

Implementasi *Fuzzy Logic* Pada Tambak Ikan Bandeng Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Sandi Susanto
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if15.sandisusanto@mhs.ubpkarawang.ac.id

Hanny Hikmayanti
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
hanny.hikmayanti@ubpkarawang.ac.id

Jamaludin Indra
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
jamaludin.indra@ubpkarawang.ac.id

Abstract—

Mengelola sebuah tambak banyak faktor yang harus dipertimbangkan, salah satu faktor yang harus dikelola dengan baik yaitu Salinitas Air. Salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air, Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Kondisi lingkungan dan cuaca yang berubah-ubah menyebabkan salinitas pada air tambak mengalami kenaikan maupun penurunan, pada musim kemarau salinitas air tambak ikan bandeng umumnya mengalami peningkatan yang cukup drastis, sedangkan pada musim hujan umumnya salinitas air tambak berada pada batas normal atau bahkan kurang normal. Kebanyakan petani tambak melakukan penambahan air tawar di musim kemarau dan penambahan air laut dimusim hujan. Pada an ini metode *Fuzzy Logic* berbasis IoT mampu mengontrol salinitas air tambak Ikan Bandeng, dengan tingkat akurasi sebesar 88% untuk menentukan kondisi air tambak dalam baik, tidak baik, atau terlalu asin. Dan *Internet Of Things*(IoT) sebagai monitoring tambak ikan bandeng juga dapat bekerja dengan baik, dalam jarak kontrol yang cukup jauh.

Kata kunci — *Fuzzy Logic*, *Konduktivitas*, *Salinitas*

I. PENDAHULUAN

Salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air [1]. Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Dalam mengelola air tambak, banyak faktor yang mempengaruhi kualitas air tambak ikan bandeng. Di antaranya kandungan pH, suhu, kadar garam (salinitas), dan kecerahan pada tambak ikan bandeng. Namun, penelitian ini hanya membahas salinitas pada tambak ikan bandeng. Apabila kadar salinitas kurang baik maka pakan alam pada tambak sulit tumbuh. Kemudian, apabila kadar salinitas terlalu tinggi maka pertumbuhan ikan akan lambat dan waktu panen akan cukup lama.

Penelitian terkait salinitas air tambak telah dilakukan oleh Anugrah Ikhsani Y [2], penelitian tersebut meneliti tentang tingkat salinitas pada tambak udang. Pada penelitian tersebut diterapkan sistem kontrol untuk mengukur kadar salinitas pada air tambak udang. Selanjutnya, penelitian A. Emil Multazam [3] meneliti tentang kualitas air tambak udang. Penelitian tersebut menerapkan sistem kontrol untuk mengukur kadar pH pada tambak udang, dengan tingkat akurasi pembacaan sensor sebesar 99%. Sebagai tambahan penelitian terkait *Fuzzy Logic* yang digunakan untuk menentukan tingkat kadar salinitas pada air tambak.

Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk menghitung salinitas pada tambak ikan bandeng. *Fuzzy Logic* yang digunakan pada penelitian ini juga akan menentukan pompa air laut atau air tawar untuk melakukan penambahan pada tambak ikan bandeng tersebut. Penelitian terkait *Fuzzy Logic* telah dilakukan oleh Mohamad Nadhif [4] untuk pengendalian motor DC berbasis mikrokontroler. Pada penelitian tersebut diterapkan sistem pengontrolan terhadap motor DC melalui PWM. Kemudian, penelitian Jaka Prayudha [5] meneliti tentang implementasi metode *fuzzy logic* untuk pengukuran kualitas udara berbasis *Internet Of Things*(IoT). Pada penelitian tersebut diterapkan akuisisi data sensor kemudian akan diproses dengan kecerdasan buatan *fuzzy* yang ditanamkan pada sebuah *chip* mikrokontroler. Sebagai tambahan penelitian ini juga akan menggunakan IoT untuk memonitor kondisi salinitas air tambak. Dengan menggunakan IoT pengguna dapat memonitor kondisi air tambak pada jarak jauh tanpa harus pengguna melihat langsung tambak ikan bandeng. Penelitian terkait *Internet Of Things*(IoT) telah dilakukan oleh Mohamad Nadhif [4] penelitian tersebut meneliti tentang implementasi metode *fuzzy logic* untuk pengukuran kualitas udara berbasis *Internet Of Things*(IoT). Pada penelitian tersebut diterapkan sistem pengukuran kualitas udara akan dapat digunakan sebagai media penyebar luasan informasi terkait hal tersebut.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka penelitian ini menjabarkan permasalahan menjadi beberapa masalah yaitu bagaimana menerapkan *Fuzzy Logic* untuk mentukan kondisi salinitas pada air tambak ikan bandeng, dan bagaimana hasil dari pengolahan data *Fuzzy Logic* dapat di akses dari jarak jauh melalui *Internet Of Things*(IoT).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fuzzy Logic

