

## PENGENDALIAN SALINITAS PADA AIR MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Fahmi Mubarak<sup>1)</sup>Hariato<sup>2)</sup>Madha Christian Wibowo<sup>3)</sup>

Program Studi/Jurusan Sistem Komputer

STMIK STIKOM Surabaya

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)[fahmi.mubarak90@gmail.com](mailto:fahmi.mubarak90@gmail.com), 2)[hari@stikom.edu](mailto:hari@stikom.edu), 3)[madha@stikom.edu](mailto:madha@stikom.edu)

**Abstract:** some fish farmers has been doing some way of controlling salinity in the water for marine fish farming, the farmers will turn on the water pump when they found the taste of the water used to grow fish is not salty, this indicates that the levels of salinity in the water too low. With this method will certainly lead to the growth of fish disturbed. So monitoring and adjusting the condition of pond water is continuously required to maintain water salinity. In this research we analyze one of the supporting factors for the cultivation of marine fish by adjusting the amount of salinity in the water and maintain it in accordance with the needs of tiger grouper. Using Arduino Uno R3 as a data processor, water level or salinity sensor as measuring salinity and input system, while for the actuator system using DC water pump. Salinity measurements using the water level or salinity sensor has an accuracy rate of 98.99%. Calculation of salinity by using fuzzy method goes well with a 100% success rate in accordance with the fuzzy analysis manually. By using salt water pump system can work well in controlling salinity and maintain between 30-33 ppt salinity.

**Keywords:** *Fuzzy Logic, Arduino Uno R3, tiger grouper, water pumps DC, Water Level or Salinity Sensor.*

Dengan luas daerah Indonesia yang kaya akan keragaman biota laut maka perlu diperhatikan mengenai cara budidaya ikan laut, untuk mendapatkan hasil ikan yang memiliki kualitas dan kuantitas yang baik. Dalam penelitian tugas akhir ini kami menganalisa salah satu faktor pendukung untuk pengembangbiakan ikan laut yaitu pengaturan besarnya salinitas pada air yang dipertahankan sesuai dengan ikan kerapu macan. Parameter kualitas air yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yaitu suhu antara 24–31 °C, salinitas antara 30–33 ppt, kandungan oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm dan pH antara 7,8–8,0 (Yoshimitsu et al, 1986).

Saat ini beberapa pengusaha tambak ikan, telah melakukan beberapa cara pengendalian salinitas pada air untuk budidaya ikan laut, beberapa cara yang mereka lakukan adalah dengan memompa air laut atau menambahkan larutan yang kadar garamnya lebih tinggi menggunakan pompa air. Cara ini dapat meningkatkan salinitas air, dikarenakan proses sirkulasi air akan

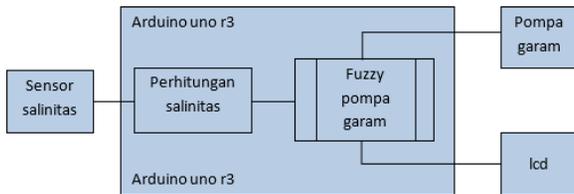
membantu memperbaiki nilai salinitas. Namun para pembudidaya menggunakan parameter ternak sebagai acuan untuk mengaktifkan pompa air. Para pembudidaya akan menyalakan pompa air ketika mereka mendapati rasa dari air yang digunakan ikan untuk berkembang sudah tidak asin, ini menandakan bahwa kadar salinitas dalam air terlalu sedikit. Dengan metode ini tentu akan menyebabkan pertumbuhan ikan terganggu, karena kondisi air tambak yang sering mengalami perubahan, sehingga ikan menjadi stress karena parameter air yang tidak cocok. Ikan yang stres memiliki kemungkinan kecil untuk bertahan hidup, dengan demikian hasil panen menjadi tidak optimal.

Berdasarkan permasalahan di atas diperlukan pemantau dan pengontrol kondisi air tambak secara real-time untuk mengetahui kondisi salinitas air tambak sehingga dapat dilakukan penanganan dengan cepat apabila terjadi perubahan salinitas air secara signifikan. Sistem ini menggunakan sensor salinitas sebagai input. Sedangkan untuk aktuator akan menggunakan

pompa larutan garam. Sensor salinitas akan diolah oleh fuzzy sistem yang kemudian menggerakkan pompa larutan garam.

