

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KUALITAS AIR KOLAM  
IKAN LELE BERBASIS IOT (STUDI KASUS : POKDAKAN  
BINTANG ROSELA JAYA, PRINGSEWU)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**MUHAMAD ADIL HIDAYAT  
2115061068**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KUALITAS AIR KOLAM  
IKAN LELE BERBASIS IOT (STUDI KASUS : POKDAKAN  
BINTANG ROSELA JAYA, PRINGSEWU)**

**Oleh**

**MUHAMAD ADIL HIDAYAT**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KUALITAS AIR KOLAM IKAN LELE BERBASIS IOT (STUDI KASUS : POKDAKAN BINTANG ROSELA JAYA, PRINGSEWU)

Oleh

MUHAMAD ADIL HIDAYAT

Budidaya ikan lele merupakan sektor perikanan air tawar yang menjanjikan di Indonesia, namun keberhasilannya sangat bergantung pada pengelolaan kualitas air kolam. Parameter seperti pH, suhu, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan gas amonia yang tidak stabil dapat menyebabkan stres hingga kematian massal pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menerapkan metode *Scrum*. Sistem ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32-S3 sebagai pusat pemrosesan data yang terintegrasi dengan empat sensor utama: sensor suhu DS18B20, sensor pH Probe, sensor TDS, dan sensor MQ-135 untuk mendeteksi amonia. Data yang dibaca oleh sensor dikirimkan secara *real-time* menggunakan protokol komunikasi MQTT melalui jaringan WiFi ke sebuah *dashboard* digital, serta ditampilkan secara lokal pada LCD 20x4. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh sensor dapat bekerja dengan baik dan sinkron antara pembacaan alat dengan tampilan pada *dashboard*. Pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) yang dilakukan bersama mitra Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Bintang Rosela Jaya menghasilkan nilai persentase sebesar 92,5%, yang menempatkan sistem ini pada kategori "Sangat Setuju". Dengan demikian, alat monitoring ini dinyatakan layak digunakan dan efektif membantu pembudidaya dalam memantau kondisi air secara praktis untuk mengurangi risiko gagal panen.

Kata kunci: IoT, Monitoring Kualitas Air, ESP32-S3, Scrum, UAT.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN IOT-BASED WATER QUALITY MONITORING SYSTEM FOR CATFISH PONDS (CASE STUDY: POKDAKAN BINTANG ROSELA JAYA, PRINGSEWU)**

**By**

**MUHAMAD ADIL HIDAYAT**

Catfish farming is a promising freshwater fisheries sector in Indonesia, yet its success heavily depends on the management of pond water quality. Unstable parameters such as pH, temperature, Total Dissolved Solids (TDS), and ammonia gas can lead to stress or even mass mortality in fish. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system for catfish ponds using the Scrum method. The system was developed using the ESP32-S3 microcontroller as the central data processing unit, integrated with four main sensors: the DS18B20 temperature sensor, a pH probe sensor, a TDS sensor, and the MQ-135 sensor for ammonia detection. Data read by the sensors is transmitted in real-time using the MQTT communication protocol over a WiFi network to a digital dashboard, as well as displayed locally on a 20x4 LCD. Functional testing results indicate that all sensors operate correctly, with synchronized readings between the device and the dashboard display. User Acceptance Testing (UAT) conducted with the Bintang Rosela Jaya Fish Farmers Group (Pokdakan) yielded a score of 92.5%, placing the system in the "Strongly Agree" category. Consequently, this monitoring tool is declared feasible and effective in assisting farmers to monitor water conditions practically, thereby reducing the risk of harvest failure.

**Keywords:** Catfish, Water Quality, IoT, ESP32-S3, Scrum, Monitoring.

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT MONITORING  
KUALITAS AIR KOLAM IKAN LELE  
BERBASIS IOT (STUDI KASUS : POKDAKAN  
BINTANG ROSELA JAYA, PRINGSEWU)

Nama Mahasiswa : **MUHAMAD ADIL HIDAYAT**

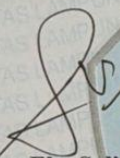
Nomor Pokok Mahasiswa : 2115061068


Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

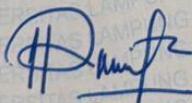
  
**Wahyu Eko Sulistiono, S.T., M.Sc.**  
NIP. 197412012001121001

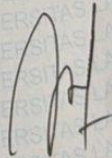
  
**Deny Budiyanto, S.Kom., M.T**  
NIP. 199112082019031011

2. Mengetahui

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Informatika**

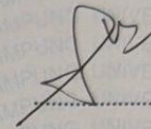
  
**Herlinawati, S.T., M.T.**  
NIP. 197103141999032001

  
**Yessi Mulyani, S.T., M.T.**  
NIP. 197312262000121001

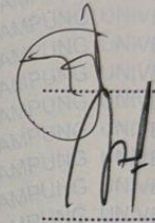
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