Fuzzy Set pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh pada tahun 1965 dalam naskah ilmiah yang monumental dengan judul “*Fuzzy Set*”. Dalam naskah ilmiah tersebut dipaparkan ide dasar *fuzzy set* yang meliputi *inclusion, union, intersection, complement, relation* dan *convexity*. Lotfi Zadeh menjelaskan Integrasi Logika *Fuzzy* ke dalam sistem informasi dan rekayasa proses adalah menghasilkan aplikasi seperti sistem kontrol, alat rumah tangga, dan sistem pengambil keputusan yang lebih fleksibel dan canggih dibandingkan dengan sistem konvensional.

Keunggulan Logika *Fuzzy* dibandingkan dengan sistem logika lain, *fuzzy logic* mampu menghasilkan keputusan yang sama berat. *Fuzzy logic* memodelkan perasaan atau intuisi dengan cara merubah nilai crisp menjadi nilai linguistik dengan *fuzzification* dan kemudian memasukkannya ke dalam aturan yang dibuat berdasarkan pengetahuan. Kelebihan yang kedua adalah *Fuzzy logic* cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang terjadi di dunia nyata.

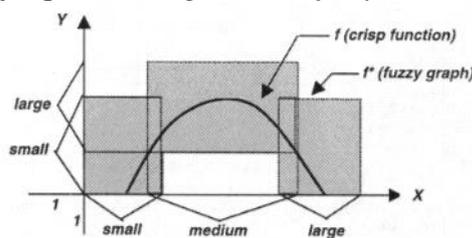
Permasalahan di dunia nyata kebanyakan bukan biner dan bersifat non linier, sehingga *fuzzy logic* cocok digunakan karena menggunakan nilai linguistik yang tidak linier. *Fuzzy* dapat mengekspresikan konsep yang sulit untuk dirumuskan, seperti misalnya “suhu ruangan yang nyaman”. Pemakaian fungsi keanggotaan memungkinkan *fuzzy logic* untuk melakukan observasi obyektif terhadap nilai-nilai yang bersifat subyektif. Selanjutnya fungsi keanggotaan ini dapat dikombinasikan untuk membuat pengungkapan konsep yang lebih jelas. [6]. Persamaan (1) merupakan asumsi suatu fungsi *fuzzy logic*

$$f: U \rightarrow V, X \in U, Y \in V, \tag{1}$$

dijelaskan dalam kata-kata jika kabur – maka aturan

if *X is small then Y is small*
if *X is medium then Y is large*
if *X is large then Y is small*.

Jika X kecil maka Y kecil, selanjutnya jika X sedang maka Y besar, berikutnya jika X besar maka Y kecil. Pada Gambar 1 dapat dilihat yang dimaksud persamaan *fuzzy set* diatas.



