

---

## RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA KOLAM IKAN NILA BERBASIS ARDUINO

Oleh

Baiq Zohratul Wardah<sup>1</sup>, Syafaruddin<sup>2</sup>, Supriono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>[zohratulwardah27@gmail.com](mailto:zohratulwardah27@gmail.com), <sup>2</sup>[syafar@unram.ac.id](mailto:syafar@unram.ac.id),

<sup>3</sup>[supriono@unram.ac.id](mailto:supriono@unram.ac.id)

---

### Article History:

Received: 03-09-2024

Revised: 24-09-2024

Accepted: 26-10-2024

### Keywords:

Arduino, Sensor Ph, Sensor Suhu, Sensor Turbidity

**Abstract:** Sistem monitoring banyak diterapkan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam budidaya ikan. Kualitas air merupakan parameter yang sangat penting untuk kelangsungan pertumbuhan dan perkembangan ikan nila. Kualitas air dapat menurun dengan cepat karena terjadinya pengendapan sisa makanan, kotoran ikan dan buangan metabolisme pada ikan yang menyebabkan konsentrasi fosfat meningkat sehingga air kolam menjadi keruh. Selain itu perubahan pH yang besar dalam waktu singkat menimbulkan gangguan fisiologis bagi ikan. Suhu air juga dapat mempengaruhi tingkat kematian ikan. Kualitas air kolam memiliki peranan penting dalam pemeliharaan ikan, sehingga diperlukan sistem yang dapat memonitoring kualitas air pada budidaya ikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan. Perancangan sistem yang dihasilkan pada penelitian ini meliputi penggunaan Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan sensor pH 4502C sebagai pengukur pH, sensor turbidity sebagai pengukur kekeruhan, sensor suhu DS18B20 sebagai pengukur suhu air pada kolam ikan, relay sebagai pengendali pompa dan solenoid valve, serta LCD 16x2 sebagai pemantau. Pembacaan sistem berupa data yang dikirim ke LCD dan ditampilkan dalam grafik secara real time. Sistem disimulasikan pada miniatur kolam ikan yang dibuat dengan bak plastic ukuran 40x35x60 atau ukuran 84 liter.

---

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kekayaan sumber daya alam air berlimpah diberbagai daerah. Melimpahnya sumber air dapat menjadi peluang usaha bagi masyarakat salah satunya dengan pembudidayaan ikan. Potensi pembudidayaan ikan juga merupakan sektor yang sangat menguntungkan baik untuk usaha utama maupun sampingan. Ikan menjadi makanan kegemaran masyarakat Indonesia karena selain harganya murah,

ikan juga memiliki kandungan gizi yang tinggi. Ikan memegang peranan penting bagi pemenuhan sumber gizi dan ketahanan pangan masyarakat<sup>1</sup>

Ikan juga berperan dalam dunia kesehatan, misalnya dengan membudidayakan jenis ikan gabus (*Channa striata*) maka ikan tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku serum *Albumin* atau *Nutrasetikal* berbasis *Fish Serum Albumin* (FSA). Penelitian lebih lanjut diyakini bahwa ikan Gurame juga memiliki konsentrasi FSA tertinggi dibandingkan dengan ikan Gabus. Tidak hanya itu, beberapa ikan tawar seperti Lele, Mas, Nila, Tawes, Sidat, Belida, dan Patin juga memiliki kandungan FSA yang baik.<sup>2</sup>

Kegiatan budi daya ikan harus memperhatikan beberapa parameter yang berpengaruh pada kualitas air yang digunakan untuk budidaya sehingga akan meningkatkan kualitas produksi ikan. Dalam hal budidaya ikan, banyak petani yang tidak memahami faktor penyebab ikan mati secara tiba-tiba seperti tingkat kekeruhan air, kenaikan suhu air yang tinggi serta adanya zat beracun dalam air kolam. Untuk itu, dibutuhkan suatu sistem pemantauan kualitas air terintegrasi yang dapat menjangkau parameterparameter yang dibutuhkan tersebut secara bersamaan dalam satu waktu (real time) untuk menjaga kualitas produksi ikan.<sup>3</sup>