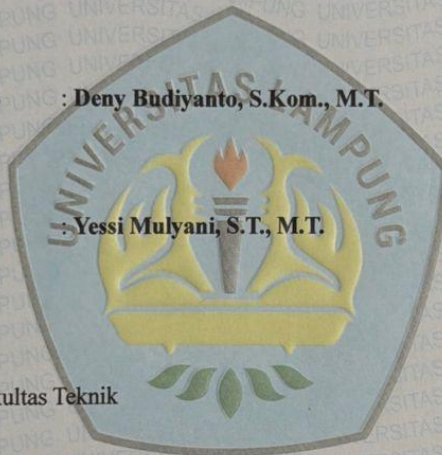
Ketua : **Wahyu Eko Sulistiono, S.T., M.Sc.**



Sekretaris : **Deny Budiyanto, S.Kom., M.T.**



Penguji : **Yessi Mulyani, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**  
NIP. 19691030 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 April 2026

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis IoT (Studi Kasus : Pokdakan Bintang Rosela Jaya, Pringsewu)” sepenuhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya siap menerima sanksi sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 4 Mei 2026  
Penulis,



Muhamad Adil Hidayat  
NPM. 2115061068

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jawa Tengah pada tanggal 29 April 2002. Sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Alex Chandra dan Ibu Ana Nur Azizah Penulis menyelesaikan Pendidikan formal sekolah disekolah SD Negeri 1 Langkapura dan lulus pada tahun 2015, kemudian dilanjutkan ke SMPN 9 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2018, kemudian penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 16 Bandar Lampung pada tahun 2020. Pada tahun 2021 pula penulis telah diterima sebagai Mahasiswa baru fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, dan Prodi Teknik Informatika Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Dalam masa perkuliahan, penulis cukup aktif mengikuti beberapa kegiatan yaitu :

1. Mengikuti kegiatan Studi Independen bersertifikat melalui kementerian Pendidikan dan budaya di mitra *Infinite Learning* pada program *Web Development*.
2. Menjadi anggota Divisi Sosial dari Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro pada tahun 2022-2024.
3. Menjadi Kepala Divisi Sosial dari Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro pada tahun 2023-2024.
4. Menjalankan Kerja Praktik di Kementerian Komunikasi dan Informasi Jakarta Pusat sebagai *UI/UX Designer* dan *Quality Assurance* pada tahun 2024.
5. Menjadi anggota UKM Aiesec sebagai *Outreach Relations Staff* pada tahun 2023-2024.
6. Menjadi Asisten Laboratorium Teknik Digital pada praktikum Teknik Digital, *Embedded* sistem, dan *Elektronika Kendali* pada tahun 2022-2024.

## **MOTTO**

“Sesungguhnya Bersama Kesulitan ada Kemudahan.”

**(QS Al-Insyirah:5-6)**

“Hidupmu ada ditanganmu sendiri.”

**(Ibu Penulis)**

“Bukan tentang seberapa cepat selesai, tapi seberapa kuat bertahan sampai  
selesai”

**(Penulis)**

Segala puji syukur kepada Allah SWT. atas segala Rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. shalawat serta salam teriring kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan *akhlakul karimah*.

### **KUPERSEMBAHKAN KARYA INI KEPADA**

Kedua orang tua tercinta, yang telah menjadi sumber kekuatan, kasih sayang, dan doa dalam setiap langkah hidup saya.

Keluarga besar yang selalu memberi semangat dan dukungan tanpa henti. Sahabat-sahabat seperjuangan yang senantiasa hadir dalam suka dan duka.

Serta almamater kebanggaan, Universitas Lampung, tempat saya menimba ilmu dan pengalaman berharga.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis IoT (Studi Kasus : Pokdakan Bintang Rosela Jaya, Pringsewu)” dengan baik.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi, baik dalam bentuk moril maupun materil. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan ketulusan, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta beserta keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta motivasi yang tiada henti kepada penulis, baik secara moril maupun spiritual, sehingga penulis mampu menyelesaikan studi dan penelitian ini dengan penuh semangat.
2. Bapak Dr. Hi. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Ibu Yessi Mulyani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Lampung, yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Rio Ariestia Pradipta, S.KOM., M.T.I. selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah memberikan bimbingan, perhatian, serta motivasi selama penulis menjalani masa perkuliahan.
6. Bapak Wahyu Eko Sulistiono, S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang dengan sabar, telaten, dan penuh perhatian telah memberikan arahan, masukan, serta ilmu yang sangat berharga selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
7. Bapak Deny Budiyanto, S.Kom.,M.T selaku Dosen Pembimbing

Pendamping, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran, serta dukungan dalam penyempurnaan penelitian ini.

8. Ibu Yessi Mulyani, S.T., M.T.. selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan hasil penelitian ini.
9. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Lampung, yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
10. Rekan satu tim penelitian, Milano Sheva Wibowo, Bill Valentinov, dan Halimah Mufita atas kerja sama yang solid, semangat kebersamaan, serta kontribusinya dalam pengembangan Aplikasi *IoT Bridge* ini.
11. Teman-teman Beswan Djarum serta seluruh sahabat Teknik Informatika angkatan 2021 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang diberikan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
12. Kepada nama-nama ini : Milano Sheva, Hazel Fathoni, Brilian Wahyu, Bill Valentinov, Tevi Emiliana, Rafi Rizanda, Nur Annisa, Arbian Alex yang memberi bantuan dan dukungan dalam mengerjakan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi pengembangan penelitian di bidang *IoT*. Penulis juga berharap seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini senantiasa mendapatkan limpahan rahmat dan balasan kebaikan dari Allah SWT.