Gambar 1. Fuzzy Set[6]

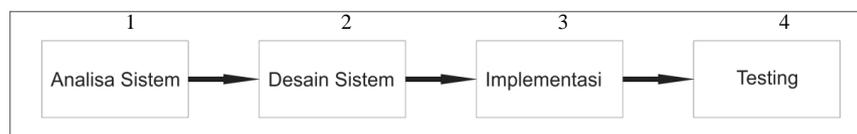
B. Pengertian *Internet Of Things* (IoT)

IoT adalah sebuah konsep di mana objek yang memiliki kemampuan untuk mengirim data dapat beroperasi atau bekerja tanpa memerlukan bantuan dari manusia untuk mengoperasikannya, dan selain itu juga konsep ini memiliki kemampuan lain seperti, berbagi data, remote kontrol, dan lainnya. Dalam an ini konsep ini digunakan untuk memonitoring kadar salinitas air tambak, yang dikirimkan oleh arduino uno melalui Modul Wifi ESP8266. [7]

III. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Penelitian

Dalam penelitian ini bangun sebuah sistem untuk mengetahui Salinitas yang sebagaimana akan digunakan untuk mengetahui kadar garam pada tambak ikan bandeng. Sistem akan dibangun berbasis Arduino dan *IoT*.



Gambar 2 Gambaran Umum Penelitian

Inti dari sistem yang akan dirancang adalah untuk mengetahui kadar salinitas pada tambak ikan bandeng, di mana Sensor Konduktivitas akan mengirimkan data berupa tegangan listrik kepada Arduino untuk diolah menjadi sebuah informasi kadar garam pada tambak ikan bandeng tersebut dan menampilkannya kepada *Liquid Crystal Display (LCD)*. Selain hasilnya ditampilkan dilayar *Liquid Crystal Display (LCD)*, sistem ini juga akan mengirimkan hasil tersebut ke sebuah *Websserver(Database)*, agar data tersebut dapat diakses melalui Smartphone dengan jarak yang jauh.

B. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian membutuhkan beberapa kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan untuk membangun sistem ini.

1. Analisa

Pada tahapan analisa membutuhkan beberapa kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan untuk membangun sistem ini.

a. Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Sistem Operasi Windows 7 Ultimate
2. Arduino IDE 1.8.8
3. Web Browser (Firefox & Chrome)

b. Kebutuhan Perangkat Keras

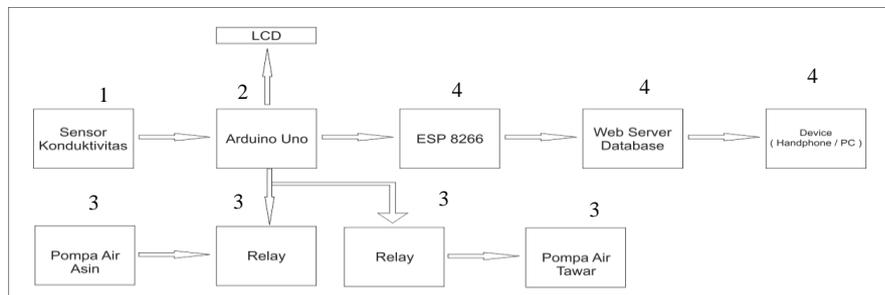
1. ASUS A46C Inter(R) Core(TM) i3-3217U CPU @1.80 GHz
2. Sensor Konduktivitas
3. Arduino Uno
4. Modul Wifi ESP8266
5. *Liquid Crystal Display (LCD) I2C*
6. Pompa Air Ultra-Quiet Mini DC12V
7. Relay SRD-05

2. Desain

Pada tahapan desain penelitian ini meliputi dua bagian utama yaitu bagian perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras terdiri dari purwarupa (*prototipe*) tambak dengan kendali dan perancangan keluaran sistem berupa akuator pompa air dan *interface* menggunakan *Liquid Crystal Display (LCD)* serta pengiriman data menggunakan Modul ESP8266 ke *Websserver (Database)*.

a. Desain Perangkat Keras

Gambar 3 merupakan proses awal berjalannya sistem yang dibangun dari:



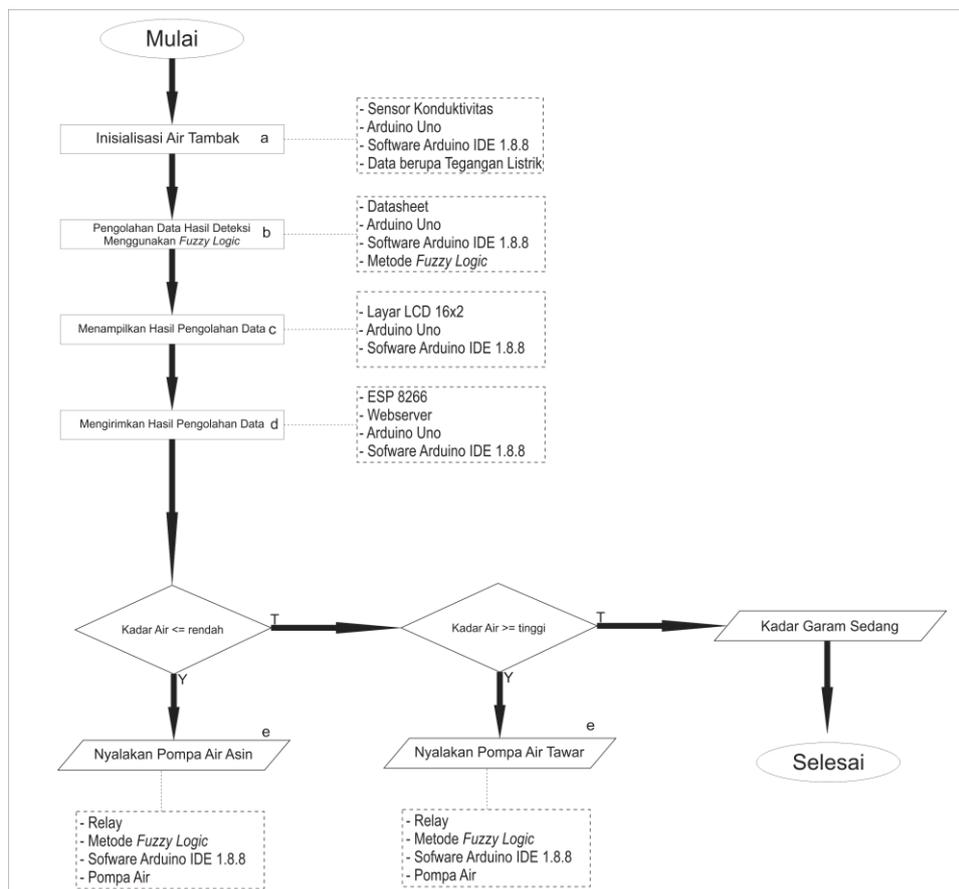
Gambar 3. Desain Perangkat Keras

1. Sensor Konduktivitas yang akan membaca Salinitas pada air tambak,
2. Lalu dikirimkan kepada Arduino Uno untuk diolah menggunakan *Fuzzy Logic* untuk menentukan air tambak tersebut dalam keadaan baik atau tidak.
3. Selain menentukan kondisi air, Arduino Uno juga akan menentukan apakah air tersebut membutuhkan tambahan air tambak atau air bersih. Jika membutuhkan air tambak maupun air bersih, maka *aquator* Pompa Air akan menyala dan mengirim air yang dibutuhkan oleh tambak tersebut.
4. Setelah air selesai dideteksi dan diolah datanya, maka tugas selanjutnya akan dilakukan oleh Modul ESP8266 di mana Arduino Uno akan mengirimkan data tersebut kepada *Websserver(database)* melalui Modul ESP8266. Dan yang terakhir yaitu, jika data berhasil dikirim ke *Websserver* maka data tersebut dapat dilihat dan diakses oleh pengguna melalui PC atau Smartphone.

b. Desain Perangkat Lunak

Sedangkan untuk perangkat lunak terdiri dari Pemrograman Arduino IDE. Di mana *software* tersebut digunakan untuk memberikan masing-masing komponen *hardware* perintah untuk mengeksekusi kondisi yang ada. Sensor Konduktivitas memiliki sebuah datasheet guna mengetahui hasil kadar garam (salinitas), *datasheet* tersebut sudah terdapat pada sensor konduktivitas. *Datasheet* yang diperoleh seperti berikut :

