

Monitoring dan Pengaturan Oksigen Terlarut untuk Menjaga Kualitas Air pada Budidaya Udang Vannamei Berbasis Logika Fuzzy

Saeful Bahri ¹, Ridwan ²

^{1) 2)} Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No 47

Email : ¹⁾ saefulb@ftumj.ac.id, ²⁾ 2016420019@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Dalam budidaya udang vannamei, menjaga kualitas air adalah menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Empat parameter yang harus diperhatikan dalam menjaga kualitas air pada budidaya udang tersebut, yaitu oksigen terlarut, suhu, salinitas dan pH. Petani budidaya udang akan mengalami kegagalan jika parameter-parameter tersebut tidak diperhatikan dengan baik. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibuat sistem kendali oksigen terlarut dengan metode logika fuzzy. Selain itu, dibuat sistem yang dapat memonitoring kualitas air berbasis web. Hal itu, dapat memudahkan pembudidaya untuk melihat kualitas air pada tambaknya dari jarak jauh. Arduino uno digunakan sebagai unit pengendali logika fuzzy, pembaca data sensor, sebagai pengirim dan penerima data dari Raspberry Pi 3. Selain menerima data dari Arduino uno, Raspberry Pi 3 juga bertugas mengirimkan data ke Arduino uno dan ke MySQL Hosting untuk disimpan. Selain itu, Raspberry Pi 3 juga digunakan sebagai unit untuk membuat program halaman web. Dengan demikian, sistem kendali oksigen terlarut dengan metode logika fuzzy dan monitoring kualitas air berbasis web berhasil dibuat pada penelitian ini. Arduino uno dan Raspberry Pi telah berfungsi dengan baik serta data sensor dapat ditampilkan pada halaman web. Dari hasil pengujian sensor oksigen terlarut, suhu, salinitas dan pH memiliki rata-rata error masing-masing sebesar 1,18%, 0,59%, 1,48% dan 1,08%.

Kata kunci: Udang vannamei, kualitas air, kendali logika fuzzy, Arduino Uno, Raspberry Pi 3, MySQL, halaman web.

ABSTRACT

Water quality is an important factor in vannamei shrimp cultivation. There are four water quality parameters that must be considered in shrimp culture, namely dissolved oxygen, temperature, salinity and pH. If this is not considered properly, it will cause failure in the shrimp culture. To solve this problem, a dissolved oxygen control system using a fuzzy logical method was created. In addition, a web-based water quality monitoring system was created. This, can make it easier for farmers to see the quality of water in their ponds from a distance. Arduino uno is used as a fuzzy logic control unit, sensor data reader, data sender to Raspberry Pi 3 and data receiver from Raspberry Pi 3. Raspberry Pi 3 is used as a data receiver unit from Arduino uno and sends data to Arduino uno and to MySQL Hosting for storage. In addition, the Raspberry Pi 3 is also used as a unit for creating web page programs. Thus, the dissolved oxygen control system with fuzzy logic method and web-based water quality monitoring was successfully developed in this final project. Arduino uno and Raspberry Pi have functioned properly and sensor data can be displayed on a web page. From the dissolved oxygen sensor test results, temperature, salinity and pH have an average error of 1.18%, 0.59%, 1.48% and 1.08%, respectively.

Keywords : , water quality, fuzzy logic control, Arduino Uno, Raspberry Pi 3, MySQL, web page.

1 PENDAHULUAN

Saat ini, udang vannamei adalah salah satu dari sekian banyak jenis udang yang telah banyak dibudidayakan oleh petani budidaya ikan di Indonesia. Beberapa keunggulan yang dimiliki varian udang ini adalah bahwa udang jenis ini memiliki nafsu makan tinggi, lebih tahan terhadap serangan penyakit, serta memiliki pasar yang baik dan sangat disukai oleh konsumen dari luar negeri [1] [2].

Kondisi air dalam budidaya udang vannamei sangat penting diperhatikan dengan baik khususnya

pada proses kegiatan pembesaran udang tersebut [3]. Adapun kegiatan pembesaran tersebut meliputi manajemen pemberian makan dan manajemen kualitas air. Jika kegiatan pembesaran ini tidak diperhatikan dengan baik, maka kegagalan dalam budidaya udang vannamei tidak bisa dihindarkan yang menimbulkan sakit pada udang ataupun kematian [4].

Kualitas air merupakan faktor yang mempengaruhi proses pembesaran budidaya udang vannamei karena untuk menunjang proses

metabolisme dalam tubuh makhluk hidup memerlukan air [5]. Dengan kualitas air yang baik, maka perkembangan dari udang pun akan semakin baik pula dan tidak akan mengalami gangguan perkembangan. Pada kondisi air yang buruk akan mengganggu perkembangan udang bahkan hal yang lebih buruk lagi adalah dapat menyebabkan kematian. Jumlah oksigen terlarut (dissolved oxygen) dalam air, salinitas, derajat keasaman (pH) dan suhu merupakan parameter-parameter yang harus diperhatikan untuk menjaga kualitas air dalam proses budidaya [6], [7].