Bandar Lampung, 4 Mei 2026

Penulis,

Muhamad Adil Hidayat

NPM. 2115061068

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Penelitian Terkait.....	5
2.2. Landasan Teori .....	9
2.2.1. Budidaya Ikan lele.....	9
2.2.2. <i>Internet of Things</i> .....	10
2.2.3. NodeMCU ESP32 .....	11
2.2.4. Sensor Suhu DS18B20.....	12
2.2.5. Sensor pH Probe.....	14
2.2.6. pH Meter Digital .....	15

2.2.7.	Larutan Penyangga (Buffer) .....	16
2.2.8.	Sensor MQ-135 dan Sensor MQ-137.....	17
2.2.9.	Sensor Total Dissolved Solids (TDS) .....	19
2.2.10.	Sensor Total Dissolved Solids (TDS) Digital.....	20
2.2.11.	Sensor Liquid Crystal Display (LCD) .....	21
2.2.12.	Arduino IDE .....	22
2.2.13.	Metode Scrum .....	22
2.2.14.	Trello .....	23
2.2.15.	User Acceptance Testing.....	24
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>25</b>
3.1.	Waktu dan Penelitian.....	25
3.2.	Alat dan Bahan.....	26
3.3.	Metode Penelitian.....	27
3.4.	Tahapan Penelitian .....	29
3.5.	Analisa Penelitian.....	30
3.6.	Pengembangan Sistem .....	35
3.6.1.	<i>Product Backlog</i> .....	37
3.6.2.	<i>Sprint Planning</i> .....	38
3.6.3.	<i>Sprint Backlog</i> .....	38
3.6.4.	<i>Sprint</i> .....	39
3.6.5.	<i>Daily Scrum</i> .....	39
3.6.6.	<i>Sprint Review</i> .....	40
3.6.7.	<i>Sprint Restropective</i> .....	40
3.7.	Penulisan Laporan.....	40
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>41</b>
4.1.	Proses Pengembangan Sistem dengan Metode <i>Scrum</i> .....	41
4.2.	<i>Product Backlog</i> .....	41
4.3.	Iterasi.....	43

4.4.	Iterasi Pertama.....	44
4.4.1.	<i>Sprint Planning</i> .....	44
4.4.2.	<i>Sprint</i> .....	45
4.4.3.	<i>Sprint Review</i> .....	47
4.4.4.	<i>Sprint Restropective</i> .....	47
4.5.	Iterasi Kedua .....	47
4.5.1.	<i>Sprint Planning</i> .....	47
4.5.2.	<i>Sprint</i> .....	48
4.5.3.	<i>Sprint Review</i> .....	61
4.5.4.	<i>Sprint Restropective</i> .....	61
4.6.	Iterasi Ketiga .....	61
4.6.1.	<i>Sprint Planning</i> .....	61
4.6.2.	<i>Sprint</i> .....	62
4.6.3.	<i>Sprint Review</i> .....	79
4.6.4.	<i>Sprint Restropective</i> .....	79
4.7.	Iterasi Keempat .....	80
4.7.1.	<i>Sprint Planning</i> .....	80
4.7.2.	<i>Sprint</i> .....	81
4.7.3.	<i>Sprint Review</i> .....	82
4.7.4.	<i>Sprint Restropective</i> .....	82
4.8.	Iterasi Kelima .....	83
4.8.1.	<i>Sprint Planning</i> .....	83
4.8.2.	<i>Sprint</i> .....	83
4.8.3.	<i>Sprint Review</i> .....	88
4.8.4.	<i>Sprint Restropective</i> .....	89
4.9.	Iterasi Keenam .....	89
4.9.1.	<i>Sprint Planning</i> .....	89
4.9.2.	<i>Sprint</i> .....	89
4.9.3.	<i>Sprint Review</i> .....	91
4.9.4.	<i>Sprint Restropective</i> .....	91

