

# Rancang Bangun Pengaturan *Microbubble* dan Kualitas Air Tambak Udang Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Diana Rahmawati<sup>1\*</sup>, Muhammad Dian Purnomo<sup>2</sup>, Adi Kurniawan Saputro<sup>3</sup>  
Achmad Fiqhi Ibadillah<sup>4</sup>, Riza Alfita<sup>5</sup>, Muttaqin Hardiwansyah<sup>6</sup>, Miftachul Ulum<sup>7</sup>

1,2,3,4,5,6,7 Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

<sup>1</sup>diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id\_1, <sup>2</sup>170431100046@student.trunojoyo.ac.id\_2, <sup>3</sup>adi.kurniawan@trunojoyo.ac.id\_3,  
<sup>4</sup>fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id\_4, <sup>5</sup>riza.alfita@trunojoyo.ac.id\_5, <sup>6</sup>muttaqin.hardiwansyah@trunojoyo.ac.id\_6,  
<sup>7</sup>miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id\_7

**Abstract** - Water quality management in shrimp farming is one aspect of the success of shrimp farming. This recirculation system is one of the ways used to control water quality in ponds. Microbubble releases bubbles with smaller sizes so that dissolved oxygen levels are more stable and durable. Shrimp growth is influenced by temperature, pH (*Potential of Hydrogen*), and oxygen levels in pond water quality. From the results of testing the DO (Dissolved Oxygen) sensor obtained the results of numbers with a range of 3-9 mg / l which each time always up and down, when oxygen levels drop then the water pump will be active and Microbubble works to produce oxygen bubbles so that oxygen that drops will return to normal according to the set point of 4-5 mg / l. For the pH sensor the test results are quite stable. For the pH sensor, the test results are quite stable at 7-8.5, these results are still normal for shrimp ponds, and finally the DS18B20 sensor test results obtained temperature readings from 27-30°C. All test results are stored via RTC (Real Time Clock) in real time for 24 hours and the results can be downloaded on the Thingspeak website in the form of excel documents. The results of the test were also simulated using matlab and calculated manually with the tsukamoto fuzzy method. Manual calculation of tsukamoto fuzzy method on shrimp pond management system with 3 inputs and 1 output obtained a defuzzification value of 65.464 This value is used as an indicator of how much the water pump speed is so that the microbubble can stabilize dissolved oxygen levels..

**Keywords** — *Vaname Shrimp, Microbubble, Oxygen, Temperature, and pH of water, Fuzzy*

**Abstrak** - Pengelolaan kualitas air pada budidaya udang merupakan satu aspek keberhasilan budidaya udang. Sistem resirkulasi ini merupakan salah cara yang digunakan untuk mengontrol kualitas air pada tambak. *Microbubble* mengeluarkan gelembung dengan ukuran lebih kecil sehingga kadar oksigen terlarut lebih stabil dan tahan lama. Pertumbuhan udang dipengaruhi oleh suhu, pH (*Potential of Hydrogen*), dan kadar oksigen pada kualitas air tambak. Dari hasil pengujian sensor DO (*Dissolved Oxygen*) didapatkan hasil angka dengan rentang 3-9 mg/l yang mana setiap waktunya selalu naik turun, ketika kadar oksigen turun maka pompa air akan aktif dan *microbubble* bekerja untuk menghasilkan gelembung oksigen agar oksigen yang turun akan kembali normal sesuai *set point* yaitu 4-5 mg/l. Untuk sensor pH hasil pengujiannya cukup stabil di angka 7-8,5 hasil tersebut masih normal untuk tambak udang, dan yang terakhir hasil pengujian sensor DS18B20 didapatkan hasil pembacaan suhu dari

27-30°C. Seluruh hasil pengujian disimpan melalui RTC (*Real Time Clock*) secara *real time* selama 24 jam dan hasil dapat diunduh pada *website* Thingspeak dalam bentuk dokumen *excel*. Hasil dari pengujian juga disimulasikan menggunakan matlab dan dihitung manual dengan metode *fuzzy tsukamoto*. Perhitungan manual metode *fuzzy tsukamoto* pada sistem pengaturan tambak udang dengan 3 *input* dan 1 *output* memperoleh nilai defuzzifikasi 65,464 nilai tersebut dijadikan indikator berapa besar kecepatan pompa air sehingga *microbubble* bisa menstabilkan kadar oksigen terlarut.

