

# RANCANG BANGUN PROTOTIPE KONTROL SALINITAS AIR TAMBAK UDANG MENGGUNAKAN METODE FUZZY DAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL

## *SHRIMP POND SALINITY CONTROL PROTOTYPE DESIGN USING FUZZY METHOD AND WIRELESS SENSOR NETWORK*

Anugrah Ikhsani Y,<sup>[1]</sup> Angga Rusdinas, Ph.D.<sup>[2]</sup>, Ramdhan Nugraha, S.pd., M.T.<sup>[3]</sup>

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup> ikhsanianugrah@gmail.com, <sup>2</sup>anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>ramdhan@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Udang air payau memiliki potensi besar untuk dijadikan ladang bisnis di Indonesia. Sekarang ini sudah banyak tambak udang yang mudah ditemui di pesisir pantai. Untuk membangun dan mengelola sebuah tambak banyak faktor yang harus dipertimbangkan, dan salah satu faktor yang harus dikelola dengan baik adalah salinitas air. Udang air payau umumnya dapat tumbuh dengan baik di dalam kondisi air yang memiliki kadar garam berkisar 15 - 30 ppt (*part per thousand*). Dengan kondisi alam dan cuaca yang berubah - ubah, salinitas pada tambak biasanya mengalami kenaikan atau penurunan. Pada musim kemarau biasanya salinitas air tambak mengalami peningkatan yang cukup drastis, sedangkan pada musim penghujan biasanya salinitas air tambak berada pada batas normal atau bahkan kurang dari normal. Pada umumnya petani tambak melakukan penambahan air tawar di musim kemarau dan penambahan air laut di musim penghujan untuk menjaga agar salinitas air tetap stabil.

Pada tugas akhir ini, penulis akan merancang sebuah sistem kontrol salinitas atau kadar garam pada tambak udang. Sistem kontrol tersebut dilakukan dengan cara mengukur kadar garam pada air tambak menggunakan sensor konduktivitas, pengolahan data menggunakan *fuzzy logic*, pengawasan langsung melalui komputer serta penggunaan aktuator yaitu pompa air tawar dan air laut untuk menjaga kestabilan kadar garam pada tambak.

**Kata kunci :** Salinitas, Konduktivitas, Fuzzy, Ppt, Air Tawar, Air Laut.

---

### Abstract

Brackish water shrimp has great potential to be used as a farm business in Indonesia. Now there are a lot of shrimp farms are easily found on the coast. To build and manage a pond are many factors to consider, and one of the factors that must be managed properly is the salinity of the water. Generally brackish water shrimp can grow well in the conditions of the water salinity ranges from 15-30 ppt (parts per thousand). With natural conditions and weather change - change, salinity in ponds usually increase or even decrease. In the dry season usually salinity of pond water has increased quite dramatically, while the rainy season is usually the salinity of the ponds that are in the normal range or even less than normal. In general, fish farmers carry out the addition of fresh water in the dry season and the addition of sea water in the rainy season to keep the salinity of the water remains stable.

In this thesis, the author will design a control system salinity or salt content in the shrimp ponds. The control system is done by measuring the levels of salt in the water pond using a conductivity sensor, data processing using fuzzy logic, direct control via computer and use aktuator that pump fresh water and

seawater to maintain the stability of salinity in the ponds.

**Keyword :** Salinity, Conductivity, Fuzzy, Ppt, Freshwater, Sea Water.

### 1. Pendahuluan

Udang merupakan salah satu primadona ekspor Indonesia yang perlu ditingkatkan baik dari segi kualitas dan kuantitasnya. Salah satu permasalahan utama tambak udang adalah kondisi lingkungan tambak yang harus sesuai dengan kebutuhan hidup udang. Kondisi lingkungan tambak terkait erat dengan kualitas air tambak yang tercermin dari beberapa parameter. Parameter yang ditinjau dalam hal ini adalah temperatur, DO, pH dan ketinggian air. Namun demikian, disamping temperatur, DO, dan pH, ada satu parameter kualitas air yang penting untuk dikontrol juga khususnya untuk plant tambak, yaitu salinitas (Katherin Indriawati, 2008).