Untuk mengatasi masalah pada kualitas air, telah dibuat sistem yang dapat mengatur kadar oksigen terlarut di dalam air pada kolam budidaya pembenihan ikan lele [8] dengan memanfaatkan sistem kendali loop tertutup untuk mempertahankan oksigen terlarut sebesar 5 ppm.

Namun, sistem yang telah dibuat itu perlu dikembangkan. Adapun pengembangan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan sistem kendali berbasis logika fuzzy [9], [10]. Logika fuzzy tersebut digunakan supaya sistem dapat mengambil keputusan dari nilai sensor yang terbaca dengan mendefinisikan nilai tersebut kedalam himpunan fuzzy. Selain itu, pengembangan yang dilakukan adalah dengan menambahkan sensor untuk mendeteksi salinitas, derajat keasaman (pH) dan suhu. Hal ini dilakukan karena semua itu merupakan parameter – parameter kualitas air yang telah disebutkan pada bagian [6].

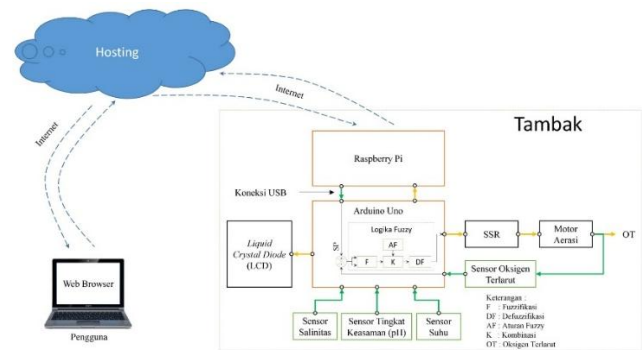
Selain itu, para pembudidaya udang vannamei biasanya memiliki tambak yang lokasinya jauh dari rumah. Ini dapat menyusahkan pembudidaya ketika ingin melihat kualitas air dan mengendalikan sistem kendali oksigen terlarut (dissolved oxygen) yang ada di tambaknya. Untuk itu, sistem tersebut dihubungkan ke internet supaya dapat diakses oleh pembudidaya melalui halaman web [11] - [14].

Pada penelitian ini, dikembangkan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mengatur jumlah oksigen terlarut dalam air berbasis logika fuzzy serta kualitas airnya dapat dimonitoring jarak jauh menggunakan sistem monitoring berbasis web.

2 METODOLOGI

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem kendali yang digunakan untuk mengatur kadar oksigen terlarut dalam air menggunakan pengendali logika fuzzy dan monitoring kualitas air pada budidaya Vannamei berbasis web. Dalam perancangannya, sistem ini terbagi atas enam bagian, yaitu perancangan pada perangkat keras, perancangan sistem kendali logika fuzzy, alur proses pada Arduino Uno, alur proses pada Raspberry Pi 3, perancangan halaman web dan perancangan basis data. Blok diagram alur perancangan sistem kendali dan

monitoring yang dibangun dan dikembangkan pada penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 1.



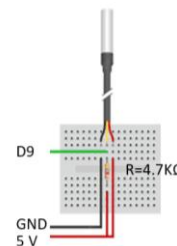
Gambar 1. Blok diagram sistem

Perancangan Perangkat Keras

Beberapa komponen utama yang digunakan untuk membangun sistem pada penelitian ini yaitu sensor untuk mengukur kadar oksigen terlarut (Gambar 2), sensor suhu (DS18B20) (lihat Gambar 3), sensor salinitas (Gambar 4) serta sensor pH air (Gambar 5).