**Kata Kunci**— *Udang Vaname, Microbubble, Oksigen, Suhu, dan pH air, Fuzzy*

## I. Pendahuluan

Dalam budidaya udang vaname juga terdapat beberapa masalah lain seperti cuaca yang tidak menentu dan kondisi lingkungan yang kurang stabil sehingga dapat menyebabkan parameter kualitas air tambak udang terganggu. Beberapa parameter kualitas air tambak yang dapat mempengaruhi keberlangsungan tumbuh udang ialah suhu, oksigen, dan pH (*Potential of Hydrogen*) [1]. Apabila salah satu dari parameter kualitas air tambak tersebut buruk, dapat menyebabkan udang stress sehingga berakibat pada pertumbuhan yang terhambat karena nafsu makan menurun. Dengan adanya gelembung oksigen dapat membantu mempercepat proses tumbuh udang. Secara umum nilai parameter kualitas air budidaya udang yaitu kadar oksigen terlarut atau DO (*Dissolved Oxygen*) yang optimal untuk udang adalah 4 sampai 5 mg/L, pH sekitar 7,0-8,5 dan suhu sekitar 26 sampai 30°C [2].

Untuk mempertahankan gelembung oksigen serta mendapatkan kualitas air yang baik masih banyak petani tambak yang menggunakan cara manual, seperti mengecek pH air dengan alat pH meter. Oleh karena itu dibuat Rancang Bangun Sistem Pengaturan *Microbubble* dan Kualitas Air Pada Tambak Udang Berbasis *Internet of Things* (IoT). Dalam rancang bangun tersebut gelembung oksigen dan parameter kualitas air dapat dimonitoring secara *real time* dengan menggunakan IoT. Selain itu dengan penggunaan IoT lebih efisien untuk petani tambak memantau kondisi air dari jauh. Pada sistem ini menggunakan metode *Fuzzy Logic* dengan mikrokontroler

Arduino Nano untuk mempertahankan nilai kadar oksigen dan suhu air pada tambak. Sehingga pengelolaan kualitas air tambak yang baik dapat dilakukan dengan cara menjaga mutu air tambak sehingga menghasilkan udang dengan proses pertumbuhan yang baik.

## II. Metode Penelitian

### A. Tinjauan Pustaka

Keberlangsungan hidup udang dapat disebabkan oleh kondisi pH air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. PH air yang ideal berada diantara 6,5 dan 9 untuk budidaya udang. Sebaran mikroorganisme yang melakukan metabolismenya akan dipengaruhi oleh sebaran komponen kimia yang mana akan dipengaruhi oleh hubungan model pH dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vannamei tersebut [3].

Pada penelitian kendali suhu PI-Gain Scheduling dan kendali ON-OFF untuk sistem kendali oksigen terlarut keduanya digunakan pada sistem pengelolaan dan pemantauan kualitas air kolam ikan Koi berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode Ziegler-Nichols II adalah teknik penyetelan parameter yang digunakan dalam sistem kendali suhu. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa suhu air dan kadar DO idealnya dapat dipertahankan sesuai dengan setpoint yang ditentukan [4].

*Fuzzy Logic Controller* merupakan sebuah logika yang memiliki nilai keaburan atau kesamaan antara benar dan salah. Pada teori logika *Fuzzy*, sebuah nilai bisa bernilai benar dan salah secara bersamaan, namun beberapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya [5].

*Fuzzy Tsukamoto* juga sering digunakan untuk melakukan peramalan cuaca dengan berbagai macam variabel *input*. *Fuzzy Tsukamoto* telah banyak digunakan untuk memprediksi data untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan akurat. Pada metode *Tsukamoto* merepresentasikan setiap aturan dengan bentuk IF-THEN yang monoton [6].

### B. Metode

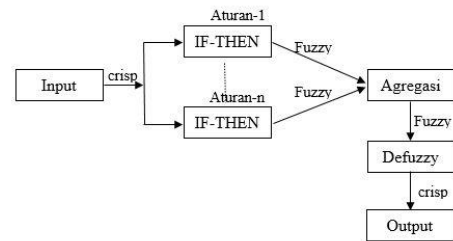
Jenis himpunan dengan batas-batas kabur, yang disebut sebagai himpunan *fuzzy* disebut sebagai logika *fuzzy*, sedangkan di sisi lain, logika *fuzzy* adalah sistem penalaran aproksimasi formal yang berusaha untuk mengkodifikasi penalaran perkiraan [7].