### METODE PENELITIAN

Keseluruhan sistem dapat dapat dijelaskan dalam blok diagram pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram

Pada Gambar 1 terdapat tiga bagian utama, yaitu *input*, proses dan *output*.

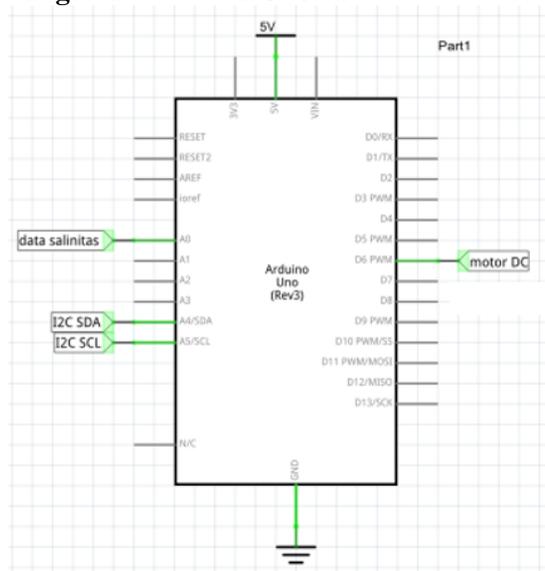
1. Bagian *input* merupakan nilai aktual dari parameter salinitas yang diukur pada air tambak.
2. Bagian proses merupakan bagian yang ada didalam arduino terdiri atas 2 bagian:
  - i. Pin digital sebagai pemroses data digital dari sensor salinitas menjadi nilai salinitas dalam satuan ppt ( part per thousand).
  - ii. *Fuzzy* pompa garam merupakan proses pengambilan keputusan aktuator pompa garam.
3. Bagian *output* terdiri dari 1 aktuator sebagai media untuk pengontrolan kualitas air tambak dan LCD sebagai alat untuk memantau parameter air tambak.
  - i. pompa garam menggunakan pompa dc 12V yang dikontrol dengan metode *fuzzy* untuk mengatur cepat lambatnya kecepatan pompa.
  - ii. LCD merupakan alat pemantau yang akan menampilkan nilai salinitas secara real-time.

Sistem ini bekerja dengan menerima data dari sensor salinitas yang dimasukan kedalam arduino melalui ADC. Data dari sensor digunakan untuk menggerakkan aktuator pompa air, selain itu data juga akan ditampilkan kedalam LCD berupa nilai salinitas dari miniatur tambak dan kecepatan putaran pompa air berdasarkan perhitungan dari metode *fuzzy*.

### Perancangan Hardware

Komponen-komponen yang digunakan dalam sistem ini meliputi *board* Arduino Uno R3, rangkaian LCD rangkaian *power supply* 12V, rangkaian driver motor, modul sensor salinitas, dan pompa air DC 12 Volt.

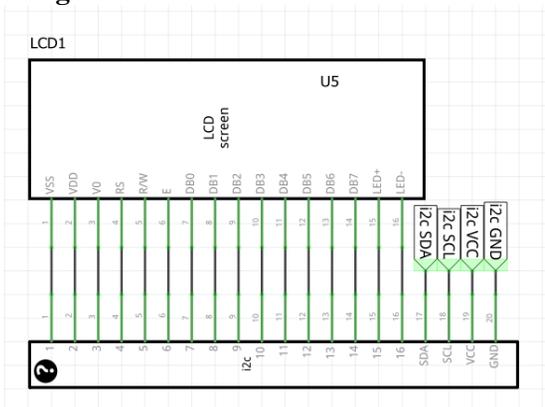
### Rangkaian Arduino Uno R3



Gambar 2 Rangkaian Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 merupakan board berbasis microcontroller Atmega 328. Pada penelitian ini board arduino digunakan untuk pemrosesan data dari sensor salinitas dan menggerakkan pompa air DC, serta menampilkan data pada LCD.