Gambar 2. Perancangan sensor oksigen terlarut



Gambar 3. Perancangan sensor suhu

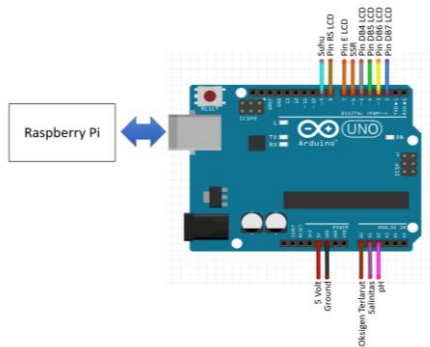


Gambar 4. Perancangan sensor salinitas

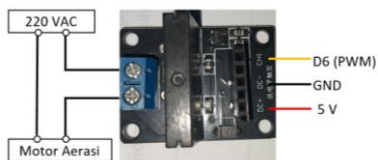


Gambar 5. Perancangan sensor pH

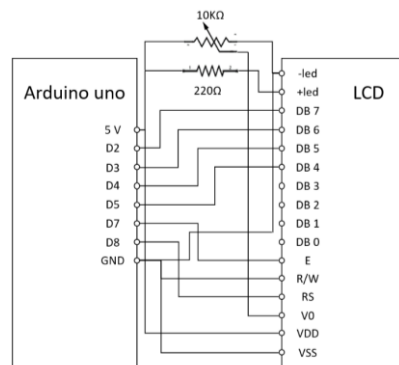
Mikrokontroler Arduino Uno (Gambar 6), digunakan sebagai unit pembaca data sensor, unit pengirim data sensor ke Raspberry Pi 3, unit penerima data set point oksigen terlarut dari Raspberry Pi 3, unit kendali logika fuzzy yang akan mengaktifkan SSR (*Solid State Relay*) (lihat Gambar 7) dan unit penampil data ke *Liquid Crystal Display (LCD)* dengan rangkaian skematikanya diberikan pada Gambar 7. Raspberry Pi 3 digunakan sebagai unit penerima data sensor dari Arduino Uno, pengirim data set point oksigen terlarut ke Arduino Uno, pengirim data sensor ke MySQL hosting dan unit untuk membuat program halaman web. Antara Arduino Uno dan Raspberry Pi 3 dihubungkan menggunakan komunikasi serial melalui kabel USB (Gambar 8). Motor aerasi digunakan untuk menyuplai oksigen terlarut. *Solid State Relay (SSR)* digunakan untuk mengendalikan motor aerasi yang nilai masukannya berupa sinyal *pulse width modulation (PWM)* dari Arduino Uno (Gambar 9).



Gambar 6. Perancangan Arduino Uno



Gambar 7. Perancangan SSR



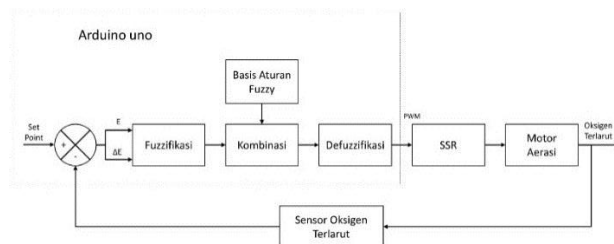
Gambar 8. Perancangan LCD



Gambar 9. Perancangan Raspberry Pi 3

Perancangan Sistem Kendali Logika Fuzzy

Gambar 2.10. menunjukkan sistem kendali logika fuzzy oksigen terlarut.

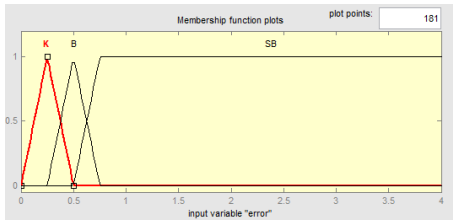


Gambar 10. Sistem kendali logika fuzzy

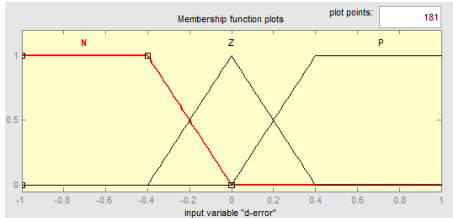
Terdapat 3 tahap dalam proses pembuatan sistem kendali logika fuzzy, yaitu :

a. Fuzzifikasi

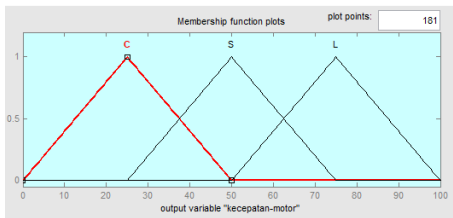
Terdapat tiga himpunan fuzzy, yaitu *Error (E)*, $\Delta Error$, dan kecepatan motor. *Error* dan $\Delta Error$ sebagai masukan dan kecepatan motor sebagai keluaran. Gambar 11, Gambar 12. dan Gambar 13 masing-masing menjelaskan fungsi keanggotaan dari masing – masing himpunan fuzzy untuk *Error (E)*, $\Delta Error$, dan kecepatan motor tersebut.



Gambar 11. Fungsi keanggotaan *Error*



Gambar 12. Fungsi keanggotaan $\Delta Error$



Gambar 13. Fungsi keanggotaan kecepatan motor

b. Basis aturan fuzzy

Tabel 1 menunjukkan aturan fuzzy yang digunakan pada system ini.

Tabel 1 Aturan fuzzy

		E		
		K	B	SB
ΔE	N	L	S	C
	Z	L	S	C
	P	L	C	C

Keterangan :

