

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR, SUHU DAN KEKERUAHAN AIR PADA BUDIDAYA IKAN LELE

Amonio Giawa^{1(*)}, R. Tommy Gumelar², Diana Yusuf³

^{1,2,3} Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan, Jakarta

Abstract

Cultivating catfish is one of the popular fishery farming activities in Indonesia. Catfish is one of the many fish chosen for cultivation because it has a fast growth rate and can live in various air conditions. However, there are several obstacles or loss factors if not addressed quickly, such as if the air level occurs, changes in temperature conditions and also the level of air turbidity which is also not released is always reviewed regularly. This study uses a prototype method that uses system development from pre-existing systems, this writing covers the design and manufacture of hardware and software with the right detection development algorithm. Aims to produce or create a microcontroller-based system that has the ability to detect air level, temperature and air turbidity in ponds with the hope of being able to minimize the risk of losses caused by air conditions in catfish ponds. The system is equipped with an air level detector using an ultrasonic sensor, and is equipped with a DS18B20 sensor which can detect air temperature and a turbidity sensor which is used to detect the level of air turbidity and of course this system is also equipped with a microcontroller to process data from sensors used as input. The output of the air level monitoring system is an LED with red, yellow and green colors, as well as a buzzer as a marker of air level in catfish ponds. The monitoring system for temperature and also turbidity in water pools is a notification system using an I2C LCD that displays readings of sensor values. The monitoring tool has been successfully tested and is expected to be useful for increasing catfish farming results.

Kata Kunci: *Arduino Nano, DS18B20 Sensor, Turbidity Sensor*

Januari – Juni 2022, Vol 3 (1) : hlm 35-46
©2022 Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan.
All rights reserved.

(*) Korespondensi: amoniogiawa51@gmail.com (Amonio Giawa)

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sektor perikanan yang krusial dalam ekonominya, termasuk budidaya ikan lele sebagai salah satu fokusnya. Budidaya ikan lele telah menjadi kegiatan pertanian perikanan populer di Indonesia karena pertumbuhannya yang cepat dan kemampuannya untuk hidup dalam berbagai kondisi air. Ikan lele, sebagai ikan air tawar, memiliki pertumbuhan yang cepat dan nilai ekonomi tinggi sebagai bahan baku makanan.

Dalam konteks pertumbuhan populasi manusia yang terus meningkat, kebutuhan akan sumber pangan, termasuk ikan, semakin meningkat. Budidaya ikan lele telah diakui sebagai solusi potensial untuk memenuhi kebutuhan ini, karena pertumbuhannya yang cepat dan perawatannya yang relatif sederhana. Namun, ada berbagai faktor lingkungan seperti ketinggian air, suhu, dan kekeruhan air yang berperan penting dalam kesehatan dan pertumbuhan ikan. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan stres, penyakit, bahkan kematian pada ikan lele.

Sebuah survei di kolam peternakan ikan lele "Mang Ato Jenggot" di Bojong Renged, Tangerang, telah mengidentifikasi bahwa monitoring faktor-faktor lingkungan ini menjadi kunci penting dalam keberhasilan budidaya ikan lele. Monitoring manual oleh peternak membutuhkan upaya, waktu, dan biaya yang besar. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan sistem monitoring otomatis yang dapat melakukan pengukuran periodik dan memberikan notifikasi otomatis saat ada perubahan signifikan.

Dalam hal ini, teknologi sensor ultrasonik menjadi pilihan untuk monitoring ketinggian air. Teknologi ini memanfaatkan gelombang suara frekuensi tinggi untuk berbagai aplikasi. Pengembangan sistem kontrol dan monitoring untuk mendeteksi tinggi rendahnya ketinggian air pada kolam ikan lele menggunakan sensor ketinggian air, Arduino dan GSM bertujuan untuk memberikan kemudahan kepada karyawan pembudidaya ikan lele dengan mengirimkan notifikasi SMS mengenai ketinggian air di tambak (Arsanto & Febrianto.,2021).

Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air, sementara sensor turbidity digunakan untuk mengukur kekeruhan air. Arduino Nano berperan sebagai otak sistem, yang membaca data dari sensor-sensor tersebut dan mengambil tindakan sesuai jika terjadi perubahan nilai yang signifikan.

Sebelumnya, penelitian juga telah mencoba berbagai pendekatan untuk mengatasi tantangan dalam budidaya ikan lele. Penggunaan sensor LDR untuk mengukur kekeruhan dan sensor Ultrasonic untuk mengukur volume air yang diuji di akuarium dan mencapai tingkat akurasi 85,71% (Heri K et al., 2021). Penelitian lain, menggunakan modul RTC untuk penjadwalan waktu dan motor DC untuk menyalurkan umpan berdasarkan berat dan jumlah ikan yang beroperasi tiga kali sehari dan telah berhasil diuji. (Safrianti et al., 2019).

Berdasarkan penelitian peningkatkan kualitas hasil panennya tanpa harus terus menerus diamati, Sensor pH mengukur keasaman air, dan datanya dapat dipantau melalui perangkat Android melalui Bluetooth dan terbukti efektif dalam memantau pH air pada budidaya ikan lele. (Umar & Thamri.,2018). Sistem untuk mengotomatisasi pemantauan dan kontrol tingkat pH dan suhu di kolam pembibitan

ikan lele yang mana data ditampilkan pada layar LCD dan dapat diakses melalui antarmuka web dan terbukti berhasil dalam memantau dan mengendalikan kondisi air. (Ghulam Imaduddin dan Andi Saprizal.,2017).

Mengingat potensi manfaat dan kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring ketinggian air, suhu, dan kekeruhan pada budidaya ikan lele. Dengan penggunaan sensor ultrasonik, DS18B20, turbidity, dan Arduino, diharapkan bahwa sistem ini dapat mengoptimalkan pengelolaan budidaya ikan lele, meningkatkan produktivitas, dan pada akhirnya memberikan dampak positif terhadap kesejahteraan petani ikan lele.

METODE

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah awal dalam penelitian yang bertujuan untuk menghimpun informasi yang relevan guna menjawab pertanyaan penelitian atau mencapai tujuan tertentu. Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui beberapa metode:

1. **Metode Observasi** Metode observasi digunakan untuk memerhatikan dan mempelajari kondisi serta permasalahan yang sering muncul dalam peternakan ikan lele, terutama berkaitan dengan kualitas air.
2. **Metode Wawancara** Peneliti melakukan wawancara langsung dengan pemangku kepentingan, khususnya pemilik peternakan ikan lele yang menjadi fokus penelitian. Wawancara mendalam ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan dan informasi langsung dari sumber yang relevan.
3. **Studi Pustaka** Dalam penelitian ini, dokumen seperti foto, gambar, dan diagram alur sistem digunakan sebagai pendukung. Hasil observasi dan wawancara akan lebih kredibel jika didukung oleh dokumentasi visual seperti foto-foto yang relevan.

B. Identifikasi Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan tahap penting dalam pengembangan prototipe. Pada tahap ini, peneliti mendalam memahami masalah yang ingin dipecahkan dan kebutuhan pengguna yang ingin dipenuhi melalui prototipe yang dikembangkan.

C. Perancangan Prototipe

Perancangan prototipe menjadi langkah berikutnya dalam pendekatan ini. Peneliti merencanakan dan menggambarkan bagaimana prototipe akan tampil, berfungsi, dan memberikan solusi terhadap kebutuhan yang telah diidentifikasi. Ini melibatkan desain antarmuka, fitur-fitur, dan fungsionalitas yang akan diimplementasikan pada prototipe.

D. Implementasi Prototipe

Berdasarkan desain yang telah direncanakan, prototipe diimplementasikan. Ini mungkin melibatkan penggunaan perangkat lunak, perangkat keras, atau kombinasi keduanya, tergantung pada jenis penelitian yang dilakukan.

E. Pengujian Prototipe

Prototipe yang telah dibuat diuji untuk memastikan bahwa ia memenuhi kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pengujian ini meliputi pengujian fungsionalitas, antarmuka, kegunaan, dan lain-lain sesuai dengan kebutuhan penelitian.

