

# Perancangan Sistem Kontrol pH dan Suhu Air Menggunakan Metode *Fuzzy* dan Terintegrasi dengan *Internet of Things (IoT)* pada Budidaya Ikan Hias

Andi Subagyo Putra, Slamet Budiprayitno, dan Lucky Putri Rahayu  
Departemen Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: aura1378@gmail.com

**Abstrak**—Ikan Hias Aquatic adalah salah satu UMKM yang berada di Banyuwangi, bergerak dibidang pengepul ikan hias, diantara permasalahannya masih menggunakan alat ukur manual dan terjadi perubahan kualitas air. pH dan suhu air adalah parameter yang penting untuk kelangsungan hidup ikan hias. Pentingnya pemantauan pH dan suhu air secara kontinyu, maka perlu dirancang suatu perangkat sistem kontrol dan monitoring pH dan suhu air. Secara garis besar ada 3 bagian pada system ini, bagian input adalah sensor mendeteksi pH dan suhu, informasi dari sensor tersebut dikirimkan ke bagian controller, pada bagian ini data dirubah menjadi data digital, diteruskan ke bagian output berupa actuator hetaer dan motor pump, hasil pH dan Suhu ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk, pada proses controller menggunakan metode fuzzy sugeno, dengan 2 input, membership function suhu yaitu dingin, normal dan panas, membership function pH yaitu sangat asam, asam, netral, basa dan sangat basa. dan 2 output larutan pH up dan pH down. Hasil pengujian pada sistem output aktuator heater aktif selama suhu <math>31^{\circ}\text{C}</math>, pH dikontrol melalui motor pump dengan mengalirkan larutan pH up dan pH down setiap 1 menit sebanyak 0-200ml selama 0-8 detik. Perbandingan hasil output antara alat dengan simulasi Matlab terdapat selisih rata-rata 3,3 ml/cc. Kontrol menaikkan pH 5,8 ke 6,6 membutuhkan waktu 17 menit. Dan menurunkan pH 7,8 ke 7,2 selama 9 menit.

**Kata Kunci**—*Blynk, Fuzzy Sugeno, pH, Suhu.*

## I. PENDAHULUAN

IKAN hias aquatic adalah salah satu UMKM yang berada di Banyuwangi, bergerak dibidang pembudidaya dan pengepul berbagai macam ikan hias, tempat penampungan ikan menggunakan bak akuarium, beberapa ada didalam ruangan rumah dan yang lain berada diluar rumah, diantara jenis ikan ada molly, koki, koi, komet, dan berbagai macam jenis ikan lainnya.

Diantara permasalahan dalam pemeliharaan ikan hias pertumbuhan ikan kurang sempurna, nafsu makan ikan menurun, sistem kekebalan tubuh ikan juga tidak bisa bekerja dengan normal. Kondisi ini diperparah dengan munculnya bakteri, jamur sehingga bisa berpengaruh terjadi kematian masal. Diantara penyebabnya adalah faktor lingkungan seperti kualitas air yang buruk, perubahan suhu mendadak, perubahan pH air, penggantian air pada akuarium dan lainnya.

Untuk budidaya ikan air tawar pH yang cocok adalah 6-9 (PP No. 82 Tahun 2001) untuk baku mutu kelas dua dan tiga, diluar itu bisa membahayakan kesehatan ikan, mengakibatkan kondisi ikan mulai stress, mulai muncul bakteri bakteri patogen, terserang penyakit yang diakibatkan jamur dan bakteri, bahkan ikan perlahan banyak yang mati

[1].

Temperatur pada air kolam juga berpengaruh terhadap organisme yang ada dalam kolam tersebut, Peningkatan dan penurunan suhu air kolam yang tidak sesuai dengan kondisi ikan akan menyebabkan ikan mengalami kesulitan melakukan proses mobilisasi energi.

Oleh karena itu, Pentingnya pemantauan secara kontinyu pH air dan suhu air pada keberhasilan budidaya perikanan, serta kurangnya fasilitas alat ukur kadar pH dan suhu air pada UMKM tersebut maka perlu dirancang suatu perangkat sistem kontrol dan monitoring kadar pH air dan suhu air pada kolam budidaya ikan, yang dapat dikontrol secara otomatis dan dimonitoring dari jauh. Sehingga pemilik kolam ikan bisa lebih efektif dan akurat dalam melakukan perawatan ikan hias.