4.10.	Iterasi Ketujuh.....	92
4.10.1.	<i>Sprint Planning</i> .....	92
4.10.2.	<i>Sprint</i> .....	92
4.10.3.	<i>Sprint Review</i> .....	99
4.10.4.	<i>Sprint Restropective</i> .....	99
4.11.	<i>User Accptance Testing</i> .....	99
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>103</b>
5.1.	Kesimpulan .....	103
5.2.	Saran.....	103
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>105</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>109</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Jadwal Penelitian.....	25
Tabel 2 Alat dan Bahan Penelitian .....	26
Tabel 3 Scrum Team.....	28
Tabel 4 <i>Backlog</i> .....	42
Tabel 5 Iterasi.....	43
Tabel 6 <i>Sprint Backlog</i> Iterasi Pertama .....	44
Tabel 7 <i>Sprint Backlog</i> Iterasi Kedua.....	47
Tabel 8 <i>Sprint Backlog</i> Iterasi Ketiga .....	62
Tabel 9 Uji Coba Fungsi Sensor.....	62
Tabel 10 Alat dan Bahan Kalibrasi.....	67
Tabel 11 <i>Sprint Backlog</i> Iterasi Keempat.....	80
Tabel 12 <i>Sprint Backlog</i> Iterasi Kelima .....	83
Tabel 13 <i>Sprint Backlog</i> Iterasi Keenam.....	89
Tabel 14 <i>Sprint Backlog</i> Iterasi Ketujuh .....	92
Tabel 15 Bobot Skor UAT.....	100
Tabel 16 Kriteria Interpretasi Skor UAT .....	100
Tabel 17 Hasil User Acceptance Testing.....	101
Tabel 18 Item Pertanyaan UAT .....	102

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Budidaya Ikan Lele .....	10
Gambar 2. Penggunaan Teknologi IoT .....	11
Gambar 3. Mikrokontroler ESP32-S3 .....	12
Gambar 4. Sensor Suhu DS18B20 .....	13
Gambar 5. Pengukur Suhu Digital .....	14
Gambar 6. Sensor pH Probe .....	15
Gambar 7. Alat pH Meter Digital .....	16
Gambar 8. Sensor MQ-135 .....	18
Gambar 9. Sensor MQ-137 .....	19
Gambar 10. Sensor Total Dissolved Solids (TDS) .....	20
Gambar 11. Sensor Total Dissolved Solids .....	20
Gambar 12. Liquid Crystal Display .....	21
Gambar 13. Arduino IDE .....	22
Gambar 14. Metode Scrum .....	23
Gambar 15. Trello .....	24
Gambar 16. Diagram keseluruhan pengembangan sistem. ....	28
Gambar 17. Diagram Alur Tahapan Penelitian. ....	30
Gambar 18. Blok Diagram Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele berbasis IoT .....	31
Gambar 19. Skema Rangkaian Alat. ....	32
Gambar 20. Ilustrasi Model Kolam .....	33
Gambar 21. Tata letak PCB .....	33
Gambar 22. <i>Layout</i> PCB. ....	34
Gambar 23. Ilustrasi Rangkaian Dalam Panel Box .....	34
Gambar 24. Tampilan Trello. ....	35

Gambar 25. <i>Scrum Team Trello</i> .....	36
Gambar 26. <i>Product Backlog</i> .....	37
Gambar 27. <i>Sprint Backlog</i> .....	38
Gambar 28. <i>Sprint</i> .....	39
Gambar 29. <i>Skema Rangkaian Alat</i> .....	45
Gambar 30. Rancangan Desain Alat pada Kolam.....	46
Gambar 31. Inisialisasi Pin dan Variabel.....	48
Gambar 32. <i>Source Code</i> Konfigurasi Awal Sensor MQ-135.....	49
Gambar 33. <i>Source Code</i> Rumus Konversi Amonia (NH3) pada Mikrokontroler. .....	50
Gambar 34. Inisialisasi Library TDS ( <i>Total Dissolved Solids</i> ).....	51
Gambar 35. Inisialisasi Pin dan Variabel.....	52
Gambar 36. <i>Source Code</i> Inisialisasi EEPROM dan Konfigurasi Parameter Sensor TDS.....	53
Gambar 37. <i>Source Code</i> Total Dissolved Solids.....	54
Gambar 38. Inisialisasi Pin dan Variabel.....	55
Gambar 39. <i>Source Code</i> Pengolahan Sensor.....	56
Gambar 40. Inisialisasi Library Suhu DS-18B20.....	58
Gambar 41. Inisialisasi Pin dan Variabel.....	59
Gambar 42. <i>Source Code</i> Inisialisasi Sensor.....	59
Gambar 43. <i>Source Code</i> Temperatures.....	60
Gambar 44. Pembacaan Data pada Serial Monitor.....	63
Gambar 45. Data pada LCD.....	64
Gambar 46. <i>Source Code</i> Kalibrasi pH.....	65
Gambar 47. Kalibrasi pH 7.....	68
Gambar 48. Hasil Kalibrasi pH 7.....	68
Gambar 49. Kalibrasi pH 4.....	69
Gambar 50. Hasil Kalibrasi pH 4.....	70
Gambar 51. Inisialisasi Mode Kalibrasi TDS.....	71
Gambar 52. Proses Kalibrasi TDS.....	71
Gambar 53. Finalisasi dan Penyimpanan Kalibrasi TDS.....	72
Gambar 54. <i>Source Code</i> Kalibrasi Sensor TDS.....	72