1. Bekerja pada tegangan DC 5 Volt
2. Support arduino dan mikrokontroller lainnya
3. Koefisien linearitas data konduktivitas sebesar 0.9639
4. Koefisien linearitas data TDS sebesar 0.983
5. Memiliki sensitivitas pada bahan yang bersifat konduktif
6. Kedalaman cairan pada saat pengukuran sedalam 5,5 cm dari ujung sensor
7. Rumus persamaan umum konversi data konduktivitas $y=0.2142x + 494.93$, di mana : x = nilai ADC, dan y =konduktivitas
8. Rumus persamaan umum konversi data TDS $y=0.3417x + 281.08$, di mana : x = nilai ADC, dan y =TDS



Gambar 4. Desain Perangkat Lunak

Gambar 4 adalah proses berjalannya sistem yang akan di buat, berikut penjabarannya :

a. Inisialisasi Air Tambak

Pada tahap ini sensor konduktivitas akan mulai bekerja untuk mengambil nilai kadar garam berupa tegangan listrik yang akan dikirimkan kepada Arduino Uno untuk diolah.

b. Pengolahan Data Hasil Deteksi Menggunakan *Fuzzy Logic*

Data yang telah didapat dari sensor konduktivitas akan diolah, data yang didapat harus dikonversikan menggunakan *datasheet* (rumus) yang terdapat pada sensor konduktivitas. Setelah data berhasil dikonversikan maka langkah selanjutnya diproses menggunakan metode *Fuzzy Logic*, di mana metode ini digunakan untuk menentukan kadar garam pada tambak apakah dalam keadaan baik atau tidak. Selain untuk menentukan baik atau tidaknya kadar garam, metode ini

juga akan digunakan untuk menentukan apakah kadar garam telah sesuai standar atau tidak. Jika kadar garam kurang atau lebih dari standar, maka arduino akan memerintahkan pompa air untuk bekerja dan mengalirkan air laut atau air tawar pada tambak ikan tersebut.

c. Menampilkan Hasil Pengolahan Data

Pada penelitian ini data yang telah selesai diolah akan ditampilkan pada layar *Liquid Crystal Display (LCD)* 16x2, agar pengguna dapat melihat dengan mudah hasil kadar garam pada tambak ikan bandeng. Selain ditampilkan melalui layar *Liquid Crystal Display (LCD)*, hasil pembacaan nilai kadar garam juga ditampilkan dalam bentuk lampu indikator yang terdiri dari 3 warna. Untuk warna merah itu menandakan nilai kadar garam rendah, warna hijau menandakan nilai kadar garam normal, dan warna kuning menandakan nilai kadar garam tinggi.

d. Mengirimkan Hasil Pengolahan Data

Selain ditampilkan pada layar *Liquid Crystal Display (LCD)*, hasil dari pengolahan data air tambak juga akan dikirimkan kepada Webserver(database) melalui Modul ESP8266 dan arduino uno. Hal ini digunakan agar pengguna dapat memantau kadar garam pada tambak dari jarak jauh.

e. Nyalakan Pompa Air

Pada penelitian ini pompa air akan bekerja apabila kadar garam bernilai rendah dan tinggi. Lalu arduino uno akan memberikan perintah kepada relay untuk menjalankan pompa air tawar untuk nilai kadar garam tinggi. Dan arduino juga akan memberikan perintah kepada relay untuk menjalankan pompa air asin untuk nilai kadar garam rendah.

3. Implementasi

Pada penelitian ini implementasi akan membuat bahasa program pada Arduino Uno, di mana bahasa program ini akan digunakan untuk memberikan perintah kepada masing-masing komponen hardware maupun software yang terdapat pada sistem yang akan dibuat.

4. Testing

Pada tahapan testing atau pengujian, penelitian akan menguji kadar garam menggunakan purwarupa(*prototipe*) dengan air garam, pengujian ini akan dilakukan di Desa Tanjungpakis, Kec. Pakisjaya, Kab. Karawang. Di mana pengujian ini akan mengetahui sistem ini dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan dengan apa yang diharapkan. Selain kadar garam pengujian ini juga akan mengetahui apakah pompa air dapat bekerja apabila kadar garam kurang atau lebih dari standar yang telah ditentukan. Dan juga menguji apakah informasi hasil kadar garam dapat diakses dari jarak jauh.