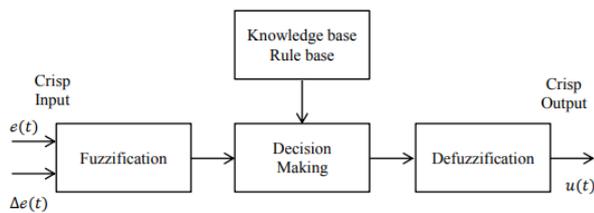
## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Logika Fuzzy

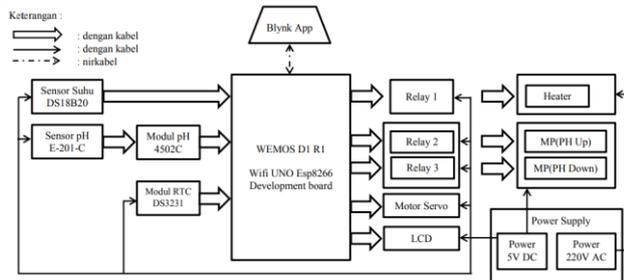
Logika Fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (fuzzyness) antara benar atau salah. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), sedangkan logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat". Logika ini berhubungan dengan himpunan fuzzy dan teori kemungkinan.

Logika fuzzy ini diperkenalkan oleh Profesor Lotfi A. Zadeh adalah guru besar pada University of California yang merupakan pencetus sekaligus yang memasarkan ide tentang cara mekanisme pengolahan atau manajemen ketidakpastian yang kemudian dikenal dengan logika fuzzy. Dalam penyajiannya variabel-variabel yang akan digunakan harus cukup menggambarkan ke-fuzzy-an tetapi di lain pihak persamaan-persamaan yang dihasilkan dari variabel-variabel itu haruslah cukup sederhana sehingga komputasinya menjadi cukup mudah.

Karena itu Profesor Lotfi A Zadeh kemudian memperoleh ide untuk menyajikannya dengan menentukan "derajat keanggotaan" (membership function) dari masing-masing variabelnya. Fungsi keanggotaan (membership function), adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik input data kedalam nilai keanggotaanya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [2].



Gambar 2. Blok diagram proses logika fuzzy.



Gambar 3. Blok diagram arsitektur sistem.

Logika fuzzy digunakan untuk menentukan keputusan yang berbasis sebab dan akibat (if-then) [2]. Beberapa bagian-bagian yang penting dari logika fuzzy adalah fuzzifikasi, rule base, fuzzy inference system, dan defuzzifikasi. Struktur logika fuzzy sendiri secara umum dapat digambarkan pada Gambar 1.

1) Fuzzifikasi

Fuzzifikasi digunakan untuk memetakan dan mengubah atau mengkonversi masukan yang bersifat crisp menjadi suatu bilangan fuzzy. Bagian pada fuzzifikasi yang digunakan untuk memetakan adalah fungsi keanggotaan (membership function). Fungsi keanggotaan merupakan suatu range nilai yang dapat mempresentasikan bentuk masukan atau keluaran sistem. Fungsi keanggotaan fuzzy ini digunakan untuk memetakan masukan ke derajat keanggotaan fuzzy.

Berikut ini beberapa bentuk dari fungsi keanggotaan diantaranya: (1) Fungsi Segitiga merupakan fungsi keanggotaan (membership function) yang berbentuk segitiga dan terdiri dari tiga parameter yaitu a,b, dan c. (2) Fungsi Trapesium merupakan fungsi keanggotaan (membership function) yang terdiri dari 4 parameter yaitu a,b,c,dan d. (3) Fungsi Gaussian ama dengan kurva segitiga Kurva ini didefinisikan 2 parameter yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva (γ) dan setengah lebar kurva (β)..