Gambar 55. <i>Source Code</i> Pembacaan Sensor TDS.....	73
Gambar 56. Kalibrasi Sensor TDS.....	74
Gambar 57. Hasil Kalibrasi Sensor TDS. ....	74
Gambar 58. Pembacaan Nilai ADC Sensor MQ-135 pada Serial Monitor.....	76
Gambar 59. Nilai Ro Sensor MQ-135 pada Kondisi Udara Bersih .....	77
Gambar 60. Hasil Pembacaan Konsentrasi Gas Amonia (NH <sub>3</sub> ) dalam ppm.....	79
Gambar 61. Rangkaian Seluruh Komponen.....	81
Gambar 62. <i>Source Code</i> Library dan Konfigurasi MQTT.....	83
Gambar 63. <i>Source Code</i> Koneksi MQTT. ....	84
Gambar 64. <i>Source Code</i> Publish Data MQTT.....	85
Gambar 65. <i>Source Code</i> Status Koneksi MQTT. ....	86
Gambar 66. Serial Monitor Koneksi MQTT. ....	86
Gambar 67. <i>Soruce Code</i> Konfigurasi WiFi. ....	87
Gambar 68. Hasil Koneksi Wi-Fi.....	88
Gambar 69. Panel Box yang akan di Pasang di Kolam.....	89
Gambar 70. Peletakan Perangkat ke dalam <i>Panel Box</i> . ....	90
Gambar 71. Perangkat IoT dalam <i>Panel Box</i> . ....	90
Gambar 72. Menonaktifkan Alat.....	93
Gambar 73 Membersihkan Sensor Menggunakan Air Bersih.....	94
Gambar 74. Pengukuran Suhu Termometer Digital. ....	95
Gambar 75. Pengukuran pH Meter Digital. ....	96
Gambar 76. Pengukuran TDS Meter Digital.....	96
Gambar 77. Tampilan LCD Monitoring Kualitas Air .....	97
Gambar 78. Data Kolam pada Dashboard.....	98

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ikan Lele adalah salah satu hewan spesies penting bagi akuakultur di seluruh dunia. Pada tahun 2018 produksi tahunan ikan lele mencapai sekitar 6 juta ton . Budidaya ikan lele merupakan salah satu sektor usaha perikanan air tawar yang memiliki prospek menjanjikan di Indonesia karena memiliki nilai gizi yang tinggi, harga yang terjangkau, serta proses pemeliharaan yang relatif mudah. Selain itu, masa panen yang singkat menjadikan ikan lele sebagai pilihan utama bagi pembudidaya dalam meningkatkan produktivitas dan pendapatan [1]. Hal ini mendorong banyak kelompok tani perikanan, seperti Pokdakan Bintang Rosela Jaya di Pringsewu, Provinsi Lampung, mengembangkan usaha budidaya ikan lele secara berkelompok dan berkelanjutan.

Namun, di balik potensi besar yang dimiliki, usaha budidaya ikan lele memiliki tantangan tersendiri, salah satunya adalah pengelolaan kualitas air kolam. Kualitas air menjadi faktor yang sangat menentukan keberhasilan dalam proses budidaya karena kondisi air yang tidak sesuai dapat menyebabkan ikan mengalami stres, pertumbuhan terhambat, terserang penyakit, hingga kematian massal [2]. Pada praktik di lapangan, pembudidaya umumnya masih melakukan pemantauan kualitas air secara manual atau mengandalkan pengamatan visual. Hal ini menyulitkan petani memperoleh data yang akurat dan *real-time*. Padahal, perubahan kualitas air bisa terjadi dengan cepat, terutama pada kolam budidaya yang padat tebar atau kurang sirkulasi. Ketidaksiapan menghadapi perubahan ini berisiko merugikan pembudidaya secara ekonomi maupun keberlangsungan ekosistem kolam.

Untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan ikan, terdapat beberapa parameter air krusial yang harus dipantau secara berkala. Akumulasi gas amonia yang umumnya dihasilkan dari dekomposisi sisa pakan dan kotoran sangat beracun bagi biota kolam. Selain itu, derajat keasaman (pH) dan suhu air sangat memengaruhi proses metabolisme serta kelangsungan hidup ikan. Pemantauan terhadap *Total Dissolved Solid* (TDS) juga diperlukan untuk mengukur kepekatan mineral dan zat terlarut yang sering kali mengindikasikan adanya pencemaran pada air kolam.

Sebagai solusi atas kendala pemantauan manual tersebut, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat dimanfaatkan. IoT memungkinkan perangkat-perangkat fisik untuk saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui internet [3]. Melalui integrasi sensor amonia, pH, TDS, dan suhu dalam satu sistem berbasis IoT, kondisi air kolam dapat dipantau secara otomatis, *real-time*, dan terintegrasi dengan platform digital. Sistem ini tidak hanya mencatat data, tetapi juga mampu mengirimkan notifikasi peringatan jika kualitas air melewati ambang batas tertentu, sehingga tindakan korektif dapat dilakukan lebih cepat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis memandang penting untuk melakukan penelitian dan pengembangan sistem monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT dengan studi kasus di Pokdakan Bintang Rosela Jaya, Pringsewu. Prototipe alat ini diharapkan dapat digunakan secara langsung oleh petani ikan untuk memudahkan pengambilan keputusan (seperti pergantian air atau penyesuaian pakan), menekan angka kematian ikan, serta memberikan dampak ekonomi positif bagi kelompok tani.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun alat monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis Internet of Things (IoT)?
2. Seberapa akurat perangkat IoT ini dalam membaca parameter air dibandingkan dengan alat referensi laboratorium?
3. Apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dan memenuhi kebutuhan pengguna?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada perancangan dan pembangunan alat monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT, tanpa melakukan kontrol otomatis terhadap kualitas air (misalnya penambahan zat kimia atau sistem aerasi otomatis).
2. Kalibrasi dan validasi sensor dilakukan secara dasar, dan tidak menggunakan metode laboratorium tingkat lanjut untuk pengujian akurasi.
3. Sistem yang dikembangkan hanya mencakup perangkat IoT (sensor dan mikrokontroler). Aspek *back end* (server, *database*) dan *front end* (antarmuka web/mobile) tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini.

### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Merancang dan membangun alat monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis Internet of Things (IoT).
2. Menguji dan mengetahui tingkat akurasi perangkat IoT yang dibangun dalam membaca parameter air dibandingkan dengan alat referensi laboratorium.
3. Mengevaluasi kesesuaian sistem yang dibangun untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan pengguna.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Memberikan solusi praktis dan efisien dalam pemantauan kualitas air kolam bagi petani ikan lele.
2. Mengurangi risiko kematian ikan akibat penurunan kualitas air yang tidak terdeteksi bagi pembudidaya ikan lele.

3. Membantu instansi terkait (Pokdakan Bintang Rosela Jaya, Kabupaten Pringsewu) dalam melakukan *monitoring* kualitas air pada masing-masing kolam ikan yang menggunakan perangkat *Internet of Things* (IoT).

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan penelitian ini terbagi menjadi beberapa bab dan sub bab, yaitu sebagai berikut.

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tinjauan pustaka atau teori yang menjadi acuan serta dasar dalam penulisan laporan penelitian.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan metodologi penelitian meliputi waktu dan tempat penelitian, perangkat yang digunakan dalam penelitian, serta tahapan penelitian.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan serta saran dari penelitian yang telah dilakukan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terkait

Penelitian terkait berisikan beberapa jurnal yang relevan dengan judul penelitian ini. Jurnal-jurnal tersebut akan menjadi referensi dalam pembuatan skripsi ini guna mencapai hasil yang diinginkan. Referensi pertama berupa jurnal penelitian berjudul **“Sistem Kendali Proporsional Kualitas Air Berupa pH dan Suhu Pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT”** di tahun 2023 oleh Tri Widodo, *dkk.* Pada jurnal penelitian ini dijelaskan bahwa sistem kendali proporsional kualitas air dengan mengukur pH dan suhu air berhasil meningkatkan pertumbuhan serta menekan jumlah kematian ikan lele. Hasil penelitian pada jurnal ini diperoleh melalui proses analisis, pengujian dan penerapan, di mana sistem kendali yang telah dibuat berhasil menampilkan nilai pembacaan sensor melalui aplikasi android dan disimpan dalam *cloud firebase* sehingga kegiatan monitoring dapat dilakukan dari jarak jauh. Adapun saran dari jurnal penelitian ini diperlukan penyesuaian waktu tunggu terhadap larutan penstabil pH agar lebih cepat merata ke seluruh area kolam dan perlu meningkatkan mesin pendingin agar suhu cepat kembali stabil dikala cuaca terik [4].

Referensi kedua berupa jurnal penelitian berjudul **“Internet of Things (IoT) Based Water Quality Monitoring And Control System In Koi Fish Cultivation With Mobile Application Integration Named Aquakoi”** di tahun 2024 oleh Ali Hanafi Ahmad, *dkk.* Pada jurnal penelitian ini dijelaskan bahwa sistem yang dikembangkan mampu berfungsi dengan baik dengan mengukur kualitas air pada kolam ikan koi dengan lima parameter yaitu pH, suhu air, kadar ammonia, TDS dan kadar kekeruhan air. Hasil kalibrasi regresi linear sensor suhu yang digunakan yaitu

sebesar 0.9989 yang berarti nilai akurat dan sesuai dengan nilai referensi yang diharapkan. Hasil kalibrasi sensor pH menunjukkan nilai sebesar 0.9978 yang dapat dianggap akurat. Hasil kalibrasi sensor TDS yang digunakan sebesar 0.8074 yang berarti hasilnya cukup baik dan akurat. Hasil dari pengukuran kadar ammonia tetap konstan di nilai 0.009 mg/L sepanjang pengukuran yang berarti kadar gas ammonia dalam kolam stabil. Kadar kekeruhan air sekitar 32-33 NTU yang menunjukkan kondisi air kolam relatif stabil dan tidak terlalu keruh selama proses pengujian. Adapun saran dari jurnal penelitian ini adalah dalam hal penanganan *overheat* pada mikrokontroler ESP32 yang tidak toleransi terhadap suhu tinggi sehingga perlu metode pendinginan yang lebih efektif atau mengganti dengan mikrokontroler jenis lain. Saran selanjutnya adalah untuk memastikan bahwa sensor dan kontroler yang digunakan memiliki ketahanan yang tinggi untuk kondisi lingkungan yang bervariasi dan dapat beroperasi dengan jangka waktu yang lama tanpa penurunan kinerja [5].