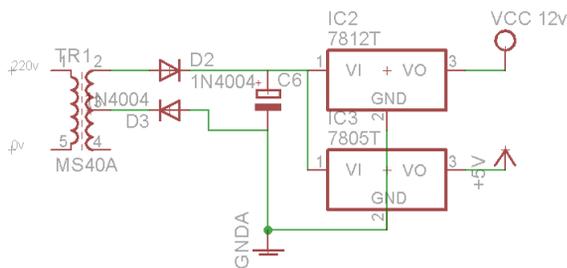
### Rangkaian LCD



Gambar 3 Rangkaian LCD

Rangkaian LCD yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan modul I2C, sehingga mampu menghemat penggunaan pin pada arduino.

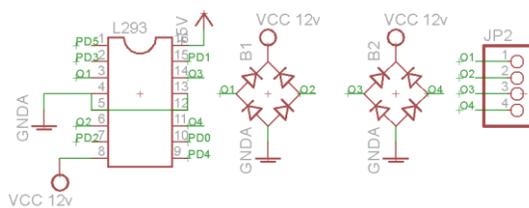
## Rangkaian Power Supply 6 V



Gambar 4 Rangkaian Power Supply 12 V

Rangkaian power supply merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC serta dapat memberikan kebutuhan daya pada rangkaian dan untuk menjalankan pompa air DC sebagai pompa larutan garam, yang membutuhkan tegangan 12 Volt untuk bisa beroperasi secara maksimal.

## Rangkaian Driver Motor



Gambar 4 Rangkaian Sensor Tekanan

Output microcontroller memiliki arus yang lemah sehingga tidak dapat menggerakkan motor, agar dapat menggerakkan motor microcontroller memerlukan rangkaian driver motor. Rangkaian driver motor merupakan bagian penting dalam penggerakkan aktuator pompa air DC 12 V.

## Sensor Salinitas



Gambar 5 Rangkaian Sensor Suhu

Pada penelitian ini menggunakan sensor *water level or salinity*. Sensor *water level or salinity* memiliki output analog dengan nilai 0~4.2V. Keluaran dari sensor ini akan dikonversi oleh ADC arduino 10 bit melalui PORT ADC.

Bagian sensor salinitas ada yang ditutupi silikon dan ada yang tidak. Hal ini bertujuan untuk memodifikasi sensor yang pada dasarnya sensor dapat juga mendeteksi ketinggian air. sehingga

bagian yang tidak tertutup silikon harus selalu berada didalam air ketika melakukan percobaan agar tidak mengubah pengukuran salinitas.

## Pompa Air DC



Gambar 6 Pompa Air Bilge Pump DC 12 V.

Pompa air dalam penelitian ini menggunakan pompa air bilge pump DC 12 volt yang mampu beroperasi didalam air. Pompa air ini merupakan alat yang digunakan untuk menyedot air dan memindahkannya ke suatu tempat. Pada sistem ini pompa air digunakan sebagai aktuator untuk Pemberian larutan garam. Larutan garam digunakan untuk menaikkan nilai salinitas. Prosedur pemberian larutan garam diberikan dengan mengontrol pompa air menggunakan fuzzy logic.