Metode *Tsukamoto* merupakan perluasan dari penalaran monoton, Pada metode *Tsukamoto*, setiap kesimpulan dalam aturan *If-Then* harus diwakili oleh himpunan *fuzzy* yang fungsi keanggotaannya monoton. Hasilnya, output dari hasil inferensi setiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) sesuai dengan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*), lalu selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata terbobot [8]. Berikut ini

merupakan tahapan inferensi dalam metode *fuzzy Tsukamoto*:

1. *Fuzzyfikasi*, yaitu proses untuk mengubah *input* sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variable linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*.
2. Pembentukan basis pengetahuan *Fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF...THEN*), yaitu Secara umum bentuk model *Fuzzy Tsukamoto* adalah *IF (X IS A) and (Y IS B) and (Z IS C)*, dimana A,B, dan C adalah himpunan *fuzzy*.
3. Mesin Inferensi, yaitu proses dengan menggunakan fungsi implikasi *MIN* untuk mendapatkan nilai  $\alpha$ -predikat tiap-tiap rule ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ ). Kemudian masing-masing nilai  $\alpha$ -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ( $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ ).
4. Defuzzyfikasi pada logika *fuzzy*, terdapat istilah inferensi *fuzzy*. Inferensi *fuzzy* ini adalah suatu kerangka komputasi yang berdasar kepada teori himpunan *fuzzy* dan aturan *fuzzy* yang berbentuk *IF-THEN*, dan penalaran *fuzzy* [5].

Secara umum, proses inferensi *fuzzy* ini dapat dilihat dari gambar berikut:

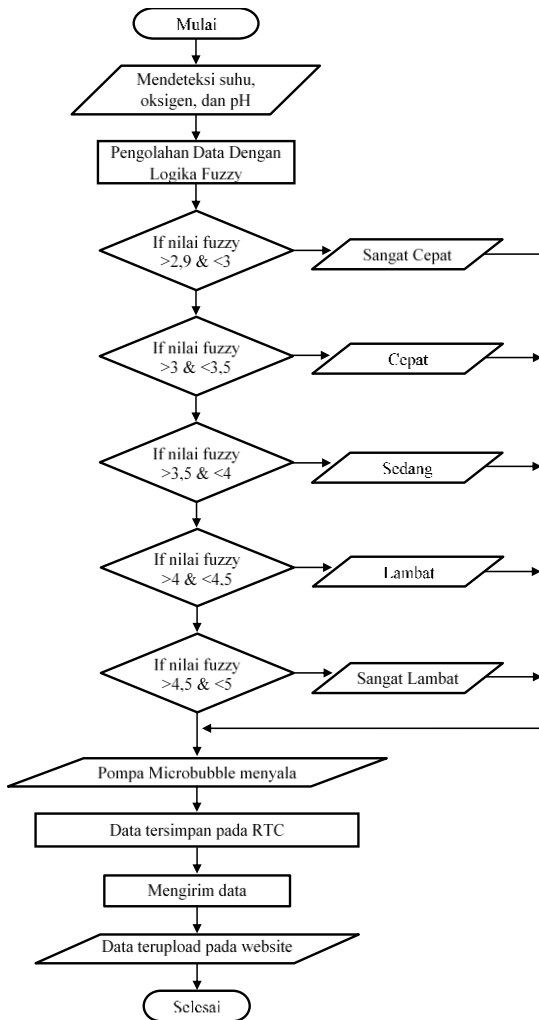


Gambar 1. Blok Diagram Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem inferensi *fuzzy* merupakan kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk *IF-THEN*, dan penalaran *fuzzy* [9]. Nilai keanggotaan pada setiap aturan akan dicari. Apabila ada lebih dari satu aturan, maka akan dilakukan agregasi pada setiap aturan. Pada hasil agregasi, akan dilakukan defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai *crisp* yang akan digunakan sebagai *output* sistem. Persamaan dari hasil agregasi adalah bentuk persamaan metode *Tsukamoto* [5].

$$z = \frac{(\alpha_1 \times z_1) + (\alpha_2 \times z_2) + (\alpha_3 \times z_3) + (\alpha_4 \times z_4) + \dots}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \dots} \quad (1)$$