Kualitas air merupakan suatu ukuran kondisi air yang dilihat dari karakter kimiawi, fisik, dan biologisnya.<sup>4</sup> Kualitas air pada budidaya ikan berperan penting dalam menciptakan suasana lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan ikan tersebut serta mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan ikan.<sup>5</sup> Kualitas air budidaya dapat menurun dengan cepat karena terjadinya pengendapan sisa pakan, kotoran ikan, dan buangan metabolisme pada ikan di dasar kolam yang menyebabkan konsentrasi fosfat meningkat sehingga air menjadi keruh.<sup>6</sup> Perairan yang keruh dapat mengurangi cahaya yang masuk dan menghambat fotosintesis pada fitoplankton, jika hal ini terjadi akan menurunkan kualitas air dan produktivitas perairan akan menurun.<sup>7</sup> Perubahan pH air yang besar dalam waktu singkat dapat menimbulkan gangguan fisiologis bagi biota air. Perubahan pH dipengaruhi oleh proses respirasi.<sup>8</sup> Oleh karena itu, pemantauan kondisi air menjadi salah satu hal penting dalam pemeliharaan ikan.

Saat ini bidang perikanan telah berkembang pesat yang ditandai dengan adanya penerapan teknologi ke dalam berbagai aspek yang mampu mendukung peningkatan dalam bidang perikanan. Sistem monitoring menjadi salah satu bagian yang banyak ditemukan pada bidang pertanian dan perikanan seperti penggunaan mikrokontroler, sensor, dan aktuator.<sup>9</sup>

Oleh karena itu dalam penelitian ini dirancang suatu alat yang bertujuan untuk memonitoring kualitas air sehingga dapat membantu menciptakan suasana yang lebih nyaman bagi kehidupan ikan dan juga mempermudah para budidaya ikan untuk memantau kualitas air pada kolam. Alat ini dapat melakukan pemantauan dengan menggunakan beberapa parameter kualitas air seperti sensor pH, sensor suhu dan sensor kekeruhan air.

## LANDASAN TEORI

Ikan nila merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang sangat potensial untuk dikembangkan bagi usaha perikanan di Indonesia. Hal ini dikarenakan ikan nila memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, yaitu mudah berkembangbiak, tumbuh cepat, toleran terhadap lingkungan yang kurang baik, serta dapat bertahan hidup pada salinitas yang tinggi. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu ikan yang dibudidayakan secara luas

di banyak negara termasuk Indonesia. Sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan produksi, budidaya ikan nila dilakukan secara intensif yang dicirikan dengan padat tebar tinggi dan pemberian pakan berprotein tinggi. Kontrol kualitas air yang baik menjadi kunci keberhasilan budidaya ikan nila.

Kemanfaatan ikan sebagai mata pencaharian masyarakat, ketahanan pangan dan kesehatan tidak dapat terlaksana dengan baik jika tidak memenuhi standar pembudidayaan yang baik. Kualitas air merupakan salah satu faktor yang paling mempengaruhi tingkat kesuksesan dari kedua proses ini. Namun terkadang kekayaan sumber daya alam air yang terkandung di negara ini mengalami pencemaran lingkungan. Misalnya pada perkotaan, dengan adanya limbah-limbah pabrik atau penanganan sampah yang kurang baik pada tempat pembuangan akhir sampah (TPA) dapat memicu tercemarnya sumber-sumber air yang terdapat di sekitarnya.