2) Rule Base

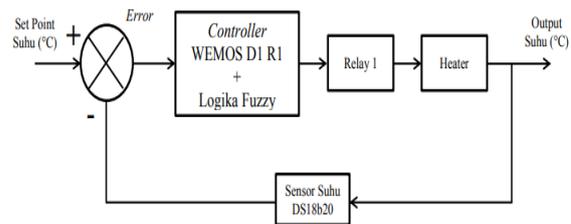
Rule Base digunakan sebagai aturan dasar pada proses kendali yang mendefinisikan himpunan fuzzy atas daerah-daerah masukan dan keluaran yang telah ditentukan, rule-base ini menggunakan logika if-then.

3) Fuzzy Inference System

Fuzzy Inference System digunakan untuk mengolah masukan yang telah difuzzifikasikan, dan menyimpulkan masukan tersebut berdasarkan rule base menjadi output. Inference engine menggunakan metode mamdani.

4) Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses mengubah derajat keanggotaan hasil agregasi menjadi nilai analog keluaran. Defuzzifikasi merupakan kebalikan dari fuzzifikasi, yaitu



Gambar 1. Blok diagram kontrol.

pemetaan dari himpunan fuzzy ke himpunan tegas. Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy. Hasil dari defuzzifikasi ini merupakan output dari sistem kendali logika fuzzy. Ada 3 Tipe Logika Fuzzy :

1. Logika Fuzzy Murni
2. Logika Fuzzy Takagi dan Sugeno
3. Logika Fuzzy Mamdani

Pada penelitian ini memakai metode Logika fuzzy Sugeno.

B. Arsitektur Sistem

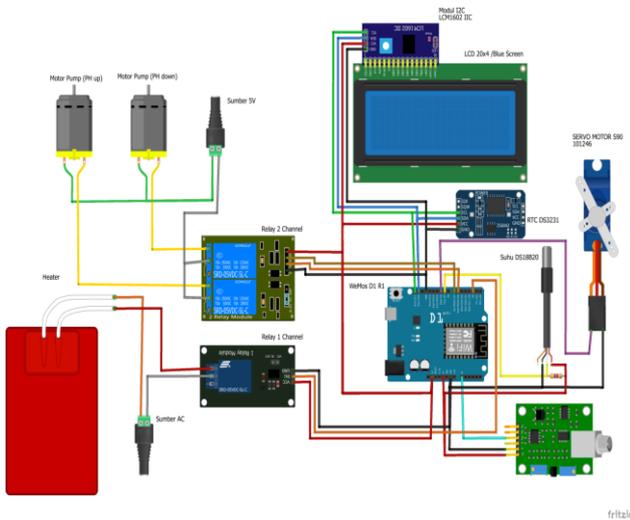
Pada Gambar 2 terdiri dari 3 bagian yaitu: input terdapat sensor suhu DS18B20, sensor pH E-201C beserta modulnya pH 4502C, kemudian pada controlernya atau otak sistemnya terdapat Wemos D1 R1 yang didalamnya sudah terdapat ESP8266 agar dapat terhubung ke wifi atau membuat koneksi ke internet.

Kemudian output actuator terdapat beberapa komponen yaitu 2 solenoid valve sebagai pH larutan Up untuk menaikkan keasaman dan pH larutan down untuk menurunkan kadar basa, selain itu terdapat heater. Sementara itu, rancangan perangkat lunak meliputi perancangan antarmuka pengguna (user interface) menggunakan komponen-komponen LCD selain itu juga menggunakan Blynk Apps pada smartphone (berbasis iOS maupun Android) sebagai bagian dari pemantauan dan pengaturan dari sistem ini, perancangan program monitoring dan control pH, Suhu, dan pakan ikan otomatis menggunakan kompilerv Arduino IDE