E : *Error* = Set point–Nilai
 baca sensor

ΔE : $\Delta Error = Error(t) - Error(t - 1)$

K : Kecil

B : Besar

SB : Sangat Besar

N : Negatif

Z : Zero

P : Positif

L : Lambat

S : Sedang

C : Cepat

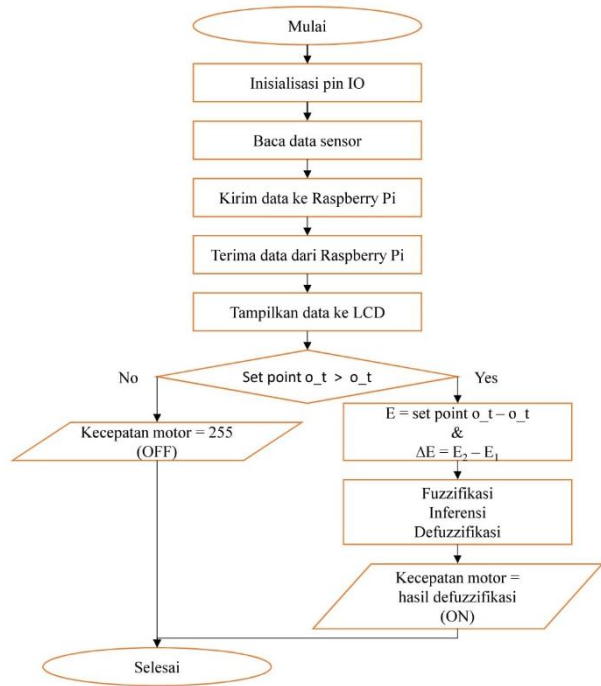
c. Defuzzifikasi

Dalam proses defuzzifikasi, digunakan metode Centroid (*Composite Moment*) berdasarkan pada persamaan:

$$z^* = \frac{25xC + 50xS + 75xL}{C + S + L}$$

Diagram Alir Pada Arduino Uno

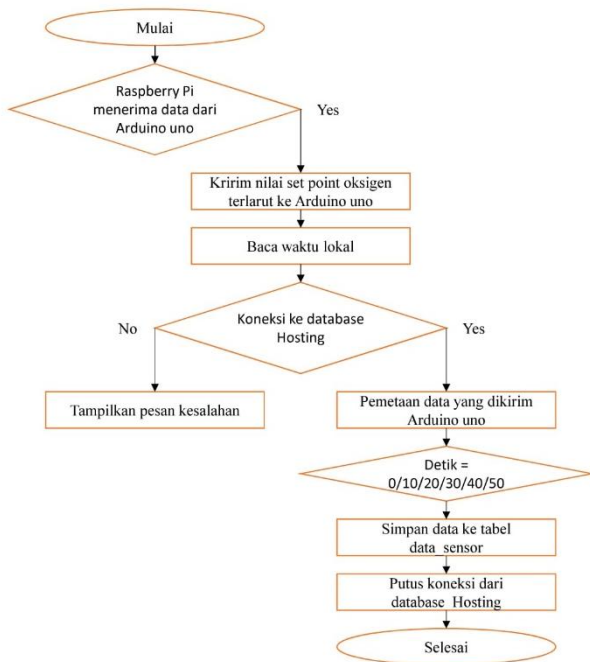
Diagram alir proses yang terjadi pada Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram alir pada Arduino Uno

Diagram Alir Pada Raspberry Pi 3

Diagram alir proses yang terjadi pada Raspberry Pi 3 ditunjukkan pada Gambar 15.

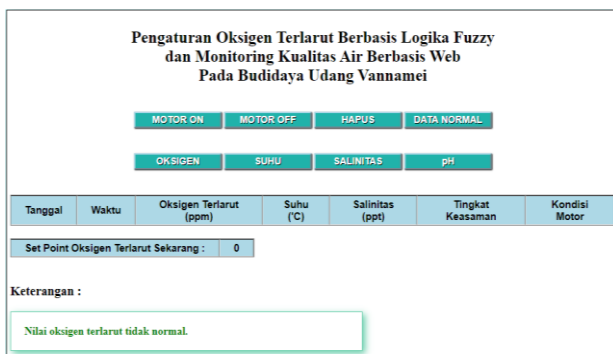


Gambar 15. Diagram alir pada Raspberry Pi 3

Perancangan Halaman Web Antarmuka

Perancangan alaman web antarmuka ditunjukkan pada Gambar 16. Halaman web tersebut dirancang dengan fungsi sebagai berikut :

- Menampilkan data sensor dalam bentuk angka dan grafik
- Memberikan nilai input sistem fuzzy yang sudah dirancang pada Arduino Uno dengan koneksi internet.

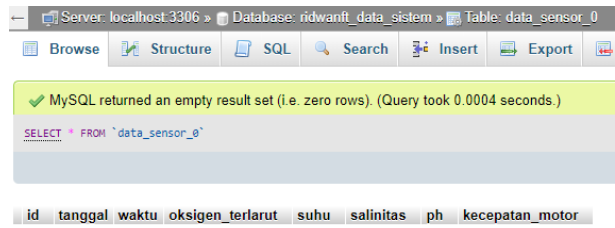


Gambar 16. Halaman antarmuka

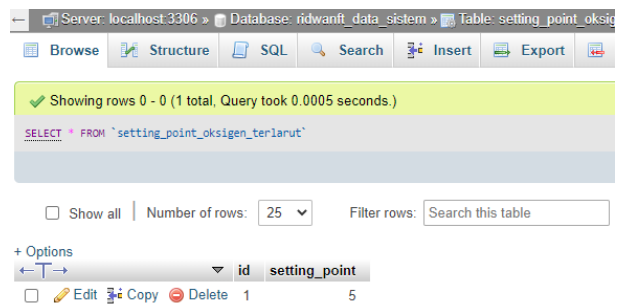
Perancangan Basis Data

Basis data dirancang untuk menyimpan data sensor yang diterima oleh Raspberry pi dari Arduino Uno dan menyimpan data set point oksigen terlarut yang dimasukkan pada halaman web antarmuka melalui web browser. Basis data tersebut dibuat di dalam MySQL Hosting. Terdapat dua tabel yang

dibuat, tabel data sensor dan tabel nilai set point oksigen terlarut.