C. Diagram Alir Sistem

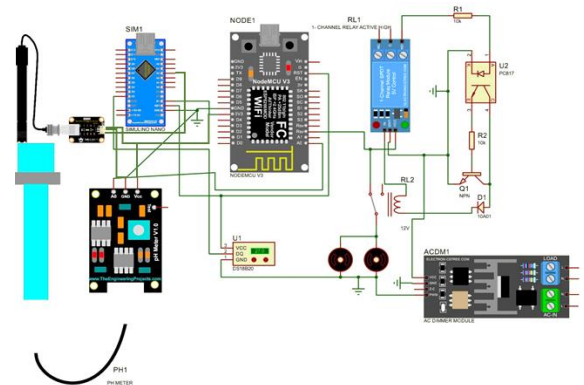


Gambar 2. Diagram Alir Sistem

Gambar 2 merupakan diagram alir sistem dari pengaturan *Microbubble* untuk menjaga kualitas air pada tambak udang. Dari sistem tersebut terdapat tiga pembacaan sensor yaitu suhu, kadar oksigen, dan pH air. Masing-masing variabel sudah ditentukan nilainya sebagai *set point* diantaranya: suhu pada air yang baik berkisar 26°C sampai 30°C, pH air berkisar 7,0 sampai 8,5, dan untuk kadar oksigen optimal adalah 4-6 mg/l. Dari pembacaan kadar oksigen pada tambak yang mana sudah ditentukan oleh *Fuzzy* apakah oksigen sudah sesuai atau tidak. Ketika kadar oksigen tidak sesuai akan dideteksi, sehingga *relay* akan aktif dan *Microbubble* otomatis menyala untuk menstabilkan kadar oksigen sampai menjadi normal. Kemudian pembacaan nilai pH dan suhu air untuk mendeteksi nilai pH dan suhu pada tambak normal atau tidak. Dari semua pembacaan sensor tersebut akan disimpan pada RTC yang kemudian semua

hasil yang dihasilkan dapat diakses melalui *handphone* atau komputer yang terhubung pada IoT.

D. Gambar Rangkaian



Gambar 3. Rangkaian Skematik

Gambar 3 merupakan rangkaian skematik yang digunakan pada penelitian ini dengan komponen utama mikrokontroler Arduino nano, nodeMcu esp8266, sensor *Dissolved Oxygen*, sensor DS18B20, sensor pH, dan pompa air sebagai *microbubble*.

a. Mikrokontroler Arduino Nano

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri. Arduino nano digunakan sebagai kontrol utama pada penelitian ini [10].

b. NodeMcu ESP8266

*Platform IoT* merupakan *opensource* yang menampilkan kemampuan NodeMCU ESP8266. terdiri dari perangkat keras *System on Chip (SoC) ESP8266*. NodeMCU ESP8266 yang akan mengirimkan data pembacaan sensor ke *web server thingspeak* secara online [4]. Data yang tersimpan berupa dokumen *excel*.

c. Sensor *Dissolved Oxygen*

Merupakan sensor yang digunakan sebagai deteksi kadar oksigen terlarut pada air. Kadar oksigen terlarut memiliki pengaruh pada kualitas air baik dari segi fisik, kimia maupun biologi. Oksigen terlarut (*dissolved oxygen* atau DO) merupakan konsentrasi atau kandungan gas oksigen ekosistem perairan yang dibutuhkan oleh seluruh biota perairan serta proses biogeokimia [11].

d. Sensor DS18B20

Pada saat ini sensor suhu digital *terupdate* dari Maxim IC adalah sensor DS18B20 yang akan membaca perubahan suhu pada tambak. Sensor ini memiliki rentang akurasi 9

hingga 12-bit dan dapat membaca suhu dari kisaran antara -55°C sampai 125°C dan mempunyai akurasi sekitar (+/- 0,5°C). sensor ini digunakan untuk mendeteksi nilai suhu pada tambak udang secara *real time* [4].

e. Sensor pH

Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui derajat keasaman. pH meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan larutan. Prinsip utama kerja pH meter adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H<sup>30+</sup> di dalam larutan [12]. pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H<sup>+</sup>) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis. Skala pH bukanlah skala absolut [13].

f. *Microbubble*

*Microbubble* generator merupakan sebuah teknologi dengan metode produksi oksigen yang menggunakan gelembung mikro berukuran lebih kecil, untuk meningkatkan jumlah oksigen terlarut dalam air. Kecepatan naik gelembungnya ke permukaan kolam akan jauh lebih lambat dibandingkan dengan teknologi aerator gelembung makro karena ukuran gelembung yang sangat kecil sehingga mengakibatkan proses transfer oksigen sangat masif. *Microbubble* terdiri dari pompa air dan sabungan pipa yang diberi lubang ditengah untuk menghasilkan gelembung [14]. *Microbubble* aktif berdasarkan kadar oksigen terlarut yang terdeteksi, jika semakin rendah kadar oksigen maka nilai RPM (*Rotation Per Minute*) akan semakin tinggi. Jika kadar oksigen normal maka pompa akan mati.