IV. PEMBAHASAN DAN HASIL

Bagian ini membahas mengenai *hardware* yang akan digunakan, pada tahapan ini melakukan pengkodean serta pengujian terhadap alat yang akan dibuat. Hasil pengujian akan diuraikan secara mendetil agar dapat merepresentasikan kinerja alat yang akan dibuat.

C. Rangkaian Alat

Pada Tabel 1 di bawah ini dapat dilihat alat yang telah dirangkai, dan telah diberikan bahasa program pada setiap komponen yang akan digunakan.

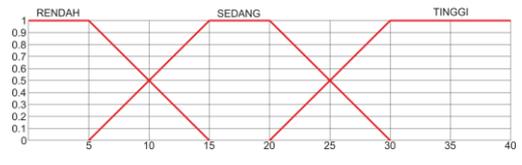
Tabel 1. Rangkaian Alat

Alat	Keterangan
	<p>Blok Input Pada blok ini komponen yang termasuk didalamnya adalah sensor konduktivitas di mana alat ini yang berhubungan langsung dengan objek yang akan diteliti. Data yang dihasilkan dari sensor konduktivitas ini berupa tegangan, tegangan tersebut akan dibaca oleh Arduino Uno sebagai ADC. Dari hasil ADC ini yang akan digunakan untuk pengolahan data pada Blok Proses, dan akan dimasukkan kedalam perhitungan agar dapat menghasilkan suatu informasi (kadar garam).</p>
	<p>Blok Proses Pada blok ini komponen yang termasuk didalamnya adalah Arduino Uno, yang merupakan komponen utama pada rangkaian ini. Arduino Uno juga merupakan komponen yang diberikan bahasa program untuk memberikan perintah-perintah kepada setiap komponen yang terhubung dengan Arduino Uno, di dalam komponen ini juga akan dimasukkan perhitungan yang akan digunakan untuk mengolah data yang telah diambil oleh sensor konduktivitas.</p>

Alat	Keterangan
	<p>Blok Output Pada blok ini data yang dihasilkan dari Blok Input dan Blok Proses akan ditampilkan. Selain seperti gambar diatas, hasil pengolahan data ini juga akan dikirimkan ke sebuah Web yang disediakan oleh <i>Internet Of Things(IoT)</i>. Dan data yang dikirimkan kepada Web tersebut dapat diakses melalui PC atau Smartphone, maka dari itu user dapat memonitoring keadaan tambak dari jarak yang cukup jauh.</p>

D. Fuzzy Logic

Tabel 2. Fuzzy Rule

Fuzzy Rule	Keterangan
	<p>Pada metode <i>fuzzy logic</i> harus menentukan setpoint, setpoint merupakan pengelompokkan dari angka-angka yang akan dijadikan penentu di mana hasil dari pembacaan kadar garam memiliki kondisi yang rendah, sedang, ataupun tinggi. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa kadar garam yang baik yaitu 5-25 ppt, maka membuat setpoint seperti berikut :</p>
	<p>Kadar Garam Rendah FuzzySet *Rendah = new FuzzySet(0, 0, 5, 15);</p>
	<p>Kadar Garam Sedang FuzzySet *Sedang = new FuzzySet(5, 15, 20, 30);</p>
	<p>Kadar Garam Tinggi FuzzySet *Tinggi = new FuzzySet(20, 30, 40, 40);</p>

Pada Tabel 2 dapat diketahui kadar garam yang terukur oleh alat sensor konduktivitas dan diolah oleh arduino uno menggunakan metode fuzzy logic memiliki kondisi yang rendah, sedang, ataupun tinggi.