Salinitas merupakan salah satu aspek kualitas air yang memegang peranan penting karena mempengaruhi pertumbuhan udang. Udang muda yang berumur 1 - 2 bulan memerlukan kadar garam 15 - 25 ppt agar pertumbuhannya dapat optimal. Setelah umumnya lebih dari 2 bulan, pertumbuhan udang relatif baik pada salinitas antara 2 - 30 ppt. pada kondisi tertentu, sumber air tambak bisa menjadi hipersalin/kadar garam tinggi (diatas 40 ppt), hal ini sering terjadi pada musim kemarau (Haliman dan Adijaya, 2005).

Tujuan dibuatnya tugas akhir ini adalah mampu membantu petani tambak udang untuk mengelola tambak dengan cara mempermudah kegiatan menjaga salinitas air agar tidak terjadi salinitas air yang berlebih. Manfaat dari tugas akhir ini adalah dapat menjaga kadar garam pada tambak sehingga tidak menghambat pertumbuhan udang pada tambak.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Sensor Konduktivitas

Sensor konduktivitas bekerja sebagai alat ukur daya hantar listrik (konduktivitas) suatu fluida. Dalam dunia industri alat ini berperan penting dalam kelancaran proses, oleh karenanya ia harus dapat mengukur, mengontrol, mendeteksi dan menganalisa suatu input dengan baik dan benar.

#### 2.2.1 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian (Musbhikin, 2011).

#### 2.2.2 Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik adalah kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik bergerak dengan efisien melalui air yang mempunyai kadar garam tinggi (konduktivitas elektrik tinggi), dan bergerak dengan resistansi lebih melalui air murni (konduktivitas rendah) [6]. Konduktivitas listrik juga mengindikasikan berapa banyak garam yang terlarut dalam suatu sampel. Konduktivitas listrik dalam logam berkaitan dengan hukum ohm:

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.1)$$

$$R = \frac{L\rho}{A} \quad (2.2)$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2.3)$$

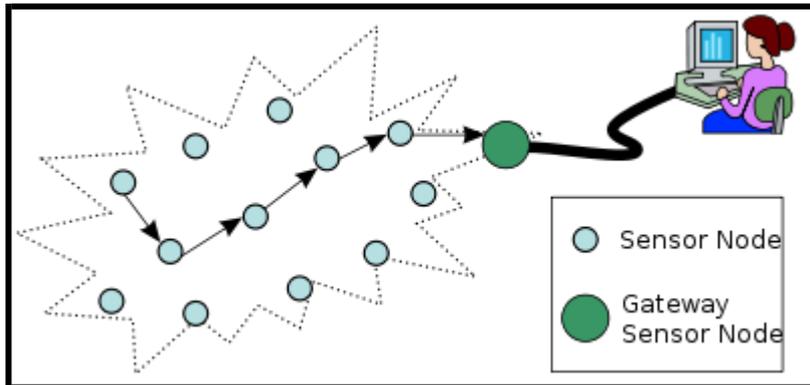
dengan  $I$  adalah arus,  $V$  beda potensial,  $\sigma$  konduktivitas,  $\rho$  resistivitas, dan  $R$  hambatan kawat.

Ketika medan listrik diberikan pada benda padat, elektron bebas didalamnya akan bergerak dipercepat. Elektron-elektron tersebut akan kehilangan energy kinetiknya karena adanya tumbukan di dalam permukaan atomnya. Arus yang dihasilkan akan sebanding dengan kecepatan rata - rata elektron tersebut (Sugianto, 2005:52).

### 2.1 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network (WSN) (kadang-kadang disebut sensor dan aktor jaringan nirkabel (JSAN)) secara spasial didistribusikan sensor otonom untuk memantau kondisi fisik atau lingkungan, seperti suhu, suara, tekanan, dll. WSN berfungsi untuk mengirimkan data yang diambil oleh sensor melalui jaringan ke lokasi utama. Jaringan yang lebih modern adalah bi-directional, juga memungkinkan kontrol aktivitas sensor. Pengembangan jaringan sensor nirkabel dimotivasi oleh aplikasi militer seperti pengawasan medan perang; hari ini jaringan tersebut digunakan di banyak industri dan konsumen aplikasi, seperti proses pemantauan industri dan kontrol, pemantauan kesehatan mesin, dan sebagainya [7].