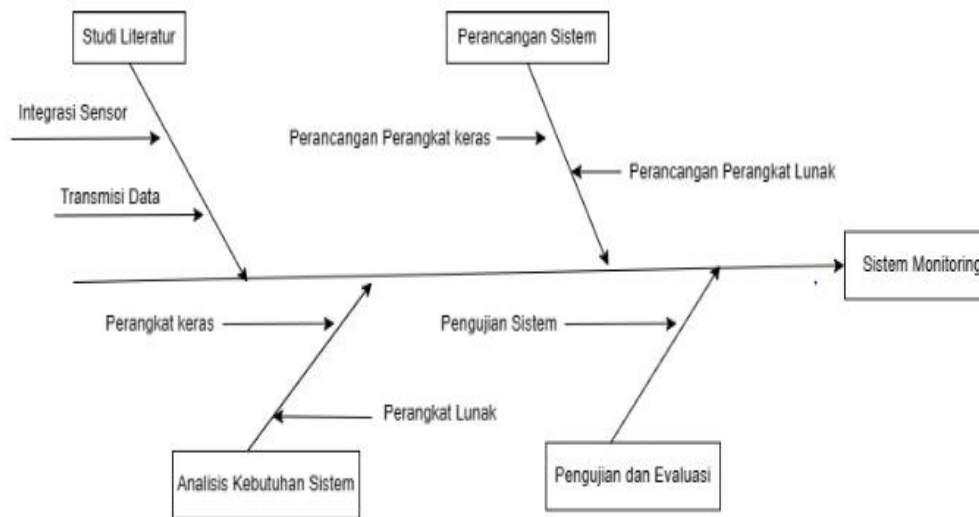
Kualitas pada air dapat dinyatakan dengan parameter, parameter ini meliputi fisika, kimia, dan mikrobiologis. Parameter fisika pada kualitas air meliputi suhu, kekeruhan, padatan terlarut dan sebagainya. Parameter kimia terdiri dari pH, oksigen terlarut, biological oxygen demand (BOD), kadar logam dan sebagainya. Kekeruhan perairan atau yang biasa disebut dengan turbiditas perairan merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam budidaya ikan. Oleh karena itu bila terjadi kekeruhan maka penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna, sehingga angka kematian ikan dapat bertambah.

Beberapa penelitian terkait tentang pemantauan kualitas air kolam ini diantaranya sistem monitoring kualitas air tambak udang *Vaname* menggunakan sensor kekeruhan (*turbidity*), sensor pH, sensor suhu dan sensor ultrasonik yang memungkinkan terjaganya kondisi air kolam untuk produksi udang. Penelitian yang dilakukan oleh Novitasari (2017) tentang sistem penggantian air dan pemberian pakan secara otomatis pada akuarium ikan hias berbasis mikrokontroler menghasilkan prototipe dengan error pada sistem pengisian dan pengurasan air sebesar  $\pm 0,16$  cm. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Pratama (2018) menyimpulkan bahwa, penggunaan otomatisasi berbasis arduino mampu memonitoring kualitas air di akuarium dengan baik.

Monitoring kualitas air juga dimaksudkan untuk mencegah terjadinya *upwelling*. *Upwelling* dapat disebabkan akibat sisa pakan atau biasanya ditemui pada kondisi suhu air permukaan lebih dingin, dan berat jenis meningkat. Ketika berat jenis air di permukaan lebih besar dari air pada lapisan air lebih dalam, air permukaan akan turun mendesak air bagian dalam, dan terjadilah *upwelling*.

## METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, metodologi yang digunakan terdapat dalam diagram dibawah ini:

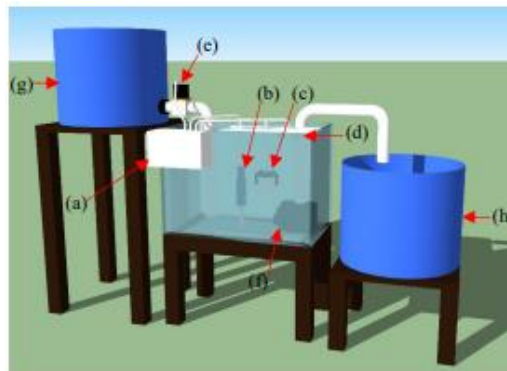


**Gambar 1 Tahapan Penelitian**

Gambar 1 merupakan diagram untuk tahapan penelitian yang dapat menjelaskan bahwa pembahasan akan dimulai dari studi literatur agar mengetahui integrasi sensor dalam pembacaan nilai dan transmisi data untuk pengiriman nilai dari sensor ke lcd. Selanjutnya pembahasan tentang analisa kebutuhan sistem yang meliputi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahap ini juga akan membahas perancangan sistem yang mencakup perancangan hardware serta perancangan software dari sistem monitoring. Sehingga akan memudahkan dalam pengujian dan evaluasi.