## Miniatur Tambak

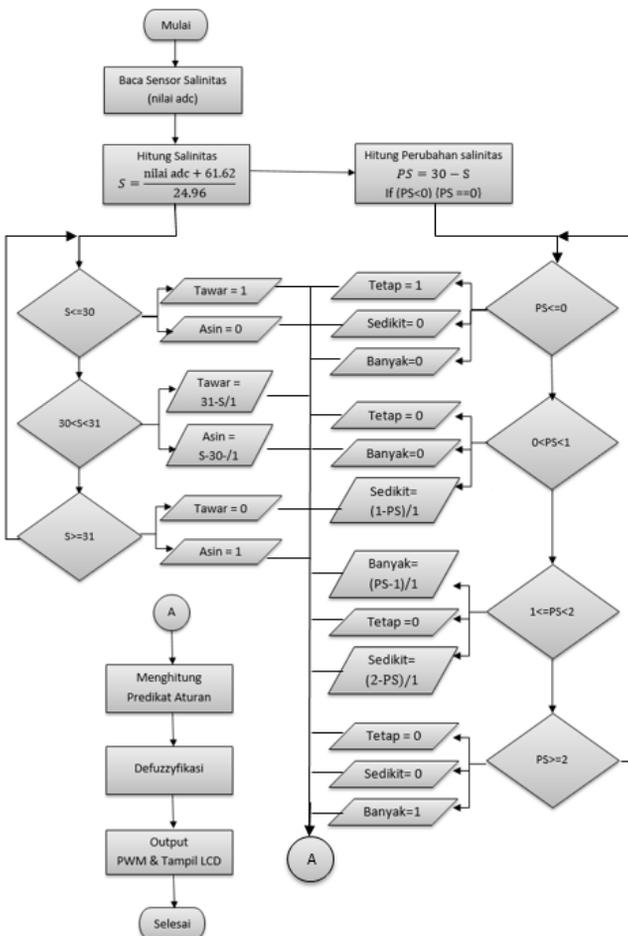
Miniatur tambak disesuaikan dengan kondisi tambak dalam beberapa aspek. Dengan ukuran 66x50x50 untuk tempat pemeliharaan ikan kerapu macan, miniatur tambak ini mampu menampung 15 ekor benih ikan. Pada tambak nyata dengan ukuran 1 Ha petani tambak biasanya memelihara 200.000 ekor benih ikan. Miniatur ini juga dilengkapi dengan kolam pembuangan air dan kolam tandon larutan garam. Air yang masuk ke kolam pembuangan tidak dikontrol, melainkan luapan dari air yang melebihi ketinggian yang diijinkan pada model tambak. Sedangkan air yang keluar dari kolam tandon menuju ke model tambak, dikendalikan dengan menggunakan pompa yang bekerja secara fuzzy logic untuk menjaga nilai salinitas air tambak. Miniatur tambak ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Miniatur Tambak

### Program

Perancangan program secara keseluruhan bisa dilihat lebih jelas melalui *flowchart* pada Gambar 8.



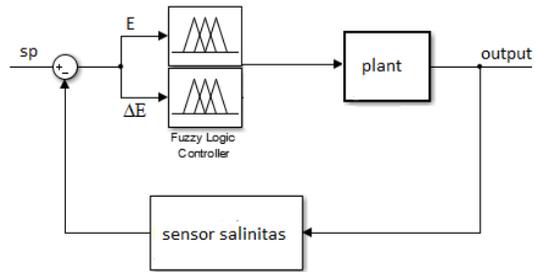
Gambar 8 Flowchart Program

Dari flow chart gambar di atas dapat dilihat bahwa untuk mengatur besarnya kadar garam dalam tambak, mula – mula sistem akan membaca data sensor dan menghitung nilai salinitasnya.

Setelah semua data didapatkan, sistem melakukan eksekusi program fuzzy pompa larutan garam sampai didapatkan hasilnya dan pompa akan mati atau aktif cepat atau aktif lambat sesuai dengan perhitungan fuzzy. Hasil perhitungan ditampilkan pada LCD.

### Blok Fuzzy Pompa Garam

Blok ini berisi tentang proses pengolahan output tingkat salinitas dengan menggunakan metode fuzzy. Sistem fuzzy yang digunakan memiliki dua buah input dan sebuah output. Perancangan sistem kontrol keseluruhan dapat dilihat melalui blok diagram kontrol fuzzy pada gambar

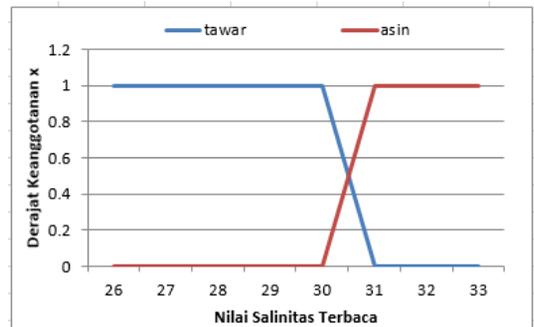


Gambar 9 Blok Diagram Sistem Kontrol Fuzzy

Fungsi keanggotaan fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Membership Function Salinitas Terbaca (ST)

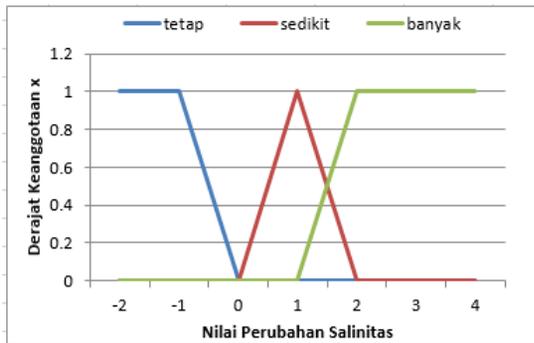
Membership Function salinitas terbaca memiliki 2 fungsi keanggotaan yakni tawar dan asin. Parameter yang digunakan dalam fungsi keanggotaan ini berdasarkan karakteristik salinitas yang cocok untuk ikan kerapu macan..



Gambar 8 Membership Function Salinitas Terbaca

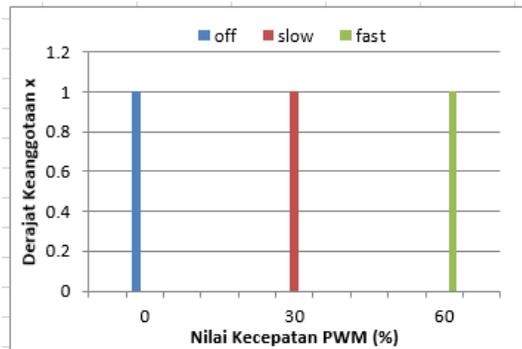
#### 2. Membership Function Perubahan Salinitas (PS)

Membership Function perubahan salinitas memiliki 3 fungsi keanggotaan yakni tetap, sedikit dan banyak.



Gambar 9 Membership Function Perubahan Salinitas

3. Membership Function Pompa Larutan Garam
- Membership Function pompa larutan garam merupakan output dari kedua membership function sebelumnya dan memiliki 3 fungsi keanggotaan yakni off, slow, fast.



Gambar 10 Membership Function Pompa Larutan Garam

Berikut adalah sebagian rule yang telah ditetapkan, meliputi:

1. IF ST: ASIN AND PS: TETAP THEN OFF
2. IF ST: ASIN AND PS: SEDIKIT THEN OFF
3. IF ST: ASIN AND PS: BANYAK THEN OFF
4. IF ST: TAWAR AND PS: TETAP THEN SLOW
5. IF ST: TAWAR AND PS: SEDIKIT THEN SLOW
6. IF ST: TAWAR AND PS: BANYAK THEN FAST

Secara keseluruhan rule tersebut digambarkan dalam Tabel 1, dalam tabel tersebut Salinitas Terbaca (ST) merupakan representasi dari membership function fuzzy salinitas terbaca, meliputi tawar dan asin. Perubahan Salinitas (PS) merupakan representasi dari membership function fuzzy perubahan salinitas, yang meliputi tetap, sedikit, dan banyak.

Tabel 1 Rule Fuzzy Pompa Larutan Garam

	ST		
	PS	TAWAR	ASIN
	TETAP	SLOW	OFF
	SEDIKIT	SLOW	OFF
	BANYAK	FAST	OFF

4. Proses Defuzzyfikasi

Proses defuzzyfikasi menggunakan metode sugeno untuk mencari nilai rata-rata terbobot dengan rumus :

Weighted average (WA) :

$$WA = \frac{\mu(k1) \times k1 + \mu(k2) \times k2 + \mu(k3) \times k3}{\mu(k1) + \mu(k2) + \mu(k3)}$$

Sehingga didapatkan nilai perhitungan kecepatan pompa larutan garam (%) :

$$\frac{off(i) \times 0 + slow(i) \times 30 + fast(i) \times 60}{off(i) + slow(i) + fast(i)}$$

Keterangan :

off (i) = nilai minimal rule fuzzy off ke (i)

slow (i) = nilai minimal rule fuzzy slow ke (i)

fast (i) = nilai minimal rule fuzzy fast ke (i)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengujian Sensor Salinitas