Jaringan sensor nirkabel memiliki berbagai aplikasi karena mereka dapat disesuaikan untuk berbagai lingkungan. Mereka dapat beroperasi secara independen di tempat-tempat yang keras di mana kehadiran manusia berisiko atau bahkan tidak mungkin [8].



Gambar 2.1 WSN

### 2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.

Dalam merangkai mikrokontroler harus terdapat sistem minimum agar mikrokontroler tersebut dapat digunakan, adapun sistem minimum yang terdapat pada mikrokontroler adalah:

1. *power supply*
2. Rangkaian *reset*
3. Rangkaian *clock*
4. Rangkaian ISP (*In System Programming*)

Program pada mikrokontroler dibuat didalam komputer serta penanaman program pada mikrokontroler melalui rangkaian ISP yang terdapat pada mikrokontroler. Tujuan ditanamkan program pada mikrokontroler agar rangkain elektronika yang kita gunakan dapat bekerja sesuai yang kita inginkan. Pada tugas akhir ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno.

Arduino Uno merupakan board mikrokontroler yang mampu memberikan kemudahan kepada siapa saja yang hendak mengembangkan sistem dimana mikrokontroler sebagai pusat kendalinya. Arduino Uno menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang mempunyai 14 digital input / output pin (6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset.

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40mA
DC Current 3.3V pin	50mA
Flash Memory	32KB
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Clock Speed	16 MHz



Gambar 2.2 Arduino Uno

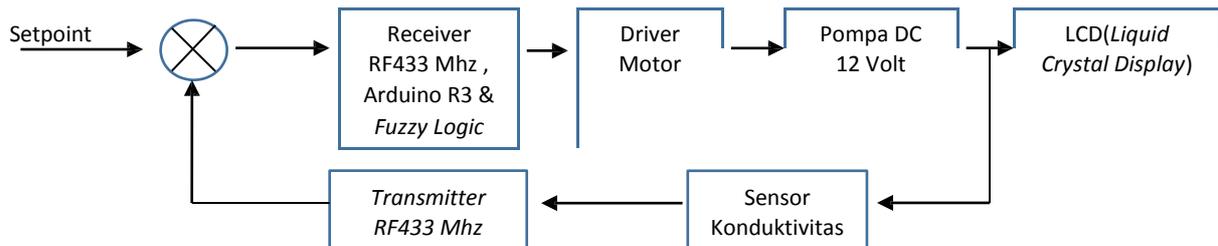
### 2.4 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* merupakan sebuah teori yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A. Zadeh. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan fuzzy, dimana peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut. Logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang input menuju ruang output. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam informasi yang lebih baik.

### 3. Perancangan

#### 3.1 Penjabaran Sistem Secara Umum

Penjabaran umum dari sistem pada tugas akhir ini meliputi 2 bagian utama yaitu bagian perangkat keras (*hardware*) dan bagian perangkat lunak (*software*). Bagian perangkat keras terdiri dari perancangan prototipe tambak dengan bagian kendali dan perancangan keluaran sistem berupa akuator pompa air dan *interface* menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) serta pengiriman data menggunakan *transmitter and receiver* RF433 Mhz.



Gambar 3-1: Blok diagram perancangan sistem

Diagram blok diatas menjelaskan bahwa perancangan yang digunakan menggunakan sistem pengendalian kerja *close loop* yang terindikasi dari setiap keluaran *output* yang dihasilkan akan secara terus menerus mengalami *feedback* umpan balik yang dilakukan oleh sensor, yaitu sensor konduktivitas.