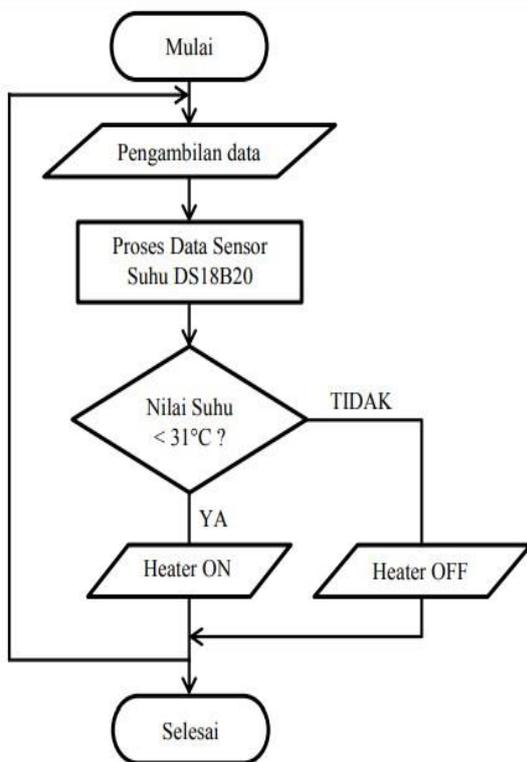
Pada Gambar 3 ada 2 parameter yang akan dikontrol yaitu kadar nilai pH dan Suhu air, set point pH antara 6-8 dan pada suhu <31°C, pada controller terdapat Wemos D1 R1 yang didalamnya terprogram logika fuzzy sugeno, kemudian aktuator heater, 2 motor pump, serta feedback sensor suhu DS18B20 dan sensor pH E-201C dengan modul pH 4502C [3-4].

C. Perancangan Sistem Elektrik

Desain rangkaian elektrikal pada sistem ini menggunakan software Fritzing, tujuan desain elektrikal ini untuk memudahkan saat melakukan pemasangan komponen.



Gambar 4. Wiring diagram elektrik.



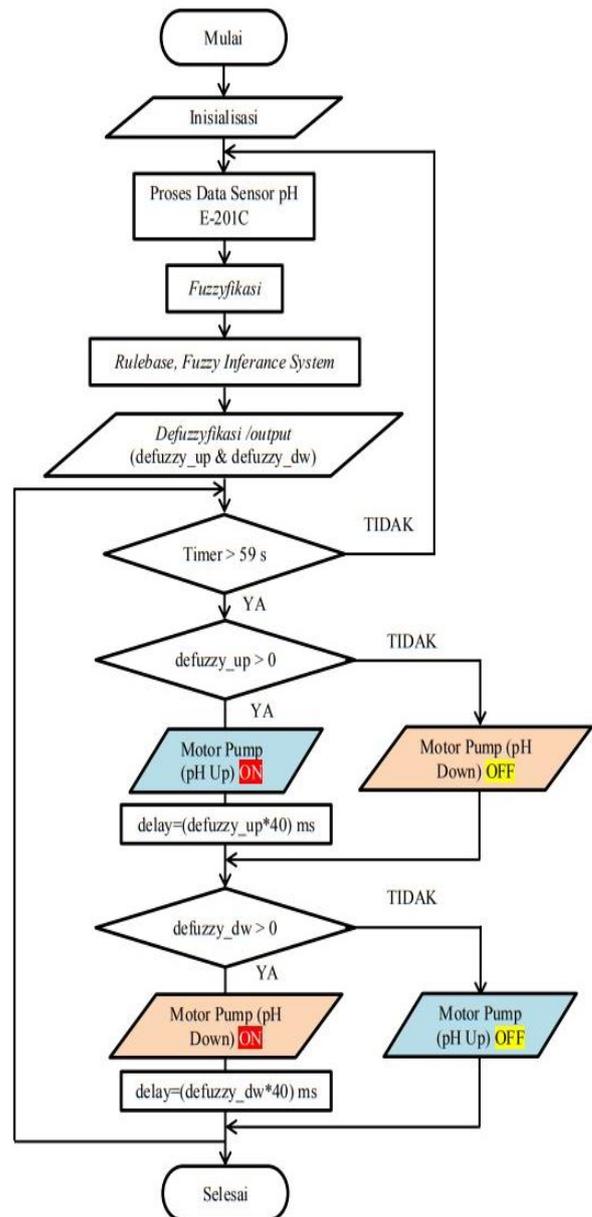
Gambar 5. Flowchart kontrol suhu.

Gambar 4 adalah wiring diagram pada setiap komponennya.

**D. Perancangan Program**

Pada Gambar 5 merupakan alur diagram cara kerja sensor suhu DS18B20, jika nilai suhu dibawah 31°C maka aktuator dalam hal ini heater aktif /ON untuk menaikkan suhu, ketika mencapai diatas nilai 31°C maka heater akan mati/OFF, demikian seterusnya sensor akan terus membaca nilai suhu dan mengaktifkan atau mematikan heater, sampai sistem dimatikan.

