

## Sistem Pendeteksi Kekeruhan Air Pada Bioflok Ikan Lele di Desa Bulontala Timur

Muhammad Asri<sup>1\*</sup>, Stephan A. Hulukati<sup>2</sup>, Fazal S. Nyaman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik, Teknik Elektro, Universitas Ichsan Gorontalo, Gorontalo, Indonesia  
Email: <sup>1\*</sup>asriarfah@gmail.com, <sup>2</sup>stephanhulukati17@gmail.com, <sup>3</sup>fazalsnyaman3@gmail.com,

**Abstrak** – Tujuan dari penelitian ini adalah membangun alat pendeteksi kekeruhan air pada bioflok ikan lele berbasis Arduino Uno. Budidaya ikan lele yang dikelola oleh kelompok Tani Al-Hidayah di Desa Bulontala Timur disarankan agar memperhatikan kekeruhan air pada kolam ikan lele karena banyaknya partikel dan zat tersuspensi dalam air kolam yang dapat menyebabkan pertumbuhan ikan lele menjadi terhambat. Dibangunnya alat pendeteksi kekeruhan air pada Bioflok ikan lele diharapkan pertumbuhan ikan lele menjadi lebih baik. Penelitian ini berfokus pada enam sampel air kolam ikan lele dengan tiga keadaan tingkat kekeruhan air kolam. Pengujian dilakukan dengan memberikan inputan pada alat serta luaran yang dihasilkan dapat menampilkan data informasi kekeruhan melalui LCD. Dari hasil pengukuran alat pendeteksi kekeruhan air pada bioflok ikan lele disimpulkan jika kekeruhan air kolam ikan lele bernilai kurang dari 20 NTU dinyatakan air kolam dalam keadaan jernih. Kemudian jika kekeruhan air kolam ikan lele lebih dari 20 sampai dengan kurang dari 50 NTU dinyatakan air kolam dalam keadaan sedang. Namun sebaliknya, Jika kekeruhan air kolam ikan lele bernilai lebih dari 50 NTU dinyatakan air kolam ikan lele dalam keadaan keruh. Alat yang telah dirancang dapat berfungsi dan memberikan informasi mengenai kualitas air kolam ikan lele sistem bioflok dimana kualitas air kolam pada kelompok Tani Al-Hidayah di Desa Bulontala Timur masih tergolong baik sesuai dengan standarisasi kualitas air untuk ikan lele.

**Kata Kunci:** *Bioflok, Kekeruhan Air, Sensor Turbidity*

**Abstract**–The purpose of this research is to build a water turbidity detection tool in Arduino Uno-based catfish bioflocs. Catfish cultivation managed by the Al-Hidayah Farmer group in East Bulontala Village is recommended to pay attention to the turbidity of the water in the catfish pond because of the large number of particles and suspended substances in the pond water that can cause catfish growth to be inhibited. The construction of a water turbidity detection device in catfish Bioflocs is expected to improve catfish growth. This research focuses on six samples of catfish pond water with three states of pond water turbidity. Testing is done by giving input to the tool and the resulting output can display turbidity information data through the LCD. From the measurement results of the water turbidity detection device on the catfish biofloc, it is concluded that if the turbidity of the catfish pond water is less than 20 NTU, the pond water is declared clear. Then if the turbidity of the catfish pond water is more than 20 to less than 50 NTU, the pond water is declared in a moderate state. On the other hand, if the turbidity of the catfish pond water is more than 50 NTU, the catfish pond water is declared turbid. The tool that has been designed can function and provide information about the water quality of the biofloc system catfish pond where the water quality of the pond in the Al-Hidayah Farmer group in East Bulontala Village is still relatively good in accordance with the standardization of water quality for fish.

**Keywords:** *Bioflok; water turbidity; turbidity sensor*

### 1. PENDAHULUAN

Sumber energi terbarukan salah satunya adalah air. Sumber air yang melimpah dapat menjadi peluang usaha sampingan masyarakat. Karena Ikan merupakan salah satu sumber bahan pangan penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi manusia yang mengandung nutrisi yang baik untuk tubuh dan mudah dicerna oleh tubuh [1]. Perubahan iklim, degradasi lingkungan, pembangunan dan ledakan populasi merupakan tantangan untuk mencapai ketahanan pangan dan perlu diantisipasi. Karena secara langsung akan menyebabkan berkurangnya pasokan kebutuhan pangan masyarakat. Maka pada Kelompok Tani Al-Hidayah yang ada di Desa Bulontala Timur, Kec. Suwawa Selatan, Kab. Bone Bolango, Provinsi Gorontalo telah membuat budidaya ikan lele, akan tetapi mereka terkendala pada kekeruhan air di kolam ikan lele yang merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi

keberhasilan budidaya mereka. Jika terjadi kekeruhan air, pantulan sinar matahari ke permukaan air tidak begitu efektif sampai ke dalam kolam yang menyebabkan fotosintesis tidak sempurna karena terhalang oleh zat tersuspensi, maka akan menyebabkan kematian pada ikan akan meningkat [2][3]. Pada Kelompok Tani Al-Hidayah yang melakukan kegiatan budidaya ikan lele air tawar menggunakan sistem bioflok dengan diameter kolam 3 mm dengan kedalaman kolam 1 meter.

Dalam budidaya ikan lele, sistem bioflok biologis sangat penting memperhatikan kekeruhan air, karena dapat mempengaruhi pertumbuhan setiap organisme. Kualitas air merupakan parameter utama dalam keberhasilan usaha budidaya perikanan [4], Oleh karena itu, diperlukan sistem pengukuran kualitas air yang baik agar dapat memantau kualitas air kolam. Maka, sangat penting untuk mengurangi kekeruhan air kolam melalui metode pembersihan yang teratur. Perlu diperhatikan pemberian pakan yang tepat agar pakan tersebut habis dimakan oleh ikan tidak tersisa pada kolam. Ikan lele mempunyai nafsu makan yang banyak tetapi bila berlebihan ikan lele akan mengeluarkan sisa makanan bila mengalami tekanan pikiran, sisa makanan inilah yang menyebabkan kolam jadi bau atau keruh. Adapun batas kekeruhan kualitas air yang baik dalam budidaya ikan lele menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01- 6484.5-2002 adalah 0-50 NTU [5].

Penelitian yang dilakukan [6] melakukan riset tentang kekeruhan air pada akuarium ikan arwana berbasis internet of things. Sensor Turbidity digunakan sebagai pengukur kekeruhan pada air kolam dan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama dalam perangkat sistem ini. Dalam penelitian ini pengujian dengan membagi tiga kondisi, yaitu kondisi pertama adalah air sangat baik (tidak keruh) Kondisi perairan kedua agak teduh atau sedikit keruh, Selanjutnya pada kondisi ketiga, air diperkirakan sangat mendukung (keruh). Penelitian yang dilakukan [7] menguji tentang sistem alat ukur turbidity untuk pemeriksaan dan menganalisa kualitas air bergantung pada Arduino Uno memanfaatkan sensor dari dioda laser dengan frekuensi 650 nm dan fotodiode TSL250 sebagai detektor. Perangkat bekerja sesuai dengan banyaknya zat tersuspensi dalam air, pada posisi TSL250 adalah 90° tentang cahaya yang muncul dari dioda laser, di sebut dengan nephelometric. Batas perhitungan yang bisa dikerjakan oleh alat ini yaitu 0-150 NTU. Terlebih lagi daya resolusi alat ini adalah 0,17 NTU.