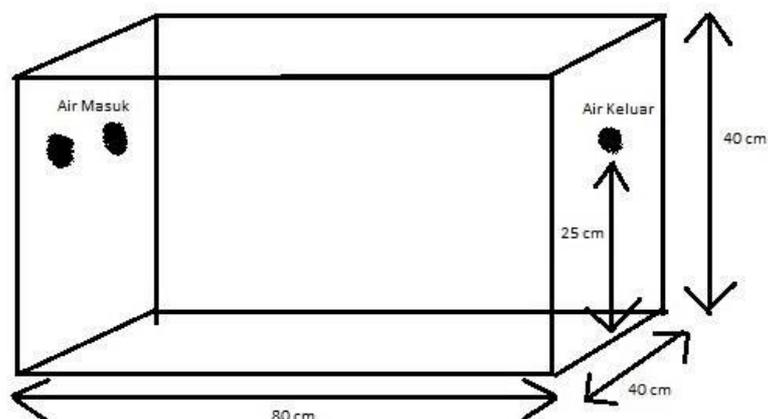
Sistem kendali *close loop* pada gambar 3.1 terdapat beberapa bagan yang saling berhubungan. Dimana pada bagan pengendali terdapat Arduino UNO R3 yang telah di perintahkan *user* menggunakan konsep *fuzzy logic*. Arduino UNO R3 akan memberikan perintah berupa PWM kepada bagan aktuator, dimana terdapat pompa air DC 12V yang akan menyalurkan air. Kadar garam yang terdapat pada akuator akan diukur oleh sensor konduktivitas dan digunakan sebagai masukan umpan balik pada bagan pengendali.

Masukan umpan balik akan di bandingkan dengan *setpoint*(kadar garam yang ditentukan) pada bagan pengendali agar dapat menentukan besaran PWM yang di berikan pada bagan aktuator. Pada bagan keluaran juga terdapat LCD (*Liquid Crystal Display*) yang akan menghasilkan antar muka kepada *user* dari pembacaan sensor konduktivitas pada akuator.

#### 3.2 Perancangan dan Implementasi hardware

Perancangan pada prototype tambak udang atau biasa disebut dengan akuarium meliputi tiga perancangan utama yaitu perancangan sirkulasi air, perancangan sensor nirkabel dan perancangan kontroler.

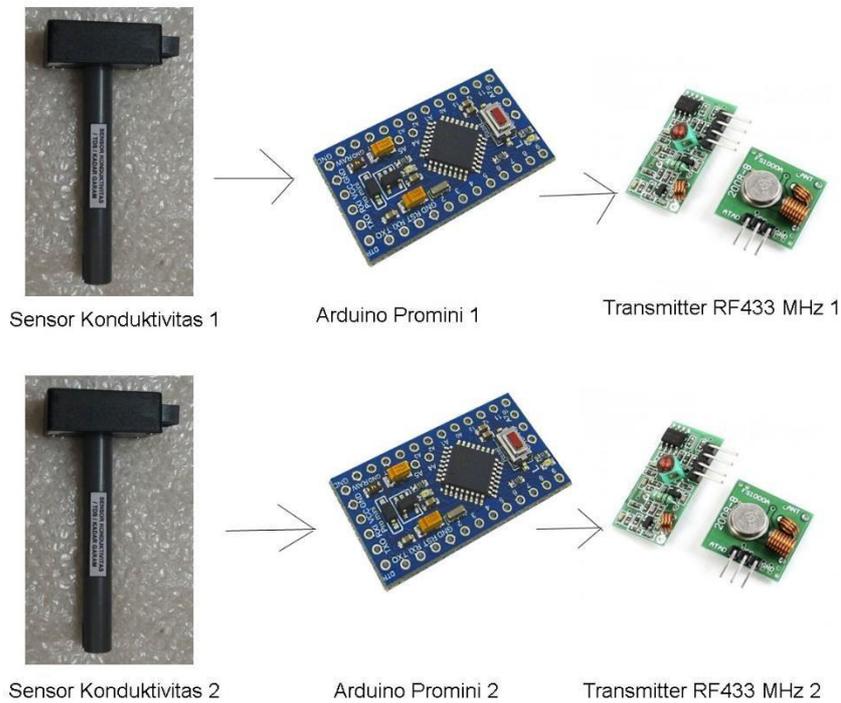
##### 3.2.1 Perancangan Sirkulasi Air



Gambar 3.2 Sketsa Akuarium

Sirkulasi air pada akuarium akan terus berjalan karena debit air masuk sama dengan debit air keluar sehingga ketinggian air akan tetap stabil.