Gambar 17. Tabel data sensor



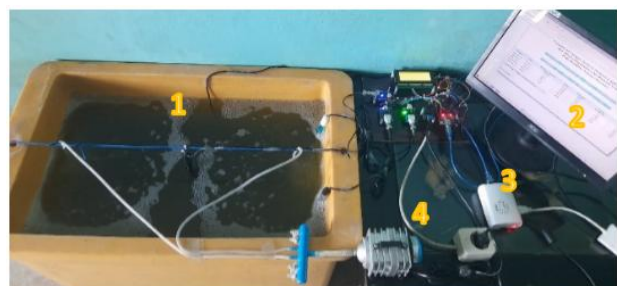
Gambar 18. Tabel set point oksigen terlarut

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

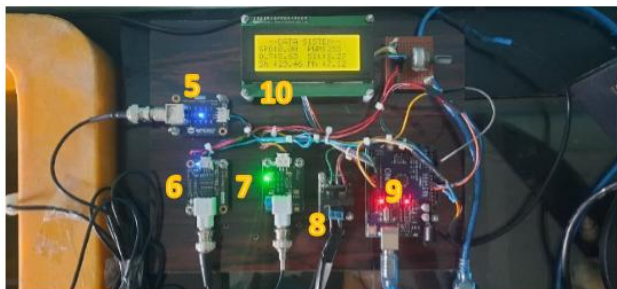
Sistem Pengaturan Oksigen Terlarut Berbasis Logika Fuzzy dan Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vannamei Berbasis Web ini dibahas menjadi beberapa pengujian, diantaranya realisasi sistem, pengujian sensor, pengujian sistem kendali logika fuzzy, pengujian modul SSR, pengujian pengiriman dan penyimpanan data sensor serta pengujian halaman web.

Realisasi sistem

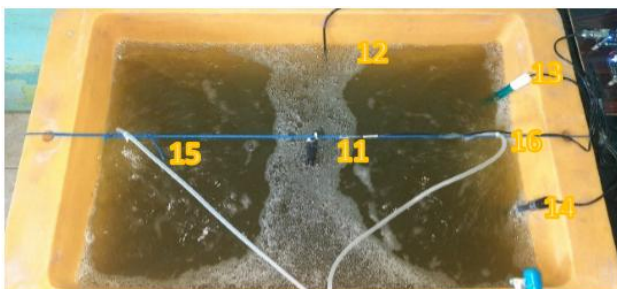
Pada penelitian ini digunakan kolam penampungan air yang memiliki ukuran Panjang, lebar dan tinggi masing-masing adalah 70 cm, 50 cm dan 50 cm. Tujuan dari realisasi yang dilakukan ini adalah untuk mendapatkan tanggapan sistem dalam mengendalikan oksigen terlarut dari awal proses hingga tercapainya oksigen terlarut sebesar 5 ppm serta mengetahui parameter kualitas air di dalam air kolam tersebut yang ditampilkan pada LCD.



Gambar 19. Realisasi sistem



Gambar 20. Realisasi sistem

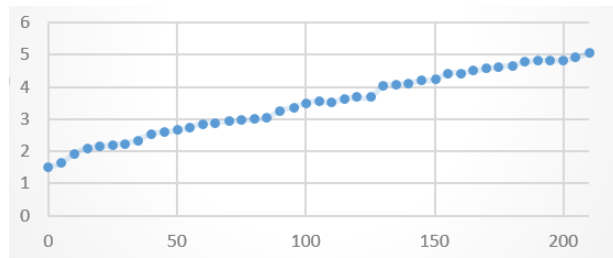


Gambar 21. Penampungan air (kolam)

Keterangan :

No	Detail	No	Detail
1	Penampungan air (kolam)	9	Arduino Uno
2	Tampilan halaman web	10	LCD
3	Raspberry Pi 3	11	Sensor oksigen terlarut
4	Motor aerasi	12	Sensor suhu DS18B20
5	Pengolah sinyal oksigen terlarut	13	Sensor pH
6	Pengolah sinyal salinitas	14	Sensor salinitas
7	Pengolah sinyal pH	15	Batu udara
8	Solid State Relay (SSR)	16	Batu udara

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, parameter kualitas air yang ditampilkan pada layar LCD seperti ditunjukkan dalam Gambar 20. Grafik tanggapan sistem dalam mengendalikan oksigen terlarut dari awal proses sampai dengan oksigen terlarut mencapai 5 ppm seperti ditunjukkan pada Gambar 22. Untuk mencapai nilai oksigen terlarut \geq 5 ppm, sistem tersebut membutuhkan waktu 210 detik. Adapun nilai awal oksigen terlarut yaitu sebesar 1,50 ppm dan nilai akhir yaitu sebesar 5,07 ppm.