g. Kecepatan Putar

Kecepatan putar n (*speed*), *selalu* dihubungkan dengan poros utama (*spindel*) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute*, rpm). Pada penelitian ini kecepatan putar akan di variasikan [15].

### III. Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Data *Logger*

Hasil pengujian data *logger* secara keseluruhan untuk mengetahui hasil pengujian yang telah dilakukan

Tabel 1. Hasil pengujian data *logger*

No	Tanggal	Waktu	Suhu (°C)	pH	Kadar Oksigen (mg/l)	Putaran Motor (rpm)
1	28/01/2024	10:47:25	30,19	7,31	7	20
2	28/01/2024	11:00:05	29,56	7,19	6	20
3	28/01/2024	13:59:57	29,17	8,12	5	20
4	30/01/2024	13:51:07	30,25	8,25	5	20
5	30/01/2024	14:00:14	29,50	7,19	4	60
6	30/01/2024	14:17:30	28,98	7,50	3	80
7	07/02/2024	13:14:26	29	7	6	20
8	07/02/2024	14:54:50	29,06	7,06	5	20
9	07/02/2024	15:24:10	28,94	8,06	3	80
10	08/02/2024	00:00:01	27,87	7,87	6	20
11	08/02/2024	01:26:41	27,35	7,35	4	60
12	08/02/2024	02:11:57	28	8,25	3	80
13	09/02/2024	00:00:15	28	7,25	3,7	60
14	09/02/2024	01:48:46	27,12	8,25	3,9	60
15	09/02/2024	02:00:23	26,94	8	7	20
16	10/02/2024	00:00:05	27,28	8	4,9	20
17	10/02/2024	01:00:58	27,5	7,5	4	60
18	10/02/2024	02:00:29	28	7,2	3	80
19	11/02/2024	00:02:50	27,1	7,51	4,14	60
20	11/02/2024	01:04:02	28	8	4	60

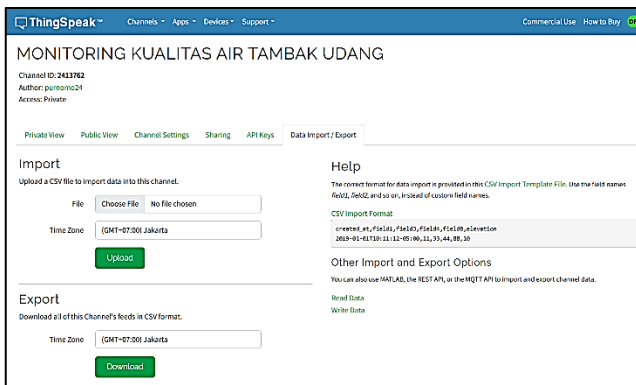
Tabel 1 merupakan hasil pengujian dari tiga sensor yaitu sensor suhu, sensor pH, dan sensor oksigen. Dalam pengujian ini juga dilakukan pemantauan kecepatan rpm yang dijadikan nilai kecepatan pompa air untuk menghasilkan gelembung udara sebagai penghasil oksigen terlarut dalam air. Pengujian ini dilakukan secara *real time*. Dari tabel 1 menunjukkan nilai suhu paling tinggi adalah 30,25°C nilai tersebut dapat dikatakan normal untuk suhu tambak udang. Nilai pH berkisar antara 7,06 – 8,25 adalah netral. Untuk kadar oksigen 3-7 mg/l merupakan nilai cukup normal hanya saja terkadang terlalu tinggi karena lebih dari 5 mg/l. Dapat disimpulkan kualitas air pada tambak cukup baik untuk budidaya udang.

2. Pengujian Monitoring dengan IoT

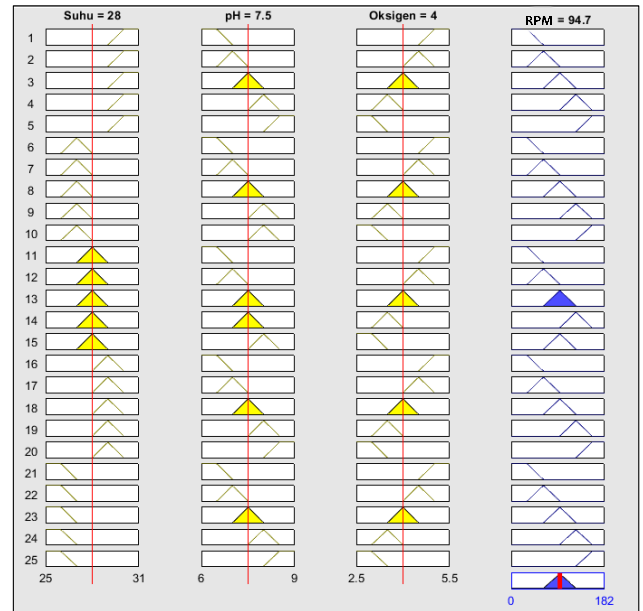
Pada pengujian sistem *Monitoring* ini bertujuan untuk menemukan hasil saat sistem bekerja secara keseluruhan. Pada pengujian ini akan dipantau secara *real time* selama 24 jam. *Monitoring* ini tujuannya untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah dirancang menggunakan mikrokontroler arduino nano dengan menguji sensor suhu, pH, oksigen, dan kakuatan pompa air. Tujuannya adalah untuk mengetahui naik turunnya kadar oksigen, pH, dan suhu pada tambak udang.



Gambar 4. Tampilan pada Website ThingSpeak



Gambar 5. Tampilan Data yang Akan diunduh



Gambar 6. Hasil Pengujian dengan Matlab

Pada hasil simulasi matlab didapatkan nilai *input* suhu 28°C, nilai pH 7,5, dan nilai kadar oksigen 4 mg/l dan menghasilkan *output* nilai kecepatan motor 94,7 rpm.

Perhitungan manual dari hasil simulasi matlab.

Suhu = 28°C

Dingin: 0

$$\text{Sejuk: } \frac{27-x}{26} = \frac{27-28}{26} = \frac{-1}{26} = -0,38$$

$$\text{Optimal: } \frac{x-27}{26} = \frac{28-27}{26} = \frac{1}{26} = 0,38$$

Hangat: 0

Panas: 0

pH = 7,5

Sangat Asam: 0

$$\text{Asam: } \frac{7-7,5}{6,5} = \frac{7-7,5}{6,5} = \frac{-0,5}{6,5} = -0,077$$

$$\text{Netral: } \frac{x-7}{6,5} = \frac{7,5-7}{6,5} = \frac{0,5}{6,5} = 0,077$$

Basa: 0

Sangat Basa: 0

Semua hasil data yang sudah dipantau dapat dilihat di *website* thingspeak untuk memudahkan petani udang dan dapat disimpan berupa data *excel*. Dari data tersebut dapat digunakan seberapa optimal kandungan yang ada pada tambak sebagai penunjang tumbuh kembang udang agar hasil panen lebih maksimal.

### 3. Pengujian Sistem Logika Fuzzy Tsukamoto

Pengujian sistem *fuzzy* tsukamoto pada sistem pengaturan *microbubble* dan kualitas air pada tambak udang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengolahan sistem dalam monitoring tambak udang menggunakan metode logika *fuzzy*. Pada sistem ini mempunyai 3 *input* yaitu suhu, pH, dan oksigen dengan 1 *output* yaitu berupa kecepatan rpm pompa air.



Oksigen = 4

Sangat Cepat: 0

$$Cepat: \frac{3-x}{3} = \frac{3-4}{3} = \frac{-1}{3} = -0,33$$

$$Sedang: \frac{x-3,5}{3} = \frac{4-3,5}{3} = \frac{0,5}{3} = 0,16$$

Lambat: 0

Sangat Lambat: 0

Inferensi

Pada tahap inferensi terdapat 25 aturan yang dibuat pada sistem ini sebagai berikut:

1. If (suhu is panas) and (pH is sangat\_asam) and (oksigen is sangat\_lambat) then (pwm is tidak\_menyala) (1)
2. If (suhu is panas) and (pH is asam) and (oksigen is lambat) then (pwm is lambat) (1)
3. If (suhu is panas) and (pH is netral) and (oksigen is sedang) then (pwm is normal) (1)
4. If (suhu is panas) and (pH is basa) and (oksigen is cepat) then (pwm is cepat) (1)
5. If (suhu is panas) and (pH is sangat\_basa) and (oksigen is sangat\_cepat) then (pwm is sangat\_cepat) (1)
6. If (suhu is hangat) and (pH is sangat\_asam) and (oksigen is sangat\_lambat) then (pwm is tidak\_menyala) (1)
7. If (suhu is hangat) and (pH is asam) and (oksigen is lambat) then (pwm is lambat) (1)
8. If (suhu is hangat) and (pH is netral) and (oksigen is sedang) then (pwm is normal) (1)
9. If (suhu is hangat) and (pH is basa) and (oksigen is cepat) then (pwm is cepat) (1)
10. If (suhu is hangat) and (pH is sangat\_basa) and (oksigen is sangat\_cepat) then (pwm is sangat\_cepat) (1)
11. If (suhu is optimal) and (pH is sangat\_asam) and (oksigen is sangat\_lambat) then (pwm is tidak\_menyala) (1)
12. If (suhu is optimal) and (pH is asam) and (oksigen is lambat) then (pwm is lambat) (1)
13. If (suhu is optimal) and (pH is netral) and (oksigen is sedang) then (pwm is normal) (1)
14. If (suhu is optimal) and (pH is basa) and (oksigen is cepat) then (pwm is cepat) (1)
15. If (suhu is optimal) and (pH is sangat\_basa) and (oksigen is sangat\_cepat) then (pwm is sangat\_cepat) (1)
16. If (suhu is sejuk) and (pH is sangat\_asam) and (oksigen is sangat\_lambat) then (pwm is tidak\_menyala) (1)
17. If (suhu is sejuk) and (pH is asam) and (oksigen is lambat) then (pwm is lambat) (1)
18. If (suhu is sejuk) and (pH is netral) and (oksigen is sedang) then (pwm is normal) (1)
19. If (suhu is sejuk) and (pH is basa) and (oksigen is cepat) then (pwm is cepat) (1)
20. If (suhu is sejuk) and (pH is sangat\_basa) and (oksigen is sangat\_cepat) then (pwm is sangat\_cepat) (1)
21. If (suhu is dingin) and (pH is sangat\_asam) and (oksigen is sangat\_lambat) then (pwm is tidak\_menyala) (1)
22. If (suhu is dingin) and (pH is asam) and (oksigen is lambat) then (pwm is lambat) (1)
23. If (suhu is dingin) and (pH is netral) and (oksigen is sedang) then (pwm is normal) (1)
24. If (suhu is dingin) and (pH is basa) and (oksigen is cepat) then (pwm is cepat) (1)
25. If (suhu is dingin) and (pH is sangat\_basa) and (oksigen is sangat\_cepat) then (pwm is sangat\_cepat) (1)

Gambar 7. Inferensi Fuzzy

[R13] If (suhu is optimal) and (pH is Netral) and (oksigen is sedang) then (pwm is normal)

$$\alpha_{13} = \min(\mu_{Optimal}, \mu_{Netral}, \mu_{Sedang})$$

$$= \min(0,38, 0,077, 0,16)$$

$$= 0,077$$

$$\mu_{normal} = \alpha_{13}$$

$$\mu_{normal} = 0,077 = \frac{x-63}{32}$$

$$0,077 \cdot 32 = x - 63$$

$$2,464 = x - 63$$

$$x = 63 + 2,464$$

$$= 65,464$$

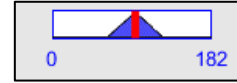
Luas Daerah yang Dihasilkan:

[R13] If (suhu is optimal) and (pH is Netral) and (oksigen is sedang) then (pwm is normal)



Gambar 8. Luas Daerah dari Aturan 13 Inferensi Fuzzy

Total Luas Daerah:



Gambar 9. Total Luas Daerah Inferensi Fuzzy

Defuzzifikasi:

$$Z = \frac{\alpha \cdot x}{\alpha}$$

$$= \frac{0,077 \times 65,464}{0,077}$$

$$= 65,464$$

Dari hasil proses defuzzifikasi dapat dijadikan indikator kecepatan pompa yaitu sebesar 65 rpm untuk menstabilkan kandungan oksigen terlarut pada tambak udang. Dengan hasil tersebut kualitas air pada tambak udang akan terus terjaga.