Alur diagram sistem pengendalian pH, bisa dilihat pada Gambar 6, sensor probe pH yang berada didalam air akan mengambil data analog kemudian diproses melalui modul pH dan Wemos D1 R1, nilai pH akan dikontrol menggunakan logika fuzzy, sehingga akan diketahui output pH up dan pH down, setiap 1 menit pH dikontrol dengan mengalirkan larutan pH up (KOH) ketika pH < 6,5 dan mengalirkan pH



Gambar 6. Flowchart kontrol pH.

down (phospat acid) ketika pH > 7,5 menggunakan motor pump.

**E. Perancangan Sistem Logika Fuzzy**

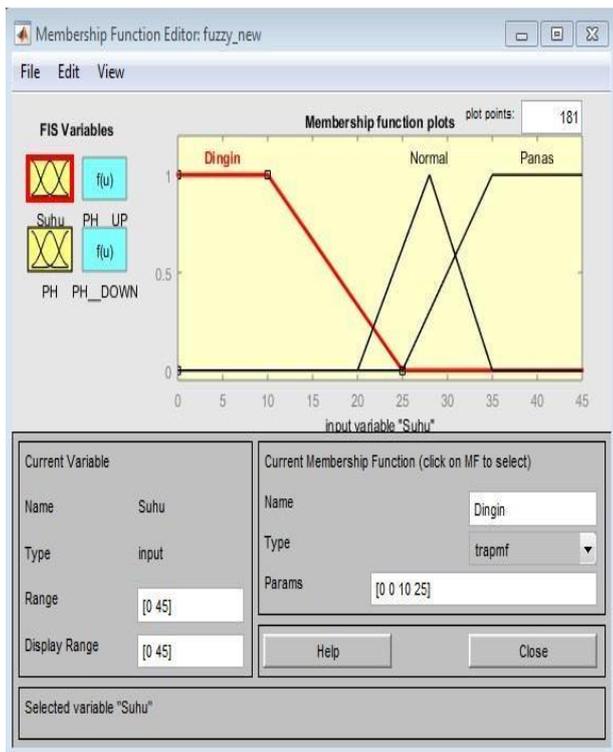
Membership function atau bisa disebut dengan fungsi keanggotaan masukan suhu ada 3 mf yaitu dingin, normal dan panas (Gambar 7). Adapun variabel suhu dapat dilihat pada Tabel 1. Serta gambar membership function pada input pH pada Gambar 8.

Pada input pH terdapat 5 fungsi yaitu sangat asam, asam, normal, basa dan sangat basa ditunjukkan ppada Tabel 2 dan Gambar 9.

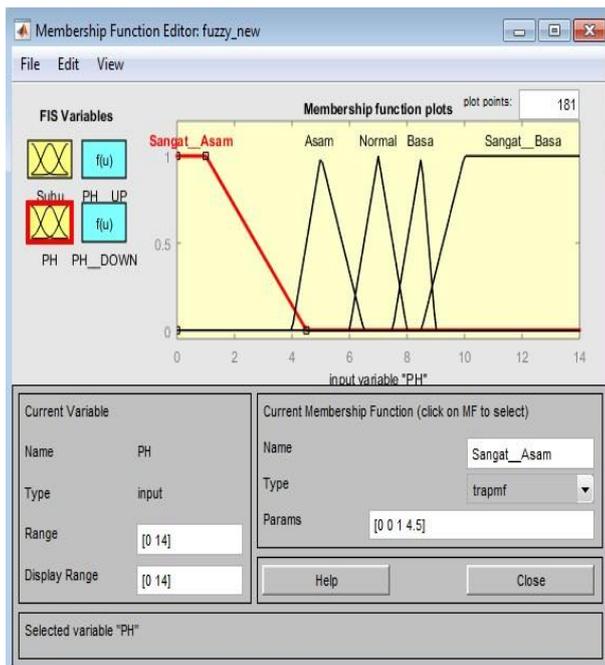
Pada output pH Tabel 3 akan mengalirkan larutan sebanyak 0- 200 ml, dengan 5 fungsi keanggotaan, yaitu sangat banyak,banyak, normal, sedikit dan kosong.