Gambar 22. Grafik sistem kendali oksigen terlarut

Hasil Pengujian

Pada tahap pengujian ini antara lain dilakukan pengujian sensor-sensor yang dilakukan dengan mengukur parameter-parameter oksigen terlarut/ suhu/ salinitas/ pH dengan nilai yang bervariasi. Hasil pengukuran ini selanjutnya dibandingkan dengan alat ukur standar dengan variasi nilai parameter yang sama saat pengukuran sensor. Berikut ini adalah hasil pengujian sensor pada pengukuran oksigen terlarut, suhu, salinitas dan pH yang masing-masing dirangkum dalam Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 2. Hasil pengukuran oksigen terlarut.

No	Sensor Oksigen Terlarut (ppm)	Standar (ppm)	Error (%)
1	3,46	3,5	1,1
2	3,96	4	1
3	4,67	4,7	0,6
4	5,13	5,2	1,3
5	5,74	5,85	1,9
Rata – rata Error			1,18

Tabel 3. Hasil pengukuran suhu air

No	Sensor Suhu ($^{\circ}$ C)	Standar ($^{\circ}$ C)	Error (%)
1	28,31	28,107	0,72
2	29,31	29,122	0,65
3	30,25	30,102	0,52
4	31,44	31,277	0,49
5	32,38	32,195	0,57
Rata – rata Error			0,59

Tabel 4. Hasil pengukuran salinitas

No	Sensor Salinitas (ppt)	Standar (ppt)	Error (%)
1	4,61	4,67	1,3
2	5,98	6,09	1,8
3	7,42	7,54	1,6
4	8,20	8,31	1,3
5	10,79	10,94	1,4

Rata – rata <i>Error</i>	1,48
--------------------------	------

Tabel 5. Hasil pengukuran pH

No	Sensor pH	Standar	Error (%)
1	4,02	3,96	1,5
2	5,14	5,1	0,8
3	6,13	6,08	0,8
4	7,30	7,23	1
5	8,28	8,17	1,3
Rata – rata <i>Error</i>			1,08

• Pengujian pengendali logika fuzzy

Untuk pengujian kinerja sistem kendali dengan logika fuzzy, dilakukan dengan cara membandingkan nilai keluaran pada Arduino uno dengan sistem fuzzy yang telah dibuat pada program aplikasi Matlab, dimana nilai tersebut digunakan sebagai nilai masukan untuk SSR (*Solid State Relay*). Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian pengendali logika fuzzy.

Tabel 6. Pengujian pengendali logika fuzzy.

No	Masukan		Keluaran	
	E	ΔE	Arduino	Matlab
1	0.1	-0.8	75	75
2	0,2	-0,6	75	75
3	0,3	-0,4	70	69
4	0,4	-0,2	61,11	61,3
5	0,5	-0,1	50	50
6	0,6	0,1	42,65	39.5
7	0,8	0,2	25	25
8	0,9	0,4	25	25

Pengujian modul SSR

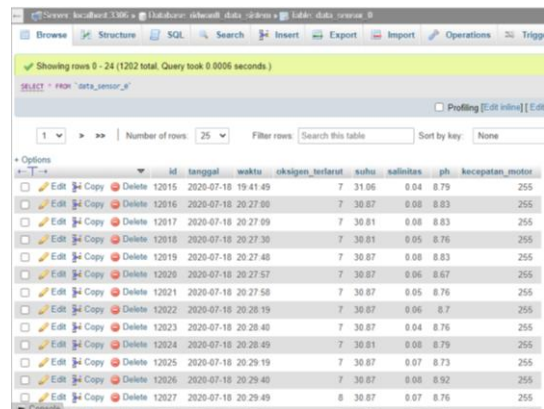
Pengujian modul SSR dilakukan dengan memberikan nilai masukan berupa sinyal PWM, kemudian dilakukan pengukuran pada keluaran modul SSR. Hasil pengujian modul SSR ini berikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian modul SSR.

No	Input PWM	Output AC
1	0 %	230 Volt
2	25 %	164 Volt
3	50 %	122 Volt
4	75 %	70 Volt
5	100 %	0 Volt

Pengujian pengiriman dan penyimpanan data sensor

Pengujian ini dilakukan dengan mengamati nilai baca sensor yang dikirim oleh Arduino Uno yang nilai tersebut diterima oleh Raspberry Pi 3. Kemudian nilai tersebut disimpan ke dalam MySQL Hosting melalui koneksi internet. Gambar 23 menunjukkan tampilan MySQL Hosting dalam proses penyimpanan data.