#### IV. Kesimpulan

Seluruh hasil pengujian akan disimpan melalui RTC secara real time selama 24 jam dan hasil dapat di unduh pada website Thingspeak dalam bentuk dokumen excel. Dari hasil pengujian sensor DO (Dissolved Oxygen) didapatkan hasil angka dengan rentang 3-9 mg/l yang mana setiap waktunya selalu naik turun, ketika kadar oksigen turun maka pompa air akan aktif dan Microbubble bekerja untuk menghasilkan gelembung oksigen agar oksigen yang turun akan kembali normal sesuai set point yaitu 4-5 mg/l. Untuk sensor pH hasil pengujiannya cukup stabil di angka 7-8,5 yang mana hasil tersebut masih normal untuk tambak udang, dan yang terakhir hasil pengujian sensor DS18B20 didapatkan hasil pembacaan suhu dari 27-30°C. Hasil dari pengujian disimulasikan menggunakan matlab dan dihitung manual dengan metode fuzzy tsukamoto. Perhitungan manual metode fuzzy tsukamoto pada sistem pengaturan tambak udang dengan 3 input dan 1 output memperoleh nilai defuzzifikasi 65,464. Nilai tersebut dapat dijadikan set piont kecepatan motor yaitu 65 rpm.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] M. S. M. W. I. F. S. H. Indra Gunawan, "Prototipe Alat Kontrol Kualitas Air Dan Penebar Pakan Otomatis Pada Tambak Udang Berbasis Internet Of Things (IOT)," Infotek, vol. 5, pp. 348-354, 2022.
- [2] S. M. M. B. Y. S. M. K. Y. S. M. Agung Setiawan, Logika Fuzzy Dengan Matlab Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi degan Fuzzy Tsukamoto, Denpasar - Bali: Jayapangus Press, 2018.

- [3] I. R. Supriyatna, "Analisis Keakuratan Sensor Inframerah dan Stopwatch Pada Praktik GLB dan GLBB," *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 2, p. 69, 2021.
- [4] P. P. I. G. W. A. S. H. S. S. I ketut Daging, "Rancang Bangun Alat Aerasi Mikro Bubble Pada Budidaya Air Tawar," *Journal of Innovation Research and Knowledge*, vol. 2, p. 239, 2022.
- [5] H. L. Ahmad Ilham Farabi, "Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vanamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur," (*JRPK*) *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*, vol. 5, pp. 1-13, 2023.
- [6] M. M. M. M. K. Supriatna, "Hubungan pH dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*)," *Research Gate*, vol. 4, pp. 368-374, 2020.
- [7] B. S. H. A. Tifano Sebastian Pandu Pratama, "Sistem Kontrol dan Pemantauan Kualitas Air pada Parameter Oksigen Terlarut dan Suhu," *Transmisi*, vol. 4, pp. 38-47, 2022.
- [8] R. B. B. S. Fajar Mahardika, "Penerapan Metode Fuzzy Logic pada Sistem Pengaturan Kecepatan Mesin Produksi," *Blend Sains*, pp. 186-193, 2022.
- [9] A. S. R. M. H. M. Isnaini Muhandhis, "Implementasi Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Curah Hujan Dasarian Di Sumenep," *Jurnal Ilmiah Educat*, vol. 8, 2021.
- [10] A. F. Soolany C, "Analisa Pengaruh Kecepatan Putar (RPM) dan Debit Aliran Fluida Pada Mesin Spinner Minyak Kelapa," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 8, pp. 22-28, 2022.
- [11] K. M. A. P. Hariyadi H, "Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor," *Rang Teknik Journal*, vol. 3, pp. 340-346, 2020.
- [12] T. A. i. T. Afrijal F, "Penerapan Logika Fuzzy Untuk Mengukur Efektifitas Penggunaan Aplikasi E-Learning (Edlink) Selama Proses Pembelajaran Dengan Menggunakan Usabilitas Evaluation," *JATI*, vol. 1, 2023.
- [13] R. M. L. M. S. K, "Penerapan Metode Logika Fuzzy dalam Evaluasi Kinerja Dosen," *Matrix : Jurnal Mahasiswa Teknologi dan Informatika*, vol. 10, pp. 78-86, 2021.
- [14] A. A. L. A. Setiyawan D, "Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Untuk Penentuan Program Studi Fakultas Sains Dan Teknologi Di Universitas Muhammadiyah Kalimantan TIMUR," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 7, p. 23, 2023.
- [15] R. S. A. R. A. K. I. P. R. Mufida Elly, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno," *ISANTek-Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, vol. 1, 2020.