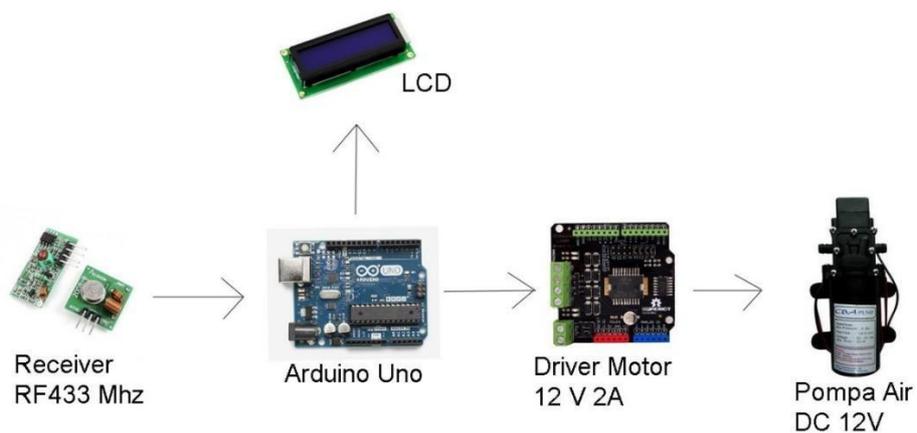
### 3.2.2 Perancangan Sensor Nirkabel



Gambar 3.3 Perancangan Sensor

Sensor konduktivitas akan mengukur kadar garam dalam air kemudian data tersebut akan diolah oleh arduino promini dan dikirimkan oleh *transmitter* RF433 Mhz.

### 3.2.3 Perancangan kontroler



Gambar3.4 Perancangan Kontroler

Dalam gambar diatas dijelaskan, data dari sensor masuk melalui *receiver* RF433 Mhz kemudian masuk ke Arduino dan masuk kedalam program *fuzzy*. Kemudian keluaran dari fuzzy akan

dilanjutkan ke *driver motor* untuk menentukan kecepatan pompa air serta keluaran fuzzy lainnya dimasukan kedalam LCD sebagai *interface* bagi pengguna.

### 3.2.4 Implementasi LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu keluaran pada perancangan prototipe tambak . LCD menampilkan keluaran kondisi kadar garam pada tambak apakah tetap dalam batas normal atau tidak.

### 3.3 Perancangan dan Implementasi Software

Perancangan dan implementasi *software* meliputi pengimplementasian metode *fuzzy logic* pada Arduino Uno. Pada pengimplementasian *software* ini menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemrogramannya. Masukan berupa data digital dari kedua sensor konduktivitas akan diolah dalam Arduino Uno. Dalam program ini akan ditentukan apakah kondisi air garam yang terukur sudah mencapai batas normal atau tidak dan bagaimana penindakannya.



```

receiverfuzzy_third | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help
receiverfuzzy_third
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(8,9,A0,A1,A2,A3);
#include <Average.h>

// Reserve space for 10 entries in the average bucket.
// Change the type between < and > to change the entire way the li
Average<float> ave(10);

const int led_pin = 13;
const int receive_pin = 11;
int E1 = 5;
int M1 = 4;
int E2 = 6;
int M2 = 7;
int nilai;
int pengganti[4], sensor1, sensor2, sensor11, sensor22;
float nsq1=675, azq1=690, psq1=705, nsq2=705, azq2=720, psq2=735;
float a,b,c,d,e,f,g,h,i;
1
Arduino/Genuino Uno on COM23

```

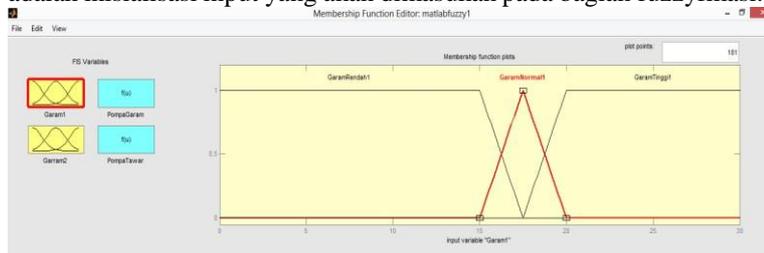
Gambar 3.5 Program

### 3.4 Perancangan dan Implementasi Menggunakan Metode Fuzzy

Dalam tugas akhir ini, metode *fuzzy* digunakan sebagai metode dalam pengambilan tindakan yang akan diambil oleh kontroler dalam memutuskan besaran PWM untuk pompa air DC 12V serta kondisi apa yang akan ditampilkan dalam LCD.