Gambar 23. Tampilan MySQL Hosting

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, Arduino Uno dapat mengirim data sensor dan Raspberry Pi 3 dapat menerima data sensor kemudian dapat menyimpan data tersebut ke dalam MySQL Hosting.

Pengujian pengiriman nilai set point oksigen terlarut

Nilai set point oksigen terlarut akan terkirim jika Raspberry Pi 3 terkoneksi dengan MySQL Hosting melalui koneksi internet. Nilai yang akan dikirim oleh Raspberry Pi 3 yaitu nilai terbaru pada tabel nilai set point oksigen terlarut. Gambar 24 menunjukkan tampilan LCD sebelum Arduino Uno menerima nilai set point oksigen terlarut (lihat SPO).



Gambar 24. Tampilan sebelum Arduino Uno menerima nilai set point

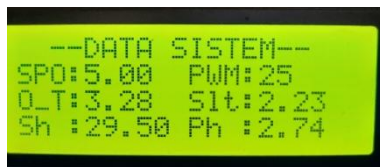
Ketika Raspberry pi terkoneksi ke database MySQL Hosting, ia akan mengambil nilai terbaru pada tabel nilai set point oksigen terlarut dan mengirimkan nilai tersebut ke Arduino Uno dimana nilai tersebut dijadikan sebagai bagian dari sistem kendali oksigen terlarut.

+ Options		id	setting_point
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	1	5
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	35	0
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	38	0
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	50	5
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	51	0
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	52	5

Check all With selected: Edit Copy Delete Export

Gambar 25. Tampilan tabel nilai set point oksigen terlarut

Pada Gambar 25, nilai set point terbaru adalah 5. Kemudian, Arduino uno menerima data tersebut, mengolahnya serta menampilkan pada LCD. Gambar 26. menampilkan LCD setelah Arduino uno menerima data.



Gambar 26. Tampilan Arduino Uno setelah menerima nilai set point

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 24, Gambar 25 dan Gambar 26, dapat disimpulkan bahwasannya Raspberry Pi 3 dapat mengirim data ke Arduino uno.

Pengujian tampilan halaman web

Pengujian tampilan pada halaman web dilakukan dengan cara mengakses masing – masing halaman yang sudah dibuat melalui web browser dengan koneksi internet. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap data yang ditampilkan. Gambar 27, Gambar 28, Gambar 29 dan Gambar 30 masing-masing menunjukkan tampilan sistem monitoring jarak jauh yang diakses melalui halaman web dimana data ditampilkan dalam bentuk table dan grafik.

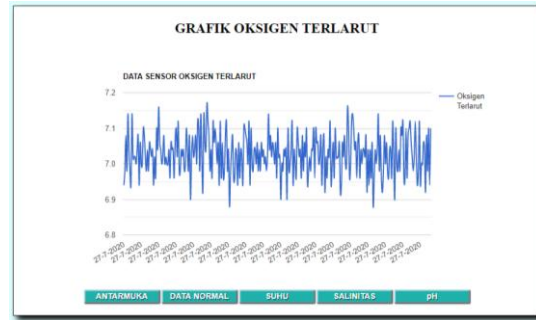
Pengaturan Oksigen Terlarut Berbasis Logika Fuzzy dan Monitoring Kualitas Air Berbasis Web Pada Budidaya Udang Vannamei

Tanggal	Waktu	Oksigen Terlarut (ppm)	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	Tingkat Kekeruhan	Kondisi Motor
2020-08-11	15:54:41	5.87	30.36	3.82	2.29	OFF
2020-08-11	15:54:02	4.91	30.36	3.82	3.89	ON
2020-08-11	15:52:00	5.74	30.32	3.78	2.44	OFF
2020-08-11	15:48:02	4.8	30.39	3.72	2.11	ON
2020-08-11	15:41:42	5.39	30.44	3.72	3.12	ON

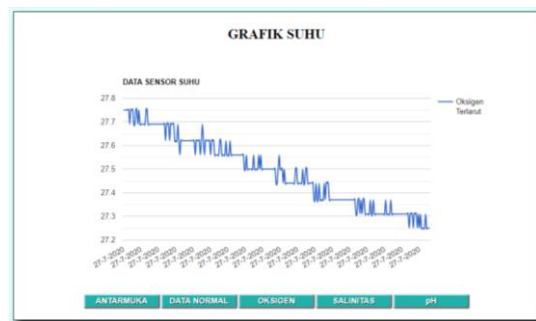
Set Point Oksigen Terlarut Sekarang : 5

Keterangan :