E. Pengujian

Pada tahap ini akan menguji alat ini dengan menggunakan air tambak dan larutan air garam, alat ini juga akan dibandingkan dengan alat refractometer (salinitas meter) untuk mengetahui alat ini berfungsi dengan baik atau memiliki galat. Hasil pengujian alat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian

No	Hasil Pembacaan Sensor Konduktivitas	Garam (gr)	Air (ml)	Pompa Air		Lampu Indikator			Fuzzy Logic			Hasil Refractometer	Hasil Fuzzy Logic	Keterangan Selisih (Refractometer x Sistem)
				Asin	Tawar	M	H	K	R	S	T			
1	ADC-> 65, Volt-> 0.32	0	1000	√	x	√	x	x	0,89	0,11	0	3	Rendah	5%
	Kadar Garam: 2.86													
2	ADC-> 101, Volt-> 0.50	0,5	1000	√	x	√	x	x	0,54	0,46	0	6	Rendah	26%
	Kadar Garam: 4.44													
3	ADC-> 204, Volt-> 1.01	1		x	x	x	√	x			0	10		10%

No	Hasil Pembacaan Sensor Konduktivitas	Garam (gr)	Air (ml)	Pompa Air		Lampu Indikator			Fuzzy Logic			Hasil Refractometer	Hasil Fuzzy Logic	Keterangan Selisih (Refractometer x Sistem)
				Asin	Tawar	M	H	K	R	S	T			
	Kadar Garam: 8.98		1000						0,32	0,68			Sedang	
.
.
.
28	ADC-> 431, Volt-> 2.10 Kadar Garam: 18.96	3	1000	x	x	x	√	x	0	0,78	0,22	20	Sedang	5%
29	ADC-> 574, Volt-> 2.80 Kadar Garam: 25.24	4	1000	x	x	x	√	x	0	0,53	0,47	27	Sedang	6%
30	ADC-> 604, Volt-> 2.95 Kadar Garam: 26.57	5	1000	x	√	x	x	√	0	0,13	0,87	28	Tinggi	5%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan seluruh hasil tahapan penelitian yang telah dilakukan pada pembuatan sistem kontrol salinitas dapat disimpulkan bahwa hasil pembacaan sensor dapat diimplementasikan ke dalam *web server*, di mana pengguna dapat memantau kondisi air. Kemudian penggunaan *fuzzy logic* pada sistem ini dapat mengontrol salinitas agar tetap stabil dengan menggunakan pengaturan pompa air tawar dan pompa air asin, dengan hasil tingkat akurasi sebesar 88%. Di sisi lain, kelemahan dari penelitian adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengetahui hasil lumayan lama. Kemudian, hasil pada LCD dan Webservice terdapat selisih beberapa menit, dikarenakan menggunakan sebuah sinyal Wifi.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini sebagian dari penelitian Tugas Akhir milik Sandi Susanto dengan judul Rancang Bangun Kontrol Salinitas Air Tambak Ikan Bandeng Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis *Internet Of Things(IoT)*, yang dibimbing oleh Hanny Hikmayanti dan Jamaludin Indra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "WWF-INDONESIA," *BUDIDAYA IKAN BANDENG (CHANOS CHANOS)*, vol. 1, pp. 1-22, 2014.
- [2] "Anugrah Ikhsani Y," *RANCANG BANGUN PROTOTYPE KONTROL SALINITAS AIR TAMBAK UDANG MENGGUNAKAN METODE FUZZY DAN JARINGAN SENSOR NIRABEL*, 2016.
- [3] "A. Emil Multazam," *SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK UDANG VANAME*, 2017.
- [4] "Mohamad Nadhif," *APLIKASI FUZZY LOGIC UNTUK PENGENDALI MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535 DENGAN SENSOR PHOTODIODA*, 2015.
- [5] "Jaka Prayudha," *IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC UNTUK SISTEM PENGUKURAN KUALITAS UDARA DI KOTA MEDAN BERBASIS INTERNET OF THINGS(IoT)*, 2018.
- [6] "Prof. Dr. Rainer Hampel," *FUZZY CONTROL THEORY AND PRACTICE*, 2000.
- [7] "Yasha," *Internet of Things : Panduan Lengkap*, 2018.