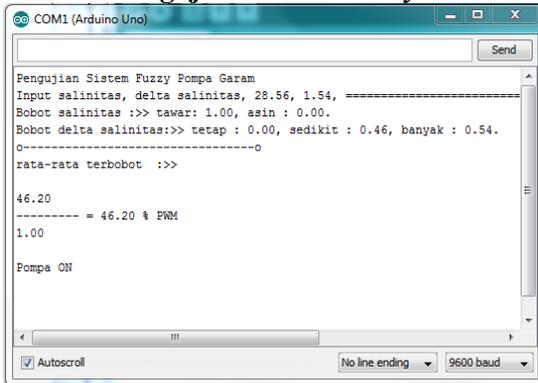
Tabel 2 Hasil Pengukuran Sensor Salinitas

no	larutan pembeding (ppt)	pengukuran sensor water level or salinity	eror
1	32	32.19	0.61
2	31	30.63	1.18
3	30	29.71	0.96
4	29	28.95	0.17
5	28	28.19	0.68
6	27	27.15	0.55
7	26	26.67	2.57
8	25	25.35	1.38
rata-rata			1.01

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa pengukuran salinitas menggunakan sensor water level or salinity didapatkan rata-rata tingkat error 1,01 %.

Dengan demikian dapat diperoleh tingkat akurasi dari sensor water level or salinity yang dibuat sebesar 98,99 %.

## B. Hasil Pengujian Metode Fuzzy



Gambar 11 Hasil pengujian metode fuzzy

Gambar 11 merupakan salah satu hasil pengujian sistem fuzzy dengan input salinitas 28,56 ppt, perubahan salinitas 1,54 ppt. Hasil menunjukkan kondisi pompa “ON”, dengan persentase tingkat pwm sebesar 46,20 %.

Penghitungan metode *fuzzy* secara manual menunjukkan hasil sebagai berikut:

Input salinitas = 28,56 ppt

perubahan salinitas = 1,54 ppt

Bobot Salinitas :

$$x_{asin} = 0$$

$$x_{tawar} = 1$$

Bobot Perubahan Salinitas :

$$x_{tetap} = 0$$

$$x_{sedikit} = \frac{2 - 1,54}{1} = 0,46$$

$$x_{banyak} = \frac{1,54 - 1}{1} = 0,54$$

Rule Fuzzy :

**R1.** If Salinitas Tawar and Perubahan salinitas Sedikit

$$\text{Then PWM} = \min(1; 0,46) = 0,46$$

**R2.** If Salinitas Tawar and Perubahan salinitas Banyak

$$\text{Then PWM} = \min(1; 0,54) = 0,54$$

Rata – rata terbobot =

$$\frac{(0,46 \cdot 30) + (0,54 \cdot 60)}{0,46 + 0,54} = 46,20 \%$$

Tabel 3 Hasil Pengujian metode fuzzy

Salinitas	Perubahan salinitas	PWM	Hasil
27	3	60,00 %	Sesuai dengan perhitungan manual
28,56	1,54	46,20 %	Sesuai dengan perhitungan manual
29	1	30,00 %	Sesuai dengan perhitungan manual
30,5	0	15,00 %	Sesuai dengan perhitungan manual
31	0	0,00 %	Sesuai dengan perhitungan manual

Dari pengujian metode fuzzy dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan kondisi PWM telah sesuai dengan analisis fuzzy secara manual.

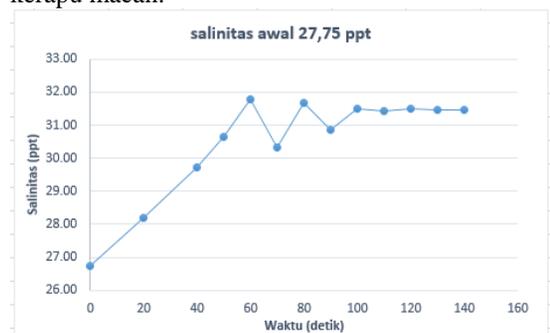
## C. Hasil Pengujian Secara Keseluruhan



Gambar 11 Kondisi Pertama dengan Salinitas 26,75 ppt

Gambar 11 merupakan salah satu hasil pengujian sistem secara keseluruhan yang menunjukkan mula-mula salinitas bernilai 26,75 ppt. Kondisi tersebut terjadi karena miniatur tambak diberikan gangguan berupa pemberian air sumur. Pemberian air sumur menyebabkan menurunnya salinitas sehingga dalam kondisi ini pompa akan aktif sesuai dengan kecepatan PWM yang diatur oleh fuzzy.