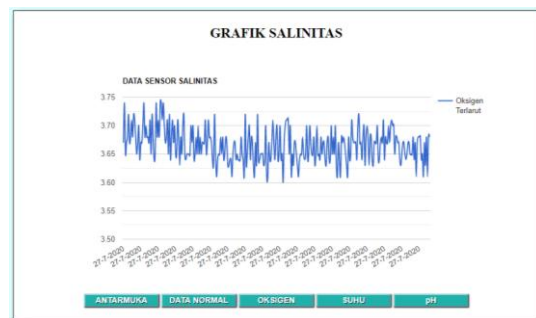
Gambar 27. Tampilan halaman antarmuka



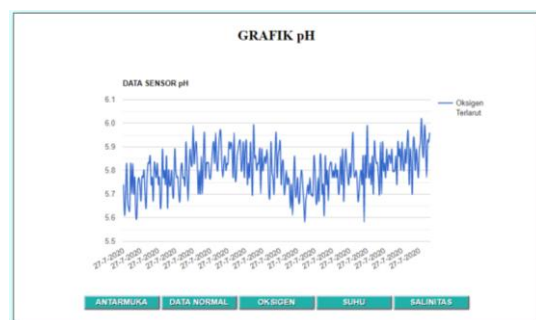
Gambar 28. Tampilan halaman grafik oksigen terlarut



Gambar 29. Tampilan halaman grafik suhu



Gambar 30. Tampilan halaman grafik saalinitas



Gambar 33. Pengujian halaman grafik pH

4 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem kendali logika fuzzy yang telah dikembangkan dapat mengendalikan

oksigen terlarut di dalam air serta kondisi keadaan kualitas air dapat dipantau secara jarak jauh melalui halaman web. Sistem yang telah dibuat tersebut berhasil mengendalikan oksigen terlarut sebesar 5 ppm dan kualitas air berhasil dipantau melalui halaman web dengan koneksi internet secara *realtime*. Hasil pengujian sensor oksigen terlarut, suhu, salinitas dan pH memiliki nilai rata – rata *error* masing – masing sebesar 1,18%, 0,59%, 1,48% dan 1,08%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Ariawan, P. DCL, and Poniran, “Penerapan Budidaya Udang Vannamei (*L. vannamei*). Pola Semi Intensif Di Tambak,.” Jepara, 2015.
- [2] A. Sahrijanna and Sahabuddin, “Kajian kualitas air pada budidaya udang vanamei (,” *Pros. Forum Inov. Teknol. Akuakultur 2014*, pp. 329–336, 2014.
- [3] E. A. Hendrajat and M. Mangampa, “Budidaya Udang Vannamei Pola Tradisional Plus Di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan,.” 2007.
- [4] F. R. Putra and A. Manan, “MONITORING OF WATER QUALITY ON REARING PONDS OF VANNAMEI SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) IN SITUBONDO, JAWA TIMUR,.” *J. Ilm. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 6, no. 2, 2014.
- [5] S. Bahri and K. Fikriyah, “PROTOTYPE MONITORING PENGGUNAAN DAN KUALITAS AIR BERBASIS WEB MENGGUNAKAN RASPBERRY PI Dalam penelitian ini permasalahan yang dibahas dibatasi pada perancangan perangkat keras maupun lunak . Ruang,.” *eLEKTUM*, vol. 15, no. 2, 2018.
- [6] F. Mubarak, Harianto, and M. C. Wibowo, “Pengendalian Salinitas Pada Air Menggunakan Metode Fuzzy Logic,.” *Inst. Bisni dan Inform. Stikom Surabaya*, pp. 29–34, 2015.
- [7] D. E. Irawan, “Tentang Dissolved Oxygen,.” <https://www.authorea.com>. [Online]. Available: <https://www.authorea.com/users/111760/articles/151684-tentang-dissolved-oxygen>. [Accessed: 20-Oct-2019].
- [8] M. Yusvarina and Sumarna, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Kadar Oksigen Di Dalam Air Pada Kolam Pembesihan Ikan Lele Mutiara Di Unit Kerja Budidaya Air Tawar (Ukbat) Wonocatur Cangkringan, Sleman, Yogyakarta,.” *J. Skripsi*, pp. 1–8, 2016.
- [9] L. Aprilianto and T. K. Priyambodo, “Pemadam Api Otomatis dengan Kendali Suhu dan Kelembaban Ruangan Menggunakan Logika Fuzzy,.” *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 4, no. 2, pp. 189–200, 2014.
- [10] D. Ardiansyah and A. Anjani, “Model Pendeteksi Api dalam Ruangan Berbasis SMS Menggunakan Logika Fuzzy,.” vol. 02, no. 02, pp. 18–21, 2019.
- [11] R. Samsinar, R. R. Fitria Mulyadi, and D. A. Prambudi, “Sistem Monitoring Besaran Listrik dan Energi Penerangan Jalan Umum Secara Realtime Berbasis Web,.” *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOMputeR)*, vol. 1, no. 1, p. 7, 2018.
- [12] Y. A. P. Wibowo, “Perancangan Monitoring Data Suhu dan Kelembaban Gabah Berbasis MySQL dan PHP,.” Semarang, 2018.
- [13] H. Muchtar, M. D. Nasirudin, and R. Adhitama, “Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Beban Listrik Menggunakan Raspberry Berbasis Ip,.” *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOMputeR)*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018.
- [14] H. Isyanto and A. Nandiwardhana, “Perancangan DC Cooler Berbasis Internet of Things,.” *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOMputeR)*, vol. 2, no. 2, p. 95, 2019.