- **Rancangan Sistem Monitoring**

Rancangan sistem monitoring ini terdiri dari unit monitoring, unit sensor, unit output, dan miniatur kolam yang dapat dilihat pada gambar 2. Unit monitoring terdiri dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang akan mengatur kerja dari sensor dan aktuator. Unit sensor terdiri dari sensor pH 4502C, sensor turbidity SEN0189, dan sensor suhu DS18B20. Unit output terdiri dari pompa air, solenoid valve, dan relay. Agar mikrokontroler dapat mengatur kinerja dari sistem, maka diperlukan perangkat lunak (coding pemrograman). Sistem monitoring diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, sehingga dapat bekerja menjalankan monitoring pH, suhu dan kekeruhan air kolam.

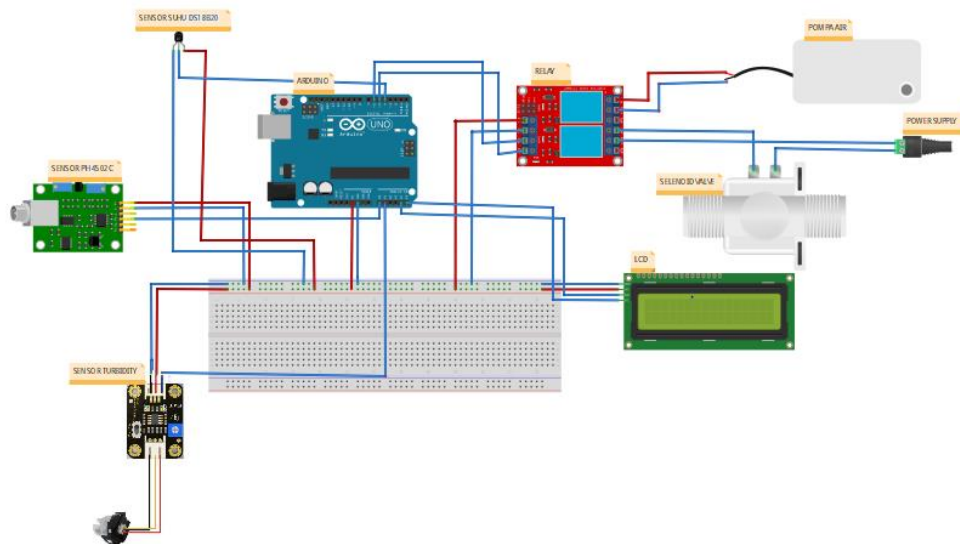


**Gambar 2 Desain Rancangan**

Keterangan : (a)sistem monitoring, (b)sensor pH, (c)sensor turbidity, (d)sensor suhu, (e)solenoid valve, (f)pompa air, (g)wadah pengisian air, (h)wadah pengurusan air

- **Rancangan Perangkat Keras**

Rancangan perangkat keras pada penelitian ini menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler yang dengan sensor pH 4502C sebagai pengukur pH, sensor turbidity sebagai pengukur nilai kekeruhan air, sensor suhu DS18B20 sebagai pengukur suhu air, relay sebagai pengendali aktuator, pompa air sebagai penguras air, *power supply* 12V sebagai sumber listrik untuk menyalakan arduino, serta CD 16x2 sebagai penampil data. Sebelum digunakan sensor dikalibrasi dengan metode regresi linear. Sistem disimulasikan pada miniatur kolam ikan yang dibuat dengan bak plastik ukuran 40x35x60 atau ukuran 84 liter. Adapun rangkaian perangkat keras dapat dilihat pada gambar 3.

