

# Kontrol Kualitas Kadar Air Laut Menggunakan Fuzzy Logic Untuk Habitat Ikan Kerapu

Anizar Indriani<sup>1</sup>, Marahalim Fajri<sup>2</sup>, Hendra<sup>3</sup>, Yovan Witanto<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Email [aniz\\_indriani@unib.ac.id](mailto:aniz_indriani@unib.ac.id)

<sup>3,4</sup>Program Studi Tekni Mesin, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Email [h7f1973@yahoo.com](mailto:h7f1973@yahoo.com), [yovanmail@gmail.com](mailto:yovanmail@gmail.com)

**Abstract**—The quality of the seawater content for the grouper fish habitat is very influential in the grouper fish development process. Seawater quality for grouper fish habitat depend on temperatur, salinity, acidity (pH), and turbidity of seawater. The quality of seawater can be control by circulation in and out of seawater in the fish pond. This cycle is required to maintain the desired quality of seawater at temperatur 24°C- 31°C, salinity 30-33 ppt, dissolved oxygen > 3,5 ppt, and pH 7,5-8,3. In previous studies seawater control systems have been carried out in the form of controls temperatur and pH quality. Other components quality of sea water such as salinity and turbidity due to fish food also influence seawater quality for grouper fish habitat. Component control of sea water in this paper include microcontroller, pump sea water, fresh water pump, sensor and etc. In this paper we are focus on the controlling sea water quality to maintain the quality of grouper fish pools consisting of temperatur, salinity, acidity (pH), and turbidity of seawater. Input this data and the pH of the water read by the sensor will be processed with fuzzy logic to adjust the working of the salt water pump and the freshwater pump until it reaches the setpoint value. Turbidity and temperatur control using the ON-OFF system. The results show that of testing the sea water quality of control system using fuzzy logic in accordance with the calculation of mathematical defuzzification with an error of 0%. The values of salinity control system 31,14-32,98 PPT, pH 7,78-8,2, temperatur 27°C-29,98°C, and turbidity level 9,90-14,85 NTU.

**Abstrak**—Kualitas kandungan air laut untuk habitat ikan kerapu sangat berpengaruh dalam proses pengembangan ikan kerapu. Kualitas air laut untuk habitat ikan kerapu tergantung pada temperatur, salinitas, keasaman (pH), dan kekeruhan air laut. Kualitas air laut dapat dikendalikan dengan sirkulasi masuk dan keluar dari air laut di kolam ikan. Siklus ini diperlukan untuk mempertahankan kualitas air laut yang diinginkan pada temperatur 24°C-31°C, salinitas 30-33 ppt, oksigen terlarut > 3,5 ppt, dan pH 7,5-8,3. Dalam penelitian sebelumnya sistem kontrol air laut telah dilakukan dalam bentuk kontrol temperatur dan kualitas pH. Komponen lain kualitas air laut seperti salinitas dan kekeruhan karena makanan ikan juga mempengaruhi kualitas air laut untuk habitat ikan kerapu. Komponen kontrol air laut dalam tulisan ini meliputi mikrokontroler, pompa air laut, pompa air tawar, sensor dan lain-lain. Tulisan ini

fokus pada pengendalian kualitas air laut untuk menjaga kualitas kolam ikan kerapu yang terdiri dari temperatur, salinitas, keasaman (pH) dan kekeruhan air laut. Masukan data ini dan pH air yang dibaca oleh sensor akan diproses dengan fuzzy logic untuk menyesuaikan kerja pompa air garam dan pompa air tawar hingga mencapai nilai setpoint. Kontrol kekeruhan dan temperatur menggunakan sistem ON-OFF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian kualitas air dengan sistem kontrol menggunakan fuzzy logic sesuai dengan perhitungan defuzzifikasi matematis dengan kesalahan 0%. Nilai sistem kendali salinitas 31,14-32,98 PPT, pH 7,78-8,2, temperatur 27°C-29,98°C, dan tingkat kekeruhan 9,90-14,85 NTU.

**Kata Kunci**—Sistem Kontrol, Kadar Air Laut, Defuzzifikasi, Fuzzy Logic, Sirkulasi Air Laut.

## I. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia terdiri dari daratan yang dikelilingi oleh laut dan diapit oleh dua samudera. Dimana wilayah laut ini memiliki potensi kekayaan laut yang melimpah. Potensi ini berupa sumber daya biota laut, sumber daya energy, sumber daya transportasi dan lainnya. Sumber daya biota laut berupa ikan, rumput laut, udang, terumbu karang dan lainnya sangat menunjang perekonomian masyarakat. Potensi sumber daya biota laut dikelola secara alamiah dengan proses penangkapan oleh nelayan ataupun dikelola secara buatan (budidaya). Satu potensi budidaya ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah budidaya ikan kerapu. Budidaya ikan Kerapu ditentukan oleh kondisi air laut habitat ikan Kerapu meliputi temperatur, salinitas, kadar oksigen terlarut, dan pH. Kondisi air laut untuk habitat ikan Kerapu dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi control. Penerapan teknologi control untuk kondisi air laut budidaya ikan Kerapu telah dilakukan dalam penelitian terdahulu dengan titik berat pada kontrol temperatur dan pH [1-4]. Kondisi lain yang mempengaruhi kondisi air laut untuk budidaya ikan Kerapu adalah salinitas, kejernihan air laut (kekeruhan), UV dan lainnya.

Kondisi air yang kurang baik dapat menyebabkan pertumbuhan ikan Kerapu menjadi lambat dan mengancam pembudidayaan ikan menjadi gagal panen [5]. Faktor-faktor yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan kerapu yaitu temperatur air

laut 24°C-31°C, salinitas 30-33 ppt, oksigen terlarut >3,5 ppt, dan pH 7,5-8,3 [1-4,6-7].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki kualitas dan kuantitas pada proses pembudidayaan ikan kerapu yaitu pemanfaatan mikrokontroler untuk sistem control kekeruhan dan temperatur air laut [1-3,8] dan control salinitas menggunakan wahana ROV, metode *Fuzzy Logic* [8-9]. Dimana penelitian ini belum mengatur kondisi air laut untuk habitat ikan secara terintegrasi dan keseluruhan. Untuk itu dalam tulisan ini fokus pada pengaturan kondisi air laut kekeruhan, salinitas, temperatur dan kualitas pH pada air laut untuk budidaya ikan kerapu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Ikan Kerapu merupakan potensi biota laut yang memiliki potensi ekonomis tinggi bagi masyarakat nelayan. Seiring dengan meningkatnya pengetahuan masyarakat akan ilmu gizi dan kebutuhan akan gizi dari sumber daya laut. Ikan kerapu biasanya hidup dikarang-karang atau kedalaman air laut tertentu. Untuk mendapatkan ikan Kerapu dilakukan dengan cara memancing dan budidaya ikan Kerapu.

Budidaya ikan Kerapu membutuhkan kondisi air laut yang sama dengan kondisi di alam. Parameter kondisi air laut meliputi temperatur, kadar salinitas (kejernihan), kadar asam (pH) dan UV. Temperatur air laut dapat mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, morfologi, reproduksi, tingkah laku, dan metabolisme ikan. Temperatur juga berpengaruh terhadap kelarutan gas-gas, kecepatan reaksi unsur dan senyawa yang terkandung dalam air. Temperatur ideal untuk ikan Kerapu adalah 27°C–31°C [1-7]. Salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut didalam air. Salinitas dinyatakan dalam satuan parts per thousand (ppt). Tingkat salinitas untuk budidaya ikan kerapu yang ideal berkisar 30-33 PPT [6]. Kondisi perairan dengan pH netral sampai sedikit basa sangat ideal untuk kehidupan ikan air laut. Kadar keasaman (pH) ikan kerapu ideal berkisar 7,8 – 8,3 [10]. Kadar kekeruhan air laut untuk habitat ikan Kerapu maksimum adalah 30 NTU.

Kondisi air laut untuk habitat ikan Kerapu harus diatur agar sesuai dengan kondisi ideal untuk ikan Kerapu. Pengaturan ini dapat dilakukan dengan menggunakan mikrokontrol [1-3]. Untuk pengukuran nilai kondisi air laut dibutuhkan alat pembaca berupa sensor yang meliputi sensor temperatur, sensor salinitas, sensor keasaman (pH), sensor UV dan sensor lainnya. Sensor temperatur digunakan untuk mengukur temperatur air laut. Sensor temperatur yang digunakan adalah **Sensor Dallas DS18B20** [1-3, 11]. Sensor Dallas DS18B20 memiliki keunggulan berupa sensor yang memiliki kemampuan tahan air (*waterproof*) dan dapat dihubungkan dengan mikrokontrol. Sensor Dallas DS18B20 terdiri dari 3 pin yaitu vcc, gnd dan data. Keluaran dari sensor DS18B20 berbentuk digital dengan resolusi sensor 9-bit. Sensor ini memiliki range temperatur dari -55°C - +125°C. Sensor Dallas DS18B20 ditunjukkan pada Gambar 1.



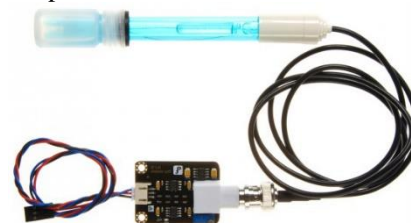
Gambar 1 Sensor DS18B20 [1-3,11]

Sensor salinitas ini merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi tingkat salinitas atau kadar garam larutan atau air laut. Prinsip kerja sensor salinitas yaitu memanfaatkan konduktivitas air. Level tegangan yang dihasilkan oleh sensor salinitas ini adalah TTL (*transistor transistor logic*) yaitu antara 0-5 volt, sehingga tidak diperlukan sebuah penguat pada penggunaannya [9]. Gambar 2. menunjukkan bentuk fisik dari sensor salinitas.



Gambar 2 Sensor Salinitas [9]

Kadar keasaman (pH) merupakan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Sensor pH dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

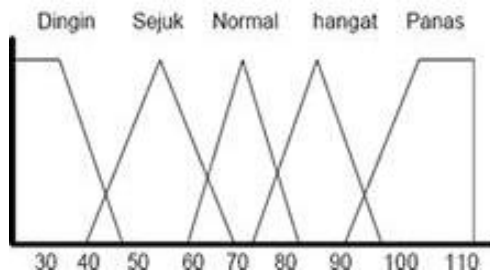


Gambar 3 Sensor pH Meter [10].

Sensor photodiode bekerja pada saat cahaya dengan panjang gelombang yang sesuai mengenai photodiode, maka akan ada arus yang mengalir. Sehingga energi cahaya dipergunakan untuk menghasilkan pasangan *elektron-hole* didekat hubungan. Arus tersebut sebanding dengan intensitas total cahaya datang. Perbandingan arus pada saat dikenai cahaya dengan pada saat tidak ada cahaya ternyata cukup besar dimana karakteristik ini diperlukan sebagai transduser cahaya. Sensor photodiode terbuat dari silikon dengan waktu reaksi sekitar 1 ns. [12].

### A. *Fuzzy Logic Control* [13]

*Fuzzy logic* adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam ruang *output*. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran [13]. Hal yang perlu diketahui dalam system *fuzzy*, yaitu: variabel *fuzzy* dan himpunan *fuzzy*. Gambar 4 menunjukkan bentuk himpunan *fuzzy* untuk variable temperatur.



Gambar 4 Himpunan fuzzy untuk variabel temperatur [13].

B. Sistem Berbasis Aturan Fuzzy

Pendekatan fuzzy logic diimplementasikan dalam tiga tahapan, yaitu: fuzzifikasi, evaluasi rule (inferensi), dan defuzzifikasi [13].

a. Fuzzifikasi

Merupakan fase pertama dari perhitungan fuzzy, yaitu mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti kedalam bentuk fuzzy input yang berupa tingkat keanggotaan/ tingkat kebenaran. Dengan demikian, tahap ini mengambil nilai-nilai crisp dan menentukan derajat dimana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan fuzzy yang sesuai.

b. Inferensi

Inferensi adalah melakukan penalaran menggunakan fuzzy input dan fuzzy rules yang telah ditentukan sehingga menghasilkan fuzzy output. Secara sintaks, suatu fuzzy rule (aturan fuzzy) dituliskan sebagai berikut:

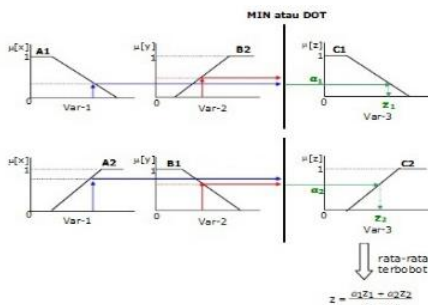
*IF antecedent THEN consequent*

c. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah mengubah fuzzy output menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Defuzzifikasi merupakan metode yang penting dalam pemodelan system fuzzy.

C. Metode Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-Then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. [13]

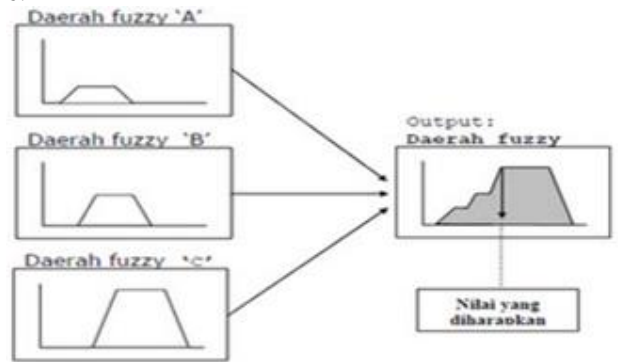


Gambar 5 Inferensi menggunakan Metode Tsukamoto[13].

D. Penegasan (Defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy,

sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Proses Defuzzifikasi [13].

Defuzzifikasi merupakan proses pemetaan himpunan fuzzy ke himpunan tegas (crisp). Proses ini merupakan kebalikan dari proses fuzzifikasi. Proses defuzzifikasi diekspresikan sebagai berikut:

$$Z^* = \text{Devuzzier}(Z) \quad (1)$$

Dimana: Z = hasil penalaran fuzzy

Z\* = keluaran kontrol fuzzy logic

Devuzzier = operasi Devuzzier [13]

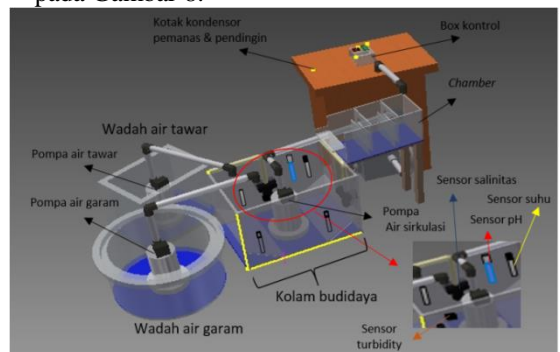
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

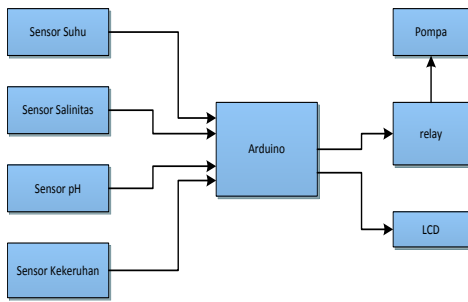
Perancangan system pengendali kondisi air laut terintegrasi salinitas, pH, kekeruhan, dan temperatur untuk menjaga kualitas air kolam budidaya ikan kerapu terdiri atas rancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Rancangan Perangkat Keras

Perangkat keras terdiri atas sensor temperatur, sensor salinitas, sensor pH dan sensor kekeruhan, pompa air, Relay, LCD yang berfungsi sebagai inputan yang terhubung ke Arduino Mega dan Keypad 4x4 yang berfungsi mengubah mode tampilan pada LCD. Prototipe kolam uji terbuat dari kaca yang memiliki bentuk kotak dengan ukuran 90cmx60cmx60cm. Gambar 7 menunjukkan rancangan perangkat keras system pengendali kondisi air laut. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 8.



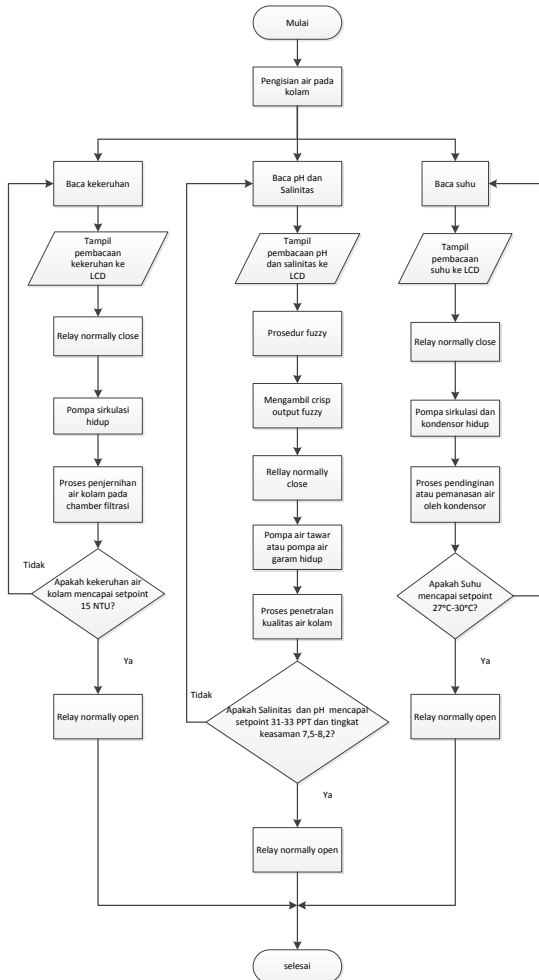
Gambar 7 Rancangan Alat Kontrol Air Laut Terintegrasi



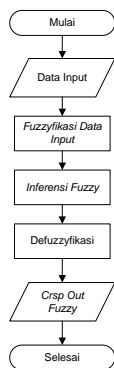
Gambar 8 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

2. Rancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dirancang menggunakan IDE Arduino dimana diagram alir programnya ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Diagram Alir Sistem



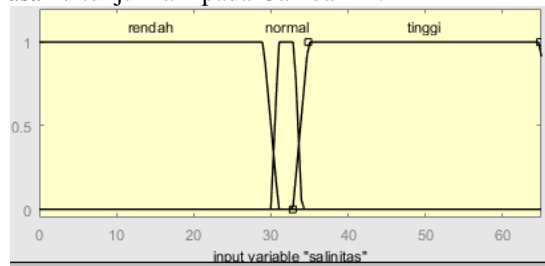
Gambar 10 Diagram Alir Proses Fuzzy

B. Metode Fuzzy

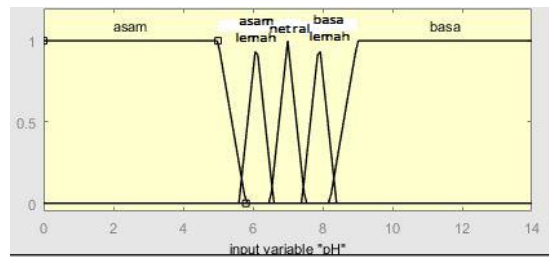
Fuzzy logic dibuat dengan menggunakan Matlab kemudian dikombinasikan ke program arduino untuk menjadi sistem pengontrolan kondisi air laut terintegrasi. Gambar 10 menunjukkan diagram alir proses fuzzy pada sistem perancangan alat untuk menjaga kualitas air kolam ikan kerapu.

C. Fuzzifikasi

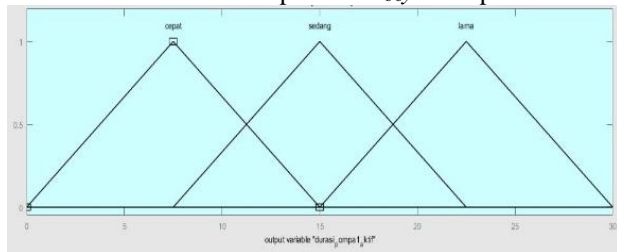
Pada proses fuzzifikasi, variabel salinitas dan pH dibagi menjadi beberapa fungsi keanggotaan tertentu. Variabel salinitas dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu "rendah", "normal" dan "tinggi" ditunjukkan pada gambar 11. Himpunan fuzzy untuk variabel pH yaitu "Asam", "Asam Lemah", "Netral", "Basa Lemah" dan "Basa" ditunjukkan pada Gambar 12.



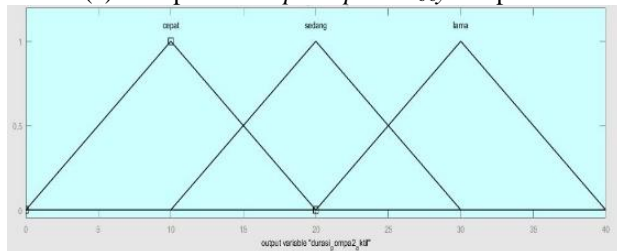
Gambar 11 Himpunan Fuzzifikasi Salinitas



Gambar 12 Himpunan Fuzzifikasi pH



(a) Himpunan Crisp Output Fuzzy Pompa 1



(b) Himpunan Crisp Output Fuzzy Pompa 2  
Gambar 13 Output pembacaan aturan fuzzy

D. Inferensi Fuzzy

Setelah proses fuzzifikasi selesai maka dilakukan proses inferensi fuzzy dengan mengkombinasikan masing masing himpunan menjadi 13 aturan (rule). Output yang dihasilkan dari pembacaan aturan fuzzy (fuzzy rules) ditunjukkan pada Gambar 13 (a) dan 13 (b).

Untuk Himpunan Crisp Output Fuzzy yang dibuat terdapat tiga himpunan yaitu, "Cepat", "Sedang", dan

“Lama”. Himpunan tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengambil keputusan atau melakukan aksi penetralan pengkondisian kualitas air kolam dengan durasi pompa air aktif dalam durasi waktu berbeda.

#### E. Defuzzyfikasi

Pada proses penegasan (*defuzzyfikasi*) yang digunakan adalah metode Tsukamoto. Metode Tsukamoto menggunakan metode “MIN” dalam pengambilan nilai *alpha* predikat dari proses *fuzzyfikasi* yang terjadi. Kemudian dari proses *fuzzyfikasi* tersebut dicocokkan dengan aturan-aturan yang aktif. Kemudian hasil *defuzzyfikasi* dihitung dengan metode COG (*Centre of Gravity*) untuk mendapatkan hasil keluarannya.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian Sensor Temperatur DS18B20

Pengujian sensor temperatur dilakukan untuk mengetahui besar error yang terjadi dari sensor temperatur DS18B20 dengan termometer digital. Hasil dari pengujian sensor temperature DS18B20 ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan nilai error antara sensor temperatur DS18B20 dan termometer adalah 0,36. Hal ini menunjukkan sensor temperatur DS18B20 dapat digunakan untuk mengukur parameter temperatur pada system kontrol kualitas air laut bagi kolam budidaya ikan kerapu.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Temperatur DS18B20

| Pengujian Ke- | Sensor temperatur (°C) | Termometer (°C) | Error (%) |
|---------------|------------------------|-----------------|-----------|
| 1             | 26.2                   | 26.4            | 0.76      |
| 2             | 26.6                   | 26.7            | 0.37      |
| 3             | 27.2                   | 27.3            | 0.37      |
| 4             | 27.8                   | 27.9            | 0.36      |
| 5             | 28                     | 28.1            | 0.36      |
| 6             | 28.9                   | 29              | 0.35      |
| 7             | 29                     | 29              | 0         |
| 8             | 29.9                   | 30              | 0.33      |

Tabel 2 Hasil Pengujian Performa Sistem Penjernih (salinitas)

| No. | Waktu Pengujian (Menit) | Tingkat Kekeruhan (NTU) |                      |                      |
|-----|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|     |                         | Volume Air 50 Liter     | Volume Air 100 Liter | Volume Air 150 Liter |
| 1   | 0                       | 64,35                   | 48,64                | 31,59                |
| 2   | 10                      | 48,40                   | 38,57                | 26,39                |
| 3   | 20                      | 39,03                   | 29,71                | 22,85                |
| 4   | 30                      | 30,34                   | 24,49                | 21,01                |
| 5   | 40                      | 26,39                   | 23,41                | 18,12                |
| 6   | 50                      | 25,25                   | 22,99                | 17,76                |
| 7   | 60                      | 25,20                   | 22,30                | 17,50                |

#### B. Hasil Pengujian Sistem Penjernih

Pengujian sistem penjernih dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sistem penjernih. Hasil pengujian sistem penjernih ditunjukkan pada tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat kemampuan sistem penjernih untuk menyaring kotoran saat diberi media pengeruh berupa pakan ikan seberat 50 gram dari tiga variasi volume air kolam berbeda-beda. Untuk volume air kolam 50 liter tingkat kekeruhan yang terbaca oleh sensor adalah 64,35 NTU,

dengan melakukan proses penjernihan selama 60 menit sistem mampu menurunkan tingkat kekeruhan hingga 25,20 NTU. Semakin banyak volume air kolam tingkat kekeruhan yang terbaca juga semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa performa dari sistem penjernih mampu menjaga kualitas air kolam budidaya ikan kerapu.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sistem Pemanas Air Kolam Budidaya

| No. | Waktu Pengujian (Menit) | Sensor temperatur (°C) |
|-----|-------------------------|------------------------|
| 1   | 0                       | 25.9                   |
| 2   | 20                      | 26.09                  |
| 3   | 40                      | 26.24                  |
| 4   | 60                      | 26.36                  |
| 5   | 80                      | 26.49                  |
| 6   | 100                     | 26.69                  |
| 7   | 120                     | 26.82                  |
| 8   | 140                     | 27                     |

Tabel 4 Hasil Pengujian Sistem Pendingin Air Kolam Budidaya

| No. | Waktu Pengujian (Menit) | Sensor temperatur (°C) |
|-----|-------------------------|------------------------|
| 1   | 0                       | 32.1                   |
| 2   | 20                      | 31.82                  |
| 3   | 40                      | 31.5                   |
| 4   | 60                      | 31.18                  |
| 5   | 80                      | 30.77                  |
| 6   | 100                     | 30.38                  |
| 7   | 120                     | 29.9                   |

#### C. Hasil Pengujian Sistem Pemanas dan Pendingin

Pengujian sistem pemanas dan pendingin dilakukan untuk mengetahui performa alat yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan volume air kolam sebesar 150 liter. Hasil pengujian sistem pemanas dan pendingin ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa kemampuan sistem pemanas untuk mencapai *setpoint* temperatur yang diharapkan membutuhkan waktu selama 140 menit dari temperatur awal sebesar 25,9 °C. Sedangkan kemampuan dari sistem pendingin air kolam budidaya Pada tabel 4 menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *setpoint* temperatur adalah 120 menit dari temperatur awal air kolam sebesar 32,1 °C. Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan dari sistem pemanas dan pendingin kolam budidaya ikan kerapu membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mencapai set point yang diatur. Hal ini disebabkan karena aliran air laut yang mengalir melewati pipa pengalir sangat cepat. Untuk itu diperlukan katup pengaturan aliran sirkulasi air.

Tabel 5 Hasil Pengujian Defuzzyfikasi

| No. | Salinitas Air Kolam | Ph Air Kolam | Durasi Sistem Aktif | Hasil Perhitungan |                 |                 | Error % |
|-----|---------------------|--------------|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------|
|     |                     |              |                     | Pompa Air Tawar   | Pompa Air Garam | Pompa Air Garam |         |
| 1   | 28,50               | 7,94         | OFF                 | 30                | -               | 30              | 0       |
| 2   | 29,20               | 7,97         | OFF                 | 30                | -               | 30              | 0       |
| 3   | 30,46               | 8,02         | OFF                 | 30                | -               | 30              | 0       |
| 4   | 34,10               | 8,1          | 7,5                 | OFF               | 7,5             | -               | 0       |
| 5   | 34,70               | 8,05         | 7,5                 | OFF               | 7,5             | -               | 0       |

#### D. Hasil Pengujian Fuzzy Logic pada Salinitas dan pH

Pengujian inidilakukan untuk mengetahui akurasi sistem menggunakan proses fuzzy. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil defuzzifikasi (*output fuzzy*) pada sistem berupa durasi pompa air tawar aktif dan pompa air garam aktif terhadap hasil perhitungan defuzzifikasi secara matematis.. Pada tabel 5 menunjukkan hasil pengujian dari proses defuzzifikasi dimana nilai error dari perbandingan durasi sistem aktif dan hasil perhitungan yaitu 0 %.

#### E. Hasil Pengujian Sistem Terintegrasi

Pengujian sistem terintegrasi dilakukan pada volume air laut sebanyak 150 liter mendapatkan hasil sesuai *setpoint* parameter air kolam budidaya ikan kerapu yang ditentukan dalam sistem sesuai dengan standar yaitu tingkat salinitas air yang normal mengandung 31-33 PPT, pH yaitu 7,5 – 8,2 dengan tingkat keasaman basa lemah, temperatur normal yaitu 27- 30 °C dan tingkat kekeruhan air sebesar 0 – 30 NTU akan tetapi *setpoint* yang diatur dalam program yaitu 15 NTU. Hasil pengujian sistem secara terintegrasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Table 6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

| Percobaan Ke-                        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| pH                                   | 7,57  | 7,60  | 7,74  | 7,72  | 8,02  | 8,42  | 8,48  |
| Salinitas (PPT)                      | 28,50 | 29,10 | 30,20 | 29,67 | 30,46 | 34,70 | 35,40 |
| Tingkat Kekeruhan (NTU)              |       | 31,59 | 12,45 | 14,6  | 10,23 | 10,45 |       |
| Pembacaan Awal                       |       |       |       |       |       |       |       |
| Suhu (°C)                            |       | 32,1  | 28,9  | 28,9  | 25,9  | 29    |       |
| pH                                   |       | 7,60  | 7,78  | 8,03  | 8,15  | 8,2   |       |
| Salinitas (PPT)                      |       | 29,10 | 31,14 | 32,98 | 32,46 | 32,80 |       |
| Tingkat Kekeruhan (NTU)              |       | 14,85 | 12,21 | 14,20 | 10,24 | 9,90  |       |
| Pembacaan Akhir                      |       |       |       |       |       |       |       |
| Suhu (°C)                            |       | 29,98 | 28,93 | 28,90 | 27    | 29,10 |       |
| Durasi Pompa Air Tawar Aktif (detik) |       | -     | -     | -     | -     | 75    | 75    |
| Durasi Pompa Air Garam Aktif (detik) | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | -     | -     |
| Durasi Pompa Sirkulasi Aktif (Menit) |       | 120   | -     | -     | 140   | -     | -     |

Berdasarkan data Tabel 6 dapat dilihat hasil pengujian sistem secara terintegrasi menunjukkan pada tingkat salinitas rendah yaitu 28,5 PPT dan tingkat keasaman air (pH) 7,57 sistem fuzzy bekerja sebanyak 3 kali pengulangan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan dengan total durasi pompa air garam bekerja selama 90 detik. Sedangkan saat tingkat salinitas hampir mendekati *setpoint* sistem fuzzy hanya bekerja satu kali proses.

Dalam proses uji secara terintegrasi sistem penjernihan mampu menurunkan tingkat kekeruhan dari 31,59 NTU menjadi 14,85 NTU dan temperatur dari 32,1 °C menjadi 27 dengan lama proses pompa sirkulasi aktif yaitu 120 menit. Saat tingkat kekeruhan dan temperatur dalam parameter yang normal, maka tidak terjadi perubahan yang signifikan.

#### V. YAKESIMPULAN

Dari pengujian kontrol kualitas kadar air laut menggunakan fuzzy logic untuk habitat ikan kerapu didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Pengujian performance sensor temperatur, salinitas, pemanas dan pendingin menunjukkan sensor bekerja dengan baik dengan nilai error tidak terlalu besar untuk sensor temperatur (0,36)

2. Waktu yang dibutuhkan untuk sensor pemanas dan pendingin bekerja adalah 140 menit dan 120 hingga mencapai set point yaitu 25°C menuju 27°C dan 32°C menuju 29°C.
3. Pengujian sistem kendali secara terintegrasi untuk pengaturan salinitas dan pH menggunakan metode fuzzy logic tipe Tsukamoto mampu menjaga tingkat salinitas sebesar 31,14 – 32,98 PPT dan pH sebesar 7,78 – 8,2 serta sistem kendali mampu menjaga temperatur sebesar 27 – 29,98 °C dan tingkat kekeruhan sebesar 9,90 – 14,85 NTU.
4. Dalam proses uji secara terintegrasi sistem penjernihan mampu menurunkan tingkat kekeruhan dari 31,59 NTU menjadi 14,85 NTU dan temperatur dari 32,1 °C menjadi 27 dengan lama proses pompa sirkulasi aktif yaitu 120 menit.

#### ACKNOWLEDGMENT

Ucapan Terima Kasih kepada Kementerian Riset dan Perguruan Tinggi atas pemberian Hibah Penelitian Strategi Nasional Institusi (Terapan) melalui Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Bengkulu.

#### REFERENCES

- [1] Indriani, A., Hendra, Witanto, Y., Error of Assembly Microcontroller Arduino Mega and ATmega in the Kontrol of Temperatur for Heating and Cooling Sistem, *Applied Mechanics and Materials*, ISSN: 1662-7482, Vol. 842, pp 324-328, doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.842.324 Online: 2016-06-2, Trans Tech Publications, Switzerland.
- [2] Indriani, A., Witanto, Y., Pratama, A., Supriyadi, S., Hendra, Tanjung, A., Performance of Control System Using Microcontroller for Sea Water Circulation, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering **307** (2018) 012022 doi:10.1088/1757-899X/307/1/012022
- [3] Indriani, A., Mesin Pengontrol Temperatur Air Aquarium otomatis Berbasis Mikrokontroler Untuk Budidaya Ikan Kerapu dengan Menggunakan Sumber Energi Terbarukan, Laporan Hibah Bersaing KEMENRISTEKDIKTI, 2015.
- [4] Indriani, A., Witanto, Supriyadi dan Hendra. 2017. *Sistem Kontrol Kekeruhan dan Temperatur Air Laut Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega*. Jurnal Teknik Mesin (JTM) Vol 06 No 3. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- [5] Tajerin dan Mohammad Noor. 2005. *Analisis Efisiensi Teknis Usaha Budidaya Pembesaran Ikan Kerapu Dalam Keramba Jaring Apung Di Perairan Teluk Lampung*. Jurnal Ekonomi Pembangunan Vol 10 No 1. Jakarta: Pusat Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- [6] Suryanto, Hidayat. 2011. *Kajian Kualitas Air pada Budidaya Ikan Kerapu Macan Sistem Tumpang Sari Di Areal Mangrove*. Jurnal ISSN 126-4265 Vol 39 No 2. Sulawesi Selatan: Balai Riset Budidaya Air Payau Maros.
- [7] Langkosono. 2007. *Budidaya ikan Kerapu (Serranidae) pada Keramba Jaring Apung (KJA)*. Mataram: UPT Loka Pengembangan Bioindustri Laut.
- [8] Muzaqi, Nur. 2010. *Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Garam Berbasis Mikrokontroler AT89551*. Skripsi. Semarang: Universitas Semarang.
- [9] Aditya, Rizki, dan M. Taufiqurrahman. 2016. *Monitoring Temperatur, Kadar pH dan Tingkat Salinitas Menggunakan Wahana Remotely Operated Vehicle (ROV) Sebagai Sarana Observasi Bawah Air*. Surabaya: Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah Surabaya.
- [10] Rahmadiansyah. 2016. *Perancangan Sistem Pengontrol Water Treatment pada Tingkat kejernihan dan pH Air Skala Rumah Tangga*. Skripsi. Bengkulu. Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.
- [11] Nurazizah, Ramdhani dan Rizal. 2017. *Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 Untuk*

- Penyandang Tunanetra*. Jurnal ISSN 2355-9365 Vol 4 No 3. Bandung: Universitas Telkom
- [12] Ison, S. Jon. (2005). "Sensor Technology Handbook". Linacre House & Jordan Hill, UK. New York.
- [13] Kusumadewi, Sri & Purnomo, Hari. 2004. "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan". Yogyakarta. Graha Ilmu.