**F. Perancangan User Interface Blynk App**

Pada rancangan Blynk App Gambar 10 terdapat 2 bagian yaitu monitoring dan control, monitoring ini menampilkan nilai pH dengan input pada Blynk App V2 dengan rentang 0-



Gambar 7. Membership function pada input suhu.



Gambar 8. Membership function pada input pH.

14, menggunakan widget display gauge, pada tampilan nilai suhu memakai input V1 dengan rentang nilai 0-50°C menggunakan widget display gauge.

### III. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengontrolan pH menggunakan larutan pH Up (Phospat Acid) dan pH Down (KOH), pengujian dilakukan pada akuarium dengan volume air 70 liter, nilai pH dikontrol agar tetap dalam kondisi normal yaitu 6-8, jika pembacaan sensor pH asam maka akan dinaikkan sampai kondisi pH normal, begitu juga dengan pH basa diturunkan sampai kondisi pH normal.

Tabel 1. Variabel suhu

Membership Function	Parameter
Dingin	[ 0, 10, 25 ]
Normal	[ 20, 28, 35 ]
Panas	[ 25, 35, 45 ]

Tabel 2. Variabel pH

Membership function	Parameter
Sangat Asam (SA)	[ 0, 1, 4,5 ]
Asam (A)	[ 4, 5, 6,5 ]
Normal (N)	[ 6, 7, 8 ]
Basa (B)	[ 7.5, 8.5, 9 ]
Sangat Basa (SB)	[ 8.5, 10, 14 ]

Tabel 3. Variabel output pH up dan pH down

Membership function	Parameter
Sangat Banyak	[ 200 ]
Banyak	[ 150 ]
Normal	[ 100 ]
Sedikit	[ 50 ]
Kosong	[ 0 ]

#### A. Kontrol pH Up

Pada Gambar 11 menunjukkan hasil proses kontrol pH. Dimana data hasil pembacaan sensor pH bernilai awal mula 5,8 artinya kondisi pH asam, sehingga perlu dinaikkan sampai pH normal 6-8. untuk mengontrol kenaikan pH, motor pump akan mengalirkan larutan pH Up (basa/KOH) setiap 1 menit sekali.

Walaupun nilai pH sudah naik antara 6 - 6,5 yang mana kondisi tersebut termasuk pH asam dan pH normal, namun pH Up tetap aktif agar nilai pH benar benar dalam kondisi normal 6,5 - 7,5. Sehingga nilai pH bisa terjaga pada kondisi pH normal karena jika nilainya mendekati ambang bawah pH normal 6-6,5 sudah dikontrol dinaikkan.

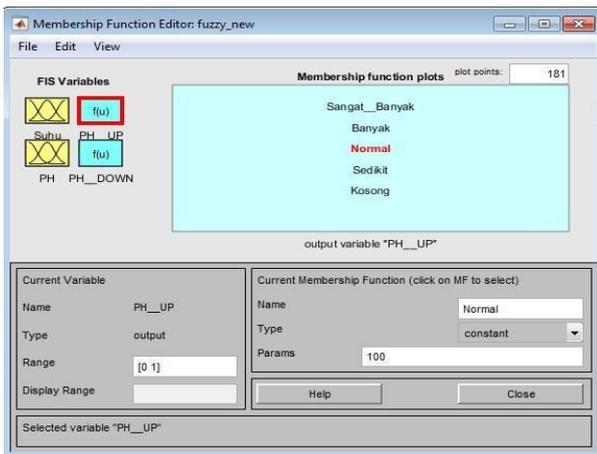
Pada Gambar 11 hasil pengujian menaikkan pH, pengambilan sensor nilai pH setiap 1 detik sebanyak 1200 atau selama 20 menit, set point pH 6,55, overshoot 0,05, settling time 1020 detik, kenaikan nilai pH dari 5,8 – 6,5 selama 17 menit cukup lama dan sangat cocok untuk keberlangsungan kehidupan ikan karena jika perubahan lingkungan sangat drastis akan membahayakan ikan tersebut