Referensi ketiga berupa jurnal penelitian berjudul **“Internet of Things Untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Lele Pada Pembudidayaan TDR Sultan Adam Banjarmasin”** di tahun 2023 oleh Yuslena Sari, *dkk.* Pada jurnal penelitian ini dijelaskan bahwa sistem yang dirancang merupakan sistem monitoring pemantauan kualitas air pada budidaya ikan lele dengan menggunakan protokol LoRa serta menggunakan metode *fuzzy logic* dalam menentukan kualitas air kolam. Adapun parameter kualitas air kolam ikan lele yang digunakan adalah pH, suhu air, dan kadar ammonia dengan menggunakan mikrokontroler arduino. Pengujian kualitas air kolam dilakukan selama 15 hari dengan waktu pengambilan data kualitas air setiap jam 08.00, 12.00, dan 16.00. Hasil dari pembacaan sensor perharinya dihitung dengan menggunakan metode *fuzzy logic* dengan *output* berupa keterangan kualitas air kolam ikan lele. Agar lebih akurat perhitungan yang didapatkan dari mikrokontroler dibandingkan dengan hasil perhitungan yang menggunakan aplikasi Matlab. Dari jurnal penelitian ini disimpulkan bahwa hasil pengujian sistem yang telah dirancang mendapatkan rata-rata nilai error sebesar 0,46% yang berarti sistem yang dirancang dapat mengukur kualitas air kolam dengan akurat [6].

Referensi keempat berupa jurnal penelitian berjudul ***“Development of IoT based Fish Monitoring System For Aquaculture”*** di tahun 2021 oleh Abu Taher Tamim, *dkk.* Pada jurnal penelitian ini dijelaskan bahwa dirancang sebuah sistem untuk memonitoring kualitas air pada industri perikanan yang berada di daerah Bangladesh. Adapun parameter yang diukur dalam menentukan kualitas air yaitu ada pH air, suhu air, kadar oksigen dalam air, serta kadar ammonia terlarut. Penelitian ini menggunakan ESP8266 dengan 32-bit sebagai *microcontroller* serta menggunakan baterai 12 V sebagai daya. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini didapatkan hasil pembacaan sensor suhu sekitar 27.81°C, hasil pembacaan sensor pH sekitar 7.03, kadar oksigen dalam air sekita 6-7 mg/L, kadar ammonia terlarut sekitar 0.25 ppm. Sistem monitoring kualitas air telah terintegrasi dengan aplikasi mobile yang dapat terus dikembangkan di masa depan [7].

Referensi kelima berupa jurnal penelitian berjudul ***“Design of Water Quality Monitoring System for Aquaculture Ponds Based on NB-IoT”*** di tahun 2020 oleh Juan Huan, *dkk.* Pada penelitian ini dijelaskan bahwa dirancang sebuah sistem untuk memonitoring kualitas air pada kolam akuakultur yang telah terpasang dan diuji di daerah ChangZhou, Provinsi JiangSu, China. Sistem monitoring kualitas air dirancang dengan menggunakan protokol internet *Narrowband IoT* (NB-IoT). Adapun parameter kualitas air yang digunakan yaitu suhu air, pH air dan kadar oksigen terlarut. Sistem ini juga merancang aerator sebagai penggerak air agar kadar oksigen terlarut dalam air terpenuhi. Sistem monitoring kualitas air dirancang dengan menggunakan *microcontroller* STM32L151C8 dengan hasil pembacaan sensor secara *real-time*. Dari jurnal penelitian ini didapatkan hasil pengujian pembacaan data dari sensor suhu memiliki tingkat akurasi eror sebesar 0.15%, pembacaan data dari sensor pH memiliki tingkat akurasi eror sebesar 0.21% dan pembacaan data dari sensor *dissolved oxygen* dengan tingkat akurasi eror sebesar 2.48%. Sehingga sistem monitoring kualitas air yang dirancang dapat berfungsi dengan baik dengan hasil pembacaan sensornya yang akurat [8].

Referensi keenam berupa jurnal penelitian yang berjudul “*Monitoring System for Broiler Chicken Farms Based on Internet of Things*” di tahun 2019 oleh Ari Ajibekti, *dkk.* Pada jurnal penelitian ini dijelaskan sebuah sistem alat pendeteksi suhu, kelembaban dan kadar gas berbahaya yang terdapat pada kandang ayam. Adapun dari isi dari jurnal ini yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sistem untuk mengukur kadar gas ammonia. Para peneliti dalam jurnal ini menggunakan sensor MQ-135 dalam mendeteksi gas ammonia. Di mana sensor dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266 sebagai *mikrokontroler*. Pengujian terhadap sistem deteksi kadar gas ammonia dilakukan dengan kalibrasi menggunakan cairan NH<sub>3</sub> yang dibandingkan dengan *datasheet* sensor MQ-135. Rata-rata error yang terjadi pada sensor apabila dibandingkan dengan *datasheet* sebesar 5,63%. Sehingga sensor MQ-135 dalam mendeteksi kadar gas ammonia, kelinearitasannya sudah cukup baik. Namun penulis jurnal ini juga memberikan saran agar mengganti sensor MQ-135 dengan sensor MQ-137 untuk pendeteksian kadar gas ammonia. Hal ini dikarenakan, sensor MQ-137 memiliki tingkat keakurasian yang lebih baik terhadap gas ammonia dibandingkan dengan sensor MQ-135. Sensor MQ-135 sendiri dapat mendeteksi kandungan jenis gas lain sedangkan MQ-137 dirancang khusus untuk mendeteksi kadar gas ammonia [9]