F. Evaluasi dan Analisis Hasil

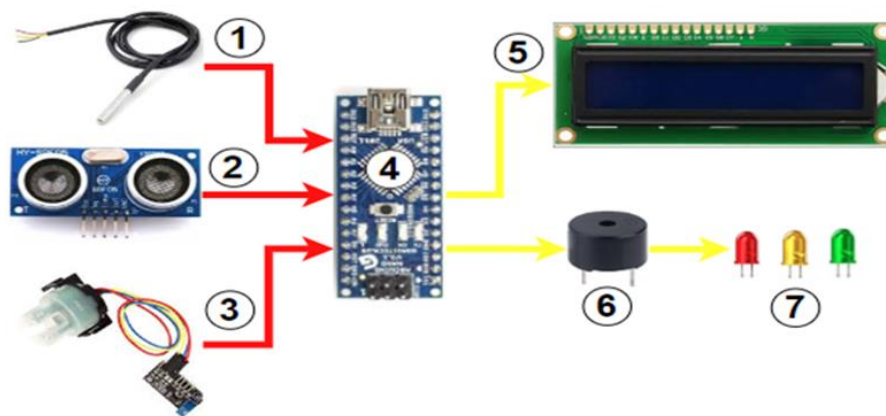
Setelah pengujian selesai, hasil pengujian dievaluasi dan dianalisis. Data yang dikumpulkan dianalisis ulang untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan prototipe. Analisis ini membantu dalam penyempurnaan prototipe sebelum mencapai versi final.

G. Iterasi dan Pengembangan Lanjutan

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis, dilakukan iterasi dan perbaikan pada prototipe. Umpan balik dari pengguna, pemangku kepentingan, atau anggota tim penelitian digunakan untuk meningkatkan desain dan fungsionalitas prototipe.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancang Bangun Alat



Gambar 1 – Perancangan Alat

Sember : Hasil Analisa Penulis

Pada bagian rancang bangun sistem, tahapan rancang bangun telah dilakukan dan sekarang akan dijelaskan rancang bangun sistem monitoring ketinggian air, suhu, dan kekeruhan air pada budidaya ikan lele. Berikut adalah gambaran tentang rancang bangun sistem ini:

- a. Sensor Suhu (Angka 1) Sensor suhu berfungsi sebagai input sinyal dalam sistem. Sensor ini mendeteksi suhu air di kolam ikan lele. Sensor suhu tahan air sehingga aman digunakan di dalam air. Data dari sensor suhu dikirim ke Arduino Nano (Angka 4) untuk diproses. Hasil pengolahan kemudian ditampilkan pada LCD (Angka 5), yang menunjukkan suhu air yang terdeteksi di kolam ikan lele.
- b. Sensor Ultrasonik (Angka 2) Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air. Sensor ini mengirimkan gelombang ultrasonik ke objek yang akan diukur, dalam hal ini air. Sinyal diproses oleh Arduino Nano (Angka 4) untuk mengontrol lampu LED dan buzzer. Berdasarkan analisis kebutuhan,

LED berwarna merah, kuning, dan hijau, serta buzzer, dapat menyala sesuai dengan kondisi tertentu yang diinginkan.

- c. Turbidity Sensor (Angka 3) Sensor kekeruhan air atau turbidity sensor digunakan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air. Sensor ini memiliki peran sebagai detektor kebersihan air dan akan diatur sesuai standar kebersihan kolam ikan lele. Output dari sensor ini diproses oleh Arduino Nano (Angka 4), dan hasilnya ditampilkan pada LCD (Angka 5) sebagai karakter yang mengindikasikan kebersihan air.
- d. LCD (Angka 5) LCD berfungsi sebagai output yang menampilkan hasil dari sensor suhu dan kekeruhan air. LCD ini memiliki area 2x16 karakter yang memungkinkan untuk menampilkan informasi dengan jelas.
- e. Buzzer dan LED Buzzer dan LED berfungsi sebagai indikator dari sensor ultrasonik. Buzzer akan menghasilkan suara sesuai dengan kondisi tertentu yang telah ditentukan, sedangkan LED akan menyala dengan berbagai warna (merah, kuning, hijau) sebagai tanda indikator tingkat air.