#### B. Perbandingan Output pH Up pada Alat dengan Matlab

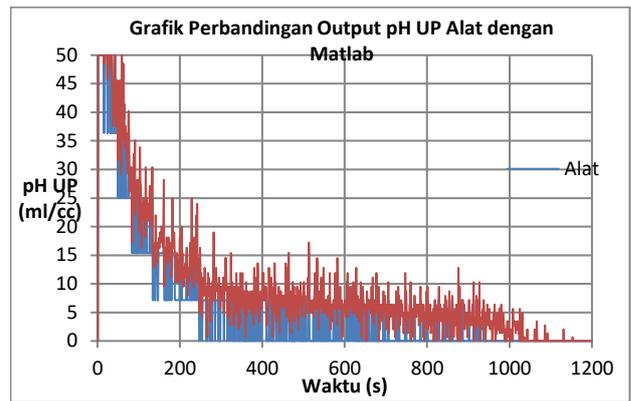
Pada Gambar 12 bisa dilihat bahwa terdapat selisih antara pH up yang dihasilkan dari alat dengan simulasi matlab, pH up alat selalu lebih sedikit dibandingkan simulasi matlab, hal ini karena adanya pembulatan pada alat, pH 5,8 – 6 kondisi basa maka output konstan 50 ml, pH 6 – 6,5 kondisi antara basa dengan normal maka output antara 0-50ml.

#### C. Kontrol pH Down

Pada Gambar 13 menunjukkan hasil proses kontrol menurunkan pH. Dimana data hasil pembacaan sensor pH awal mula bernilai 7,9 artinya kondisi pH basa, sehingga perlu diturunkan sampai pH normal 6-8. untuk mengontrol penurunan pH, motor pump akan mengalirkan larutan pH Down (asam/phospat acid) setiap 1 menit sekali.



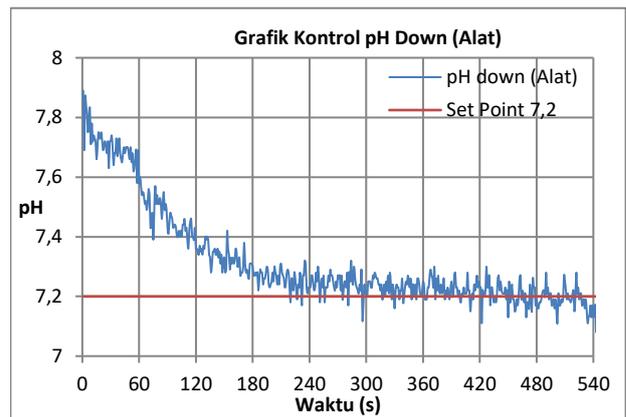
Gambar 12. Membership function pada output pH.



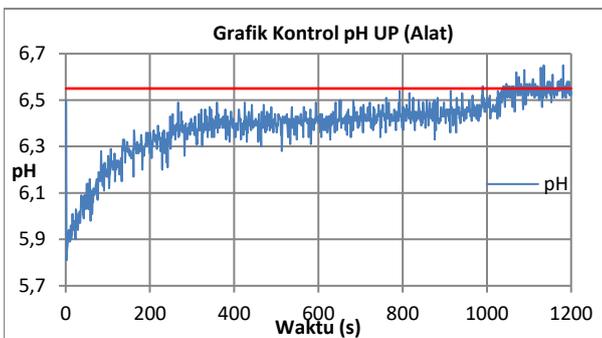
Gambar 9. Grafik perbandingan output pH up alat dengan matlab.



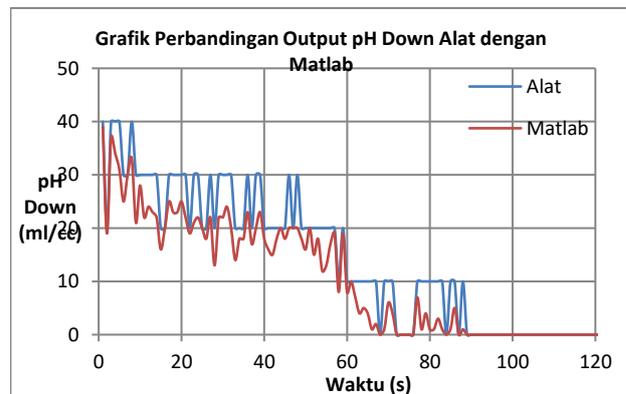
Gambar 13. Tampilan rancangan platform blynk app.



Gambar 10. Grafik kontrol penurunan pH.



Gambar 14. Grafik kontrol kenaikan pH.



Gambar 11. Grafik perbandingan output pH down alat.

Walaupun nilai pH sudah naik antara 7,5 - 8 yang mana kondisi tersebut termasuk pH basa dan pH normal, namun pH Down tetap aktif agar nilai pH benar benar turun sampai kondisi normal 6,5 - 7,5. Sehingga nilai pH bisa terjaga pada kondisi pH normal karena jika nilainya mendekati ambang atas pH normal 7,5-8 sudah dikontrol diturunkan.

Pada Gambar 13 hasil pengujian menurunkan pH, pengambilan sensor nilai pH setiap 1 detik sebanyak 540 atau selama 9 menit, set point pH 7,2 , overshoot 0,05 , settling time 420 detik, penurunan nilai pH dari 7,9 – 7,2 selama 7 menit, lebih cepat daripada menaikkan pH.

**D. Perbandingan Output pH Down pada Alat dengan Matlab**

Pada Gambar 14 bisa dilihat bahwa terdapat selisih antara

pH Down yang dihasilkan dari alat dengan simulasi matlab, pH Down alat selalu lebih besar dibandingkan simulasi matlab, hal ini karena adanya pembulatan pada alat, nilai pH 7,9 – 7,5 kondisi basa dan normal maka output antara 0-50 ml.

**E. Pengujian LCD**

Pada Gambar 15 adalah keterangan yang ditampilkan pada LCD, yaitu Hari dan Tanggal, nilai Suhu dan keterangan aktuatur heater on/off, kemudian nilai pH keterangan kondisi pH asam, netral atau basa, dan timer kontrol setiap 60 detik, hasil pH Up atau pH Down yang harus dialirkan.

**IV. KESIMPULAN**

Dari hasil analisis dan pembahasan didapatkan kesimpulan diantaranya; (1) Kontroler Wemos D1 R1 berhasil membaca nilai pH pada Sensor pH E-201C, melalui Modul pH-4502C,



Gambar 15. Hasil tampilan LCD.

dan Sensor suhu DS18B20 hasilnya ditampilkan pada LCD dan Blynk App. (2) Hasil pembacaan data suhu DS18B20 dan pH 4502C sensor, jika dibandingkan dengan alat ukur memiliki nilai yang cukup akurat dengan nilai error rata-rata 3.3% dan 1.79%. (3) Berdasarkan hasil pengujian pada fitur-fitur aplikasi, Aplikasi berhasil menjalankan fungsi-

fungsinya dan menampilkan informasi yang sesuai dengan data nilai sensor suhu dan pH. (4) Berdasarkan pengujian pada aktuator motor pump pH up dan pH down berhasil dijalankan, dengan mengalirkan larutan pH setiap 1 menit sekali dengan durasi 0-8 detik. Dan heater akuarium berhasil dijalankan aktif/on ketika suhu  $<31^{\circ}\text{C}$  dan off  $>31^{\circ}\text{C}$ . (5) Logika fuzzy berhasil diterapkan, Pengukuran Output (pH up, pH down) antara Matlab dengan serial monitor terdapat selisih rata-rata 3,3 ml/cc. (6) Kontrol menaikkan pH 5,8 ke 6,6 membutuhkan waktu 17 menit. Dan menurunkan pH 7,8 ke 7,1 selama 9 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Pusat, "Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air." JDIH BPK RI, Jakarta, pp. 1-41, 2001.
- [2] E. E. Prasetyo and O. Wahyunggoro, "Desain lampu lalu lintas adaptif dengan kendali Logika Fuzzy," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 2, no. 2, pp. 17-28, 2015.
- [3] J. K. Buttner, "An introduction to water chemistry in freshwater aquaculture," *Aquac. Syst. Northeast (NRAC fact sheet)*, no. 170, pp. 1-4, 1993.
- [4] D. Cline, "Water Quality in Aquacultur," *Extension Foundation, National Institute of Food and agriculture. U.S. Department of Agricultural*. 2019. <https://freshwater-aquaculture.extension.org/water-quality-in-aquaculture/>.