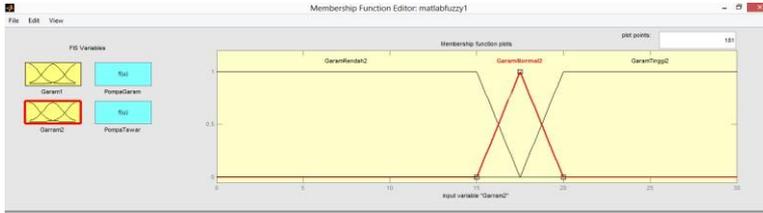
#### 3.4.1 Fuzzyfikasi

Tahap fuzzyfikasi adalah tahap awal pembentukan metode logika *fuzzy*. Tahap ini memberikan gambaran berupa grafik fungsi keanggotaan yang dibentuk pada implementasi *fuzzy* kendali suhu ruang inkubator bayi. Pada tugas akhir kali ini, fungsi keanggotaan berbentuk trapesium dan segitiga dengan jenis fungsi keanggotaan “GARAM1” dan “GARAM2”. Garam1 dan garam2 adalah inisialisasi input yang akan dimasukan pada bagian fuzzyfikasi.



Gambar 3.6 Linguistik Sensor

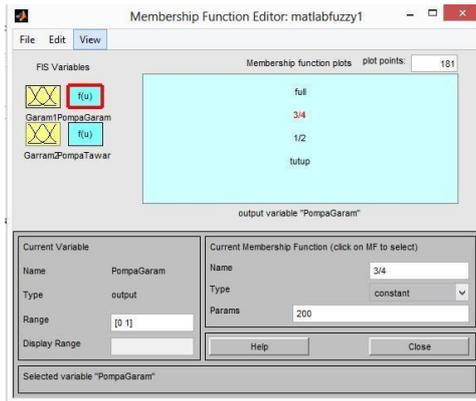
Sama seperti fungsi keanggotaan “GARAM1”, pada fungsi keanggotaan “GARAM2” terdapat tiga linguistik, yaitu “GaramRendah2”, “GaramNormal2”, dan “GaramTinggi2”.



Gambar 3.7 Linguistik Sensor 2

**3.4.2 Inference atau Evaluasi Aturan**

Pemberian PWM dijadikan sebagai fungsi keanggotaan output pada sistem, dimana keluaran pompa air DC baik itu untuk air garam ataupun air tawar adalah tegangan 12V pada titik maksimal. Kedua pompa air akan bekerja dengan empat variable keluaran yaitu “FULL”, “3/4”, “1/2”, “TUTUP”. Untuk variabel “FULL” nilai PWM nya adalah 255 , untuk variabel “3/4” nilai PWM nya adalah 200, untuk variabel “1/2” nilai PWM nya adalah 170, dan untuk variabel “TUTUP” nilai PWM nya 0.



Gambar 3.8 Membership function

Variabel - variabel diatas berlaku untuk fungsi keanggotaan “PompaGaram” dan fungsi keanggotaan “PompaTawar”.

Pada proses penentuan PWM akan didefinisikan melalui sebuah proses *inference* atau evaluasi aturan. Pada evaluasi aturan terdapat inisiasi aturan yang diharapkan oleh pengguna saat pengujian implementasi *fuzzy logic* pada pengendali pompa air tawar dan pompa air garam. Masukan yang berupa digital akan diproses dan menentukan nilai PWM yang akan dimasukkan kedalam *driver motor* untuk mengatur kecepatan pompa air, baik untuk pompa air garam ataupun pompa air tawar.