Berikut grafik perubahan salinitas saat sistem berusaha menyetabilkan salinitas dengan set point 31 ppt agar sesuai dengan kebutuhan ikan kerapu macan.



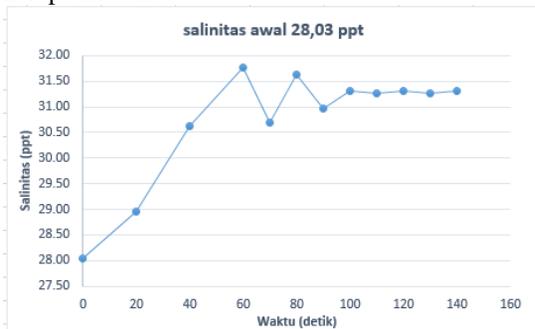
Gambar 12 Perubahan Salinitas pada Kondisi Pertama



Gambar 13 Kondisi Kedua dengan Salinitas 28,03 ppt

Gambar 13 merupakan salah satu hasil pengujian sistem secara keseluruhan yang menunjukkan mula-mula salinitas bernilai 28,03 ppt. Kondisi tersebut terjadi karena miniatur tambak diberikan gangguan berupa pemberian air sumur. Pemberian air sumur menyebabkan menurunnya salinitas sehingga dalam kondisi ini pompa akan aktif sesuai dengan kecepatan PWM yang diatur oleh fuzzy.

Berikut grafik perubahan salinitas saat sistem berusaha menyetabilkan salinitas dengan set point 31 ppt agar sesuai dengan kebutuhan ikan kerapu macan.



Gambar 14 Perubahan Salinitas pada Kondisi Kedua

Dari hasil pengujian keseluruhan dapat disimpulkan bahwa setiap terjadi penurunan salinitas maka sistem akan berusaha menyetabilkannya dengan mempertahankan nilai salinitas antara 30-33 ppt.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi sensor *water level or salinity* untuk pengukuran salinitas sebesar 98,99% hasil tersebut merupakan perbandingan dengan larutan garam yang sudah diukur dalam satuan ppt
2. Penghitungan salinitas dengan menggunakan metode fuzzy berjalan dengan baik dengan

persentase keberhasilan 100% sesuai dengan analisis fuzzy secara manual.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran salinitas diantaranya adalah posisi peletakan bagian sensor salinitas yang digunakan untuk mengindra tidak sepenuhnya tenggelam di air, peletakan tersebut sangat kritis karena sensor salinitas merupakan sensor *water level or salinity* sehingga ketinggian air pada sensor berpengaruh terhadap pengukuran.

Secara keseluruhan sistem dapat berjalan dengan baik dalam pengendalian salinitas dengan mempertahankan nilai salinitas antara 30-33 ppt dan sistem fuzzy yang digunakan dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

## SARAN

Berikut ini adalah beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem berjalan lebih baik:

1. Dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan beberapa faktor-faktor pendukung pengembangan ikan kerapu macan seperti suhu dan PH.
2. Metode kontrol fuzzy dapat diganti dengan metode kontrol lain
3. Penelitian berikutnya diharapkan dapat melakukan percobaan dengan memelihara ikan kerapu secara langsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anzari, R. 2011. Laporan Salinitas Praktikum Pengantar Oseanografi. (online) (<http://ridhoanzari.blogspot.com/2013/10/laporan-salinitas-praktikum-pengantar.html>, diakses 27 Juli 2015).
- Cox, Earl. 1994. The Fuzzy Systems Handbook Handbook Prscitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining : Academic Press.
- Kadir, Abdul. 2012. Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati. 2010. Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yoshimitsu, T. H. Eda and Hiramatsu, K. 1986. Groupers final report mariculture research and development in Indonesia. ATA 192, JICA. p.103 – 129.