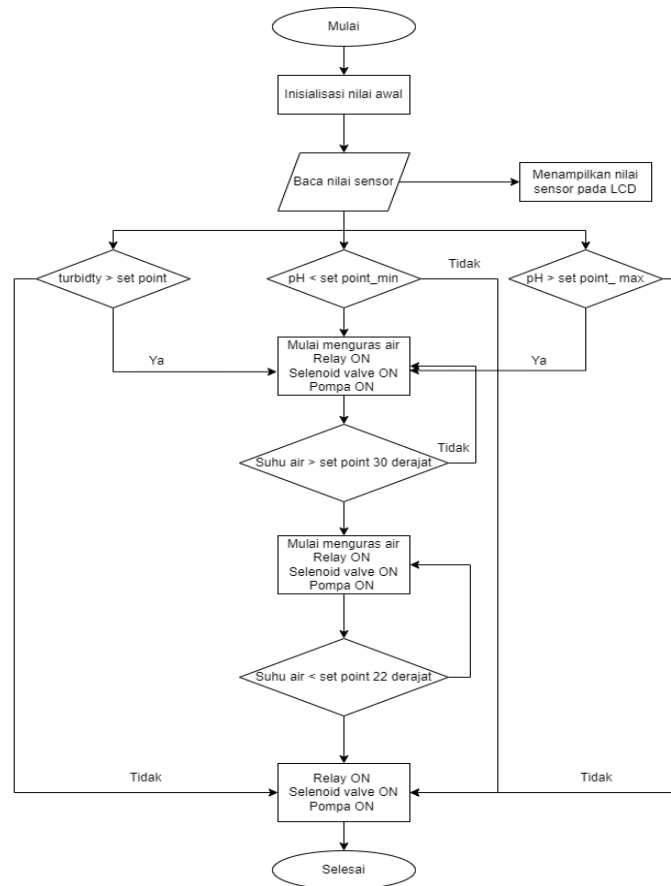


**Gambar 3** Rangkaian perangkat keras

- **Rancangan Perangkat Lunak**

Rancangan perangkat lunak sistem monitoring dapat dilihat pada gambar 4 di bawah. Seluruh data yang diterima pada sensor akan diproses pada unit kontrol. Proses perancangan sistem pembacaan data sensor, menampilkan data pada LCD, dan memproses data menjadi output. Sistem diprogram menggunakan Arduino IDE yang di *compile* pada mikrokontroler Arduino Uno. Dalam memproses data menjadi *output* sistem yaitu menyalakan dan mematikan aktuator (pompa air dan *solenoid valve*) dibutuhkan nilai *setting point* untuk parameter kualitas air pH, suhu, dan *turbidity*. Nilai pH yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan nila yaitu sekitar 6,5-8 (Direktorat Pengolahan dan Bina Mutu, 2019; Pabilon & Efendi, 2017). Menurut Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN), suhu optimal untuk budidaya ikan nila berkisar antara 22-30°C (SNI 7550:2009). Sementara tingkat kekeruhan air kolam juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila. Batas tingkat kekeruhan maksimum yaitu 50 NTU. Dalam penelitian ini *setting point* kekeruhan yang digunakan adalah maksimum 5 NTU. Nilai *setting point* tersebut dimasukan secara manual melalui coding.





Gambar 4 Diagram Alir Perangkat Lunak

• **Pengujian Sistem**

Pengujian alat dan sistem yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji fungsi dan uji kinerja alat. Uji fungsi alat dilakukan untuk mengetahui persentase kekurangan (*error*) pada alat yang dirancang dan semua fungsi dari komponen yang dirancang dapat berfungsi sesuai dengan rancangan fungsional dan strukturalnya. Perhitungan error sensor dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Error Sensor} = \left[ \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur}}{\text{Nilai Alat Ukur}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

Adapun pengujian alat diantaranya adalah pengujian fungsi sensor pH, sensor *turbidity*, dan sensor suhu. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan data yang terbaca oleh sensor dengan alat ukur. Untuk mengetahui tingkat akurasi sensor digunakan perhitungan pada persamaan berikut:

$$\text{Persentase Akurasi} = \left[ \frac{100 - \text{Error}}{100} \right] \times 100\% \quad (2)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil rancangan sistem monitoring ini terdiri dari unit monitoring, unit sensor, unit output, dan miniatur kolam. Unit monitoring terdiri dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk membaca data yang diterima oleh 3 buah sensor, yaitu sensor pH 4502C melalui pin analog A0, membaca data sensor *turbidity* SEN0189 melalui pin analog A1, membaca data sensor suhu DS18B20 melalui pin digital D4, mengontrol nyala LCD

16x2 melalui komunikasi I2C *protocol* dengan pin analog A4 dan A5, mengontrol on/off relay melalui pin digital D5 dan D6. Arduino Uno juga memberikan tegangan sebagai *power supply* untuk sensor pH, sensor *turbidity*, sensor suhu, LCD, dan relay melalui pin 5V. Arduino Uno dalam rangkaian terhubung ke seluruh ground melalui pin GND serta diberikan adaptor dengan tegangan sebesar 12V 1A. Sistem disimulasikan pada miniatur kolam ikan yang dibuat dengan bak plastik ukuran 40x35x60 atau ukuran 84 liter.

• Hasil Pengukuran

**Tabel 1 Hasil pengukuran sensor pH 4502C**

Data	Alat Ukur pH			Hasil Pengukuran Sensor pH			Error (%)			Akurasi Sensor (%)		
	A	N	B	A	N	B	A	N	B	A	N	B
1	4,04	6,85	9,12	4,07	6,81	9,00	0,73	0,65	1,35	99,27	99,35	98,65
2	4,05	6,86	9,15	4,07	6,81	9,02	0,44	0,75	1,38	99,56	99,25	98,62
3	4,03	6,87	9,13	4,06	6,81	9,03	0,71	0,83	1,08	99,29	99,17	98,46
4	4,04	6,85	9,13	4,04	6,82	9,06	0,02	0,47	0,79	99,98	99,53	99,21
5	4,05	6,86	9,08	4,04	6,82	9,06	0,35	0,60	0,24	99,65	99,40	99,76
6	4,02	6,86	9,10	4,03	6,82	9,06	0,25	0,56	0,38	99,60	99,38	99,58
7	4,02	6,84	9,05	4,03	6,82	9,10	0,19	0,26	0,54	99,78	99,70	99,42
8	4,02	6,84	9,07	4,02	6,80	9,01	0,20	0,24	0,56	99,78	99,73	99,43
Rata-rata							0,36	0,54	0,66	99,61	99,43	99,14

Dari hasil data pengukuran pH pada tabel 1, diperoleh *error* sensor pada larutan asam sebesar 0,36%, *error* sensor pada larutan netral sebesar 0,54%, dan *error* sensor pada larutan basa sebesar 0,66%. Berdasarkan hasil *error* yang telah didapatkan, sensor dapat dikatakan bekerja dengan baik sesuai dengan *datasheet* sensor pH 4502C yang menyatakan sensor bekerja dengan baik apabila memiliki nilai *error* < 15% (Caballero, 2017). Berdasarkan hasil pengujian sensor didapatkan rata-rata akurasi sensor pada larutan asam sebesar 99,61%, rata-rata akurasi sensor pada larutan netral sebesar 99,43%, dan rata-rata akurasi sensor pada larutan basa sebesar 99,14%. Sesuai dengan *datasheet* dari sensor pH 4502C, maka sensor dapat dikatakan memenuhi persyaratan untuk digunakan sesuai dengan akurasi minimal sensor yaitu 98,5% (Saputra, 2020).

**Tabel 2 Hasil Pengukuran Sensor Kekeruhan (*Turbidity*)**

Data	TDS Meter	Sensor Turbidity	Error (%)
1	2,21	2,32	4,9
2	2,85	2,89	1,4
3	3,28	3,27	0,3
4	3,32	3,62	9,0
5	4,69	4,80	2,4
6	4,33	4,43	2,3
7	4,46	4,51	1,1
8	4,51	4,55	0,8
Rata - rata error			2,775

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 2, tingkat kekeruhan meningkat dari percobaan 1 sampai percobaan ke 5 dengan 4,8 NTU pada sensor. Pada percobaan ke 6 mulai

terjadi penurunan kekeruhan (NTU) dan percobaan ke 7 dan 8 terjadi peningkatan lagi. Berdasarkan nilai ini, sistem pengendali tingkat kekekurahan bekerja di percobaan ke 5 dengan persentase kesalahan pendeteksian sensor (4,8 NTU) terhadap set point (5 NTU) adalah 4%. Hal ini menunjukkan kinerja pengendali tingkat kekeruhan cukup baik. Pada percobaan ke 7 dan 8 kembali mengalami peningkatan tingkat kekeruhan, hal ini terjadi karena pengaruh pemberian pakan yang tetap dilakukan.

**Tabel 3 Hasil Pengukuran Sensor Suhu DS18B20**

Data	Suhu		Error (%)
	Thermometer	Sensor DS18B20	
1	27,8	27,19	2,19
2	27,6	27,19	1,48
3	27,6	27,19	1,48
4	27,6	27,13	1,70
5	27,6	27,13	1,70
6	27,5	27,06	1,60
7	27,5	27,06	1,60
8	27,3	27	1,09
Rata - rata Error			1,605

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 3, menunjukkan pengukuran pada sampel air kolam yang dilakukan dengan membandingkan sensor suhu dengan *thermometer*, dengan rata - rata %error yang didapatkan sebesar 1,605%.

- **Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan**

Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap, yang mana untuk mempercepat perubahan suhu ditambahkan air panas dan es batu secara bergantian, sedangkan untuk mempercepat perubahan pH ditambahkan larutan asam dan basa secara bergantian. Berdasarkan hasil pengujian terlihat bahwa *output* dari sistem yaitu pompa air dan *solenoid valve* telah bekerja sesuai perencanaan.

**Tabel 4 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan**

No	Menit ke-	Kualitas air			Status Kendali	
		pH	Turbidity	Suhu °C	Pompa Air	Solenoid Valve
1	17:48:25	4,01	4,80	28,81	Nyala	Mati
2	17:53:30	4,30	4,43	25,31	Nyala	Mati
3	17:58:05	4,41	4,27	23,11	Mati	Nyala
4	18:01:10	4,84	4,05	22,50	Mati	Nyala

## KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem monitoring kualitas air kolam ikan berbasis arduino berdimensi 40cm x 35cm x 60cm yang terbuat plastik. Pengujian sensor yang digunakan menghasilkan nilai uji fungsi yang baik yaitu sensor pH 4502C memiliki error pada larutan asam, basa, dan netral sebesar 0,36%, 0,54%, dan 0,66%. Serta akurasi sebesar 99,61%, 99,43% dan 99,14%. Sistem pengendalian sensor kekeruhan telah bekerja dengan baik sehingga mendapatkan rata-rata error sebesar 2,77%, sedangkan untuk sensor suhu mendapatkan rata-rata error sebesar 1,66%. Sistem



kendali yang dibangun untuk menyalakan dan mematikan pompa air dan *solenoid valve* bekerja dengan baik sesuai dengan *coding* dan *setting point* yang diatur oleh pengguna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hafiludin, "the Analysis of Nutritional Content of Milkfishes Which Come From Different," J. Kelaut., vol. 8, no. 1, pp. 37–43, 2015.
- [2] R. Susilowati, H. I. Januar, D. Fithriani, and E. Chasanah, "Potensi Ikan Air Tawar Budidaya Sebagai Bahan Baku Produk Nutrasetikal Berbasis Serum Albumin Ikan," JPB Kelaut. dan Perikan., vol. 10, no. 1, pp. 37–44, 2015.
- [3] Astria, F., Subito, M., dan Nugraha, D.W., Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway, *Metrik*, 1(1), pp 48-50, 2014.
- [4] Pramana, R. 2018. Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan. *Jurnal Sustainable: 190 Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 7(1), 13–23. <https://doi.org/10.31629/sustainable.v7i1.435>
- [5] Bareta, B. P. C., Harijanto, A., & Maryani, M. 2021. Rancang Bangun Alat Ukur Sistem Monitoring pH, Temperatur, dan Kelembapan Akuarium Ikan Hias Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.19184/jpf.v10i1.21900>
- [6] Ebeling, J. M., Welsh, C. F., & Rishel, K. L. 2006. Performance Evaluation of an Inclined Belt Filter Using Coagulation/Flocculation Aids for the Removal of Suspended Solids and Phosphorus from Microscreen Backwash Effluent. *Aquaculture Engineering*, 61–77.
- [7] Rahman, A. 2008. Kajian Kandungan Phospat dan Nitrat Pengaruhnya terhadap Kelimpahan Jenis Plankton di Perairan Muara Sungai Kelayan. *Kalimantan Scientiae*, 32–44.
- [8] Deriyanti, A. 2016. Hubungan Kualitas Air Dengan Prevalensi Myxobolus Pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) di Sentra Budidaya Ikan Koi Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Universitas Airlangga.
- [9] Indriani, A., Witanto, Y., Supriyadi, & Hendra. 2017. Sistem Kontrol Keketuhan dan Temperatur Air Laut Menggunakan Microcontroller Arduino Mega. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(3). <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i3.1830>
- [10] Nasution, A.S.I., Fajar, B., Sri, H. (2014). Analisis Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Saline Strain Pandu (*Oreochromis niloticus*) yang dielihara di Tambak Tugu, Semarang dengan Kepadatan Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3 (2), 25-32.
- [11] Fadri, S., Z.A. Muchlisin, Sugito. (2016). Pertumbuhan, kelangsungan hidup dan daya cerna pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang mengandung tepung daun jalloh (*Salix tetrasperma roxb*) dengan penambahan probiotik EM-4. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 210-221.
- [12] N. Susila, "Dampak Pencemaran Air Sungai Kahayan pada Usaha Budidaya Ikan Karamba di Kelurahan Pahandut Seberang Kota Palangka Raya," *J. Ilmu Hewani Trop.*, vol. 4, no. 2, pp. 71–74, 2015.
- [13] L. Riadhi, M. Rivai, and F. Budiman, "Dampak Kualitas Air Pada Budi Daya Ikan Dengan Jaring Tancap Di Desa Toulimembet Danau Tondano," *J. Budid. Perair.*, vol. 3, no. 2, pp. 5–9, 2015.
- [14] M. R. Maturbongs, "PENGARUH TINGKAT KEKERUHAN PERAIRAN TERHADAP

KOMPOSISI SPESIES MAKRO ALGAE KAITANNYA DENGAN PROSES UPWELLING PADA PERAIRAN RUTONGLEAHARI," *Agricola*, vol. 5, no. 1, pp. 21–31, 2015.

- [15] Multazam E. A. dan Hasanuddin B. Z., Sistem monitoring kualitas air tambak udang vaname, *Jurnal IT*, 8 (2), pp 118- 125, 2017.
- [16] Novitasari, A. T. 2017. Rancang Bangun Alat Penggantian Air dan Pemberian Pakan Secara Otomatis pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Mikrokontroler. Universitas Negeri Semarang.
- [17] Pratama, D. A. 2018. Pengairan dan Pemberian Pakan Otomatis pada Akuarium Berbasis Arduino. In Skripsi Institut Teknologi Nasional Malang. Institut Teknologi Nasional Malang.
- [18] N. A. Swastika, S. Prabowo, and B. Erfianto, "Upwelling Solution Prototype Using Wireless Sensor Network," *Int. J. Inf. Commun. Technol.*, vol. 2, no. 2, p. 37, 2017.