Penelitian yang dilakukan [8] melakukan pengujian dengan menggunakan sensor LDR dan sensor turbidity membagi tiga tingkatan kekeruhan. Percobaan pada tingkat kekeruhan pertama adalah nilai kurang dari 153 penanda hingga LED hijau hidup, air dinyatakan belum keruh. Percobaan pada tingkat kekeruhan kedua, apabila nilai melebihi dari 154 dan nilai kurang dari 158 maka penanda LED kuning hidup, air sedikit keruh. Lalu percobaan pada tingkat kekeruhan terakhir hasilnya dinyatakan air keruh dan LED merah hidup pada nilai lebih dari 159. Dengan asumsi nilainya melebihi 154 dan nilai kurang dari 158 sampai penanda kuning menyala, air seharusnya sedikit teduh. Pada penelitian yang dilakukan [9] tentang sistem monitoring informasi kualitas air dan kekeruhan air tambak berbasis internet of things. Penelitian ini menggunakan dua sensor agar lebih akurat dalam melihat kondisi tambak yaitu TDS METER dan SEN0189 dengan menggunakan mikrokontroler nodemcu sebagai pengendali utama dan pengirim informasi keadaan air secara online ke aplikasi Blynk.

Dari hasil pengujian yang di tampilkan alat ini dapat menampilkan data kualitas air dalam satuan ppm dan data kekeruhan air dalam satuan mg/l, rata-rata sensor mendapatkan data untuk kedua sampel air tambak dengan nilai yang tinggi, sedangkan sampel air sumur lebih rendah. Dari hasil pengamatan dengan melihat referensi-referensi sebelumnya, Maka diperlukan suatu sistem pengendalian kualitas air pada kolam air kolam ikan lele yang baik agar mengurangi terjadinya kekeruhan. Perangkat sistem ini menggunakan sensor turbidity yang dapat membaca dan mengukur tingkat kekeruhan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas air yang bersih pada kolam bioflok ikan lele.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ikan Lele Kolam Bioflok

Ikan lele adalah makhluk hidup yang berkembang biak di perairan yang tawar dan banyak digemari oleh masyarakat. Pada umumnya, Orang Indonesia atau orang asing, karena rasa lele yang gurih, daging yang lembut, serta bisa disajikan dalam berbagai bentuk hidangan. Pengembangan ikan lele sebagian besar dibagi menjadi dua jenis, yaitu pembibitan dan pengembangan. Dua cara yang berbeda ini memerlukan pertimbangan yang sulit, mulai dari pembibitan dan pengembangan (pembesaran) Berikutnya adalah tahapan inkubasi dan amplifikasi lele:

1. Proses Pembibitan atau inseminasi ikan Lele (pembenihan).
2. Pengembangan atau pembesaran Ikan Lele.

Dalam memenuhi kapasitasnya sebagai sarana bagi ikan untuk berkembang, air harus memenuhi pedoman kualitas tertentu. Standar ini mengingat komponen aktual untuk jenis sifat aktual air seperti suhu, kekeruhan, konsistensi kekentalan, cahaya, suara, getaran, dan gravitasi eksplisit. Komponen zat sebagai sifat sintetik air, misalnya pH, Kadar oksigen terlarut, pemecahan karbon dioksida, alkalinitas dan lain-lain. Adapun batas kekeruhan kualitas air yang baik dalam budi daya ikan adalah 0- 50 NTU [10].

## 2.2. Teknik Bioflok

Bioflok adalah mikroorganisme bakteri pengembangan ikan lele. Budidaya ikan lele teknik bioflok adalah teknik budidaya ikan lele dengan penambahan bakteri heterotrof pada pakan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi pakan alami [11]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa budidaya ikan lele dengan teknik bioflok memberikan hasil yang lebih maksimal daripada teknik konvensional [12].

## 2.3. Arduino Uno

Arduino Uno digunakan sebagai perangkat pengontrol yang menggunakan mikrokontroler ATmega328 (Gambar 1), memiliki 14 pin digital input dan 6 dapat digunakan sebagai output PWM, 6 pin analog input, Osilator kristal 16 MHz. Arus DC 40 mA per pin I/O. sedangkan arus DC 3.3 V pin 50 mA, sebuah konektor USB [13][14].



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino Uno.

## 2.4. Sensor Kekeruhan (*Turbidity Sensor*)

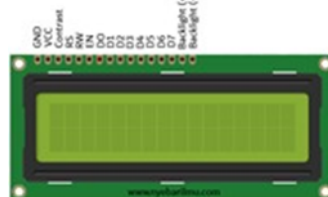
Turbidity atau kekeruhan, digunakan untuk menyatakan derajat kejernihan di dalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang, kekeruhan ini biasanya terdiri dari partikel organik maupun anorganik. Pengukuran kekeruhan ini adalah merupakan test kunci dari suatu kualitas air. Nephelometric Turbidity Unit (NTU) adalah satuan ukuran untuk kekeruhan air (Gambar 2). Sensor berfungsi mengukur tingkat kekeruhan dengan tujuan mengetahui kualitas air yang bersih dan jernih. Dengan adanya sensor kekeruhan, semakin tinggi kekeruhan air maka tanggapan keluaran sensor akan semakin berubah [15].



Gambar 2. Sensor Turbidity DFROBOT SEN0189

## 2.5. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah Suatu jenis perangkat sistem untuk menampilkan data informasi ke dalam bentuk huruf, angka, grafik atau simbol-simbol lainnya. LCD adalah salah satu display elektronika yang dibuat dengan CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari backlit (Gambar 3). Jumlah karakter yang dapat ditampilkan oleh sebuah LCD tergantung dari spesifikasi yang dimiliki [16].



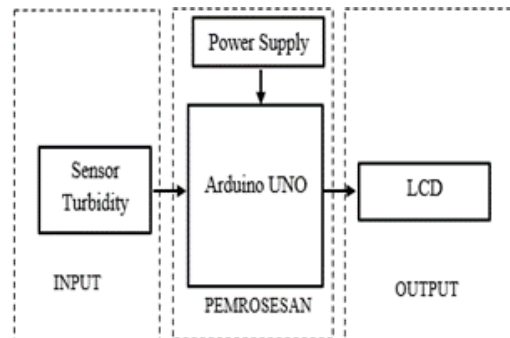
Gambar 3. LCD 16×2 Character

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif eksperimen yaitu melakukan pengujian serta memberikan masukan sebagai input pada perangkat sistem yang dirancang serta dapat mengolah dan mengamati keluaran (output) yang dihasilkan melalui tampilan data informasi.

Berdasarkan permasalahan di atas maka peneliti berinisiatif untuk merancang suatu perangkat sistem pendeteksi kekeruhan air berbasis Arduino Uno pada bioflok ikan lele di Desa Bulontala Timur, Kec. Suwawa Selatan, Kab. Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Perangkat sistem ini menggunakan sensor kekeruhan (turbidity) yang fungsinya untuk mendeteksi dan mengukur tingkat kekeruhan air pada bioflok ikan lele berbasis Arduino Uno.

#### 3.1 Perancangan Alat



**Gambar 4.** Diagram Blok Rangkaian Pendeteksi Kekeruhan Air.

Dari Gambar 4 dapat dijelaskan fungsi dari sistem perangkat pendeteksi kekeruhan air pada sistem bioflok ikan lele:

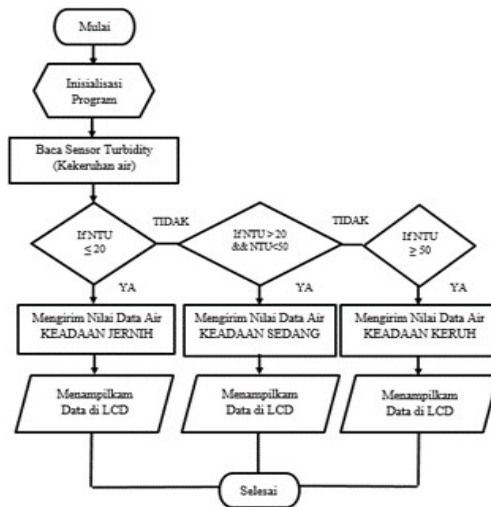
1. Arduino Uno, berfungsi sebagai pengendali utama yang bersifat sumber terbuka (open source), dan Arduino Uno merupakan perangkat keras yang memproses dan mengkonversi data.
2. Sensor Turbidity, berfungsi sebagai detektor tingkat kekeruhan pada air kolam ikan lele dengan tujuan untuk mengetahui kualitas air yang bersih (tidak keruh). Sensor tersebut akan memasukan data ke Arduino Uno dan kemudian datanya ditampilkan melalui LCD.
3. LCD, berfungsi sebagai luaran untuk menampilkan data informasi dari keruhnya air kolam.

#### 3.2. Komponen Kebutuhan

Komponen utama dalam membuat perangkat pendeteksi kekeruhan air pada bioflok ikan lele adalah:

1. Alat yang di gunakan :
  - a. Kabel jumper.
  - b. Laptop Acer Aspire ES 11 ES1-132-C1LL
  - c. Obeng
2. Bahan Yang Di Gunakan :
  - b. Arduino Uno
  - c. Sensor Kekeruhan (Turbidity Sensor) DFROBOT SEN0189.
  - d. LCD (Liquid Crystal Display) Karakter 16x2 I2C
3. Software Yang Digunakan : Software Arduino IDE

### 3.3. Diagram Alir Program



Gambar 5. Diagram Alir Sistem Pendeteksi Kekeruhan Air Pada Bioflok Ikan Lele Berbasis Arduino Uno

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Tahapan Pengujian

Dari hasil pembuatan sistem perangkat pendeteksi kekeruhan/perubahan warna air pada kolam sistem bioflok ikan air tawar dalam hal ini ikan lele dengan menggunakan Arduino Uno (Gambar 5), maka data sensor akan ditampilkan melalui LCD. Dalam melakukan pengujian perangkat sistem pendeteksi kekeruhan air pada kolam bioflok yang sudah jadi disimpan dalam satu tempat kotak yang sudah disediakan dan dilengkapi Sensor Turbidity (DFROBOT SEN0189) dilengkapi dengan LCD dan Arduino Uno, Sensor Turbidity dicelupkan diatas permukaan air pada kolam bioflok ikan lele (Gambar 6).



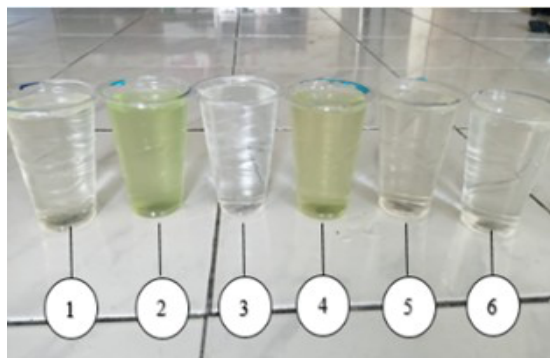
Gambar 6. Alat Pendeteksi Kekeruhan Air



Gambar 7. Pengujian Alat pada sampel air kolam ikan lele Di Desa Bulontala Timur

Tahapan pengujian sampel pada air kolam ikan lele dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:

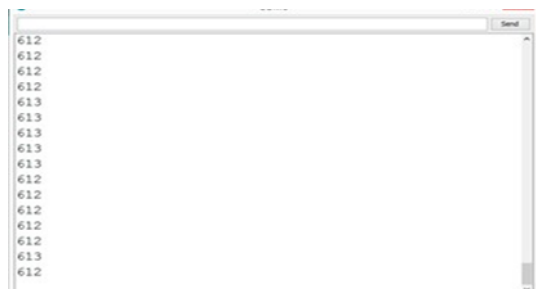
1. Persiapan pengukuran di antaranya mempersiapkan alat yang di rancang apakah berfungsi dengan baik.
2. Penentuan titik pengukuran sensor turbidity disesuaikan dengan keadaan objek.
3. Air kolam ikan lele di aduk serta kotoran dan zat-zat yang tersuspensi dari dasar kolam sampai naik di atas permukaan air maka sensor turbidity dengan mudah mengukur tingkat kualitas air pada kolam ikan lele. Dengan menggunakan Arduino uno sebagai pengendali dalam menerima inputan dari sensor turbidity.
4. Pengambilan sampel air kolam (Gambar 7) dan Pengujian sampel air yang telah diambil kemudian diukur yang terdiri dari 6 (enam) kolam ikan lele (Gambar 8), nilai dari sensor yang didapatkan kemudian dikirimkan ke perangkat LCD berupa tampilan nilai kekeruhan (NTU) dijadikan sebagai satuan tingkat kekeruhan air pada kolam ikan lele dan tegangan sensor serta memberikan informasi dari kondisi atau keadaan pada air kolam ikan lele. dari sampel air kolam ikan lele yang diuji mendapatkan nilai tingkat kekeruhan sesuai dengan program yang telah di buat.
5. Dari hasil pengukuran beberapa sampel tingkat kekeruhan yang didapatkan berbeda hasilnya.



Gambar 8. Sampel Air Kolam Ikan Lele yang diuji Berdasarkan Keadaan (1) Sedang, (2) Keruh, (3) Jernih, (4) Keruh, (5) Sedang, (6) Jernih.

#### 4.2. Pengujian Sensor Turbidity

Pada pengujian sensor kekeruhan air dapat menampilkan nilai kekeruhan air dengan menggunakan fasilitas Serial Monitor pada program IDE Arduino, dimana pada bagian tampilan loop menampilkan data atau membaca nilai analog dari sensor sebesar 612 artinya sensor belum menerima intensitas cahaya (Gambar 9).



Gambar 9. Tampilan Nilai Analog Sensor Turbidity Pada Serial Monitor

#### 4.3. Hasil Pengujian Sistem

Dari hasil pengujian pada Tabel 1 menjelaskan mengenai hasil percobaan dari perangkat sistem yang dirancang khusus untuk mengukur tingkat kekeruhan air pada kolam ikan lele bahwa setiap sampel air kolam tingkat kekeruhannya berbeda.

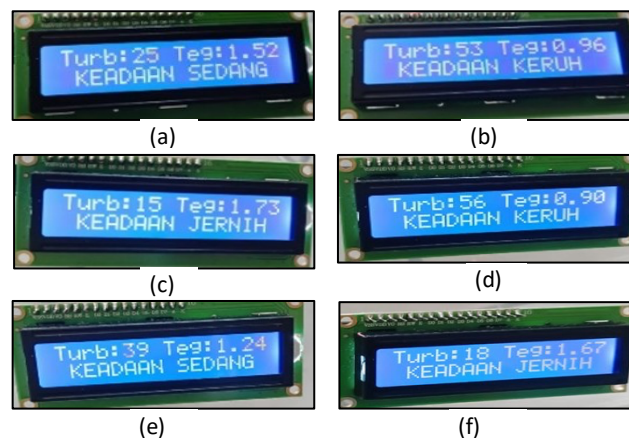
Tabel 1. Hasil Pengujian Rangkaian Keseluruhan Perangkat Sistem Pendeteksi Kekeruhan Air Pada Kolam Bioflok.

No.	Jenis Sample Air Kolam Ikan Lele	Tegangan (Volt)	Nilai kekeruhan Air (NTU)	Keterangan
1	Air Kolam 1	1,52	25	Keadaan Sedang
2	Air Kolam 2	0,96	53	Keadaan Keruh
3	Air Kolam 3	1,73	15	Keadaan Jernih
4	Air Kolam 4	0,90	56	Keadaan Keruh

5	Air Kolam 5	1,24	39	Keadaan Sedang
6	Air Kolam 6	1,67	18	Keadaan Jernih

Data yang diperoleh bisa berubah menjadi lebih besar dan atau lebih kecil tergantung dari keadaan air pada kolam ikan lele. Hasil pengujian di tampilkan di LCD adalah sebagai berikut (*Gambar 10*):

- Pengujian pertama pada sampel air kolam ikan lele (*Gambar 10.a*) hasil yang didapatkan yaitu bernilai 25 NTU dan tegangan 1,52 Volt dengan keterangan air kolam ikan lele dalam keadaan sedang artinya air pada kolam ikan lele masih layak digunakan.
- Pengujian kedua pada sampel air kolam ikan lele (*Gambar 10.b*) hasil yang didapatkan tingkat kekeruhan yaitu bernilai 53 NTU dengan tegangan bekerja pada nilai 0,96 Volt dengan keterangan air kolam ikan lele dalam keadaan keruh telah melebihi Standar dari kekeruhan air ikan lele artinya pada air kolam ikan lele tidak layak digunakan.
- Pengujian ketiga pada sampel air kolam ikan lele (*Gambar 10.c*) hasil yang didapatkan tingkat kekeruhan yaitu bernilai 15 NTU dan tegangan 1,73 Volt dengan keterangan air kolam ikan lele dalam keadaan jernih artinya air pada kolam ikan lele masih layak digunakan.
- Pengujian keempat pada sampel air kolam ikan lele (*Gambar 10.d*) hasil yang didapatkan tingkat kekeruhan bernilai 56 NTU dan tegangan bekerja pada nilai mencapai 0,90 Volt dengan keterangan air kolam ikan lele dalam keadaan keruh dan telah melebihi Standar dari kekeruhan air kolam ikan lele artinya air tidak layak digunakan.
- Pengujian kelima pada sampel air kolam ikan lele (*Gambar 10.e*) hasil yang didapatkan tingkat kekeruhan yang diterima bernilai 39 NTU dengan tegangan bekerja pada nilai 1,24 Volt dengan keterangan air kolam ikan lele dalam keadaan sedang artinya air kolam ikan lele masih layak digunakan.
- Pengujian keenam pada sampel air kolam ikan lele (*Gambar 10.f*) hasil yang didapatkan adalah tingkat kekeruhan bernilai 18 NTU dengan tegangan yaitu 1,67 Volt dengan keterangan air kolam ikan lele dalam keadaan jernih artinya air masih layak digunakan.



**Gambar 10.** Hasil Pengujian Pada Sampel Air Kolam Ikan Lele Pertama (a), kedua (b), ketiga (c), keempat (d), kelima (e), dan keenam (f).

Jika semakin tinggi nilai kekeruhan (NTU), menunjukkan air semakin keruh dan pada nilai tegangan sensor yang dihasilkan sangat rendah. Namun sebaliknya, jika semakin rendah nilai kekeruhan (NTU), menunjukkan air jernih dan pada nilai tegangan sensor yang dihasilkan sangat tinggi. Maka dari itu, penulis menganalisa dari hasil pengujian ini sesuai bahwa alat yang telah dirancang dapat berfungsi dan memberikan informasi mengenai kualitas air pada kolam ikan lele pada kelompok Tani Al-Hidayah di Desa Bulontala Timur masih tergolong baik sesuai dengan standarisasi kualitas air yang baik untuk budidaya ikan lele.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan pengujian perangkat sistem pendeteksi kekeruhan air pada bioflok ikan lele berbasis Arduino Uno di Desa Bulontala Timur maka dapat disimpulkan bahwa:

- Jika kekeruhan air kolam ikan lele bernilai kurang dari 20 NTU dinyatakan dalam keadaan air jernih artinya air kolam ikan lele masih layak digunakan. Jika kekeruhan air kolam ikan lele bernilai 21 NTU sampai dengan 50 NTU dinyatakan dalam keadaan Sedang artinya air kolam ikan lele masih layak digunakan. Jika kekeruhan air kolam bernilai lebih dari 50 NTU dinyatakan dalam keadaan keruh artinya air tidak layak digunakan.
- Jika semakin tinggi nilai kekeruhan (NTU), menunjukkan air semakin keruh dan pada nilai tegangan sensor yang dihasilkan sangat rendah. Namun sebaliknya, jika semakin rendah nilai kekeruhan (NTU), menunjukkan air jernih dan pada nilai tegangan sensor yang dihasilkan sangat tinggi.

3. Hasil pengujian alat yang telah dirancang dapat berfungsi dan memberikan informasi mengenai kualitas air kolam ikan lele sistem bioflok pada kelompok Tani Al-Hidayah di Desa Bulontala Timur masih tergolong baik sesuai dengan standarisasi kualitas air untuk ikan lele.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Andhikawati, J. Junianto, R. Permana, and Y. Oktavia, "Review: Komposisi Gizi Ikan Terhadap Kesehatan Tubuh Manusia," *Marinade*, vol. 4, no. 02, pp. 76–84, 2021, doi: 10.31629/marinade.v4i02.3871.
- [2] Modesta R. Maturbongs, "PENGARUH TINGKAT KEKERUHAN PERAIRAN TERHADAP KOMPOSISI SPESIES MAKRO ALGAE KAITANNYA DENGAN PROSES UPWELLING PADA PERAIRAN RUTONG-LEAHARI," vol. 5, no. 1, pp. 21–31, 2015.
- [3] A. Wali, L. Ode, and A. Afu, "KONDISI LAMUN BERDASARKAN DISTRIBUSI SPASIAL TOTAL SUSPENDED SOLID ( TSS ) DI PERAIRAN DESA TANJUNG TIRAM KABUPATEN KONAWA SELATAN Seagrass Conditions Based on Spatial Distribution of Total Suspended Solid ( TSS ) in Tanjung Tiram , South Konawe Regency," *Sapa Laut*, vol. 4, no. 2, pp. 61–68, 2019.
- [4] I. N. Elba Lintang, Firdaus, "SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA KOLAM IKAN BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN KOMUNIKASI ZIGBEE," *Pros. SNATIF Ke-4 Tahun 2017*, pp. 153–160, 2017.
- [5] M. Zuhdan, "Sistem Monitoring Data Kekерuhan Air Pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT," 2021.
- [6] R. N. Hidayat, "Perancangan Sistem Deteksi Kekерuhan Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis IoT," *KONSTELASI Konvergensi Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 391–401, 2021, doi: 10.24002/konstelasi.v1i2.4260.
- [7] A. Hidayat, S. Suryadi, and D. Yendrial, "Pengontrolan Level Air Dan Pendeteksi Kekерuhan Kolam Ikan Berbasis Mikrokontroler," *Elektron J. Ilm.*, vol. 9, no. 1, pp. 7–10, 2017, doi: 10.30630/eji.9.1.79.
- [8] F. A. F. Mohammad Alfan Ikhsan, Mochtar Yahya, "PENDETEKSI KEKERUHAN AIR DI TANDON RUMAH BERBASIS ARDUINO UNO," vol. 8, no. 21, pp. 1–9, 2018.
- [9] S. Melangi, M. Asri, and S. A. Hulukati, "Sistem Monitoring Informasi Kualitas dan Kekерuhan Air Tambak Berbasis Internet of Things," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 77–82, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i1.12061.
- [10] M. N. Amelia, "Sistem Monitoring Budidaya Ikan Lele Teknik Bioflok Berdasarkan Suhu dan PH Air," p. 75, 2018.
- [11] Y. Avnimelech, M. Verdegem, M. Kurup, and P. Keshavanath, "Sustainable Land-based Aquaculture: Rational Utilization of Water, Land and Feed Resources," *Mediterr. Aquac. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–54, 2008, doi: 10.21608/maj.2008.2663.
- [12] MN Abulias, DR Utarini SR, and ET Winarni, "Manajemen Kualitas Media Pendederan Lele Pada Lahan Terbatas Dengan Teknik Bioflok," *J. MIPA*, vol. 37, no. 1, pp. 16–21, 2014.
- [13] K. W. Humaidillah, *Modul Belajar Arduino Uno*. Jombang: LPPM UNHASY Tebuireng Jombang, 2019.
- [14] Moh. Yasir, Y. Aril Mustofa, and A. Bode, "Pendeteksi Kebocoran Tabung LPG Melalui SMS Gateway Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 121–126, Nov. 2018, doi: 10.15408/jti.v11i2.7512.
- [15] R. A. Wadu, Y. S. B. Ada, and I. U. Panggalo, "Rancang Bangun Sistem Sirkulasi Air Pada Akuarium/ Bak Ikan Air Tawar Berdasarkan Kekерuhan Air Secara Otomatis," *J. Ilm. FLASH*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [16] L. A. Subagyo and B. Suprianto, "Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 3, pp. 213–221, 2017.