logika *fuzzy* adalah pembentukan himpunan *fuzzy* (*fuzzyfikasi*). *Fuzzyfikasi* merupakan proses proses untuk mentransformasikan input himpunan tegas (*crisp*) kedalam himpunan *fuzzy*.

2.7. Perancangan Fuzzy Logic Controller

2.7.1. Variabel *Fuzzy* Keanggotaan *Error*

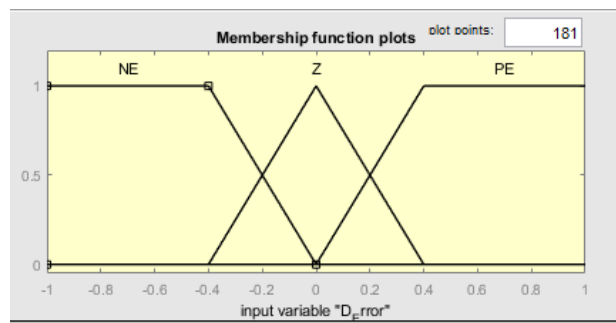
Variabel *error* memiliki 3 fungsi keanggotaan yaitu: NE (asam) dengan parameter [-1 - 1 -4 0], Z (netral) dengan parameter [-0.4053 -0.005291 0.3947], dan PE (basa) dengan parameter [0 0.4 1 1].



Gambar 7. Nilai Keanggotaan *Error*

2.7.2. Variabel Fuzzy Keanggotaan Δ Error

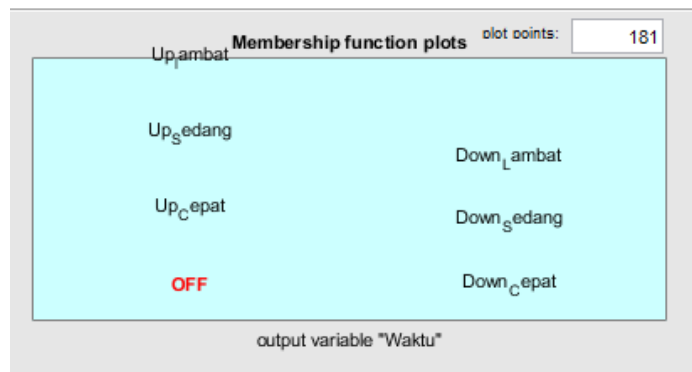
Variabel *error* memiliki 3 fungsi keanggotaan yaitu: NE (asam) dengan parameter [-1 -1 -0.4 0], Z (netral) dengan parameter [-0.4 0 0.4], dan PE (basa) dengan parameter [0 0.4 1 1].



Gambar 8. Nilai Keanggotaan Δ Error

2.7.3. Nilai Keanggotaan Waktu Aktuator

Output sistem ini memiliki 7 keadaan waktu yaitu: *Up_Lambat* parameter 5, *Up_Sedang* parameter 2.5, *Up_Cepat* parameter 1, *Down_Lambat* parameter 5, *Down_Sedang* parameter 2.5, *Down_Cepat* parameter 1 dan *Off* parameter 0 yang dapat dilihat dari Gambar 9.



Gambar 9. Keanggotaan Aktuator

2.7.4. Perancangan Rule Base

Perancangan rulebase pada tabel 1 merupakan perancangan rulebase darimasukan input sensor pH E-201-C dengan masukan *error* dan $\Delta Error$.

Tabel 1. Perancangan Rulebase

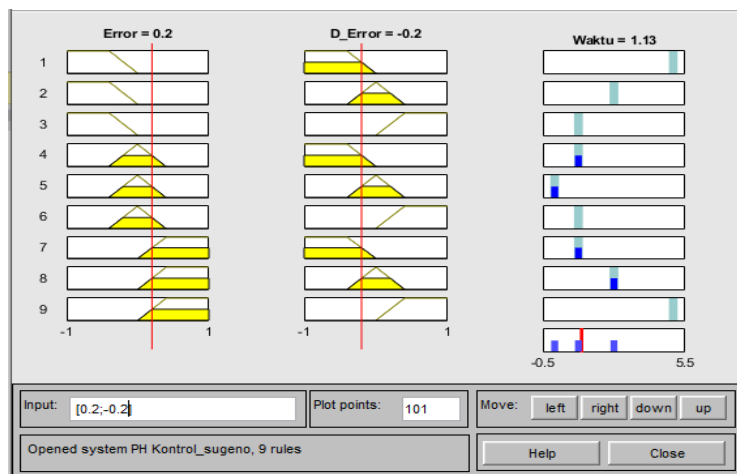
	NE (ΔE)	Z	PE
NE	Up_Lambat	Up_Sedang	Up_Cepat
Z	Up_Cepat	OFF	Down_Cepat
PE	Down_Cepat	Down_Sedang	Down_Lambat

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai dengan perancangan.

3.1. Pengujian Fuzzy Logic Controller

Berdasarkan pengujian *fuzzy* dapat dianalisa bahwa penggunaan dapat berfungsi dengan baik. Dengan pembuktian pada aplikasi matlab dan hasil perhitungan. Hasil pengujian matlab dengan masukan *error* = 0,2 dan $\Delta error$ = -0,2 ditunjukkan pada Gambar 10.



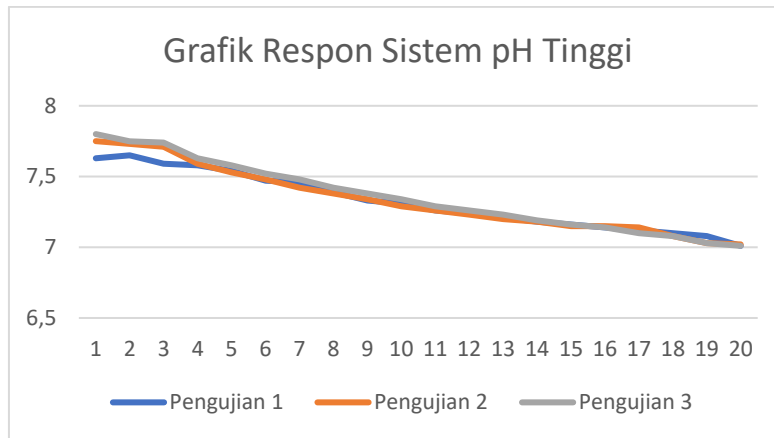
Gambar 10. Rule Viewer Matlab Pembuktian

Dari hasil pembuktian Gambar 10 dan hasil perhitungan dengan masukan error 0,2 dan $\Delta error$ = -0,2 menghasilkan luaran defuzzyfikasi 1,13 detik pada matlab. Sedangkan pada perhitungan manual luaran defuzzyfikasi 1,25 detik. Maka dapat disimpulkan bahwa dari hasil perbandingan dari aplikasi matlab dan perhitungan terdapat *error* sebesar 0,12 detik.

3.2. Pengujian Keseluruhan pH Air Aquarium Ikan Arwana

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui sistem berjalan dengan baik atau tidaknya. Pengujian ini menggunakan aquarium dengan volume air 98-liter, yang didalamnya terdapat sensor pH E-201-C. Hasil pengujian sistem keseluruhan data *realtime* dan dapat disimpulkan bahwa perubahan pH air tidak begitu drastis, jika tidak ada gangguan dari luar.

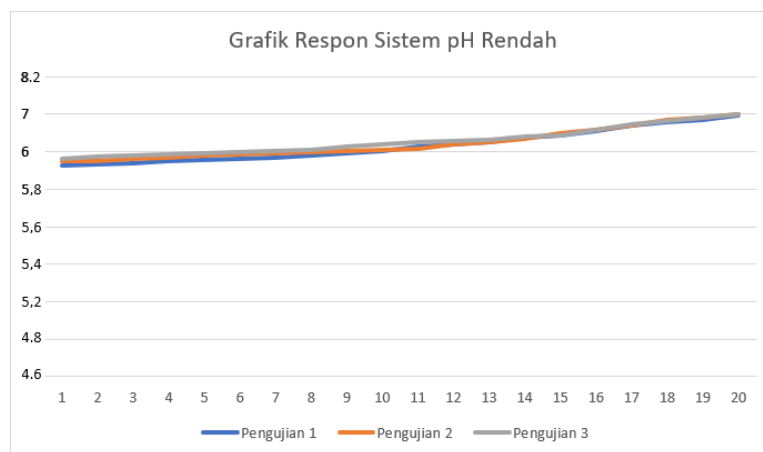
Pengujian selanjutnya dengan memberi gangguan pada plant aquarium ikan arwana dengan cara menambahkan cairan pH *up* hingga pH naik dari *setpoint* supaya bisa mengetahui respon sistem jika ada gangguan pH naik yang dapat dilihat dari Gambar 11.



Gambar 11. Respon Sistem pH Tinggi

Dari 3 percobaan pengujian respon sistem diatas dengan gangguan dinaikannya pH air dari *setpoint* dapat disimpulkan bahwa proses untuk kembalinya pH air menuju *setpoint* memerlukan waktu ± 7 menit untuk mencapai *setpoint*.

Pengujian selanjutnya dengan memberi gangguan pada aquarium ikan arwana dengan cara menurunkan pH air dari *setpoint* supaya bisa mengetahui respon sistem jika ada gangguan menurunnya pH. Cara untuk gangguan dilakukan dengan memasukkan cairan *down* kedalam aquarium hingga pH air berubah menuju *setpoint* yang dapat dilihat dari Gambar 12.



Gambar 12. Respon Sistem pH Rendah

Dari 3 percobaan pengujian respon sistem diatas dengan memberikan gangguan diturunkan pH air dari *setpoint* dapat disimpulkan bahwa proses kembalinya pH air menuju *setpoint* memerlukan waktu ± 7 menit untuk mencapai *setpoint*.

3.3. Pengujian Keseluruhan Kekekruhan Air Aquarium Ikan Arwana

Dari percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa apabila sensor turbidity mencapai batas keruh 7.5 NTU akan menguras secara otomatis. Pengurasan pada aquarium ikan arwana menggunakan pompa 1 DC 12V untuk pembuangan air keruh yang akan dikuras secara otomatis dan apabila ketinggian air yang dideteksi oleh sensor ultrasonik senilai 25 cm maka pompa 1 DC 12V akan berhenti. Pada saat pengurasan air kotor membutuhkan waktu 11 menit 13 detik. Kemudian pompa 2 DC 12V akan aktif untuk pengisian air bersih dan apabila ketinggian yang dideteksi oleh sensor ultrasonik senilai 10 cm maka pompa 2 DC 12V akan berhenti dan sensor turbidity akan mendeteksi untuk kekekruhan air bersih menjadi senilai 1.36 NTU. Pada saat pengisian air bersih membutuhkan awaktu 27 menit 2 detik. Pada Tabel 2 merupakan hasil pengujian keseluruhan air pada aquarium.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keseluruhan Kekekruhan Air Aquarium Ikan Arwana

No.	NTU	Pompa DC 12C 1	Pompa DC 12V 2	Sensor Ultrasonik	Aplikasi Blynk
1.	1,36	-	-	10 cm	1,36
2.	2,84	-	-	10 cm	2,84
3.	4,09	-	-	10 cm	4,09
4.	6,80	-	-	10 cm	6,80
5.	7,55	✓	-	11 cm	7,55
6.	7,60	✓	-	14 cm	7,60
7.	7,30	✓	-	17 cm	7,30
8.	7,44	✓	-	20 cm	7,44
9.	7,53	✓	-	23 cm	7,53
10.	7,50	✓	-	25 cm	7,50
11.	5,00	-	✓	23 cm	5,00
12.	4,10	-	✓	21 cm	4,10
13.	3,20	-	✓	16 cm	3,20
14.	1,40	-	✓	14 cm	1,40
15.	1,36	-	-	10 cm	1,36

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian pada kualitas air pada aquarium ikan arwana menggunakan *fuzzy logic controller* yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa : Sistem kendali kontrol pH air aquarium ikan arwana menggunakan metode *fuzzy* dapat bekerja dengan memiliki nilai *error* kurang dari 0,4. Sistem kendali kontrol pH air aquarium ikan arwana menggunakan *fuzzy logic controller* dapat mempertahankan kadar pH air aquarium ikan arwana supaya stabil pada *setpoint* dengan menggunakan 2 aktuator yaitu berupa pompa mini *up* dan pompa mini *down* dengan menggunakan cairan *fish all* pH up dan *fish all* pH down. Sistem kendali kontrol kekekruhan air aquarium ikan arwana, apabila tingkat kekekruhan air sudah mencapai 7,5 NTU maka air pada aquarium ikan arwana akan menguras secara otomatis menggunakan pompa DC 12V 1 untuk pembuangan air kotor membutuhkan waktu 11 menit 13 detik dan pompa DC 12V 2 untuk pengisian air bersih membutuhkan waktu 27 menit 2 detik. Rancangan *monitoring* kadar pH dan kekekruhan air mampu bekerja sesuai dengan hasil pembacaan OLED dan pembacaan pada aplikasi *blynk*.

Daftar Rujukan

Azmi, Z., & Saniman, I. (2016). Sistem penghitung pH air pada tambak ikan berbasis mikrokontroller. Jurnal ilmiah SAINTIKOM, 15(2), 101-108.

- Arsada, B. (2017). Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2).
- Barus, E. E., Pingak, R. K., & Louk, A. C. (2018). Otomatisasi Sistem Kontrol Ph Dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan Raspberry Pi 3. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 3(2), 117-125.
- Chumaidi, C., Priyadi, A., Ginanjar, R., & Sugiarti, L. (2012). Ciri Kelamin Sekunder Pada Arwana Silver (*Sclerophages macrocephalus*) Varietas Pinoh. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(2), 221-229.
- Hidayat, R. N. (2021). Perancangan Sistem Deteksi Kekeruhan Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis IoT. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 1(2), 391-401.
- Indriani, A., & Fajri, M. (2019). Kontrol Kualitas Kadar Air Laut Menggunakan Fuzzy Logic Untuk Habitat Ikan Kerapu. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1.1), 77-83.
- Iskandar, H. R., Hermadani, H., Saputra, D. I., & Yuliana, H. (2019). Eksperimental Uji Kekeruhan air berbasis internet of things menggunakan sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT cloud server. *Prosiding Semnastek*.
- Mulyani, Y. W. T., Solihin, D. D., & Affandi, R. (2015). Efisiensi Penyerapan Kuning Telur Dan Morfogenesis Prolarva Ikan Arwana Silver *Osteoglossum Bicirrhosum* (Cuvier, 1829) Pada Berbagai Interaksi Suhu Dan Salinitas [Yolk Absorption Efficiency and Morphogenesis of the Silver Arawana *Osteoglossum Bicirrhosum* (Cuvier, 1829) Prolarvae at Various Interactions of Temperature and Salinity]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(3), 179-191.
- Nugrahanto, I. (2017). Pembuatan Water Level Sebagai Pengendali Water Pump Otomatis Berbasis Transistor. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik-Sistem*, 13(1), 59-70.
- Pratama, D. A. (2018). Pengairan dan Pemberian Pakan Otomatis pada Akuarium Berbasis Arduino (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2019). Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 3(3), 451-457.
- Wagyana, A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 8(2), 238-247.