B. Penyusunan Algoritma dan Pemrograman

Penyusunan logika algoritma dan pemrograman itu sendiri terdiri dari logika yang disusun menggunakan bahasa arduino yang dasar bahasanya merupakan pengembangan dari bahasa C++ yang termasuk dalam kategori bahasa pemrograman terstruktur, dalam kasus ini dirasa perlu sedikit penjelasan mengenai kode logika yang dibangun penulis guna memberikan sedikit gambaran logika yang sudah penulis buat.

```
#include <Wire.h> //library I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //library LCD
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
OneWire pin_DS18B20(7);
DallasTemperature DS18B20(pin_DS18B20);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //address
//
unsigned long a,b,waktu1,waktu2;
//
int pin1=2;
int pin2=3;
int pin3=4;
int pin_buz=5;
//
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 8;
long durasi;
int jarak;
//
#define sensor_pin A0

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  DS18B20.begin();
  //
  pinMode(sensor_pin, INPUT);
  //
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  //
  pinMode(pin1, OUTPUT);
  pinMode(pin2, OUTPUT);
  pinMode(pin3, OUTPUT);
  pinMode(pin_buz, OUTPUT);
}

void loop() {
  waktu1=millis();
  //membaca sensor ultrasonik
  if ((waktu1-a)>=500){
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);

    durasi = pulseIn(echoPin, HIGH);
    jarak = durasi*0.034/2;

    if (jarak>=29){
      digitalWrite(pin3,LOW);
      digitalWrite(pin_buz,HIGH);
      digitalWrite(pin1,HIGH);
      digitalWrite(pin2,LOW);
    }
    else if ((jarak>=21)&&(jarak<=28)){
      digitalWrite(pin1,LOW);
      digitalWrite(pin2,HIGH);
      digitalWrite(pin3,LOW);
      digitalWrite(pin_buz,LOW);
    }
  }
  else if (jarak<20){
    digitalWrite(pin1,LOW);
    digitalWrite(pin2,LOW);
    digitalWrite(pin3,HIGH);
    digitalWrite(pin_buz,LOW);
  }
  else{
    digitalWrite(pin1,LOW);
    digitalWrite(pin2,LOW);
    digitalWrite(pin3,LOW);
    digitalWrite(pin_buz,LOW);
  }
  Serial.print("Jarak Terdeteksi: ");
  Serial.println(String(jarak) + " Cm");
  a=waktu1;
}
```

Gambar 2 - Kode Program Awal dan Sensor Ultrasonik

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Pada kode bagian awal ini terdapat beberapa variable yang difungsikan sebagai set awal pin dan kode ketinggian air.

```
// looping membaca sensor suhu
DS18B20.requestTemperatures();
float datasuhu = DS18B20.getTempCByIndex(0);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(datasuhu);
lcd.print(" Celsius");
Serial.println(datasuhu);
```

Gambar 3 - Kode Program Sensor DS18B20

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Selanjutnya kode sensor suhu yang berfungsi untuk sebagai mode pengkondisian suhu air yang sudah disesuaikan dengan logika yang dibutuhkan dalam perencanaan.

```
//membaca sensor kejernihan air
waktu2=millis();
if((waktu2-b)>=1000){
    int data = analogRead(sensor_pin);
    int turbidity = map(data, 0, 540, 100, 0);
    Serial.print("Kejernihan Air : ");
    Serial.println(String (turbidity) + " NTU");
    Serial.println(" ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(String (turbidity) + " NTU");
    delay(1000);

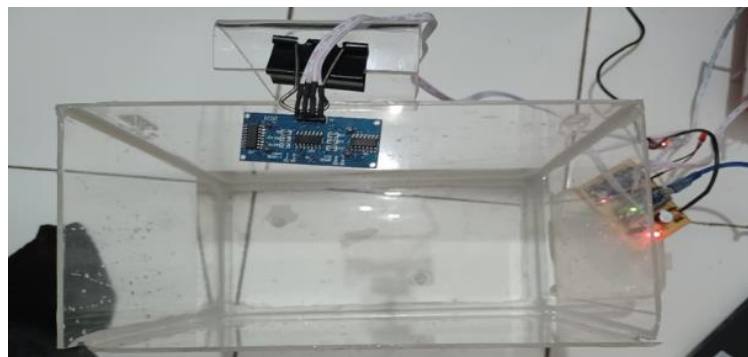
    b=waktu2;
}
}
```

Gambar 4 - Kode Program Turbidity Sensor

Sumber : Hasil Analisa Penulis

C. Pengujian Alat

1. Pengujian Sensor Ultrasonik



Gambar 5 - Pengujian Sensor Ultrasonik LED Merah

Sumber : Hasil Foto Penulis

Pada tahap pengujian ini sensor ultrasonik dengan ketinggian air lebih kecil atau sama dengan 29cm, maka sensor mendeteksi bahwasanya air dalam keadaan mulai kering dan memberikan sinyal ke arduino untuk memberikan intruksi nyalakan lampu warna merah sebagai indikasi kolam dalam keadaan air mulai kering.



Gambar 6 - Pengujian Sensor Ultrasonik LED Kuning

Sumber : Hasil Foto Penulis

Pada tahap pengujian ini sensor ultrasonik, diuji dengan kondisi air yang berada pada posisi kurang atau sama dengan 21cm dan lebih atau sama dengan 28cm lampu kuning menyala, keadaan seperti ini bisa diartikan sebagai siaga air yang mulai memasuki tahap mulai berkurang, sehingga sensor memberikan sinyal kepada arduino untuk segera memberikan sinyal kepada lampu kuning agar segera menyala.



Gambar 7 - Pengujian Sensor Ultrasonik LED Hijau

Sumber : Hasil Foto Penulis

Pada tahap pengujian ini sensor ultrasonik diarahkan pada air yang berjarak lebih dari 20cm ini menandakan wadah air dalam kondisi penuh dengan air, dengan begitu lampu hijau menyala.

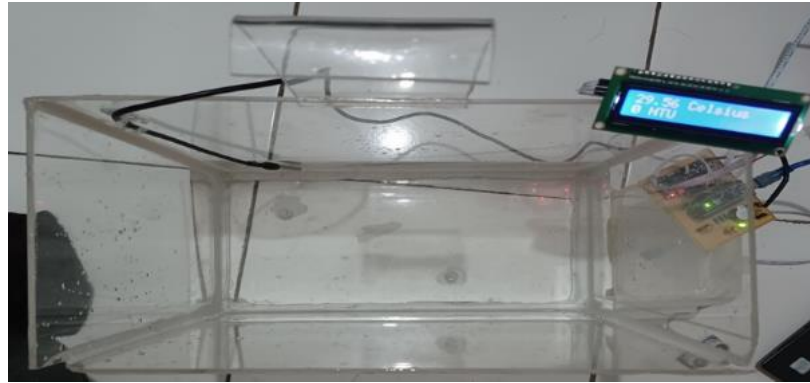
Tabel 1 – Jarak Pengujian Ultrasonik

NO	JARAK	HASIL
----	-------	-------

1	<20 cm	Lampu Hijau Menyala
2	>=21cm && <=28cm	Lampu Kuning Menyala
3	>29cm	Lampu Merah Menyala

Sumber : Hasil Analisa Penulis

2. Pengujian Sensor DS18B20



Gambar 8 - Pengujian Sensor Suhu

Sumber : Hasil foto Penulis

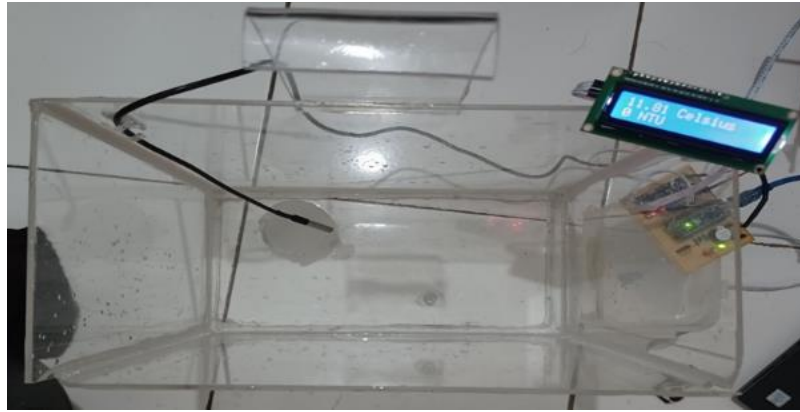
Pada tahap pengujian ini, penulis melakukan uji coba sensor suhu yang mana sensor suhu dicelupkan langsung ke dalam air yang belum dicampur air dingin dan air panas, sensor menunjukkan suhu di 29Celcius dan membuktikan sensor mampu bekerja didalam air dan tidak terjadi konslet.



Gambar 9 - Pengujian Sensor Suhu Dengan Air Hangat

Sumber : Hasil foto Penulis

Pada tahap pengujian ini, air dalam aquarium ditambahkan dengan air panas sehingga suhu pada air jadi meningkat, hal ini dilakukan guna memastikan sensor suhu dapat mendeteksi suhu air dalam kondisi panas.



Gambar 10 - Pengujian Sensor Suhu Dengan Air Dingin

Sumber : Hasil foto Penulis

Pada tahap pengujian ini, Pada tahap pengujian ini, air dalam aquarium ditambahkan dengan air dingin sehingga suhu pada air jadi menurun, hal ini dilakukan guna memastikan sensor suhu dapat mendeteksi suhu air dalam kondisi dingin. Pada tahap pengujian ini dapat disimpulkan dengan tabel di bawah ini :

Tabel 2 - Hasil Pengujian Sensor Suhu

NO	KONDISI AIR	HASIL
1	Air langsung dari galon	Berhasil
2	Air ditambah sedikit air panas	Berhasil
3	Air ditambahkan air dingin	Berhasil

Sumber : Hasil analisa Penulis

3. Pengujian Turbidity Sensor



Gambar 11 - Pengujian Turbidity Sensor Dengan Air Bersih

Sumber : Hasil Foto Penulis

Pada tahap pengujian ini merupakan bagian pengecekan dari sensor kekeruhan air, pada kasus ini air dalam kondisi belum dicampur air lainnya yang menimbulkan efek terhadap pendeteksian sensor kekeruhan, terdeteksi ada 1NTU terdeteksi, berarti air dalam kondisi sangat bersih, maka kemudian akan dilakukan serangkaian tes lagi dengan mencampurkan cairan yang bisa mempengaruhi nilai NTU dengan begitu barulah bisa kita ketahui tingkat kekeruhan yang dibutuhkan.



Gambar 12 - Pengujian Turbidity Sensor Dengan Air Kopi
Sumber : Hasil Foto Penulis

Pada tahap pengujian ini air pada gelas sudah ditambahkan air kopi hal ini dilakukan untuk menurunkan kadar kekeruhan air pada air yang terdapat pada aquarium pengujian, berikut ini hanya sedikit cairan kopi yang dicampurkan itu pun sudah sangat mempengaruhi sensor pendeteksi kekeruhan yang kemudian meningkatkan nilai NTU dari hasil baca sensor kekeruhan air. Terdapat nilai 29NTU pada layar LCD nilai ini kemudian menjadi indikator seberapa keruh air yang terdapat pada wadah air, dengan begitu penulis bisa mengatur tingkat kekeruhan air yang diinginkan.



Gambar 13 - Pengujian Turbidity Sensor dengan Air Kopi Lebih Banyak
Sumber : Hasil Foto penulis

Pada tahap pengujian ini hampir sama seperti pengujian sebelumnya dimana air dalam wadah ditambahkan dengan air kopi dengan kadar yang lebih banyak, dari hasil pengujian ini terjadilah perubahan nilai pada NTU atau nilai kekeruhan air, yang tercetak pada LCD dengan nilai 59NTU. Pada tahap pengujian ini dapat disimpulkan dengan tabel di bawah ini :

Tabel 3 - Hasil Pengujian Sensor Turbidity

NO.	KONDISI AIR	HASIL
1.	Sebelum ditambah air kopi	1NTU
2.	Ditambah sedikit air kopi	29NTU
3.	Ditambah banyak air kopi	59NTU

Sumber : Hasil Analisa Penulis

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Monitoring ketinggian air pada budidaya ikan lele dengan menggunakan sensor ultrasonik dapat berfungsi secara maksimal. Output dari monitoring ketinggian air dapat berfungsi dimana lampu berwarna hijau sebagai indikator air kolam dalam keadaan penuh, lampu LED berwarna kuning sebagai indikator air kolam mulai kering, dan juga dilengkapi dengan LED berwarna merah ini merupakan indikasi air kolam sudah sangat kering.
2. Monitoring suhu pada budidaya ikan lele menggunakan sensor DS18B20 dapat bekerja dalam air secara maksimal dengan menggunakan LCD sebagai pencetak nilai hasil baca dari sensor DS18B20.
3. Alat monitoring kekeruhan air pada budidaya ikan lele menggunakan Turbidity sensor dapat mendeteksi kekeruhan air secara maksimal dengan menggunakan LCD sebagai pencetak nilai hasil baca dari Turbidity sensor.
4. Alat monitoring ketinggian, suhu dan kekeruhan air pada budidaya ikan lele telah berhasil di uji coba dan diharapkan dapat bermanfaat untuk meningkatkan hasil budidaya ikan lele.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, Ira, and Dyah Ariyanti. "**Rancang Bangun Prototype Alat Pendeteksi Tingkat Kekeruhan dan Mengukur Debit Air Pada Kolam Lele Menggunakan Arduino Uno.**" *TESLA: Jurnal Teknik Elektro* 23.1 (2021): 58-70.
- Arsanto, Arif Tri, and Sheldy Febrianto. "**Sistem Control Dan Monitoring Deteksi Tinggi Rendah Air Pada Kolam Ikan Lele Menggunakan Arduino Di Bhakti Alam Pasuruan.**" *Explore IT!: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Informatika* 13.2 (2021): 68-73.
- Feranita, Feranita, et al. "**Sistem Otomatisasi Pemberi Pakan Ikan Lele Berbasis Arduino Uno.**" *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)* 5.1.1 (2019): 33-37.
- Imaduddin, Ghulam, and Andi Saprizal. "**Otomatisasi Monitoring Dan Pengaturan Keasaman Larutan Dan Suhu Air Kolam Ikan Pada Pembenihan Ikan Lele.**" *JUST IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer* 7.2 (2017): 28-35.
- Kadir, Abdul. **From Zero To A Pro Arduino Ed II.** Yogyakarta: Andi, 2018.

- Mariati dan Ridwan Samsu. **Teknik Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler**. Jakarta: Erlangga, 2019.
- Naim, Muhammad. **Teori Dasar Listrik dan Elektronika**. Jawa Tengah: NEM-Anggota IKAPI, 2022.
- Rangkuti, Syahban. **Arduino & Proteus Simulasi dan Praktik**. Bandung: Informatika, 2016.
- S, A. Rosa. **Analisis Dan Desain Perangkat Lunak**. Bandung: Informatika, 2022.
- Supriyanto, Aji. **Pengantar Teknologi Informasi**. Jakarta: Salemba Infotek, 2007.
- Umar, Nuraeni, and Airin Dewi Utami Thamrin. "**Monitoring pH Air Budidaya Ikan Lele**." *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*. Vol. 3. No. 1. 2018.
- Wicaksono, Mochamad Fajar. **Aplikasi Arduino dan Sensor**. Bandung: Informatika, 2019.