		Kondisi Ssensor2		
		Garam Rendah2	Garam Normal2	Garam Tinggi2
Kondisi Sensor 1	Garam Rendah1	Tutup	¾	Full
	Garam Normal1	¾	½	Full
	Garam Tinggi1	Full	Full	Full

Tabel 3.1 Inference Air Tawar

		Kondisi Ssensor2		
		Garam Rendah2	Garam Normal2	Garam Tinggi2
Kondisi Sensor 1	Garam Rendah1	Full	¾	Full
	Garam Normal1	¾	½	½

	Garam Tinggi	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	tutup

Tabel 3.2 Inference Air Garam

### 3.4.3 Defuzifikasi

Tahap pemodelan metode *fuzzy logic* yang terakhir adalah *defuzzyfication*, yaitu tahap penentuan hasil dari pengolahan fuzzifikasi yang telah diterapkan melalui evaluasi aturan atau *inference*. Pada tahap ini nilai keluaran *fuzzy* diubah menjadi nilai yang bersifat tegas. Dimana pada proses awal yaitu fuzzifikasi nilai inputan dipetakan kedalam fungsi keanggotaan yang nilainya menjadi tidak tegas.

Pada tugas akhir ini, nilai perhitungan dari keluaran yang ditentukan melalui defuzzifikasi dihasilkan melalui perhitungan dengan metode *weight average*. Cara defuzzifikasi ini mengambil nilai rata – rata dari pembobotan yang berupa derajat keanggotaan. Sehingga diperoleh nilai PWM sesuai dengan kebutuhan sistem.

$$y' = \frac{\sum \mu(y)y}{\mu(y)} \quad (3.1)$$

Dimana :  $y$  = nilai crisp  
 $\mu(y)$  = derajat keanggotaan dari nilai crisp  $y$

Melalui persamaan 3.1 maka diperoleh keluaran yang bersifat tegas dan akan dijadikan acuan pada pompa air garam dan pompa air tawar. Keluaran pada proses ini sesuai dengan umpan balik yang diberikan melalui evaluasi aturan atau *inference* seperti pada gambar dibawah.

## 4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain dan implementasi pada prototipe tambak udang, dapat disimpulkan bahwa :

1. Proses Pencampuran air antara air tawar serta air laut membutuhkan waktu yang cukup lama.
2. Kadar air garam pada akuarium akan selalu mengacu pada *setpoint* yang telah ditentukan sebagaimana kebutuhan kadar garam untuk tambak udang.
3. Pengukuran yang dihasilkan sensor tidak linier karena semakin tinggi kadar garam, *range* kenaikan tegangan yang dihasilkan akan semakin mengecil.
4. Kendali logika *fuzzy* bekerja dengan baik dalam memutuskan perintah untuk pompa air.

Pada gambar 3.1 merupakan gambaran umum kerja dari sistem, webcam akan terhubung langsung ke raspberry pi untuk memberi inputan ke pada raspberry pi. Cara kerja dari sistem ini adalah kamera akan mencari keberadaan objek, jika objek terdeteksi maka kamera akan mulai meng-capture gambar sesuai frame yang telah diatur, lalu citra yang telah capture akan diproses lagi untuk mencari keberadaan wajah, jika ada wajah yang terdeteksi dalam suatu citra raspberry pi akan segera me -ngirimnya ke akun cloud storage user.

### Referensi

- [1] P. K. a. T. Chua, POND DESIGN, OPERATION AND MANAGEMENT, Bangkok: Fisheries and Aquaculture Department, 1986.
- [2] M. Dra. S. Rachmatun Suyanto & Ir. Enny Purbani, PANDUAN BUDIDAYA UDANG WINDU, Jakarta: Penebar Swadaya, 2009.
- [3] E. Purwanto, PERANCANGAN DAN REALISASI PENGATUR KADAR GARAM PADA AQUARIUM AIR LAUT BERBASIS MIKROKONTROLER, Bandung: Universitas Telkom, 2009.
- [4] P. W. (. Goetz, "The New Encyclopaedia Britannica (15th edn)," *Encyclopaedia Britannica Inc*, vol. 3, p. 937, 1986.
- [5] H. Effendi, TELAAH KUALITAS AIR, Yogyakarta: kanisius, 2003.
- [6] N. M. Pambudiarto, RANCANG BANGUN ALAT PENGUKURAN KADAR GARAM (SALINITAS) BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51, Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2010.
- [7] F. A. a. I. Kasimoglu, " Wireless Sensor and Actor Networks: Research Challenges," *Ad Hoc Networks*, vol. 2, no. 4, pp. 351-367, 2004.
- [8] M. M. Z. a. H. Larijani, "A Survey on Centralised and Distributed Clustering," in *School of Engineering and Built Environment*, Glasgow, UK, 2015.