Referensi kelima berupa jurnal penelitian berjudul “**Amonia pada Sistem Budidaya Ikan**” di tahun 2020 oleh Sri Wahyuningsih dan Arbi Mei Gitarama. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa amonia (NH<sub>3</sub>) merupakan salah satu limbah utama hasil metabolisme ikan dan sisa pakan yang tidak termakan pada sistem budidaya ikan, termasuk ikan lele. Amonia dalam bentuk bebas (NH<sub>3</sub>) bersifat sangat toksik bagi ikan karena dapat dengan mudah diserap melalui insang dan mengganggu sistem osmoregulasi serta metabolisme. Konsentrasi amonia yang melebihi 1,5 mg/L dapat menyebabkan stres bahkan kematian pada ikan, sedangkan kadar aman yang direkomendasikan adalah  $\leq 0,025$  mg/L. Kadar amonia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH air, suhu, kepadatan tebar ikan, dan kualitas pakan. Penelitian ini juga menekankan pentingnya manajemen kualitas air melalui aerasi, filtrasi biologis, serta penggunaan tumbuhan air untuk menurunkan

akumulasi amonia di kolam budidaya. Hasil kajian tersebut menjadi dasar penting bagi pengembangan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT untuk menjaga kondisi perairan kolam ikan lele tetap stabil dan aman [10].

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Budidaya Ikan lele**

Salah satu sektor penunjang ekonomi negara Indonesia adalah sektor perikanan. Masyarakat Indonesia banyak melakukan budidaya ikan sebagai mata pencaharian. Salah satu jenis ikan yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia adalah ikan lele yang merupakan jenis ikan air tawar [11]. Ikan lele dikenal dengan ikan yang memiliki ketahanan hidup terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik seperti air dengan kadar oksigen rendah. Namun walaupun terkenal dengan ikan yang tahan hidup di lingkungan kurang baik itu berlaku untuk ikan yang sudah ditahap ikan konsumsi. Sebab ketika masih ditahap telur, larva dan benih, pertumbuhan ikan lele sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kualitas pakan, kepadatan tebar, bahkan kualitas air [12]. Oleh karena itu, memantau kualitas air secara rutin menjadi salah satu aspek penting dalam budidaya ikan lele.

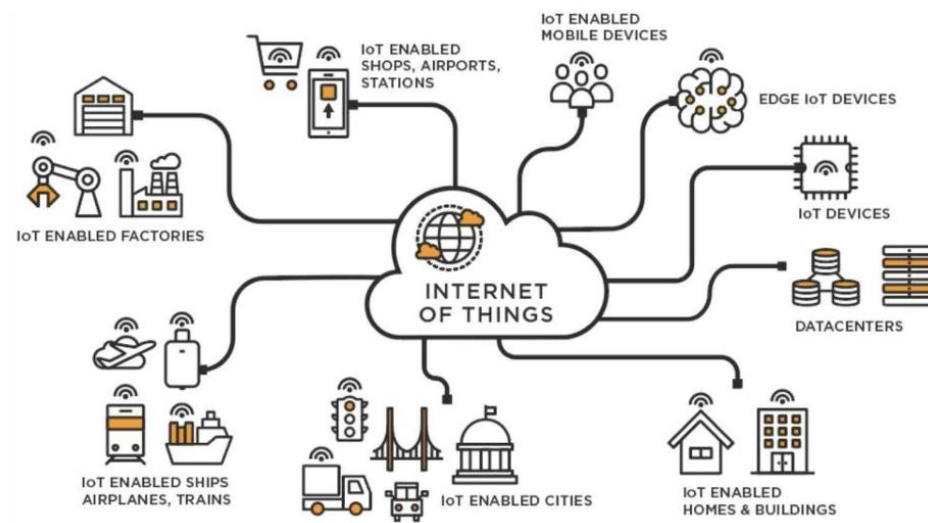
Adapun parameter kualitas air yang ideal untuk budidaya ikan lele di antara lain sebagai berikut, tingkat keasaman (pH) air sekitar 6,5 – 8,5. Nafsu makan ikan lele akan berkurang jika kondisi pH air berada di atas 9 dan terjadi penggumpalan lendir di insang sehingga memudahkan jamur untuk berkembang biak atau yang bisa disebut sebagai bakteri patogen jika pH air berada di 5 ke bawah. