

**SISTEM MONITORING KADAR KEASAMAN DAN PADATAN  
TERLARUT PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN GURAMI  
(*Osphronemus gouramy*) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Aldi Isnur  
2017041039**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2024**

## ABSTRAK

### SISTEM MONITORING KADAR KEASAMAN DAN PADATAN TERLARUT PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Oleh

Aldi Isnur

Penelitian tentang sistem monitoring kualitas air budidaya kolam ikan gurami telah dilakukan menggunakan NodeMCU ESP 32 berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan parameter kadar keasaman dan padatan terlarut. Sistem ini menggunakan dua sensor, yaitu sensor pH-4502C dan sensor TDS DFRobot, untuk mengukur tingkat keasaman dan jumlah padatan terlarut dalam air. Pengujian sensor pH-4502C dilakukan dengan menggunakan variasi sampel HCl dan sampel NaOH yang berbeda-beda molaritasnya. Pengujian sensor TDS DFRobot dilakukan dengan menggunakan sampel tanah dengan variasi massa yang berbeda-beda. Setelah itu, kedua sensor dihubungkan ke mikrokontroler yang akan mengirimkan data ke *Website*. Alat ini dapat bekerja dengan baik dengan nilai *error* sensor pH sebesar 1,87% dan akurasi 98,13%, sedangkan sensor TDS memiliki *error* sebesar 0,14% dan akurasi 99,86%. Kedua sensor ini telah terkalibrasi dengan baik dan menghasilkan data *real-time* yang dapat membantu dalam pemantauan dan pengelolaan kualitas air di kolam ikan gurami secara efisien. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas air pada kolam ikan gurami memiliki pH berkisar antara 6 hingga 8 dan padatan terlarut berkisar antara 300 ppm hingga 450 ppm. Berdasarkan hasil tersebut pH dan TDS berada dalam kisaran baik sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

**Kata kunci:** IoT, Kolam ikan gurami, Kadar keasaman, Padatan terlarut, Sistem monitoring.

## **ABSTRACT**

### **MONITORING SYSTEM FOR ACIDITY LEVELS AND DISSOLVED SOLIDS IN GOURAMI FISH POND (*Osphronemus gouramy*) BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT)**

**By**

**Aldi Isnur**

*Research on the water quality monitoring system for gouramy fish ponds has been carried out using Nodemcu ESP 32 Based on Internet of Things (IoT) with parameters of acidity and dissolved solids. This system uses two sensors, namely the pH-4502C sensor and the DFRobot TDS sensor, to measure the level of acidity and the amount of dissolved solids in water. The pH-4502C sensor testing was carried out using variations in HCl samples and NaOH samples that differ in molarity. Dfrobot TDS sensor testing is carried out using soil samples with different mass variations. After that, the two sensors are connected to the microcontroller that will send data to the website. This tool can work well with a pH sensor error value of 1.87% and accuracy of 98.13%, while the TDS sensor has an error of 0.14% and accuracy of 99.86%. Both of these sensors have been well calibrated and produce real-time data that can help in monitoring and managing water quality in gouramy ponds efficiently. The results of this study indicate that water quality in gouramy ponds has a pH ranging from 6 to 8 and dissolved solids ranges from 300 ppm to 450 ppm. Based on these results the PH and TDS are in the range of both the Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021 concerning the Implementation of Environmental Protection and Management.*

**Keywords:** *IoT, Gouramy Fish Ponds, Acidity, Dissolptive Silly, System monitoring.*

**SISTEM MONITORING KADAR KEASAMAN DAN PADATAN  
TERLARUT PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN GURAMI  
(*Osphronemus gouramy*) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

Oleh

**ALDI ISNUR**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **Sistem Monitoring Kadar Keasaman dan Padatan Terlarut Pada Kolam Budidaya Ikan Gurami (*Ospronemus gouramy*) Berbasis *Internet of Things* (IoT)**

Nama Mahasiswa : **Aldi Isnur**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2017041039**

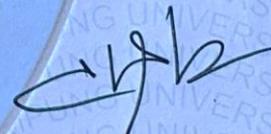
Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing

  
**Dr. Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197108291997032001

  
**Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 199011252019032018

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

  
**Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.**  
NIP. 197109092000121001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

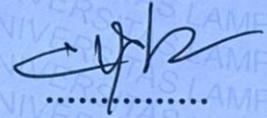
**Ketua**

**: Dr. Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si.**



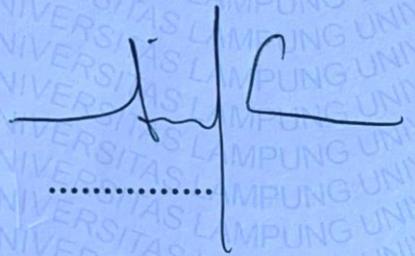
**Sekretaris**

**: Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.**



**Penguji**

**: Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.**

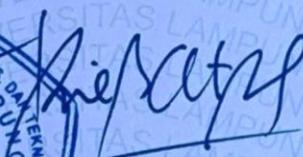


**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**

**NIP. 19711001 200501 1 002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 24 Desember, 2024**

## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 24 Desember 2024



**Aldi Isnur**

NPM.2017041039

## RIWAYAT HIDUP



Aldi Isnur lahir di Tulang Bawang pada tanggal 07 Oktober 2001. Penulis merupakan anak pertama dari 4 bersaudara dari pasangan Bapak Iskandar dan Ibu Enna Wati. Penulis menyelesaikan Pendidikan di TK Darussalam pada tahun 2008, SDS Bujung Dewa pada tahun 2014, SMPN 1 Lambu Kibang pada tahun 2017, dan SMA N 1 Pagar Dewa pada tahun 2020. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN tahun 2020.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis pernah menjadi Ketua Bidang Sains dan Teknologi di Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) pada tahun 2022. Penulis juga pernah menjadi Ketua Dinas Sains Apresiasi dan Prestasi di Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA UNILA pada tahun 2023. Penulis pernah menjadi Finalis Kontes Robot Bawah Air tahun 2023. Penulis juga mengikuti Program Kelas *Public Speaking* di Akira *Public Speaking School* tahun 2024.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tarahan di bidang Instrumentasi dengan judul “Analisis *Performance* Pada *High Pressure Heater* PLTU Tarahan Menggunakan Metode *Terminal Temperature Difference* (TTD)”. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat penuh penulis ikuti dalam program Kuliah Kerja Nyata Universitas Lampung tahun 2023 di Desa Sukosari, Kecamatan Kalirejo, Kabupaten Lampung Tengah. Penulis melaksanakan penelitian untuk menyusun skripsi dengan judul **“Sistem Monitoring Kadar Keasaman dan Padatan Terlarut Pada Kolam Budidaya Ikan Gurami (*Ospronemus gouramy*) Berbasis *Internet of Things* (IoT)”**

## MOTTO

*“Akan ada satu masa dalam hidup seseorang merasakan satu persoalan, yang seakan-akan beban berat dipikul sampai merasa kesulitan dari ujung kepala sampai ujung kaki, siapapun itu. Jika ada yang sedang merasakan itu yakinlah pada saat itu Allah sedang mengangkat derajatnya dan meningkatkan kualitas hidupnya untuk mencapai sesuatu istimewa yang belum pernah diraih.”*

(Ustad Adi Hidayat)

*“Ketika ada masalah jangan berhenti, karena tidak akan mengubah segalanya”*

(Aldi Isnur)

*“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”*

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

*“Tak ada jalan pintas ke tempat yang layak dituju” (Abi Iskandar)*

*“Setetes keringat orang tuaku yang keluar, ada seribu langkahku untuk maju”*

(Aldi Isnur)

## **PERSEMBAHAN**

**Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, kupersembahkan skripsi ini  
kepada:**

### *Kedua Orangtuaku*

Abi Iskandar dan Ameh Enna Wati Yang telah membesarkan dan mendidikku,  
terima kasih atas cinta, dukungan, dan doa yang tiada henti

### *Adik-adik ku*

Aris Sandova, Aryo Maulana, Maliki, dan Aira Nuriska.

Yang telah memberikan dukungan dan semangat

### *Bapak/Ibu Dosen FISIKA FMIPA UNILA*

Terima kasih telah memberikan bekal ilmu pengetahuan, nasihat, dan saran yang  
membangun kepadaku

### *Almamater Tercinta*

Universitas Lampung

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Sistem Monitoring Kadar Keasaman dan Padatan Terlarut Pada Kolam Budidaya Ikan Gurami (*Ospromemus gouramy*) Berbasis *Internet of Things* (IoT)**”. Tujuan dari penyusunan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 24 Desember 2024

**Aldi Isnur**

NPM.2017041039

## SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sistem Monitoring Kadar Keasaman dan Padatan Terlarut Pada Kolam Budidaya Ikan Gurami (*Ospronemus gouramy*) Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Abi ku Iskandar sosok ayah yang sabar, penuh cinta, dan perhatian. Terima kasih banyak untuk setiap hari menanyakan perkembangan skripsi ini, sehingga penulis dapat lebih semangat dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga abi bisa selalu diberikan kesembuhan total, kekuatan untuk setiap hal perjalanan hidup di dunia ini, dan panjang umur untuk bisa melihat kesuksesan penulis yang akan penulis persembahkan untuk membanggakan nama abi disetiap manusia bahwa seorang nelayan bisa menjadikan anaknya seorang sarjana.
2. Ameh ku Enna Wati sosok ibu yang lembut, penuh cinta, dan perhatian. Terima kasih untuk setiap hal yang tidak ada selalu ameh ada kan, setiap saat penulis bisa merasakan bagaimana cinta kasih yang selalu ameh berikan. Terima kasih atas setiap doa dan dukungan yang selalu ameh lantungkan di setiap langkah penulis hingga penulis bisa berada di titik ini. Ameh terlalu istimewa untuk diceritakan secara sederhana. Penulis berharap ameh selalu diberikan panjang umur dan kesehatan total, agar ameh bisa merasakan indahnyajerih payah yang ameh berikan terhadap penulis. Tidak ada yang indah selain melihat senyum bahagia ameh dan abi.
3. Untuk orang tua angkat ku, Bapak Sutrisno dan Mamak Asnaini terima kasih karena telah hadir layaknya orang tua kandung yang tak ada hentinya memberikan semangat, bantuan, dan doa di setiap langkah penulis.

4. Ibu Dr. Sri Wahyu Suciyati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Orang tuaku di kampus yang telah sabar dalam membimbing, memberikan ilmu dan mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi.
5. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Orang tuaku di kampus yang telah sabar dalam membimbing, memberikan ilmu, motivasi serta arahan dalam proses penyusunan skripsi.
6. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembahas, Orang tua, Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Ketua Jurusan yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulisan skripsi ini menjadi lebih baik.
7. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
8. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Fisika atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa Universitas Lampung.
9. Para tenaga kependidikan Jurusan Fisika yang telah membantu penulis memenuhi kebutuhan administrasi dan lainnya selama menjalani perkuliahan di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
10. Bapak Pindo Witoko S.Pi., M.P. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan POLINELA yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian.
11. Untuk adik-adik ku Aris Sandova, Aryo Maulana, dan Aira Nuriska serta adik angkat ku Maliki yang tiada hentinya selalu memberikan motivasi, semangat, bantuan ide, dan materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Sahabat-sahabat perjuangan Deden Sudrajat, Fauzi Rakhman Dwi Wiyana, Elva Malinda, Sutiana, Selviyani, Candra Saputra, Mayang Dian Prastika, Yanne Permata Sari, Rendy Lutfi Prabowo dan Kak Trio Mahfudin yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan studi.
13. Rekan penelitian Bella Ari Setianingrum yang saling memberi semangat dan selalu membantu dalam menyelesaikan penelitian.
14. Seluruh mahasiswa/I Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung angkatan 2020, yang telah bersama-sama menjalani perkuliahan.
15. Akira *Public Speaking* beserta orang-orang di dalamnya telah memberikan kesempatan penulis untuk mendapatkan ilmu baru, sehingga penulis dapat mendapatkan sumber karir baru dan memiliki penghasilan untuk menyelesaikan

skripsi ini.

16. Eiksa Edugroup yang telah menyediakan tempat untuk penulis berkembang dan berbagi ilmu selaku mentor privat, sehingga penulis memiliki penghasilan untuk bertahan hidup dan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 24 Desember 2024

Penulis,

Aldi Isnur

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>COVER DALAM</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terkait .....	6
2.2 Lingkungan Hidup Ikan Gurami .....	8
2.3 Sensor pH .....	11
2.5 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 20x4 .....	19
2.6 Node MCU ESP32 .....	20
2.7 Arduino IDE .....	21

2.8 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	22
2.9 Xampp .....	25
2.10 <i>My Structured Query Language</i> (MySQL).....	26
2.11 Personal Hypertext Preprocessor (PHP) .....	27
2.12 Hypertext Markup Language (HTML).....	29
2.13 Cascading Style Sheet (CSS).....	30
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	31
3.2 Alat dan Bahan .....	31
3.3 Tahapan Penelitian .....	32
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	32
3.3.1.1 Rangkaian Sensor TDS DFRobot SEN0244 dengan ESP32 .....	35
3.3.1.2 Rangkaian Sensor pH-4502C dengan ESP32 .....	36
3.3.1.3 Rangkaian LCD I2C dengan ESP32.....	37
3.3.2 Rangkaian Keseluruhan Sistem Monitoring Kualitas Air.....	38
3.3.3 Desain Alat Keseluruhan.....	39
3.4 Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	40
3.5 Kalibrasi dan Pengujian Alat .....	41
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Realisasi Alat.....	49
4.2 Pengujian Perangkat Keras.....	50
4.2.1 Pengujian <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) .....	50
4.3 Kalibrasi dan Pengujian Sensor.....	52
4.3.1 Kalibrasi dan Pengujian Sensor pH-4502C .....	52
4.3.2 Kalibrasi dan Pengujian Sensor TDS DFRobot.....	56
4.4 <i>Website</i> Monitoring .....	59
4.5 Tampilan pada <i>Website</i> .....	63
4.6 Pengambilan Data dan Analisis Sistem Secara Keseluruhan .....	65
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Simpulan.....	73
5.2 Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> (1) Strain Ikan Gurami Biasa, (2) Strain Ikan Gurami Hitam, (3) Strain Ikan Gurami Putih, (4) Strain Ikan Gurami Mini, (5) Strain Ikan Gurami Belang.....	9
<b>Gambar 2. 2</b> Visualiasi sensor pH-4502C.....	13
<b>Gambar 2. 3</b> Modul Sensor pH-4502C.....	13
<b>Gambar 2. 4</b> Skema Elektroda Kaca Sensor pH.....	14
<b>Gambar 2. 5</b> Skema Sensor pH.....	15
<b>Gambar 2. 6</b> Visualisasi Sensor TDS.....	17
<b>Gambar 2. 7</b> LCD 20x4.....	19
<b>Gambar 2. 8</b> Node MCU ESP32.....	21
<b>Gambar 2. 9</b> Tampilan Software Arduino IDE.....	22
<b>Gambar 2. 10</b> Konsep IoT.....	24
<b>Gambar 2. 11</b> Tampilan Xampp.....	25
<b>Gambar 2. 12</b> Tampilan MySQL.....	27
<b>Gambar 2. 13</b> Tampilan PHP MyAdmin.....	28
<b>Gambar 2. 14</b> Tampilan HTML.....	29
<b>Gambar 2. 15</b> Tampilan Aplikasi CSS.....	30
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir Penelitian.....	33
<b>Gambar 3. 2</b> Diagram Blok Perangkat Keras (Hardware).....	34
<b>Gambar 3. 3</b> Rangkaian Sensor TDS DFRobot SEN0244 dengan ESP32.....	35
<b>Gambar 3. 4</b> Rangkaian Sensor pH-4502C dengan ESP32.....	36
<b>Gambar 3. 5</b> Rangkaian LCD I2C dengan ESP32.....	37
<b>Gambar 3. 6</b> Rangkaian Keseluruhan Alat.....	38
<b>Gambar 3. 7</b> Desain Alat Monitoring Kualitas Air Kolam.....	39
<b>Gambar 3. 8</b> Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak (Software).....	40
<b>Gambar 3. 9</b> Grafik Rancangan Tegangan Sensor pH dengan Alat Ukur.....	42

<b>Gambar 3. 10</b>	Proses Menimbang Berat Sampel.....	45
<b>Gambar 3. 11</b>	Pengujian sensor TDS untuk Nilai Padatan Terlarut.....	45
<b>Gambar 3. 12</b>	Variasi Sampel Tanah Untuk Padatan Terlarut .....	45
<b>Gambar 3. 13</b>	Rancangan Grafik keluaran sensor TDS SFRobot terhadap KeluaranTDSMeter.....	45
<b>Gambar 4. 1</b>	Realisasi Rangkaian Keseluruhan.....	49
<b>Gambar 4. 2</b>	Tampilan teks, bilangan, dan tanda baca pada LCD. ....	52
<b>Gambar 4. 3</b>	Grafik pengujian sinyal ADC keluaran sensor pH-4502C .....	53
<b>Gambar 4. 4</b>	Grafik pengujian sinyal ADC keluaran sensor TDS DFRobot .....	57
<b>Gambar 4. 5</b>	Tampilan awal home. ....	63
<b>Gambar 4. 6</b>	Tampilan about us. ....	64
<b>Gambar 4. 7</b>	Tampilan background research.....	64
<b>Gambar 4. 8</b>	Pengambilan data pada kolam .....	66
<b>Gambar 4. 9</b>	Tampilan monitoring secara keseluruhan.....	67
<b>Gambar 4. 10</b>	Nilai pengukuran pH pagi sampai siang.....	67
<b>Gambar 4. 11</b>	Nilai pengukuran pH siang sampai sore.....	68
<b>Gambar 4. 12</b>	Nilai pengukuran TDS pagi sampai siang. ....	70
<b>Gambar 4. 13</b>	Nilai pengukuran TDS siang sampai sore. ....	70

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b>	Baku mutu lingkungan hidup ikan air tawar .....	11
<b>Tabel 2. 2</b>	Spesifikasi modul pH-4502C .....	14
<b>Tabel 2. 3</b>	Spesifikasi sensor TDS .....	16
<b>Tabel 2. 4</b>	Spesifikasi pin LCD 20x4 .....	20
<b>Tabel 3. 1</b>	Alat-alat penelitian .....	31
<b>Tabel 3. 2</b>	Bahan-bahan penelitian .....	32
<b>Tabel 3. 3</b>	Perangkat lunak ( <i>software</i> ) yang digunakan dalam penelitian.....	32
<b>Tabel 3. 4</b>	Pin-pin sensor TDS .....	35
<b>Tabel 3. 5</b>	Pin-pin sensor pH.....	36
<b>Tabel 3. 6</b>	Sambungan pin-pin ESP32 ke komponen lainnya.....	38
<b>Tabel 3. 7</b>	Data kalibrasi pengujian larutan HCl sensor pH.....	42
<b>Tabel 3. 8</b>	Data Pengujian Sensor pH-4502C terhadap pH Meter.....	43
<b>Tabel 3.9</b>	Data Pengujian Keluaran ADC Sensor TDS terhadap TDS-3 Meter.....	43
<b>Tabel 3.10</b>	Data Pengujian Sensor TDS Meter DFRobot menggunakan Kurva Standar Regresi Linear terhadap TDS-3 Meter.....	47
<b>Tabel 3. 11</b>	Data Pengujian Alat Secara Keseluruhan.....	48
<b>Tabel 4. 1</b>	Uji nilai ADC sensor pH-4502C dengan pH meter .....	53
<b>Tabel 4. 2</b>	Hasil Pengujian Sensor pH-4502C dengan pH Meter menggunakan larutan HCl dan NaOH .....	55
<b>Tabel 4. 3</b>	Uji nilai tegangan ADC sensor TDS DFRobot dengan TDS-3 Meter.....	57
<b>Tabel 4. 4</b>	Hasil Pengujian Sensor TDS DFRobot dengan TDS-3 Meter .....	59

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara yang memiliki kepulauan terbesar dan terbanyak di dunia yang terdiri atas 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km dan luas sekitar 3,1 juta km<sup>2</sup>. Terdapat 0,3 juta km<sup>2</sup> perairan teritorial dan 2,8 juta km<sup>2</sup> perairan nusantara atau 62% dari luas teritorialnya. Kegiatan manusia yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya hayati perairan salah satunya perikanan. Kegiatan usaha perikanan ini terdiri dari usaha pembenihan ikan, budidaya ikan konsumsi, budidaya ikan hias, dan penangkapan ikan di perairan umum. Pada budidaya ikan konsumsi, komoditas ikan yang dibudidayakan adalah ikan gurami, ikan lele, ikan nila dan lain-lain. Sedangkan untuk budidaya ikan hias, komoditas ikan yang dibudidayakan adalah ikan koi, ikan mas, ikan cupang, dan ikan arwana (Panji *et al.*, 2016).

Ikan termasuk salah satu sumber kehidupan bagi manusia karena ikan mengandung protein, nutrisi mikro, dan asam lemak yang penting bagi jutaan manusia serta dapat berkontribusi terhadap asupan kalori harian (Kadir *et al.*, 2006). Salah satu jenis ikan air tawar asli perairan Indonesia yang sudah dikenal oleh hampir seluruh masyarakat Indonesia dan disukai sebagai ikan konsumsi yaitu ikan gurami. Selain dagingnya yang tebal dan bercita rasa gurih sehingga banyak diminati, kandungan gizi dan proteinnya juga cukup tinggi sebesar 19% dibanding dengan ikan lele, ikan nila, dan ikan mas yang masing-masing berkisar antara 18,2%; 16,1%; dan 16%. Ikan gurami cukup mudah dibudidayakan dengan tidak terlalu banyak mengeluarkan biaya perawatan pada kondisi kolam dan harga jualnya pun cukup tinggi. Budidaya ikan gurami dapat dilakukan di kolam terpal, kolam semen, bahkan di kolam tanah (Widayatsih *et al.*, 2020).

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mencatat, Indonesia memproduksi ikan gurami sebanyak 56.539 ton pada bulan Januari sampai Juni tahun 2022. Ikan gurami (*Oshpronemus gouramy*) merupakan salah satu spesies ikan air tawar yang memiliki nilai ekonomi tinggi dengan kisaran harga antara Rp 24.000 – 30.000/kg. Tingginya nilai ekonomi ini menjadi alasan banyaknya para pembudidaya ikan memilih ikan gurami untuk dibudidaya. Para pembudidaya ikan gurami pada umumnya membutuhkan rentang waktu antara 10 bulan sampai 1,5 tahun agar ikan gurami siap untuk dipanen. Namun, untuk mencapai hasil produksi yang optimal kondisi lingkungan kolam perlu dijaga secara konsisten, terutama parameter seperti kadar keasaman dan padatan terlarut (Malika *et al.*, 2012). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kedua parameter ini sangat berpengaruh terhadap kesehatan ikan, pertumbuhan, serta kelangsungan hidupnya.

Ikan gurami dapat menghasilkan produksi yang optimal, jika kondisi lingkungan kolam dijaga secara konsisten terutama parameter seperti kadar keasaman dan padatan terlarut. Saat ini, monitoring parameter kualitas air pada kolam ikan gurami masih banyak dilakukan secara manual oleh pembudidaya. Pendekatan ini memakan waktu dan berisiko menimbulkan keterlambatan dalam pengambilan tindakan jika terjadi perubahan kualitas air yang drastis (Malika, 2012). Pengelolaan kualitas air yang tidak tepat dapat mengakibatkan stress pada ikan, menurunkan tingkat pertumbuhan, dan meningkatkan risiko kematian, yang pada akhirnya berdampak pada kerugian ekonomi. Dengan kemajuan teknologi, IoT menjadi solusi yang potensial dalam mengatasi tantangan tersebut. IoT memungkinkan integrasi berbagai sensor untuk memonitor kondisi lingkungan secara *real-time*, yang kemudian datanya dapat diakses dari jarak jauh menggunakan perangkat *mobile* atau komputer (Widayatsih *et al.*, 2020).

Beberapa peneliti yang telah membuat sistem dan monitoring pada air kolam ikan diantaranya dilakukan oleh Adhithia *et al.* (2022). Pada penelitian tersebut membuat sistem monitoring kualitas air ikan gurami yang dihubungkan dengan daya listrik dan internet kemudian sensor akan memonitoring kualitas air yang meliputi nilai

suhu, pH dan kekeruhan air dari kolam ikan. Setelah mendapatkan data, data tersebut akan dikirim ke ESP32. Selanjutnya dari ESP32 data tersebut akan dikirim ke aplikasi telegram. Namun kelemahan dari penelitian ini media yang digunakan hanya menampilkan nilai berupa numerik.

Penelitian lain tentang monitoring kualitas air dilakukan oleh Kristiyanto *et al.* (2023). Penelitian tersebut bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor pH DFRobot SEN0161, sensor *turbidity* DFRobot SEN0189, *flowmeter*, sensor *ultrasonic* JSN-SR04 sebagai input. Mikrokontroler arduino mega R3 sebagai pemroses dan modul Oled SSD1306 sebagai output. *Thingboard* sebagai server *cloud* yang berfungsi sebagai monitoring data sensor. Kekurangan pada penelitian ini adalah meskipun penelitian ini menggunakan beberapa sensor seperti suhu, pH, *turbidity*, dan *flowmeter*, penelitian ini tidak mencakup parameter kualitas air lain yang penting, seperti TDS, kandungan logam berat, atau kadar oksigen terlarut. Hal ini membuat sistem monitoring kurang banyak nilai parameternya.

Selanjutnya penelitian mengenai pengontrol kualitas air dilakukan juga oleh Guntoro *et al.* (2019). Pada penelitian ini terdapat dua sensor yaitu sensor pH meter SEN0161 dan sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan mikrokontroler arduino menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Metode *fuzzy mamdani* dipilih untuk mengendalikan derajat keasaman air sesuai kebutuhan ikan gurami dengan cara menambahkan air sebanyak yang ditentukan dari hasil perhitungan *fuzzy mamdani*. Namun kelemahan pada penelitian ini adalah sistem hanya dirancang untuk menambahkan air berdasarkan hasil perhitungan *fuzzy mamdani* tanpa mempertimbangkan variabel lain yang mungkin berubah secara dinamis, seperti perubahan suhu lingkungan atau tingkat penguapan air yang berbeda-beda.

Penelitian lain tentang monitoring kualitas air dilakukan oleh Rouhillah *et al.* (2023). Penelitian akhir ini bertujuan untuk membuat alat monitoring kualitas air minum dengan sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) yang dapat membaca zat terlarut dalam air. Mikrokontroler yang digunakan untuk menyimpan data sensor

berupa NodeMCU ESP8266, data tersebut dikirim ke *Firestore* kemudian data di *Firestore* akan diteruskan ke android dengan teknologi Internet of Thing (IoT). Hasil persentase rata-rata *error* untuk perbandingan sensor TDS dengan TDS meter bernilai 16,82%. Semua hasil pengujian dari lima sampel terhadap data sensor TDS dan TDS meter dapat disimpulkan bahwa kualitas air minum layak diminum, karena hasil pembacaan sensor dibawah 300 PPM. Penelitian ini memiliki kekurangan yaitu pada hasil rata-rata *error* sebesar 16,82% menunjukkan bahwa sensor TDS yang digunakan memiliki akurasi yang belum optimal dibandingkan dengan TDS meter standar. Hal ini dapat mempengaruhi keandalan alat dalam memberikan data yang presisi, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan tingkat akurasi tinggi.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan merancang bangun dan mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32 dengan dua parameter yang dipantau yaitu kadar keasaman dan padatan terlarut yang menggunakan sensor *Potential of Hydrogen* (pH) dan sensor *Total Dissolved Solid* (TDS). Diharapkan sistem ini dapat membantu para pembudidaya dalam memantau kualitas air kolam secara otomatis, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil budidaya ikan gurami. Untuk aplikasi budidaya ikan gurami dilakukan di Kobel Politeknik Negeri Lampung (POLINELA) Rajabasa Raya, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kadar keasaman dan padatan terlarut pada kolam ikan gurami menggunakan NodeMCU ESP32 berbasis IoT?
2. Bagaimana tingkat akurasi pengukuran sistem monitoring padatan terlarut, dan kadar keasaman pada kolam ikan gurami menggunakan NodeMCU ESP32 berbasis IoT?
3. Bagaimana kualitas air pada kolam ikan gurami setelah dilakukan monitoring?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sistem monitoring kadar keasaman, dan padatan terlarut pada kolam ikan gurami menggunakan NodeMCU ESP32 berbasis IoT.
2. Menganalisis tingkat akurasi pengukuran sistem monitoring kadar keasaman, dan padatan terlarut pada kolam ikan gurami menggunakan NodeMCU ESP32 berbasis IoT.
3. Mengetahui kualitas air pada kolam ikan gurami menggunakan parameter kadar keasaman, dan padatan terlarut setelah dilakukannya monitoring.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah terwujudnya sistem monitoring yang memudahkan proses pengecekan parameter dengan mudah dan memberikan informasi kualitas air secara *real-time*. Dengan adanya sistem monitoring ini, dapat mengetahui perubahan kualitas air kolam ikan gurami dan mengambil tindakan penanganan yang cepat dan tepat guna memperbaiki kondisi air. Dengan demikian, penelitian ini akan membantu dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan kolam dan menjaga kualitas air yang optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan gurami.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai sistem pengendali, pengolah data dan mengirimkan data ke *Website*.
2. Menggunakan sensor analog TDS DFRobot untuk mengukur padatan terlarut air.
3. Menggunakan sensor analog pH *probe* dengan modul pengkondisi sinyal tipe 4520C untuk mengukur tingkat keasaman air.
4. Parameter kualitas air yang diukur yaitu pH dan padatan terlarut yang berada di kolam ikan gurami.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait

Penelitian terkait tentang sistem monitoring kualitas air sebelumnya telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya digunakan untuk memudahkan dalam penyelesaian penelitian ini.

Penelitian tentang rancang bangun sistem pengukuran pH larutan air pada kolam berbasis IoT telah dilakukan sebelumnya oleh Rosyady dan Agustian (2022). Pada penelitian tersebut melakukan monitoring serta kontrol otomatis kadar keasaman (pH) dan suhu untuk perangkat yang dapat diakses secara *online* dengan menggunakan jaringan WiFi dengan program ada pada ESP32 serta koneksi jaringan Wi-Fi sebagai penghubung. Hasil penelitian dengan alat sensor DS18B20 adalah pengamatan *water heater* dengan hasil suhu DS18B20 selama 5 menit 1,939 °C dan suhu digital 1,950 °C, pengamatan *fan cooler* dengan hasil suhu selama 10 menit 3,039 °C dan suhu digital 3,097 °C. *Solenoid valve* asam dan basa hasil rata-rata dari keluaran *solenoid valve* selama 6 detik. Kelemahan pada penelitian ini yaitu pengamatan pH *Module 4502C* sebesar 4,128% hal ini didapatkan suatu kesalahan. Namun pada penelitian ini, sistem hanya mengukur pH dan suhu tanpa mempertimbangkan parameter penting lainnya seperti oksigen terlarut, amonia, dan nitrit yang juga sangat berpengaruh terhadap kualitas air kolam ikan. Hal ini membuat sistem kurang komprehensif untuk pemantauan kualitas air secara menyeluruh.

Rahmania dan Ariswati (2018), sebelumnya telah melakukan penelitian tentang perancangan pH meter berbasis Arduino Uno. Pada penelitian tersebut telah dirancang sebuah sistem pH meter untuk mengukur tingkat asam-basa suatu larutan.

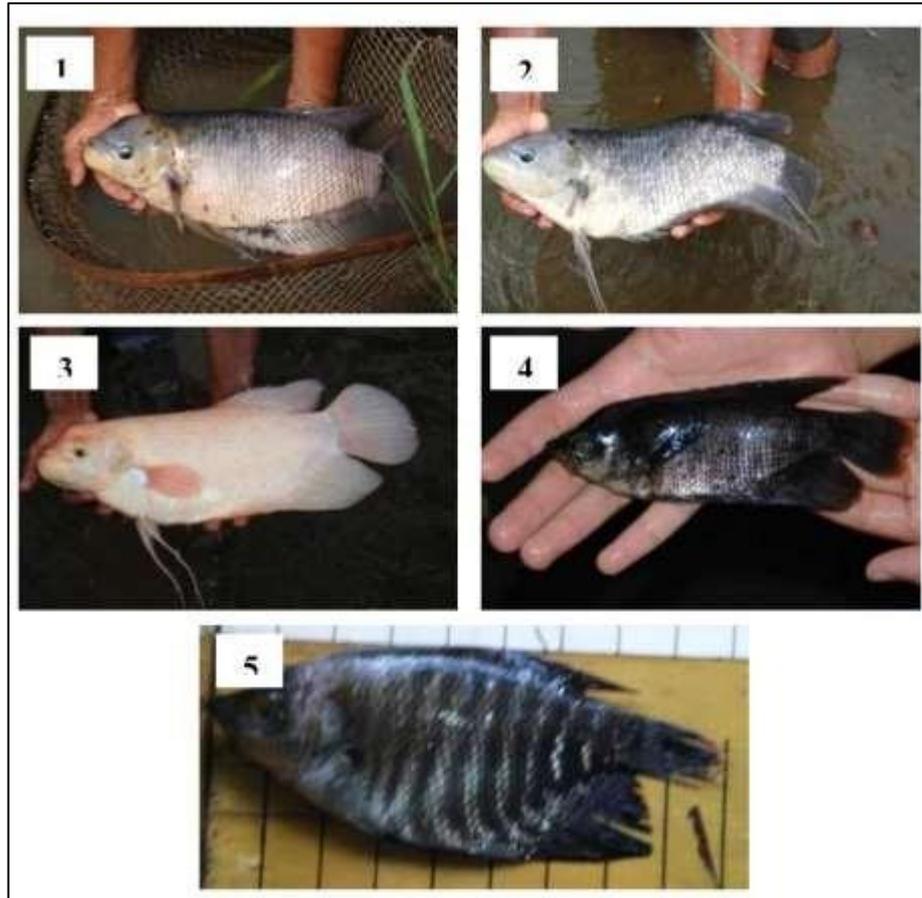
Alat ini digunakan di laboratorium untuk mengukur pH suatu larutan yang tergolong asam, basa, dan netral. Penelitian ini menggunakan sensor pH *probe* untuk mengukur pH suatu larutan. Arduino Uno digunakan untuk mengolah data yang terbaca oleh sensor. LCD karakter digunakan sebagai penampil pengukuran. Pada penelitian ini diperoleh hasil pengukuran dari pembandingan keluaran sensor, terdapat persentase kesalahan sebesar 10% dan suhu paling efektif untuk mengukur pH adalah 25 °C. Pada penelitian ini memiliki kelemahan, dimana sistem hanya menggunakan LCD karakter untuk menampilkan hasil pengukuran. Hal ini membuat alat kurang interaktif dan tidak dapat menyimpan data untuk analisis lebih lanjut. Sebagai contoh, tidak ada fitur penyimpanan data historis atau konektivitas untuk pemantauan jarak jauh.

Penelitian lainnya adalah dari sebuah *prototype* pemantauan kualitas air yang bekerja berdasarkan prinsip telemetri yang dilakukan oleh Hidayatullah *et al.* (2018). Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk mendeteksi kualitas air pada kolam ikan air tawar dan memastikan bahwa air kolam tidak tercemar, tidak terlalu hangat, serta tidak mengandung zat-zat yang dapat mengakibatkan matinya ikan secara mendadak. Hasil penelitian ini *Prototype* sistem pemantauan kualitas air kolam dapat bekerja secara baik dengan mengukur parameter seperti suhu, kekeruhan dan pH menggunakan Ubidots sebagai *interface* dengan *software* Arduino. Pembacaan sistem berupa data yang di kirim ke Ubidots dan berhasil menampilkan grafik secara *real time*. Hasil pembacaan sistem berupa pH 7,0 untuk air, 8,7 untuk larutan kunyit, dan 9,0 untuk larutan pasta gigi. Sistem berhasil memberikan pembacaan sehingga pembacaan untuk sensor kekeruhan yaitu jernih untuk air biasa, keruh untuk larutan kunyit dan keruh untuk larutan pasta gigi. Sedangkan untuk pembacaan suhu ketiga larutan memiliki suhu yang sama yakni 21 °C. Namun pada penelitian ini ni hanya menggunakan tiga sampel larutan (air, larutan kunyit, dan larutan pasta gigi). Sampel ini tidak cukup mewakili kondisi nyata air kolam ikan yang mungkin lebih kompleks dan mengandung berbagai jenis polutan atau zat kimia lainnya.

Adapun penelitian terkait alat pendeteksi kualitas air dilakukan oleh Zamora dan Wildian (2015). Pada penelitian tersebut membuat alat ukur *Total Dissolved Solids* (TDS) air dengan sensor konduktivitas secara *real time* peneliti ini menggunakan sensor konduktivitas dengan dua *probe* yang terbuat dari *stainless* untuk mendapatkan nilai konduktansi suatu larutan dan sensor temperatur untuk mengetahui suhu dari larutan tersebut. Dari rangkaian alat pendeteksi kualitas air menggunakan modul Arduino Uno sebagai mikrokontroler. Penelitian tersebut menggunakan *Labview* sebagai fungsi transfer dan didesain tampilan secara *real time* untuk mengetahui perubahan nilai TDS berdasarkan waktu pengamatan. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan tegangan keluaran sensor konduktivitas meningkat seiring dengan peningkatan air dengan sensitivitas sebesar 0,924 mV/ppm. Pengukuran TDS mempunyai tingkat akurasi sebesar 97,17%. Namun, kelemahan pada penelitian tersebut disaat ingin melakukan pengambilan data hanya dapat diakses menggunakan *Personal Computer* (PC). Sehingga tidak ada alternatif lain yang disediakan untuk situasi di mana *Labview* tidak bisa digunakan, seperti opsi tampilan data melalui perangkat seluler atau penyimpanan data lokal.

## 2.2 Lingkungan Hidup Ikan Gurami

Ikan gurami adalah ikan komersial di air tawar penting yang merupakan ikan asli Indonesia. Spesies ini telah diperkenalkan dan sudah menyebar ke wilayah Asia Tenggara dan wilayah Cina termasuk dalam sub ordo Anabantoidei, famili Osphronemidae. Di Indonesia, distribusi geografis ikan gurami mulai dari Jawa, Sumatera dan Kepulauan Kalimantan. Terdapat perbedaan ikan gurami di Provinsi Jawa Barat yaitu enam *strain* gurami berdasarkan produksi telur, kecepatan tumbuh dan ukuran atau bobot maksimal gurami dewasa (Azrita, 2020). Keenam strain tersebut adalah soang, jepang, *blue sapphire*, paris, bastar dan porselin ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2. 1** (1) Strain Ikan Gurami Biasa, (2) Strain Ikan Gurami Hitam, (3) Strain Ikan Gurami Putih, (4) Strain Ikan Gurami Mini, (5) Strain Ikan Gurami Belang (Azrita, 2020).

Ikan gurami memiliki prospek yang bagus untuk pemeliharaan karena memiliki nilai ekonomi tinggi, spesies juga dapat berkembang biak secara alami dan hidup di perairan stagnan atau rawa (Nugraha *et al.*, 2020). Menurut Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Indonesia, ikan gurami adalah satu dari potensi komoditas akuakultur untuk dikembangkan. Ikan gurami dikelompokkan ke dalam *Ordo Perciformes* dan *Famili Osphronemidae*. Ikan ini mempunyai ciri-ciri seluruh tubuh dan kepala ditutupi sisik sikloid dan stenoid. Bentuk badan hampir pipih, di bagian depan dagu ikan gurami jantan terdapat benjolan. Ikan gurami termasuk dalam golongan ikan yang memiliki sirip mengkilat atau bersinar. Taksonomi ikan gurami tersebut adalah sebagai berikut.

Domain	: <i>Eukaryota</i>
Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Sub filum	: <i>Vertebrata</i>
Super kelas	: <i>Gnathostomata</i>
Gade	: <i>Teleostomi</i>
Kelas	: <i>Actinopterygii</i>
Sub kelas	: <i>Neopterygii</i>
Divisi	: <i>Teleostei</i>
Sub divisi	: <i>Euteleostei</i>
Super ordo	: <i>Acanthopterygi</i>
Seri	: <i>Percomorpha</i>
Ordo	: <i>Perciformes</i>
Sub Ordo	: <i>Anabantoidae</i>
Famili	: <i>Osphronemidae</i>
Genus	: <i>Osphronemus</i>
Spesies	: <i>Osphronemus goramy Lacepede</i>

(Azrita, 2020).

Ikan gurami hidup dengan kualitas air yang harus selalu diperhatikan, karena ketika berada di lingkungan air dengan tingkat keasaman (pH) yang netral atau alkalinitas yang rendah dapat mengakibatkan ikan mengalami stress. Selain itu, ikan jadi lebih rentan terhadap penyakit, dan mengakibatkan produktivitas serta pertumbuhan ikan menurun. Konsentrasi TDS dalam air adalah faktor penting yang memengaruhi kesehatan ekosistem akuatik. Kadar TDS yang tinggi bisa disebabkan oleh peningkatan aktivitas ikan, sisa makanan dan produk sisa metabolisme ikan. Jika konsentrasi TDS terlalu tinggi, hal ini dapat menyebabkan kematian pada ikan dan menyebabkan pertumbuhan alga yang berlebihan. Sebaliknya, tingkat TDS yang rendah dalam air juga berdampak pada pertumbuhan ikan (Damayanti *et al.*, 2012).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, ikan

memiliki baku mutu lingkungan hidup ikan air tawar. Adapun baku mutu lingkungan hidup ikan air tawar ditunjukkan pada **Tabel 2. 1**.

**Tabel 2. 1** Baku mutu lingkungan hidup ikan air tawar

No.	Parameter	Satuan	Kisaran
1	Derajat Keasaman (pH)	-	6-9
2	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000
3	Temperatur	°C	22 °C – 28 °C
4	Amoniak	mg/L	0,50
5	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	3-4
6	Belerang (H <sub>2</sub> S)	mg/L	0,002

### 2.3 Sensor pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H<sup>+</sup>) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis.

Skala pH bukanlah skala absolut. pH bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. Bila pH < 7 larutan bersifat asam, pH > 7 larutan bersifat basa, dan dalam larutan netral pH=7 (Ihsanto dan Hidayat, 2014). Pada umumnya, asam adalah zat-zat molekuler yang apabila direaksikan dengan air akan menghasilkan ion hidronium. Misalnya hidrogen klorida adalah suatu asam karena apabila dilarutkan dalam air akan bereaksi dengan air menghasilkan H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Secara prinsip ada dua macam basa yaitu hidroksida ion dan zat molekuler yang apabila bereaksi dengan air akan menghasilkan ion OH<sup>-</sup> (Brady, 2019).

Pada industri kimia, keasaman merupakan variabel yang menentukan, mulai dari pengolahan bahan baku, menentukan kualitas produksi yang diharapkan sampai pengendalian limbah industri agar mencegah pencemaran pada lingkungan. Pada bidang pertanian, keasaman pada waktu mengelola tanah pertanian perlu diketahui. Dasar pengukuran derajat keasaman akan diuraikan dahulu pengertian

derajat keasaman itu sendiri. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda glass (*membrane glass*) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda *glass* yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimia dari ion hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan elektroda pembanding. Sebagai catatan alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan (Karangan *et al.*, 2019).

Alat utama yang berbentuk silinder kecil dengan ujung berbentuk elektroda kaca yang dirancang untuk ditempatkan di air, ini akan mendeteksi tingkat keasaman atau basa dari air. Nilai pH yang terdeteksi oleh sensor akan ditampilkan pada layar kecil (LCD) atau pada antarmuka aplikasi *smartphone/website* yang terhubung melalui IoT. Rentang nilai yang ditampilkan biasanya dari 0-14, di mana:

- Nilai pH 7 adalah netral.
- Nilai di bawah 7 menunjukkan air asam.
- Nilai di atas 7 menunjukkan air basa.

Sensor pH terhubung dengan modul IoT (seperti ESP8266 atau ESP32) yang mengirimkan data secara nirkabel ke server atau *cloud*. Data ini dapat diakses secara *real-time* melalui aplikasi *mobile* atau dashboard web. Sebagai tambahan, bisa juga ada lampu LED yang menunjukkan status sistem:

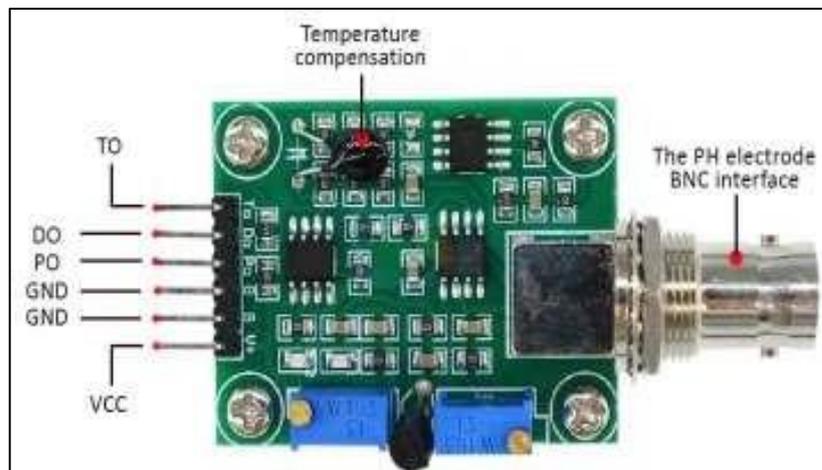
- Hijau untuk pH normal (6-8, ideal untuk budidaya gurami).
- Merah jika pH terlalu rendah atau terlalu tinggi, mengindikasikan adanya masalah pada kualitas air.

pH akan divisualisasikan dalam bentuk grafik garis waktu pada aplikasi atau dashboard web. Grafik ini menunjukkan perubahan pH dari waktu ke waktu, memungkinkan petani ikan untuk memonitor tren pH dalam periode tertentu misalnya, harian atau mingguan. Visualiasi sensor pH-4502C, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2. 2**.



**Gambar 2. 2** Visualiasi sensor pH-4502C (Karangan *et al.*, 2019).

Sensor pH terdiri dari voltmeter yang dipasang pada elektroda yang responsif terhadap pH dan elektroda referensi (tidak berubah). Prinsip kerja dari sensor pH adalah mengubah besarnya nilai reaksi kimia yang terjadi atau yang terdeteksi dan dikonversikan ke dalam besaran tegangan listrik. Hal itu juga menjadikan sensor pH masuk ke dalam kategori sensor kimia. Salah satu jenis modul pH adalah pH modul pH-4502C (Charisma *et al.*, 2019). Modul sensor pH-4502C, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2. 3** dan **Tabel 2. 2** menampilkan spesifikasi dari sensor pH-4502C.

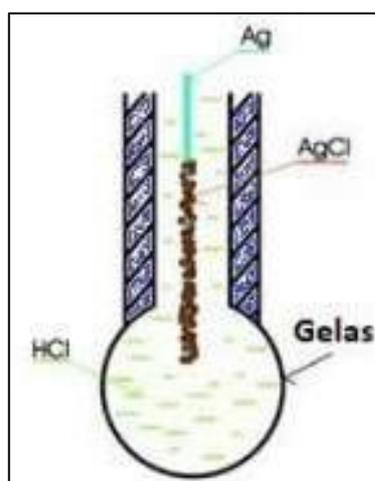


**Gambar 2. 3** Modul Sensor pH-4502C (Charisma *et al.*, 2019).

**Tabel 2. 2** Spesifikasi modul pH-4502C

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan	5 V
2.	Konsentrasi Terdeteksi	pH 0-14
3.	Deteksi Suhu	0-80
4.	Waktu Respon	5 detik
5.	Waktu Penyelesaian	60 detik
6.	Power	0,5 W
7.	Ukuran	42 x 32 x 20 mm

Sensor pH didesain untuk menangkap ion hidrogen ( $H^+$ ) dengan menggunakan elektroda gelas kaca yang tipis dan bulat, serta berisi larutan HCl ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ). Pada larutan HCl dicelupkan kawat perak sehingga terbentuk kesetimbangan senyawa AgCl. Keadaan setimbang ini memungkinkan pertukaran ion hidrogen seperti pada **Gambar 2. 4**.

**Gambar 2. 4** Skema Elektroda Kaca Sensor pH (Suryono, 2018).

Sebuah pH meter terdiri dari sebuah elektroda (*probe* pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca dengan cara mengukur jumlah ion  $H_3O^+$  di dalam larutan. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca *non* konduktor atau plastik memanjang. Inti sensor pH terdapat pada permukaan *bulb* kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif  $H^+$  dengan larutan terukur (Qalit dan Rahman, 2017). Adapun skema sensor pH dapat dilihat pada **Gambar 2. 5**.



**Gambar 2. 5** Skema Sensor pH (Qalit dan Rahman, 2017).

#### 2.4 Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS)

TDS merupakan parameter fisika untuk kualitas air. Air yang memiliki nilai TDS tinggi dapat mempengaruhi rasanya. Nilai TDS yang tinggi dapat menyebabkan kualitas air menjadi kurang baik dan air bersifat beracun serta dapat mengganggu organisme di dalam air. Sensor TDS memiliki prinsip kerja yang sesuai dengan sifat konduktivitas listrik. Terdapat dua elektroda yang dapat mengukur konduktivitas pada cairan. Kandungan partikel ion dan sifat elektrolit dalam cairan dapat mempengaruhi hasil dari pengukuran dengan menggunakan sensor TDS. Sensor TDS dibangun menggunakan komponen-komponen tertentu. Sensor tersebut bekerja menggunakan mikrokontroler Arduino dengan modul dan bahasa pemrogramannya yang bersifat *opensource* dengan data keluaran sensor berupa data analog (*volt*). Alat ukur ini bekerja menggunakan sumber listrik DC 7-12 *volt* dan bisa digantikan dengan baterai 9 *volt* untuk fungsi *mobile* (Wirman *et al.*, 2019).

Sensor TDS menggunakan metode *Electrical Conductivity* (EC), di mana dua buah *probe* dicelupkan ke dalam cairan atau larutan kemudian rangkaian pengolah sinyal akan menghasilkan output yang menunjukkan konduktivitas larutan tersebut. Sensor ini memiliki 3 pin yaitu pin data, *Voltage at Collector* (VCC) dan *ground* (GND). Pin data terhubung ke pin analog sedangkan VCC terhubung ke pin *output* regulator dan GND terhubung ke pin *ground* regulator (Irawan *et al.*, 2021). Adapun untuk spesifikasi sensor TDS ditunjukkan pada **Tabel 2. 3** di bawah ini.

**Tabel 2. 3** Spesifikasi sensor TDS

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan operasi	3,0-5,5 V
2.	Arus operasi	3-6 miliAmpere
3.	Suhu operasi	30-80 °C
4.	Batas nilai	0-1000 ppm
5.	Tegangan <i>output</i>	0-2,3 V

Besarnya nilai konduktansi bergantung kepada ion organik, suhu dan konsentrasi ion. Elektroda yang diberikan sumber tegangan akan mengalirkan arus listrik, konduktansi dari suatu sampel akan sebanding dengan ion-ion dalam larutan sampel. Kemudian modul pengondisi akan mengubah nilai konduktansi menjadi tegangan, berdasarkan *datasheet* sensor TDS DFRobot SEN0244 nilai TDS diperoleh dari konduktivitas listrik. Nilai TDS yang didapat dari konduktivitas listrik melalui pendekatan hubungan dari keduanya melalui **Persamaan 2.1**.

$$TDS = \frac{\sigma}{2} \quad (2.1)$$

dengan TDS dalam ppm, dan  $\sigma$  sebagai konduktivitas listrik ( $\mu S/cm$ ) (Woodruff *et.al*, 2019). Berdasarkan **Persamaan 2.1** nilai  $\sigma$  dapat diperoleh dengan menggunakan **Persamaan 2.2**.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2.2)$$

Untuk mendapatkan nilai  $\rho$  dapat menggunakan **Persamaan 2.3**.

$$\rho = \frac{RA}{L} \quad (2.3)$$

Dimana,  $\rho$  sebagai resistivitas ( $\Omega m$ ), R sebagai hambatan ( $\Omega$ ), A sebagai luas penampang material ( $m^2$ ) dan L sebagai panjang material ( $m$ ). Nilai R dapat diturunkan dengan menggunakan **Persamaan 2.4** (Ratcliffe, 2021).

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.4)$$

Dimana, V sebagai tegangan listrik (Volt) dan I sebagai kuat arus (A). Dari persamaan (2.5) diperoleh hubungan antara konduktivitas listrik dengan tegangan

listrik (Hartoyo *et al.*, 2021) yang ditunjukkan pada **Persamaan 2.5**.

$$V = \frac{I.L}{2A.TDS} \quad (2.5)$$

Melalui **Persamaan 2.5** diperoleh hubungan antara TDS dengan V untuk memperoleh nilai tegangan output sensor.

Sensor ini memiliki 3 pin yaitu pin data, *Voltage at Collector* (VCC), dan *ground* (GND). Pin data dihubungkan ke pin analog ESP32, sementara pin VCC dihubungkan ke pin output regulator dan pin GND dihubungkan ke pin ground regulator (Irawan *et al.*, 2021). Adapun visualisasi sensor TDS dapat dilihat pada **Gambar 2. 6**.



**Gambar 2. 6** Visualisasi Sensor TDS (Irawan *et al.*, 2021).

Sensor TDS berbentuk silinder atau tongkat panjang yang dilengkapi dengan dua elektroda pada ujungnya. Elektroda ini dimasukkan ke dalam air untuk mengukur tingkat total padatan terlarut. Sensor ini mengukur konduktivitas listrik air. Padatan terlarut seperti garam, mineral, dan logam terionisasi dalam air, memungkinkan listrik mengalir (Puspita dan Bernitha, 2024). Sensor mengukur tingkat konduktivitas listrik, yang kemudian dikonversi menjadi nilai TDS dalam satuan ppm (parts per million). Nilai TDS menunjukkan seberapa banyak zat terlarut

dalam air. Rentang nilai TDS ikan air tawar biasanya:

- 0-50 ppm: Sangat rendah.
- 50-150 ppm: Rendah (ideal untuk ikan tertentu, seperti ikan discus/neon tetra).
- 150-300 ppm: Sedang (cocok untuk sebagian besar ikan air tawar seperti, guppy, molly, dan platy).
- 300-500 ppm: Tinggi (Masih dapat ditoleransi oleh beberapa spesies, seperti ikan mas, koi, dan gurami).
- >500 ppm: Sangat tinggi (cocok untuk ikan air payau atau air asin) (Pharma, 2023).

Hasil dari sensor TDS akan ditampilkan pada layar digital atau aplikasi berbasis IoT. Tampilan ini menunjukkan nilai TDS secara *real-time* dalam bentuk angka. Pada sistem IoT, data TDS dari sensor dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik garis yang menunjukkan fluktuasi tingkat padatan terlarut dari waktu ke waktu. Grafik ini membantu memantau kualitas air secara berkala. Sensor TDS dapat terhubung dengan modul IoT (seperti ESP8266 atau ESP32) yang mengirimkan data TDS secara nirkabel ke aplikasi di *smartphone* atau *dashboard web*. Pengguna dapat menerima notifikasi jika nilai TDS melebihi batas tertentu, misalnya jika TDS terlalu tinggi yang menandakan kualitas air menurun. Sistem juga dapat dilengkapi dengan indikator LED:

- Hijau: TDS dalam rentang normal (misalnya < 300 ppm).
- Kuning: TDS di ambang batas (300-600 ppm).
- Merah: TDS terlalu tinggi, perlu tindakan (misalnya > 600 ppm).

Semakin banyak padatan terlarut dalam air, semakin tinggi konduktivitasnya. Kandungan partikel ion dan sifat elektrolit dalam cairan dapat memengaruhi hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor TDS. Sensor TDS akan mengukur konduktivitas air, setelah nilai konduktivitas diukur, sensor TDS akan menggunakan rumus konversi untuk menghitung TDS berdasarkan nilai konduktivitas (Wirman *et al.*, 2019).

## 2.5 Liquid Crystal Display (LCD) 20x4

LCD yaitu sebagai output untuk menampilkan hasil data dari setiap percobaan yang disensor sekaligus untuk menampilkan data pemakaian minyak. Dalam rangkaian percobaan ini menggunakan layar LCD 20 x 4 berwarna biru. LCD *projector* merupakan salah satu jenis proyektor yang digunakan untuk menampilkan video, gambar, atau data dari komputer pada sebuah layar atau permukaan datar seperti tembok dan sebagainya. LCD *projector* pada saat ini dimanfaatkan sebagai perangkat bantu untuk melakukan presentasi pada kegiatan belajar mengajar, rapat, seminar, dan lain-lain. Penggunaan perangkat *wireless audio video transmitter and receiver* pada LCD *projector* memberikan solusi bagi keterbatasan panjang kabel yang digunakan untuk menghubungkannya dengan komputer (Nirwan dan Ms, 2020). LCD 20x4 beserta pin-pinya ditunjukkan pada **Gambar 2. 7**.



**Gambar 2. 7** LCD 20x4 (Nirwan dan Ms, 2020).

**Gambar 2.7** menunjukkan LCD dengan karakter 20×4 beserta dengan pin-nya, dari pin 1 sampai pin 16. Fungsi dari pin tersebut akan dijelaskan pada **Tabel 2. 4**.

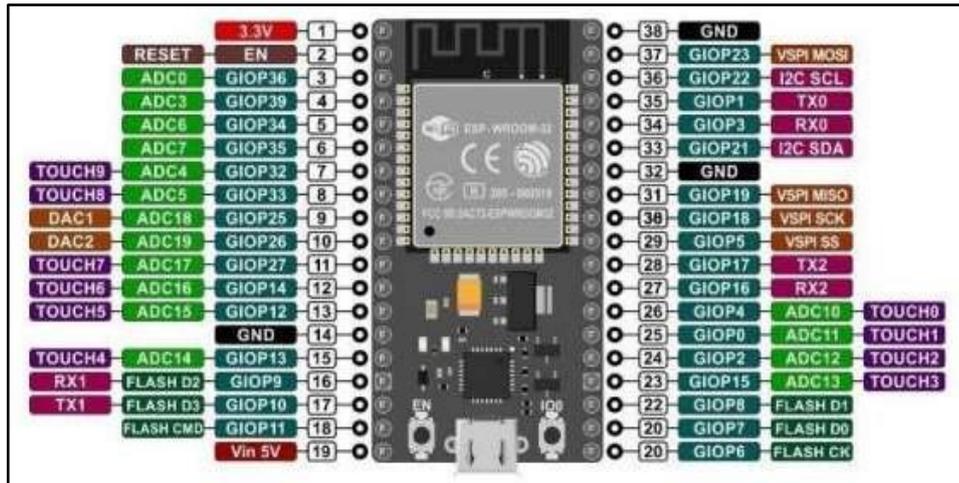
**Tabel 2. 4** Spesifikasi pin LCD 20x4

Simbol	Fungsi Pin
VSS	Untuk ground LCD
VCC	Untuk catu daya positif LCD
VEE	Untuk mengatur kontras LCD
RS	Untuk membaca karakter
EN	<i>Enable</i> LCD
D0-D3	Untuk kombinasi tingkat rendah
D4-D7	Untuk transfer data antara LCD
<i>Backlight (+)</i>	Untuk catu daya positif latar belakang lampu LCD
<i>Backlight (-)</i>	Untuk ground latar belakang lampu LCD

LCD sudah digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik seperti kalkulator ataupun layar komputer. Pada LCD berwarna semacam monitor, terdapat banyak sekali titik cahaya (*pixel*) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai suatu titik cahaya. Walaupun disebut sebagai suatu titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri (Yusuf *et al.*, 2020).

## 2.6 Node MCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP32 di dalamnya. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerapan dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul Wifi dalam chip sehingga sangat berperan penting untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things* (IoT). Pin tersebut dapat dijadikan input atau output untuk menyalakan LCD, lampu, sampai untuk menggerakkan Motor DC (Imran, 2020). Rangkaian NodeMCU ESP32 beserta pin ditunjukkan pada **Gambar 2. 8.**



**Gambar 2. 8** Node MCU ESP32 (Imran, 2020).

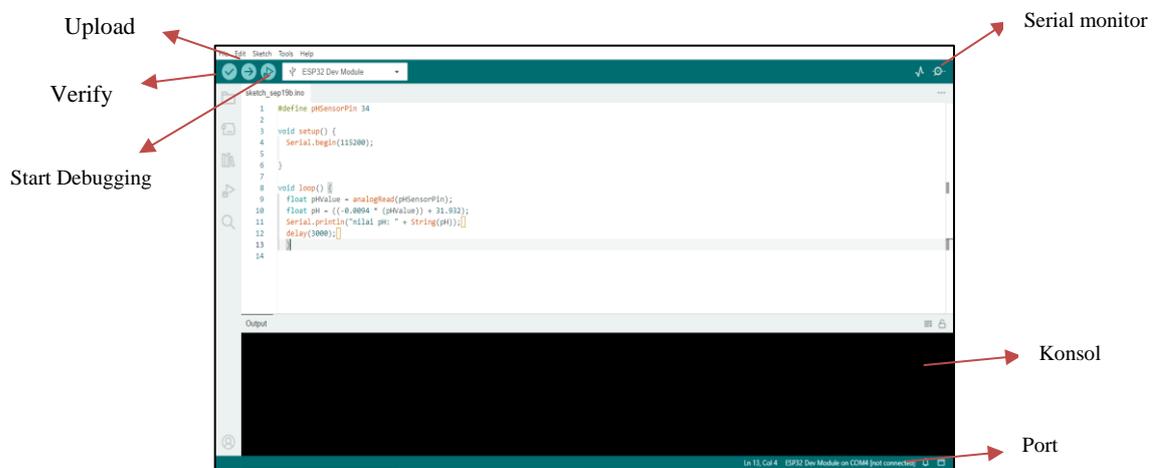
ESP32 juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin out yang lebih banyak, Pin analog lebih banyak, memori yang lebih besar, serta terdapat *low energy* Bluetooth 4.0 Spesifikasi ESP32 Devkit v1 memiliki jumlah *pin* sebanyak 32 *pin* GPIO terdiri dari 16 *pin* ADC, 3 *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) *Interface*, 3 *Serial Peripheral Interface* (SPI), 2 *Inter- Integrated Circuit* (I2C) *Interface*, 16 *pin* *Pulse Width Modulation* (PWM), 2 *pin* *Digital Analog Converter* (DAC) (Pseudocode *et al.*, 2017).

## 2.7 Arduino IDE

Arduino diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki *basic* bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui *library*. Arduino menggunakan *Software Processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. *Software* Arduino ini dapat di install di berbagai *Operating System* (OS) seperti: LINUX, Mac OS, Windows. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. *Integrated Development Environment* (IDE) adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. *Software* IDE Arduino terdiri dari 3 (tiga) bagian:

- a) Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. Listing program pada Arduino disebut *sketch*.
- b) *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrocontroller.
- c) *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler (Arifin *et al.*, 2016).

Adapun tampilan pada *software* Arduino IDE ditunjukkan pada **Gambar 2. 9**.



**Gambar 2. 9** Tampilan Software Arduino IDE.

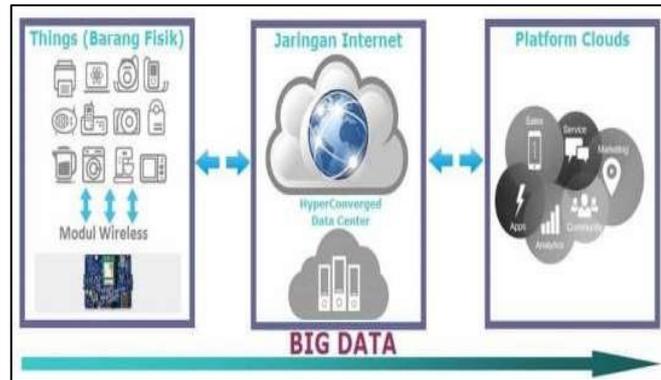
**Gambar 2.9** menunjukkan tampilan dari Arduino IDE, pada tampilan tersebut berisi *menu bar* (*file, edit, sketch, tools, help*). *Toolbar* berisi *verify, upload, new, open, save* dan *serial monitor*. Kemudian *konsol* untuk menunjukkan pesan dari jalannya program, dan *port* menunjukkan terhubung ke komputer pada *port* berapa.

## 2.8 Internet of Things (IoT)

IoT merupakan konsep di mana koneksi internet diperluas ke perangkat fisik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Perangkat tersebut dapat saling bertukar informasi dengan perangkat yang lainnya. Contoh IoT dalam kehidupan sehari-hari adalah pengendalian kulkas atau mesin cuci dari jarak jauh, yang mana dalam perangkat tersebut sudah tertanam sensor elektronik yang dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan orang lain melalui jaringan internet. Manusia dapat berinteraksi

dengan perangkat tersebut melalui gadget dari jarak jauh (Budiyanti, 2021). IoT merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet. IoT adalah sebuah teknologi yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerja dengan sendirinya (Artono dan Putra, 2017).

IoT dapat berupa perangkat apa saja dengan sensor internal apa pun yang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan mentransfer data melalui jaringan tanpa intervensi manual, IoT dapat menghubungkan semua perangkat ke internet dan memungkinkan perangkat IoT berkomunikasi satu sama lain melalui internet. Konsep IoT cukup sederhana hanya mengacu pada tiga elemen utama yaitu barang fisik yang dilengkapi dengan modul IoT, perangkat dapat terkoneksi ke internet modem dan *Router Wireless Speedy* seperti di rumah dan *cloud data center* tempat menyimpan aplikasi besarnya *database*. IoT pada dasarnya dapat dimulai dengan cara membuat suatu koneksi atau sebuah komunikasi antara mesin dengan mesin, sehingga mesin - mesin tersebut dapat berinteraksi dan dapat bekerja secara independen sesuai dengan data yang diperoleh yang kemudian dapat mengolahnya secara mandiri. Pada penggunaan IoT terdapat tantangan utama yaitu menjembatani kesenjangan antar dunia fisik dan dunia informasi, seperti mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik, sebuah *interface* antara pengguna dan peralatan itu, sensor mengumpulkan data mentah fisik dari *real time* dan mengkonversikan ke dalam mesin format yang dimengerti sehingga akan mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format data (Junaidi, 2015). Konsep IoT ditunjukkan pada **Gambar 2. 10.**



**Gambar 2. 10** Konsep IoT (Junaidi, 2015).

IoT menjadi sebuah bidang penelitian tersendiri semenjak berkembangnya teknologi internet dan media komunikasi lain, semakin berkembang keperluan manusia tentang teknologi, maka semakin banyak penelitian yang akan hadir. IoT salah satu hasil pemikiran para peneliti yang mengoptimasi beberapa alat seperti media sensor, *Radio Frequency Identification (RFID)*, *wireless sensor network* serta *smart object* lain yang memungkinkan manusia mudah berinteraksi dengan semua peralatan yang terhubung dengan jaringan internet. Sementara dampak penuh dari IoT mungkin tampak seperti peristiwa masa depan yang jauh, bahwa masa depan sedang terjadi sekarang. Jaringan besar benda-benda fisik dengan alamat IP atau sinyal radio lainnya yang berkomunikasi satu sama lain melalui internet meningkat dengan cepat dan kecepatannya semakin cepat (Muzawi dan Kurniawan, 2018).

Adapun jenis-jenis IoT yang ada di Indonesia yaitu *smart home*, perangkat *wearable*, sistem manajemen trafik, *smart city*, *e-health*, *smart farming* dan masih banyak lagi. Namun pada penelitian ini IoT yang akan digunakan yaitu melalui *website*. *Website* merupakan kumpulan halaman digital yang berisi informasi berupa teks, animasi, gambar, suara dan video atau gabungan dari semuanya yang terkoneksi oleh internet, sehingga dapat dilihat oleh seluruh siapapun yang terkoneksi jaringan internet.

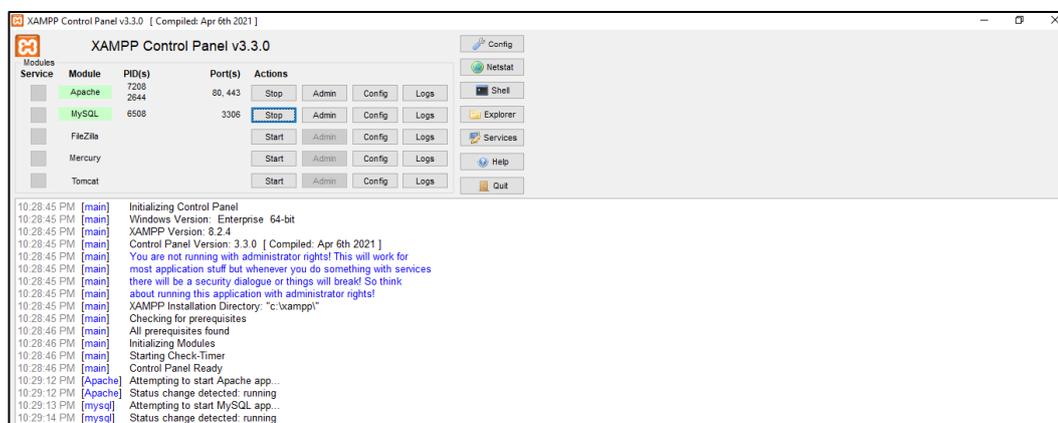
Pemrograman web adalah pembuatan aplikasi program dengan bahasa skrip yang akan menghasilkan sebuah aplikasi yang diakses pada web browser. Bahasa skrip yang dibutuhkan dalam pembuatan 1 halaman *website*, yaitu *Hypertext Markup*

Language (HTML), Personal Hypertext Preprocessor (PHP), Cascading Style Sheet (CSS) dan JavaScript (Sari *et al.*, 2019).

## 2.9 Xampp

Xampp adalah sebuah perangkat *software* yang berfungsi untuk menjalankan *website* berbasis PHP dan menggunakan pengolah data MySQL di komputer atau laptop (Toar dan Alamsyah, 2022). Penggunaan XAMPP dirasa mampu menghemat anggaran karena dapat menggantikan peran *web hosting* dengan cara menyimpan *file website* ke dalam *localhost* agar bisa dipanggil atau dihubungkan melalui *browser* (Nurdina *et al.*, 2022).

Xampp memiliki manfaat diantaranya mengkonfigurasi pengaturan *database PhpMyAdmin*, menjalankan *framework PHP* secara *offline*, melakukan proses *install wordpress* secara *offline*, melakukan pengujian fitur dan mengakses web tanpa internet, Adapun tampilan Xampp ditunjukkan pada **Gambar 2. 11**.



**Gambar 2. 11** Tampilan Xampp (Nurdina *et al.*, 2022).

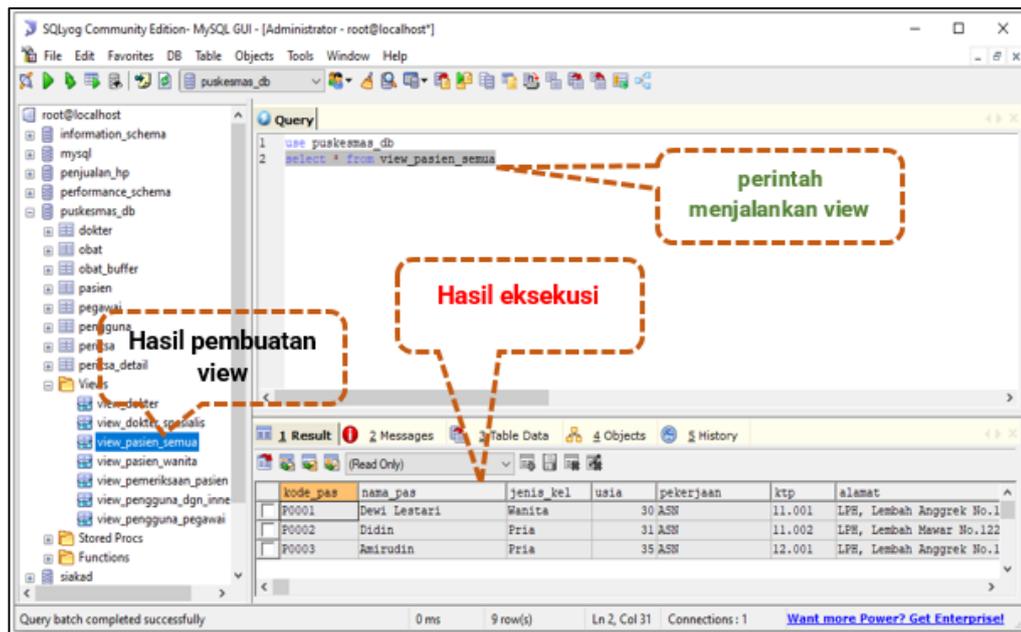
Adapun *PhpMyAdmin* adalah salah satu *software* gratis yang ditulis dalam bahasa PHP dan merupakan *software* yang paling populer digunakan untuk mengelola tabel dan data pada *database* melalui web. *PhpMyAdmin* mendukung berbagai operasi *database* seperti MySQL maupun MariaDB. Tugas yang dimaksudkan seperti untuk mengelola *database*, tabel, kolom, indeks, *user*, *permission*, dan lain-lain. Seluruh tugas ini dapat di eksekusi melalui *user interface* yang *user-friendly*. *PhpMyAdmin* memiliki fitur yang cukup lengkap untuk mengelola *database*.

*Software* ini awalnya bertujuan untuk mempermudah pengelolaan *database* melalui web, adapun fitur yang diberikan oleh *PhpMyAdmin* adalah memiliki tampilan *user interface*, mendukung fitur-fitur MySQL, mengelola *database*, tabel, *view*, *field*, dan *index*, membuat, mengubah *database*, tabel, *view*, *field*, dan *index*, melakukan pemeliharaan server, *database*, dan tabel dengan saran konfigurasi server, menjalankan, mengedit *SQL-statement* dan *batch-queries*, serta mampu mengimpor data dari CSV maupun SQL (Daniel *et al.*, 2020).

### **2.10 My Structured Query Language (MySQL)**

MySQL adalah salah satu perangkat lunak sistem manajemen basis data *Database Management System* (DBMS) yang menggunakan perintah standar *Structure Query System Language* (SQL) MySQL mampu untuk melakukan banyak perintah *query* dalam satu permintaan baik itu menerima dan mengirimkan data. Hal paling mendasar yang menjadikan MySQL pilihan utama sebagai *database* yang digunakan adalah karena MySQL tidak dipungut biaya dan lintas *platform*, sehingga lebih disukai karena tidak membutuhkan biaya besar dalam pembuatan aplikasi serta tidak tergantung pada OS *Windows* ataupun *Linux* karena dapat dijalankan pada kedua OS tersebut dan beberapa OS lainnya (Lawalata *et al.*, 2020).

*Database* MySQL memiliki beberapa tabel yang digunakan untuk menyimpan berbagai data agar data tersebut tersusun dengan teratur. MySQL memiliki kemampuan cukup baik untuk menunjang kerja para developer, baik *user* yang sudah berpengalaman dengan *database* maupun untuk pemula. MySQL menggunakan bahasa SQL untuk mengakses *database*-nya (Raharjo *et al.*, 2022). Adapun tampilan MySQL ditunjukkan pada **Gambar 2. 12**.



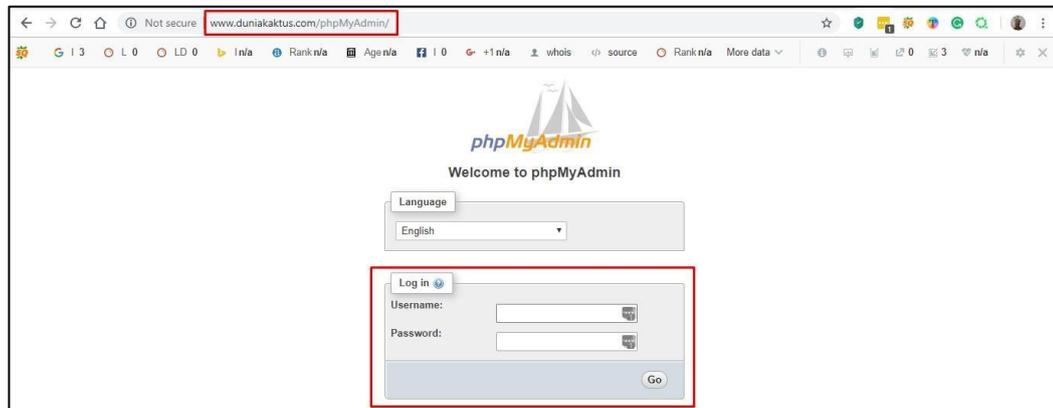
**Gambar 2. 12** Tampilan MySQL (Raharjo *et al.*, 2022).

Lisensi MySQL adalah pengecualian untuk lisensi perangkat lunak sumber terbuka dan juga memiliki versi komersial. MySQL memiliki beberapa kelebihan yaitu *open source* yang berarti *software* manajemen *database* ini digunakan secara gratis, keamanan terjamin karena MySQL ini dilengkapi dengan *host* dan *password* yang membuat data- data pengguna terlindungi, dan mendukung bahasa pemrograman yang lain seperti bahasa PHP, *javascript* dan lain-lain (Daniel *et al.*, 2020).

### 2.11 *Personal Hypertext Preprocessor (PHP)*

PHP adalah sebuah bahasa *script* berbasis server (*server-side*) yang mampu mem-parsing kode php dari kode web dengan ekstensi (.php), sehingga menghasilkan tampilan *website* yang dinamis di sisi *client (browser)*. Dengan menambahkan skrip PHP bisa menjadikan halaman HTML menjadi lebih powerful, dinamis dan bisa dipakai sebagai aplikasi lengkap, misalnya web portal, *e-learning*, *e-library*, dll. PHP adalah PHP merupakan Bahasa standar yang digunakan dalam dunia website dan bahasa program yang berbentuk skrip yang diletakkan di dalam server web. Sebagai sebuah *scripting language*, PHP menjalankan instruksi pemrograman saat proses *runtime*, hasil dari instruksi tentu akan berbeda tergantung data yang diproses. PHP merupakan bahasa pemrograman *server-side*, maka *script* dari PHP

nantinya akan diproses di server. Jenis server yang sering digunakan bersama dengan PHP antara lain Apache, Nginx, dan *LiteSpeed* (Toni dan Widiyarsi, 2021). Adapun tampilan PHP MyAdmin ditunjukkan pada **Gambar 2.13**.

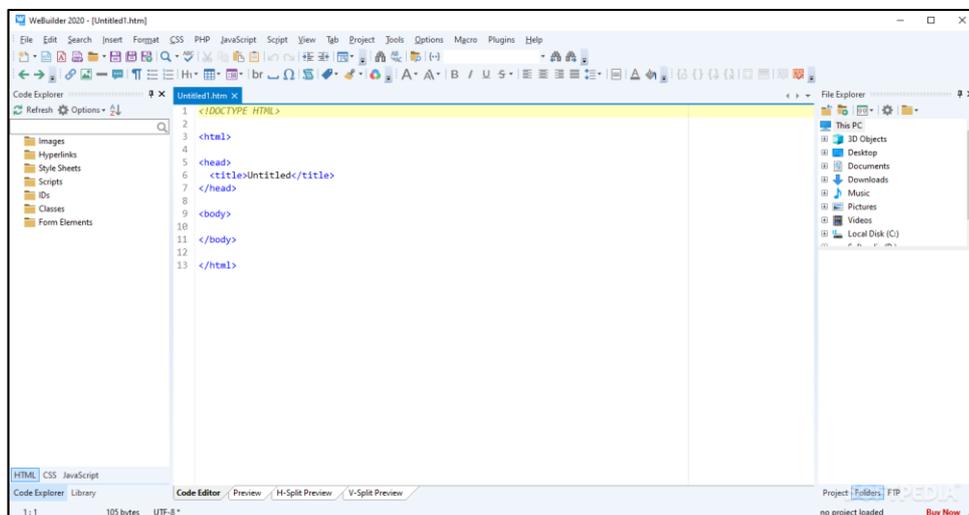


**Gambar 2.13** Tampilan PHP MyAdmin.

PHP pertama kali dikembangkan oleh seorang programmer bernama Rasmus Lerdorf pada tahun 1995. Selanjutnya Rasmus merilis kode sumber tersebut untuk umum dan menamakan PHP/FI sehingga banyak pemrograman yang tertarik untuk ikut mengembangkan PHP. Selanjutnya pada tahun 1997 perusahaan bernama Zend, mengembangkan *intrepreter* PHP tersebut menjadi lebih baik. Kode PHP diproses melalui pemrosesan dari sisi server, oleh karena itu PHP disebut skrip *server-side*. Sehingga kode PHP tidak bisa diberikan langsung ketika ada permintaan dari *client* (browser). Kode PHP dimasukkan ke dalam kode HTML dengan cara menyelipkannya di dalam kode HTML. Untuk membedakan kode PHP dengan kode HTML, di depan kode PHP tersebut diberi tag pembuka dan diakhir kode PHP diberi tag penutup. Dengan adanya kode PHP, sebuah halaman web bisa melakukan banyak hal yang dinamis, seperti mengakses *database*, membuat gambar, membaca dan menulis *file*, dan sebagainya. Hasil pengolahan kode PHP akan dikembalikan lagi dalam bentuk kode HTML untuk ditampilkan di browser (Sari *et al.*, 2021).

## 2.12 Hypertext Markup Language (HTML)

HTML adalah Bahasa pemformatan teks untuk dokumen dokumen pada jaringan komputer yang dikenal sebagai *Word Wide Web* (WWW). WWW merupakan kumpulan web server diseluruh dunia yang dapat menyediakan data dan informasi untuk dapat digunakan secara massal. HTML biasanya digunakan untuk membuat halaman web dan dapat menampilkan beberapa jenis data dalam web browser seperti pada google, mozilla firefox, opera, internet explorer dan lain-lain (Mariko, 2019). Adapun tampilan HTML ditunjukkan pada **Gambar 2. 14**.



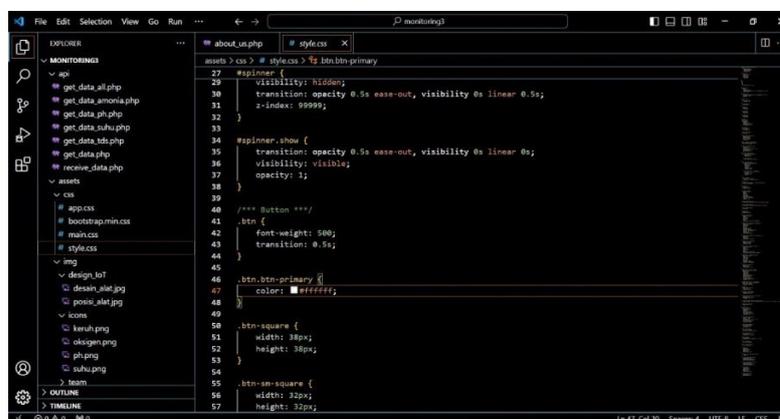
**Gambar 2. 14** Tampilan HTML (Sari *et al.*, 2019).

HTML termasuk dalam bahasa pemrograman gratis, artinya tidak dimiliki oleh siapapun, pengembangannya dilakukan oleh banyak orang di banyak negara dan bisa dikatakan sebagai sebuah bahasa yang dikembangkan bersama-sama secara global. Dokumen HTML adalah dokumen teks yang dapat diedit oleh editor teks apapun dan disimpan dengan *file extension* (.html) . Dokumen HTML memiliki beberapa elemen yang dikelilingi oleh tag-teks yang dimulai dengan symbol “ < ” dan berakhir dengan sebuah symbol “ > ”. Elemen HTML dimulai dengan tag awal, yang diikuti dengan isi elemen dan tag akhir. Tag berakhir termasuk simbol / diikuti oleh tipe elemen, misalnya </HEAD>. Kode-kode dalam HTML biasanya disebut Tag. Tag dalam HTML dituliskan diapit oleh tanda lebih kecil ( < ), tanda lebih besar ( > ), dan garis miring ( / ). Tag dituliskan berpasangan, jika tidak

menggunakan tanda garis miring ( / ) setelah penulisan namanya, disebut sebagai tag pembuka. Namun, jika menggunakan tanda garis miring ( / ) sebelum nama tag, maka disebut sebagai tag penutup. Tag bersifat *incasesensitiv* yang dimana penulisan dengan huruf besar, huruf kecil dan campuran tidak masalah. Namun, untuk standarisasinya tag di tuliskan dalam huruf kecil (Sari *et al.*, 2021).

### 2.13 Cascading Style Sheet (CSS)

CSS merupakan bahasa yang digunakan untuk mengatur tampilan suatu dokumen yang ditulis dalam bahasa markup (*markup language*). Jika kita berbicara dalam konteks web, bisa di artikan secara bebas CSS merupakan bahasa yang digunakan untuk mengatur tampilan atau desain suatu halaman HTML. Beberapa hal yang dapat dilakukan dengan CSS yaitu perancangan desain *text* dapat dilakukan dengan mendefinisikan huruf (*fonts*), warna (*colors*), ukuran (*margins*), latar belakang (*background*), ukuran font (*font sizes*) dan lain-lain. Elemen-elemen seperti warna (*colors*), huruf (*fonts*), ukuran (*size*) dan jarak (*spacing*) disebut juga *styles* dan CSS juga bisa berarti meletakkan *styles* yang berbeda pada *layers* yang berbeda (Sari *et al.*, 2019). CSS adalah pada saat ini menjadi Bahasa standar dalam pembuatan web CSS di fungsikan sebagai pendukung dan pelengkap dari file HTML yang berperan sebagai penataan kerangka, layout, gambar, warna, tabel, spasi dan lain-lain. CSS digunakan bersama dengan bahasa *markup*, seperti HTML dan XML untuk membangun sebuah *website* yang menarik dan memiliki fungsi yang berjalan baik. (Manik *et al.*, 2021). Adapun tampilan CSS ditunjukkan pada **Gambar 2. 15**.



**Gambar 2. 15** Tampilan Aplikasi CSS.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada Juli sampai Oktober 2024. Perancangan dan pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, dan pengambilan data di Kobel Politeknik Negeri Lampung (POLINELA) Rajabasa Raya, Kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3. 1**

**Tabel 3. 1** Alat-alat penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Laptop/PC	Untuk membuat program menggunakan <i>software</i> Arduino IDE dan melihat <i>website</i> monitor
2.	Kabel USB	Mentransmisikan dan mengupload program
3.	Multimeter	Untuk mengukur kesesuaian arus dan <i>voltase</i> pada rangkaian
4.	Papan PCB	Untuk membuat rangkaian keseluruhan alat
5.	Peralatan Lainnya	Pendukung dalam pembuatan alat, seperti obeng, kabel USB, tang potong, gunting, dan lain-lain

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2**

**Tabel 3. 2** Bahan-bahan penelitian

No.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Node MCU ESP32	Untuk menghubungkan ke <i>user</i> laptop terkoneksi ke internet Wifi dan untuk terkoneksi ke internet WIFI dan untuk mengatur proses pengiriman dan menerima data
2.	<i>Power Supply</i>	Sebagai sumber tegangan
3.	Sensor pH-4502C	Untuk mengukur dan mendeteksi kadar keasaman dalam air
4.	Sensor TDS DFRobot	Untuk mengukur dan mendeteksi padatan terlarut dalam air
5.	LCD I2C 20X4	Untuk penampil data nilai keluaran
6.	<i>Tools Box</i>	Untuk menyimpan alat yang sudah dirancang

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.3**

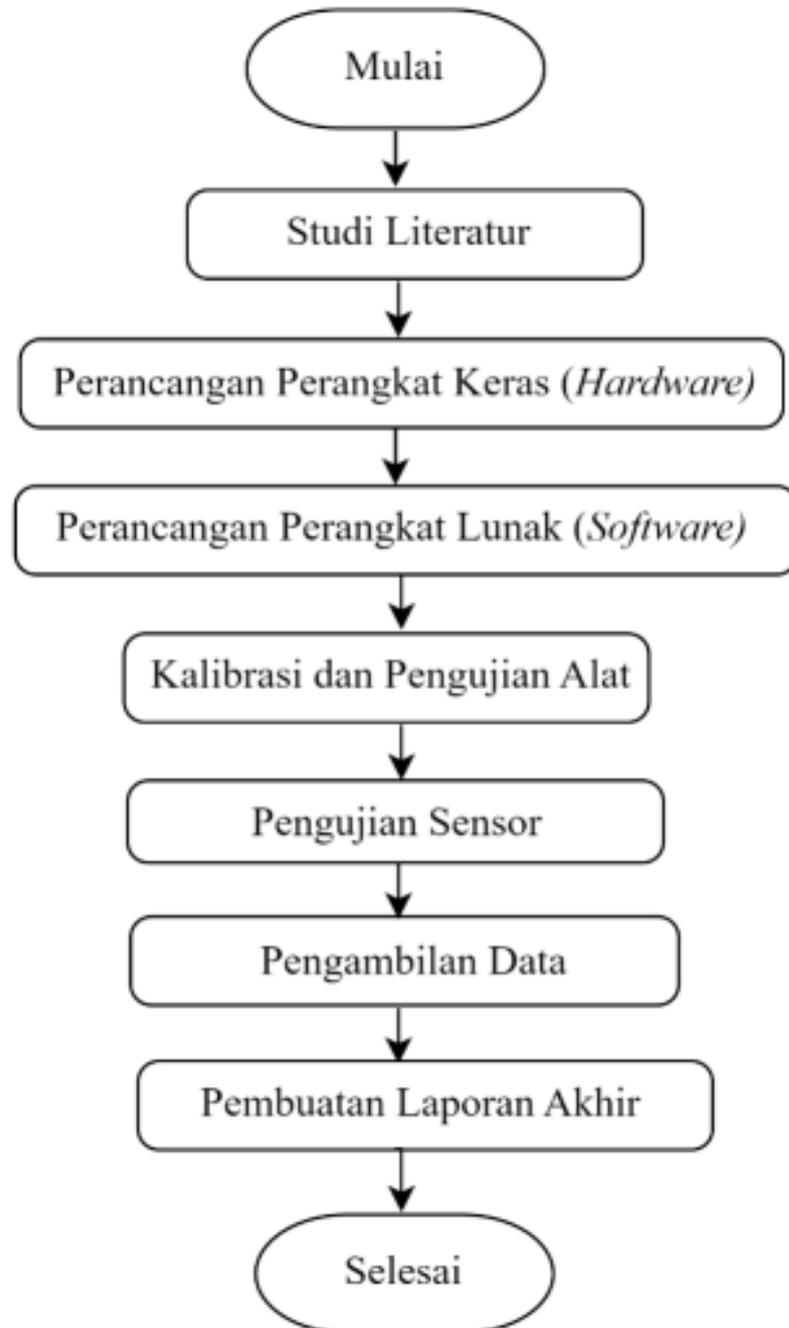
**Tabel 3. 3** Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama <i>software</i>	Fungsi
1.	Arduino IDE	Membuat dan meng-upload program ke ESP32 serta menampilkan pembacaan hasil rancang bangun alat oleh ESP32
2.	Xampp	Membuat <i>website</i>
3.	<i>Visual Studio</i>	Membuat <i>text editor</i>
4.	<i>Fritzing</i>	Membuat gambar rangkaian
5.	<i>Sketch Up</i>	Membuat desain alat monitoring
6.	<i>Origin</i>	Membuat grafik data

### 3.3 Tahapan Penelitian

Dalam membuat perancangan alat sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan air tawar berbasis IoT, penulis merealisasikan beberapa tahapan dari pembuatan alat hingga pengujian alat. Secara keseluruhan perancangan ini dibagi dalam 4 tahapan. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya adalah mencari literatur yang berkaitan dengan perancangan alat menggunakan Node MCU ESP32, kemudian membuat perancangan sistem. Setelah itu, merancang skema dan membuat rangkaian (*hardware*), serta membuat program, dan membuat *website* (*software*). Pembuatan *hardware* dan *software* bertujuan untuk menghasilkan alat sistem monitoring kualitas air kolam ikan gurami menggunakan NODEMCU ESP32

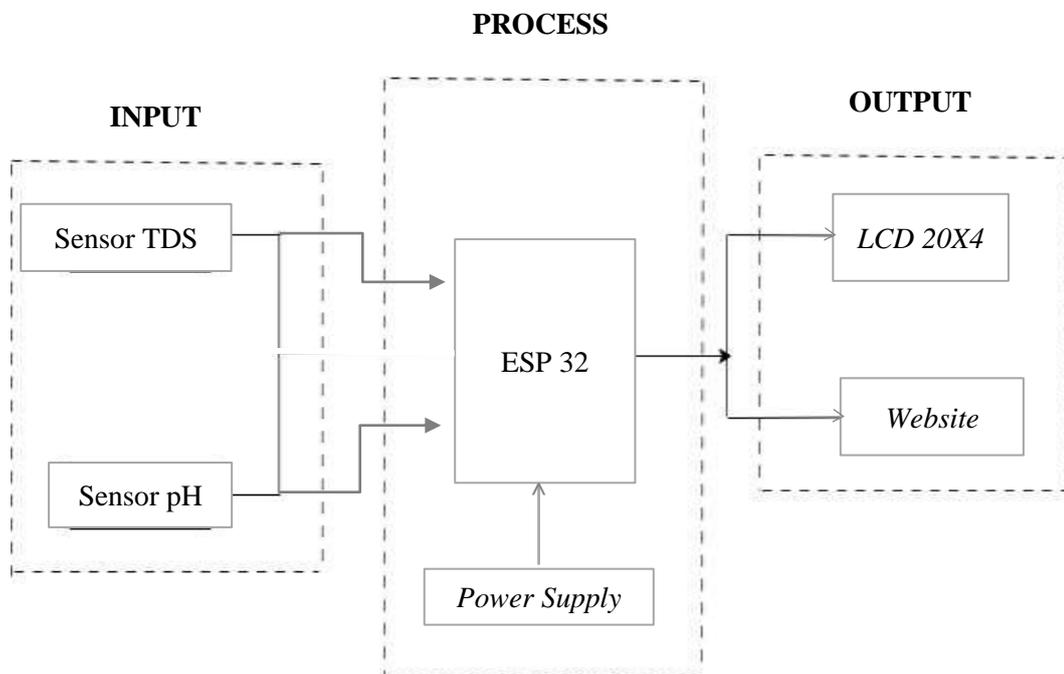
berbasis IoT. Adapun diagram alir penelitian sistem monitoring air ini ditunjukkan pada **Gambar 3. 1**.



**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian.

### 3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras (*hardware*) pada alat sistem monitoring kualitas air kolam berbasis IoT ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler untuk mengelola data dan mentransfer data, *power supply* sebagai sumber tegangan, Sensor TDS DF Robot SEN0244, Sensor pH-4502C, dan LCD I2C 20×4. **Gambar 3. 2** menunjukkan diagram blok perencanaan sistem berupa sensor TDS, dan sensor pH sebagai masukan, ESP32 sebagai mikrokontrolernya, dan LCD sebagai penampil data dan *website* sebagai penampil data parameter kualitas air secara *real time*.



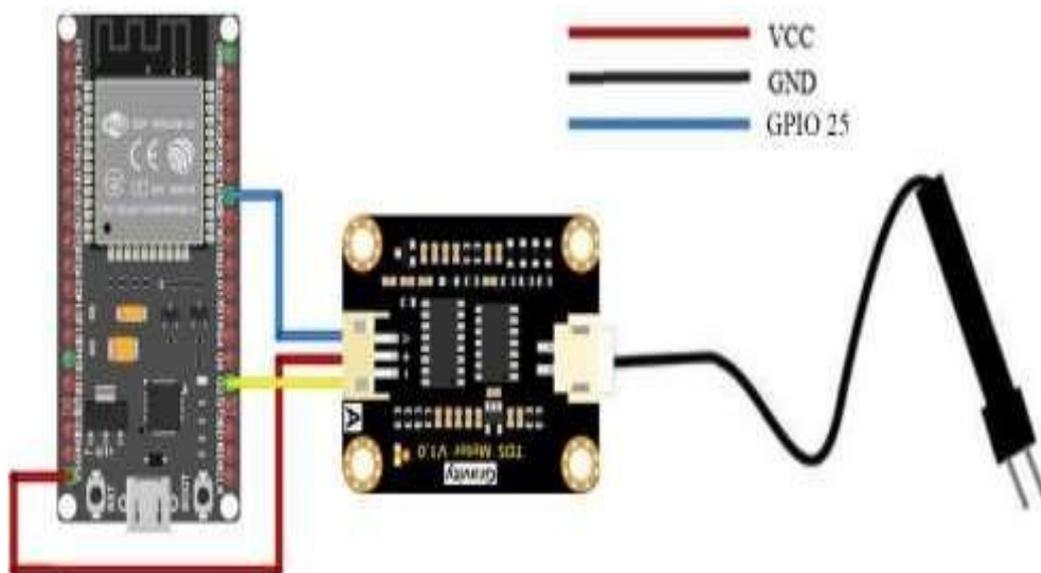
**Gambar 3. 2** Diagram Blok Perangkat Keras (*Hardware*).

**Gambar 3. 2** merupakan diagram blok perangkat keras (*hardware*) terbagi menjadi 3 (tiga) bagian blok yaitu blok diagram input Sensor TDS DF Robot SEN0244, dan Sensor pH-4502C selanjutnya masukan diproses menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Pada proses ini akan di kelola datanya kemudian akan di kirim ke bagian output yaitu LCD 20x4 dan diproses untuk ditampilkan pada *website* monitoring. Terdapat sensor TDS pada blok diagram tersebut yang digunakan untuk mengukur dan mendeteksi padatan terlarut kualitas air di sebuah kolam ikan

gurami, dan sensor pH digunakan untuk mengukur dan mendeteksi nilai tingkat keasaman (pH) pada air di dalam kolam ikan gurami serta ESP32 yang digunakan sebagai mikrokontroler yang mengendalikan semua sistem.

### 3.3.1.1 Rangkaian Sensor TDS DFRobot SEN0244 dengan ESP32

Pada penelitian ini sensor TDS meter DFRobot digunakan sebagai pengukuran padatan terlarut air kolam ikan gurami. Sensor TDS menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel. Sensor TDS mempunyai 3 *pin* yang terdiri dari +5V, *output* data, dan *ground* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3. 3**.



**Gambar 3. 3** Rangkaian Sensor TDS DFRobot SEN0244 dengan ESP32.

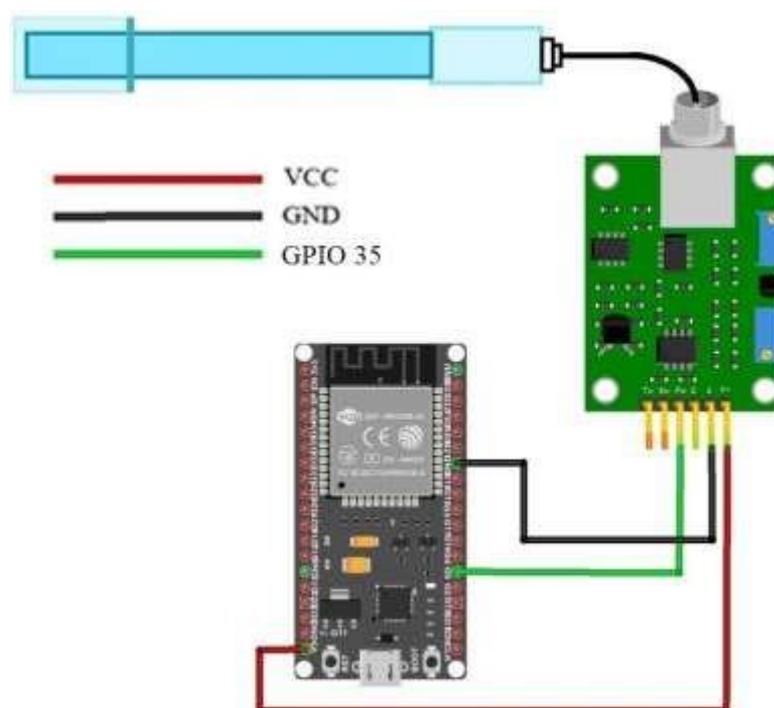
**Tabel 3. 4** Pin-pin sensor TDS

Pin-pin Sensor TDS	Pin Sensor TDS pada ESP32
Ground	GND
Analog	GPIO 35
3-5,5V	5V

Pada **Tabel 3. 4** menunjukkan pin-pin Sensor TDS ke kaki-kaki ESP32 dalam pembuatan rangkaian.

### 3.3.1.2 Rangkaian Sensor pH-4502C dengan ESP32

Pada penelitian ini Sensor pH-4502C digunakan untuk mengukur kadar pH (kadar keasaman atau alkalinitas) pada kolam ikan gurami. Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai pH antara 7 hingga 14. Prinsip kerja alat ini yaitu semakin banyak elektron pada sampel maka akan semakin asam begitu pun sebaliknya, karena batang pada pH meter berisi elektrolit lemah. Sensor pH yang digunakan memiliki tiga pin yang terdiri dari output data, +5V, dan *ground* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3. 4**.



**Gambar 3. 4** Rangkaian Sensor pH-4502C dengan ESP32.

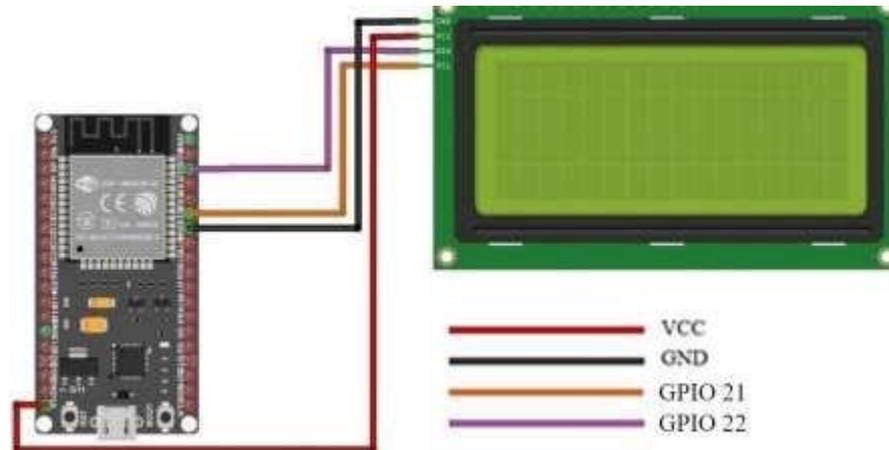
**Tabel 3. 5** Pin-pin sensor pH

Pin-pin Sensor pH-4502C	Pin Sensor pH pada ESP32
Ground	GND
Analog	GPIO 34
3-5,5V	5V

Pada **Tabel 3. 5** menunjukkan pin-pin Sensor pH-4502C ke kaki-kaki ESP32 dalam pembuatan rangkaian.

### 3.3.1.3 Rangkaian LCD I2C dengan ESP32

Pada penelitian ini data hasil pengukuran berupa nilai kualitas air akan ditampilkan pada LCD. Rangkaian ESP32 yang dihubungkan dengan LCD digambarkan pada **Gambar 3. 5**.

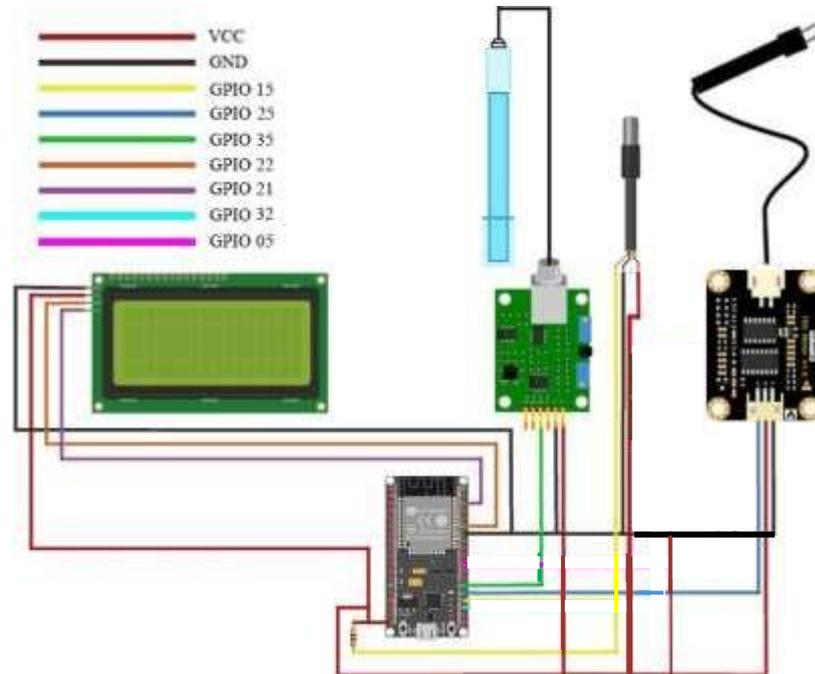


**Gambar 3. 5** Rangkaian LCD I2C dengan ESP32.

LCD yang digunakan merupakan LCD I2C 20×4. LCD I2C berkomunikasi menggunakan pin *serial data* (SDA) dan *serial clock* (SCL) yang dihubungkan ke pin GPIO 21 dan GPIO 22. Kemudian *Voltage at Collector* (VCC) dihubungkan ke pin 5 V pada ESP32.

### 3.3.2 Rangkaian Keseluruhan Sistem Monitoring Kualitas Air

Rangkaian Keseluruhan dari alat ini dapat dilihat pada **Gambar 3. 6**.



**Gambar 3. 6** Rangkaian Keseluruhan Alat.

**Tabel 3. 6** Sambungan pin-pin ESP32 ke komponen lainnya.

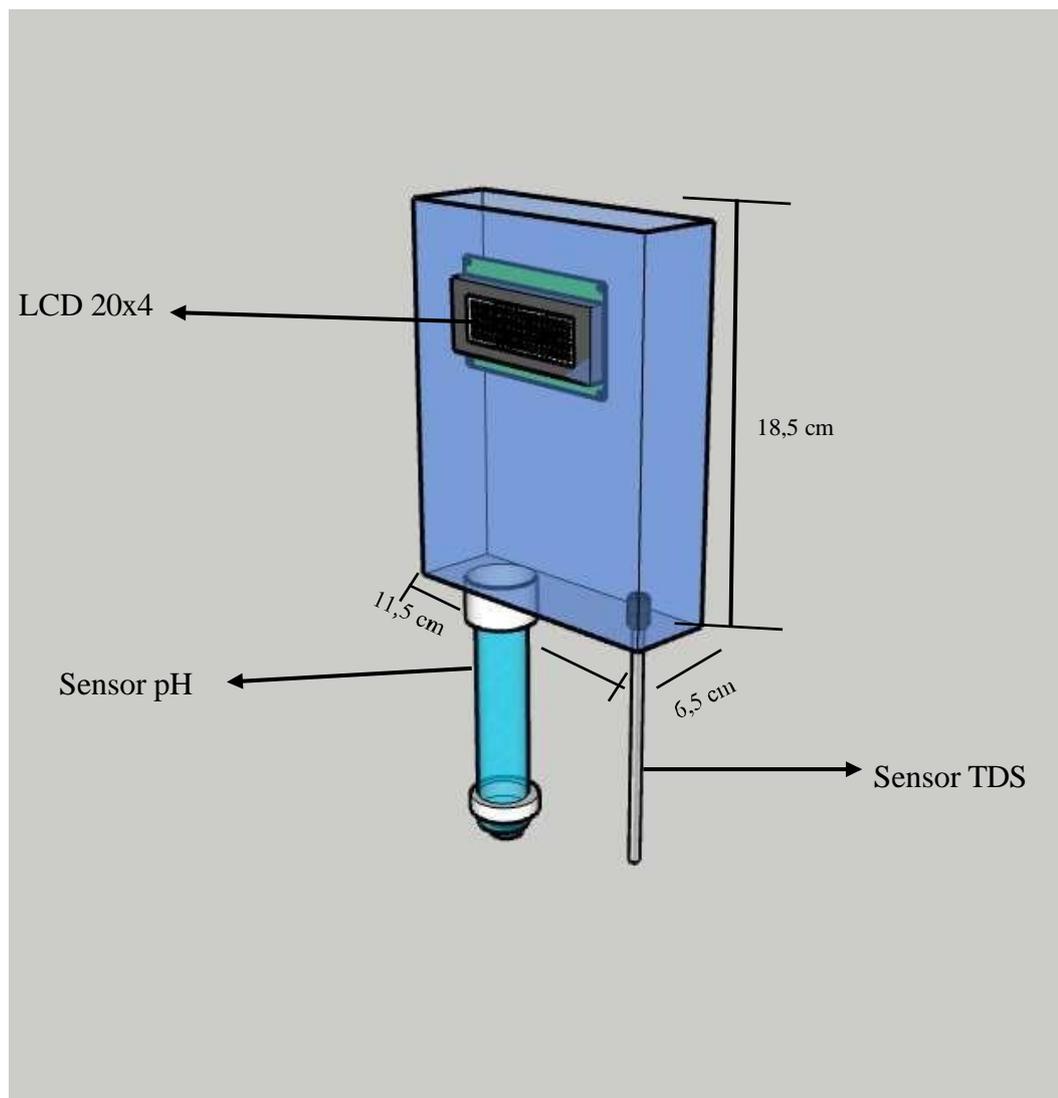
No	Pin ESP32	Pin Komponen
1	GPIO 34	Pin input sensor pH meter kit
2	GPIO 35	Pin input sensor Tds meter
3	GPIO 21	Pin SDA LCD I2C 20×4
4	GPIO 22	Pin SCL LCD I2C 20×4

**Tabel 3. 6** menunjukkan sambungan ESP32 pada komponen-komponen yang digunakan. Rangkaian keseluruhan pada penelitian ini terdiri dari dua sensor.

### 3.3.3 Desain Alat Keseluruhan

Desain alat monitoring kualitas air kolam ikan gurami dapat dilihat pada **Gambar 3.7**.

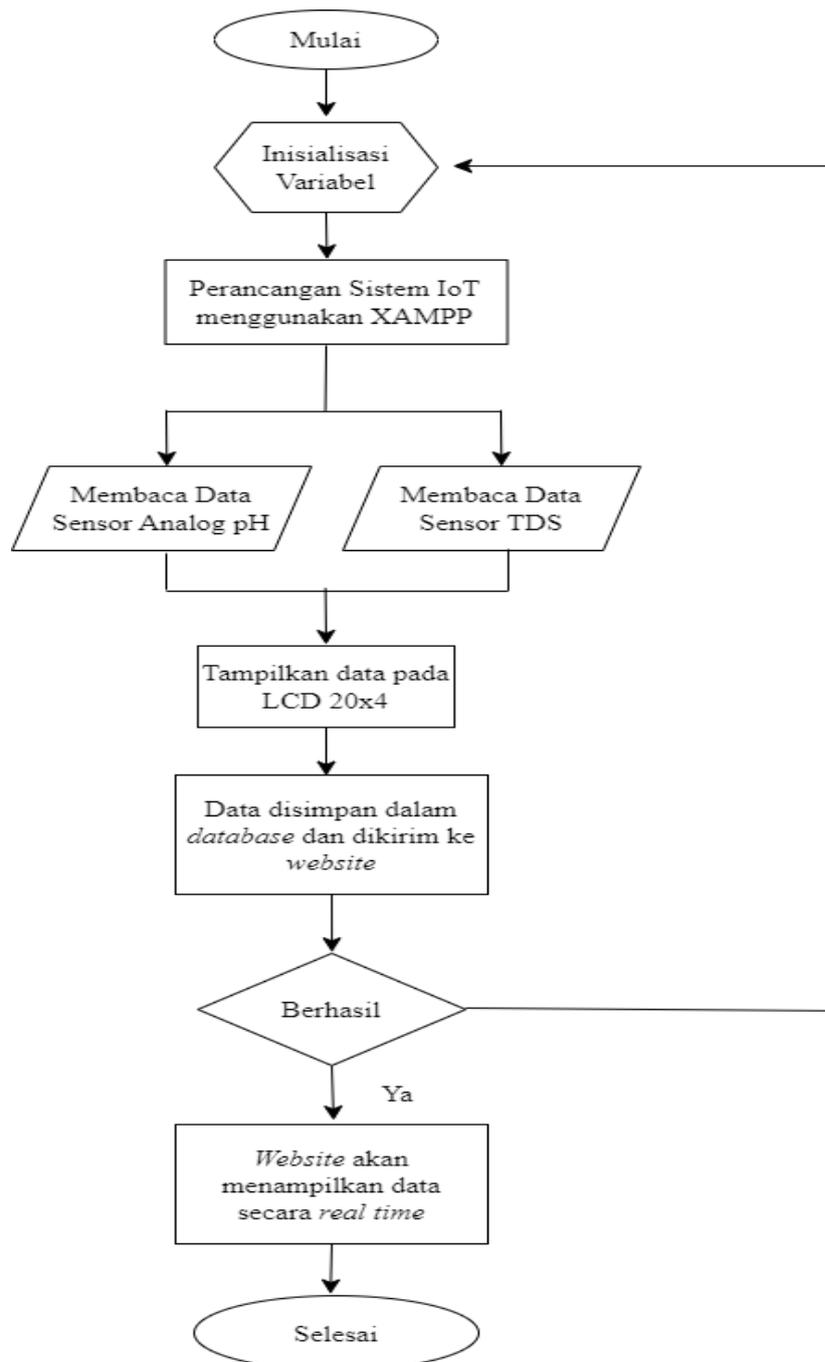
Kotak alat monitoring kualitas air kolam memiliki ukuran 18,5 cm x 11,5 cm x 6,5 cm. Bagian depan alat sistem monitoring, terdapat LCD 20x4 untuk menampilkan data pengukuran secara *real time*, kemudian di sisi bagian bawah terdapat tiga sensor yaitu sensor pH, dan sensor TDS.



**Gambar 3. 7** Desain Alat Monitoring Kualitas Air Kolam.

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak (*software*) pada alat sistem monitoring kualitas air berbasis IoT menggunakan *website*, supaya mempermudah memantau dari jarak jauh dan hasil yang didapatkan bisa *real time*. Diagram alir sistem *software* ditunjukkan pada **Gambar 3. 8**.



**Gambar 3. 8** Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak (*Software*).

Dalam merancang sistem *website* monitoring menggunakan HTML, CSS, dan java script sebagai pembuatan kerangka awal pada *website*, kemudian datanya yang telah diukur oleh alat akan diteruskan ke *database* menggunakan aplikasi *software* XAMPP yang telah tersambung dengan MySQL kemudian akan dikelola dan menggunakan *platform online* sebagai wadahnya dengan *PHPMyAdmin*.

### 3.5 Kalibrasi dan Pengujian Alat

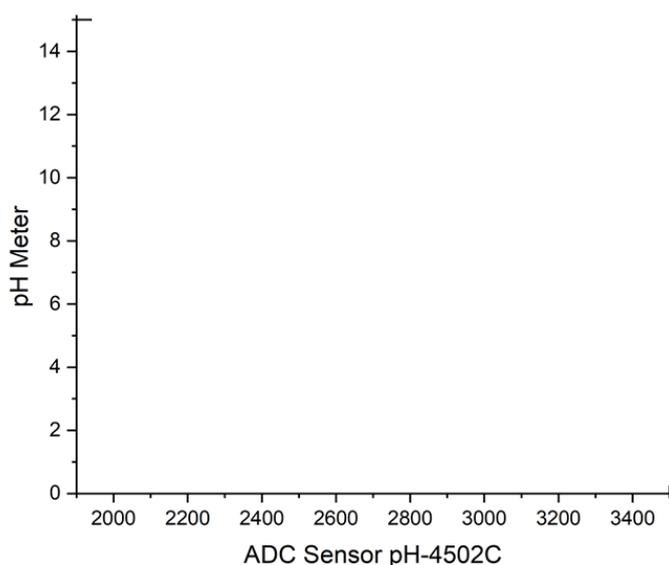
Dalam penelitian ini, dilakukan kalibrasi dan pengujian pada alat yang telah dirancang untuk memastikan hasil pengukuran sensor sesuai dengan instrumen terkalibrasi. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan output dari alat yang dirancang dengan instrumen terkalibrasi. Tujuan dari kalibrasi dan pengujian ini adalah untuk memverifikasi keakuratan alat yang dirancang dan memastikan bahwa hasil pengukuran yang diberikan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pengujian dilakukan pada alat yang telah dirancang agar hasil pengukuran sensor sesuai dengan instrumen terkalibrasi (Rozaq dan Setyaningsih, 2018). Terdapat empat parameter yang diuji yakni pH, padatan terlarut (TDS), suhu, dan kadar  $\text{NH}_3$ . Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan output dari instrumen yang dirancang dan instrumen terkalibrasi. Namun pada laporan ini kalibrasi difokuskan pada sensor pH dan TDS dan untuk sensor lainnya akan dilakukan kalibrasi oleh anggota tim yang lain.

Pengujian sensor pH-4502C dilakukan dengan cara memasukkan sensor ke dalam beberapa larutan dengan tingkat keasaman dan kebasaan yang berbeda. Dalam pengujian sensor pH-4502C, dilakukan dengan menggunakan sampel larutan HCl dan sampel larutan NaOH, dimana masing-masing sampel dicampurkan dengan 500 ml air murni (aquades) dengan volume HCl dan NaOH yang berbeda-beda, kemudian menggunakan alat ukur standar pH, dicelupkan ke dalam sampel dan selanjutnya membandingkan dengan sensor pH-4502C. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membuktikan bahwa sensor pH dapat melakukan pengukuran dengan baik dan untuk mengetahui sejauh mana keakuratannya. **Tabel 3. 7** menunjukkan data kalibrasi pengujian tegangan sensor pH-4502C terhadap sampel HCl dan NaOH dengan melakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing sampel, dan

**Gambar 3. 9** menunjukkan grafik rancangan tegangan sensor pH dengan alat ukur.

**Tabel 3. 7** Data kalibrasi pengujian larutan HCl sensor pH

No	Molaritas (M)	Cacah ADC	pH Meter
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			



**Gambar 3. 9** Grafik Rancangan Tegangan Sensor pH dengan Alat Ukur.

Grafik perbandingan tingkat pH pada ADC sensor pH-4502C dengan alat ukur akan menghasilkan persamaan regresi linier untuk menghubungkan nilai tegangan yang diukur oleh ADC dengan nilai pH yang sebenarnya. Persamaan regresi linier tersebut akan dimasukkan ke dalam kode Arduino sehingga Arduino dapat mengonversi tegangan yang diukur oleh ADC menjadi nilai pH yang tepat. Data pengujian sensor pH-4502C setelah sensor pH-4502C dikalibrasi ditunjukkan pada **Tabel 3.8**, dengan melakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing sampel.

**Tabel 3. 8** Data Pengujian Sensor pH-4502C terhadap pH Meter

No	Molaritas (M)	pH Meter	Sensor pH-4502 C			Rata- rata Sensor	Akurasi (%)	Error (%)
			1	2	3			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

**Rata-rata**

Pengujian sensor analog pH menggunakan 10 sampel larutan dengan penambahan aquades sebanyak 500 ml, kemudian pembacaan tegangan keluaran oleh sensor analog pH dari masing-masing sampel. Untuk melakukan perhitungan massa jenis larutan dapat menggunakan **Persamaan 3.1**.

$$Volume\ larutan = \frac{Massa\ Larutan}{Massa\ Jenis} \quad (3.1)$$

Dengan M sebagai molaritas larutan dan V sebagai volume larutan. Maka untuk mencari molaritas larutan dapat digunakan **Persamaan 3.2**.

$$M = \frac{m}{Mr} \times \frac{1000}{V} \quad (3.2)$$

Dengan m sebagai massa, dan Mr sebagai massa molekul relatif.

Pengujian sensor TDS dilakukan dengan cara mengukur tegangan dari beberapa sampel larutan dengan kandungan padatan terlarut yang berbeda. Dalam penelitian ini, larutan yang digunakan adalah larutan tanah yang dibuat dengan mencampurkan 100 ml air murni (aquades) dengan tambahan tanah sebanyak 1 gram untuk setiap penambahan. Sebanyak 10 sampel larutan tanah diuji dengan penambahan tanah mulai dari 2 gram hingga 11 gram, sehingga menghasilkan variasi padatan terlarut yang berbeda-beda. Pengujian sensor TDS DFRobot menggunakan sampel tanah dengan cara ditimbang per gram menggunakan

timbangan digital laboratorium seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.10**. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan kalibrasi data yang ditampilkan menggunakan serial monitor Arduino IDE ditunjukkan pada **Gambar 3.11**, dan diaduk hingga tanah terlarut sepenuhnya dalam air seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.12**.



**Gambar 3. 10** Proses Menimbang Berat Sampel.



**Gambar 3. 11** Pengujian Sensor TDS Untuk Nilai Padatan Terlarut.

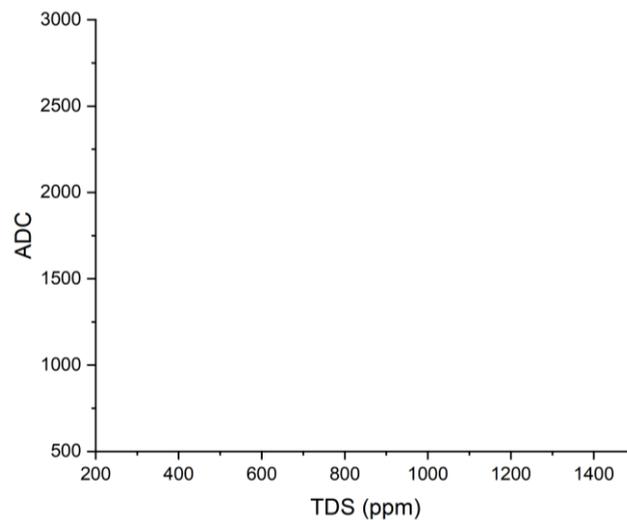


**Gambar 3.12** Variasi Sampel Tanah Untuk Padatan Terlarut.

Data pengujian ADC sensor TDS Meter DFRobot dengan alat ukur standar TDS-3 Meter ditunjukkan pada **Tabel 3.9** dan **Gambar 3. 13** menunjukkan grafik rancangan tegangan sensor TDS dengan alat ukur. Pengujian ini bertujuan untuk mengkonversi nilai cacah ADC keluaran sensor TDS ke nilai numerik dengan satuan ppm.

**Tabel 3. 9** Data Pengujian Keluaran ADC Sensor TDS terhadap TDS-3 Meter

No	Sampel Tanah (gr)	Aquades (ml)	Tegangan ADC	TDS-3 Meter (ppm)
1	2	100		
2	3	100		
3	4	100		
4	5	100		
5	6	100		
6	7	100		
7	8	100		
8	9	100		
9	10	100		
10	11	100		



**Gambar 3. 13** Rancangan Grafik keluaran sensor TDS DFRobot terhadap Keluaran TDS-3 Meter.

Grafik keluaran sensor TDS Meter DFRobot terhadap alat ukur TDS-3 Meter akan digunakan untuk menghasilkan sebuah persamaan regresi linier. Persamaan regresi linier ini akan dimasukkan ke dalam kode Arduino dengan tujuan mengonversi tegangan yang diukur oleh ADC menjadi nilai padatan terlarut yang akurat.

Data pengujian sensor TDS Meter DFRobot setelah sensor TDS Meter DFRobot dikalibrasi ditunjukkan pada **Tabel 3.10**, dengan melakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing sampel.

**Tabel 3. 10** Data Pengujian Sensor TDS Meter DFRobot menggunakan Kurva Standar Regresi Linear terhadap TDS-3 Meter

Tanah (gr)	TDS-3 Meter (ppm)	Sensor TDS DFRobot (ppm)			Rata-rata Sensor	Akurasi (%)	<i>Error</i> (%)
		1	2	3			
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
<b>Rata-rata</b>							

Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menghitung persentase *error*, dan akurasi menggunakan **Persamaan 3.3** dan **3.4**.

$$\%E = \left| \frac{Y_n - \bar{X}_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (3.3)$$

$$\%A = \left( 1 - \left| \frac{Y_n - \bar{X}_n}{Y_n} \right| \right) \times 100\% \quad (3.4)$$

dengan % E adalah nilai persentase *Error* (kesalahan) (%), %A adalah nilai persentase akurasi (%),  $Y_n$  adalah nilai referensi, dan  $X_n$  adalah nilai hasil pengukuran,  $\bar{X}_n$  adalah rata-rata hasil pengukuran (Jones dan Chin, 1991).

Pengambilan data realisasi instrumentasi sistem monitoring kualitas air dilakukan pada kolam ikan gurami di Politeknik Negeri Lampung (POLINELA) Rajabasa Raya, Kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung. Pengambilan data secara *real time* mulai tanggal 9 November 2024 sampai 11 November 2024 pada waktu pagi 06.00 sampai

waktu sore 17.59 dengan interval waktu pengukuran setiap 10 menit. Hasil pengujian alat secara keseluruhan dapat dilihat pada **Tabel 3. 11.**

**Tabel 3. 11** Data Pengujian Alat Secara Keseluruhan

No	pH	TDS (ppm)	Waktu
1			
2			
3			
4			
5			
-			
2.160			

**Tabel 3.11** hanya merupakan contoh data yang diambil dari tanggal pengujian sistem monitoring dan yang dicantumkan hanya pH dan TDS, parameter lainnya dibahas oleh tim penelitian yang lain.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Dapat dirancang bangun sistem monitoring untuk memantau kualitas air pada kolam ikan gurami dengan menggunakan parameter pH dan TDS. Sistem monitoring ini dirancang dengan memanfaatkan teknologi sehingga memungkinkan telemonitoring secara *real time* dan jarak jauh.
2. Tingkat akurasi pengukuran menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dibangun memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Alat sudah terkalibrasi baik dengan nilai *error* pada sensor pH-4502C sebesar 1,87% dan akurasi sebesar 98,13%, nilai *error* pada sensor TDS DFRobot sebesar 0,14% dan akurasi sebesar 99,86%.
3. Hasil dari monitoring kualitas air kolam ikan pada kolam ikan gurami dengan menggunakan parameter pH dan TDS menunjukkan kualitas air kolam tersebut berada pada kisaran 6 - 8 untuk pH dan 300 ppm - 450 ppm untuk TDS dengan kata lain keadaan kolam dalam kondisi yang baik dan layak untuk lingkungan hidup ikan gurami. Hal tersebut sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 bahwa nilai pH (derajat keasaman) yang baik berada pada kisaran 6-9 dan padatan terlarut tidak boleh melebihi 1000 ppm.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya yaitu telemonitoring dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem kendali otomatis untuk penanganan ketika parameter kualitas air terdeteksi berada di luar ambang batas yang telah ditetapkan dan melakukan perbaikan terhadap *website* monitoring agar dapat diakses publik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhitia, R., Sahertian, J., dan Swanjaya, D. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Gurame. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri*. 8(2), 242–246.
- Alfian Pratama, M., Arthana, W., Raka, G., dan Kartika, A. (2021). Fluktuasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Beberapa Variasi Sistem Resirkulasi. *Current Trends in Aquatic Science IV*. 4(1), 102–107.
- Arifin, Zulita, L. N. (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infotama*. 12(1), 89–98.
- Artono, B., dan Putra, R. G. (2017). Penerapan Internet of Things ( IoT ) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web. *Jurnal Teknik*. 5(1), 9–16.
- Brady, J.E. (2019). *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Charisma, A., Iskandar, H. R., Taryana, E., dan Nurfajar, H. (2019). Rancang Bangun Online Monitoring System untuk pH Air Menggunakan PH- 4502C Module dan Aplikasi WebServer. *Jurnal Penelitian Sains*. 2(2), 1–9.
- Damayanti A N, Kismiyanti, Koesdarto, K. (2012). Pengembangan Sistem Monitoring Tingkat Salinitas Air pada Tambak Berbasis Website. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 2(1), 1-7.
- Daniel, Tj, J., dan Suwita, J. (2020). Sistem Informasi Administrasi pada Intensive English Course Ciledug Mas. *Jurnal Ilmu Komputer*. 8(1), 17-20.
- Dr.Azrita, S.Pi., M. S. (1975). *Gurami Sago*. LPMM Universitas Bung Hatta. Karang Padang.
- Effendi, K. (2019). Rancang Bangun Sistem Catu Daya dengan Metode Switching Mode Power Supply (SMPS) Berbasis Arduino untuk Aplikasi Elektropsinner. Universitas Lampung. *Skripsi*.
- Gunoto Pamor, dan Nandika Reza, M. D. H. (2021). Penerapan Internet of Things ( IoT) pada Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Rumah Tangga

- Mikrokontroler dan Website. *Jurnal Internet of Things*. 4(2), 255–261.
- Guntoro, D., Setiawan, G. E., dan Fitriyah, H. (2019). Pengontrolan Derajat Keasaman (pH) Air Secara Otomatis pada Kolam Ikan Gurame Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(1), 1047–1052.
- Halim, F.R., Suwandi, dan Suhendi, A. 2016. Rancang Bangun alat Syringe Pump Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino. *E-Proceeding of Engineering*. 3(2), 2078-2085.
- Hartoyo, D. R., Saputra, R. E., dan Dirgantara, F. M. (2021). Otomatisasi Sistem Pengendali Hidroponik dengan Menggunakan Lampu LED Hydroponic Automation Control System. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 8(5), 6356–6364.
- Hidayatullah, M., Fat, J., dan Andriani, T. (2018). Prototype Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Positron*. 8(2), 43–52.
- Ihsanto, E., dan Hidayat, S. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*. 5(3), 130-137.
- Imran, A. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektronik*. 17(2), 2721-2730.
- Junaidi, A. (2015). Internet of Things, Sejarah, Teknologi dan Penerapannya . *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*. 1(3), 62–66.
- Kadir, A., Kundu, R. S., Milstein, A., dan Wahab, M. A. (2006). Effects of Silver Carp and Small Indigenous Species on Pond Ecology and Carp Polycultures in Bangladesh. *Journal Aquaculture*. 2(1), 1065–1076.
- Karangan, J., Bambang, S., dan Sulardi. (2019). Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*. 1(1), 65–72.
- Kristiyanto, A., Fikriah, F. K., Inkiriwang, R., dan Andriansah, Z. (2023). Monitoring dan Klasifikasi Kualitas Air Kolam Ikan Gurami Berbasis Internet of Things Menggunakan Metode Naive Bayes. *Jurnal Komputasi dan Informatika*. 7(2), 155–167.
- Lawalata, I. F., Wibowo, A., Setiawan, A., Petra, U. K., dan Siwalankerto, J. (2020). Perancangan dan Pembuatan Website Pada Komunitas Discerning. *Jurnal Infra*. 2(1), 166-173.
- Lusina S, J., Riskyana, N., Diah Madusari, B., dan Zulkham Yahya, M. (2022). Analisis Kualitas Air pada Keramba Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Perairan Laboratorium Slamaran Pekalongan. *Riset Inovasi Dan Teknologi*. 6(2), 47–51.
- Malika, U. E., Tejasari, dan Hani, E. S. (2012). Perumusan Strategi Peningkatan

- Mutu Teknik Produksi Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) Berdasarkan Metode Force Field Analysis (FFA). *Journal of Social and Agriculture Economics*. 6(1), 12–19.
- Mariko, S. (2019). Aplikasi Website Berbasis HTML dan Javascript untuk Menyelesaikan Fungsi Integral. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*. 6(1), 80– 91.
- Muzawi, R., dan Kurniawan, W. J. (2018). Penerapan Internet of Things ( IoT ) Pada Sistem Kendali Lampu Berbasis Mobile. *Jurnal Sains Komputer dan Informatika*. 2(2), 115–120.
- Nirwan, S., dan Ms, H. (2020). Konsumsi Energi Listrik pada Peralatan Elektronik Berbasis PZEM-004T. *Jurnal Teknik Informatika*. 12(2), 22–28.
- Nugraha, A. A., Yustiati, A., Bangkit, I., dan Andriani, Y. (2020). Growth Performance and Survival Rate FF Giant Gourami Fingerlings ( *Osphronemus Goramy Lacepede* ) With Potassium Difomate Addition. *Journal Aquaculture*. 14(2), 103–114.
- Nurdina, A. K., Sasmito, A. P., Vendyansyah, N., dan Industri, F. T. (2022). Penerapan Internet of Things ( IoT ) Monitoring dan Controlling. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 6(2), 1115–1122.
- Osewe, K. O., Senkondo, E., Mnembuka, dan Amisah, S. (2007). Potential Effects of Aquaculture Pomotion on Poverty Reduction in Sub-saharan Africa. *Aquaculture Instrument Journal*. 10(7),1-15.
- Panji, G., dan Soemarmi, A. (2016). Undang – Undang Dasar Negara Perekonomian Bagi Negara Republik Indonesia Republik Indonesia Terdapat Republik Indonesia Sebagaimana Indonesia Dan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia Serta Laut Lepas Berdasarkan Ketentuan. *Jurnal Perekonomian RI*. 5(1), 1–16.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22. (2021). Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Pharma, F (2023). *TDS Meter Working dan Its Principle 2023*. <https://flairpharma.com/tdss-meter/> diakses pada 14 Januari 2024 Pukul 21.00 WIB.
- Pseudocode, J., Widodo, S., Amin, M. M., Sutrisman, A., dan Putra, A. A. (2017). Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO<sub>2</sub> , dan CH<sub>4</sub> Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Pseudocode*. 4(2),105–119.
- Putra, S. I. W., Yasa, K. A., dan Saptaka, A. A. N. G. (2021). Sistem Kontrol Otomatis Kepekatan Air Nutrisi Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). *SENTRINOV Engineering and Science*. 7(1), 286–293.
- Puspita, J., dan Bernitha. (2024). Telemonitoring Kualitas Air Pada Keramba Jaring

Apung dengan Parameter Power of Hydrogen dan Total Dissolved Solid. Universitas Lampung. *Skripsi*.

- Qalit, A., dan Rahman, A. (2017). Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar pH dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis pada Budidaya Ikan Lele Sangkuriang Berbasis IoT. *Jurnal Sains dan Komputer*. 2(3), 8–15.
- Raharjo, M., Napih, M., dan Anwar, R. S. (2022). Perancangan Sistem Informasi dengan PHP dan MYSQL Untuk Pendaftaran Sekolah di Masa Pandemi. *Jurnal Ilmu Komputer*. 2(1), 50–58.
- Rahmania, A. U., dan Ariswati, H. G. (2018). Perancangan pH Meter Berbasis Arduino Uno. *Elektromedik. Jurnal Teknik Informatika*. 1(1), 22–30.
- Reforma, B., Ma'arif, A., dan Sunardi, S. (2022). Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeuhan dan Jumlah Padatan Terlarut. *Jurnal Teknologi Elektro*. 13(2), 66.
- Rosyady, P. A., dan Agustian, M. A. (2022). Sistem Monitoring dan Kontrol Keasaman Larutan dan Suhu Air pada Kolam Ikan Mas Koki dengan Smartphone Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Elektoteknika*. 21(2), 169-175.
- Rouhillah, Rizki Faulianur, dan Fira Fazila. (2023). Alat Monitoring Kualitas Air Minum Menggunakan Sensor TDS Berbasis Internet of Things. *Jurnal J-Innovation*. 12(2), 43-47.
- Rozaq, I. A., dan Setyaningsih, N. Y. D. (2018). Karakterisasi dan Kalibrasi Sensor pH Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Prosiding Sendiu*. 1(3), 244–247.
- Sandika, D., Edi, D. G. S., dan Kawan, I. M. (2024). Analisis Kualitas Air pada Kolam Pendederan Benih Ikan Karper (*Cyprinus carpio* L.). *Gema Agro*. 29(1), 23–32.
- Santikawati, S., Sihombing. N.S., dan Lase, E. (2023). Pengaruh Pemberian Ekstrak Kecibeling Terhadap Tingkat Kelulushidupan Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Tapian Nauli. Jurnal Penelitian Terapan Perikanan Dan Kelautan*. 5(2), 1-9.
- Sari, V. F., Ekawita, R., dan Yuliza, E. (2021). Desain Bangun pH Tanah Digital Berbasis Arduino Uno. *JoP*. 7(1), 36–41.
- Suprianto, K. H. G. A. dan B. (2019). Sistem Kontrol Temperatur, pH, dan Kejernihan Air Kolam Ikan Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*. 8(2), 420-427.
- Toar, H., dan Alamsyah, I. R. (2022). Pengelolaan Aset Berbasis Website pada Sistem Pendeteksi Aset Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi*. 6(2), 64-73.
- Toni, N., dan Widiyari, I. R. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Kekeuhan Air Berbasis Website Internet of Things. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*. 8(3), 1515–1528.

- Widayatsih, T., Lisanty, N., Aji, S. B., dan Pamujiati, A. D. (2020). Budidaya Perikanan Skala Kecil : Studi Kasus Ternak Ikan Gurami ( *Osporonemus gouramy* ) di Desa Mojosari Kecamatan Kras Kabupaten Kediri. *Jurnal Agroteknologi*. 4(1), 28–43.
- Wirman, R. P., Wardhana, I., dan Isnaini, A. (2019). Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved. *Jurnal Fisika*. 9(1), 37–46.
- Woodruff, E., Lammers, H., dan Lammers, T. (2019). *Steam Plant Operation*. Eighth Edition Handbook.
- Yusuf, A. I., Samsugi, S., dan Trisnawati, F. (2020). Rancang Bangun Alat Pengunci Otomatis dengan Mikrokontroler Arduino dan Module RF. *Jurnal Kendali dan Listrik*. 1(1), 1–6.
- Zamora, R., dan Wildian, H. (2015). Perancangan Alat Ukur TDS ( Total Dissolved Solid) Air dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 7(1), 11–15.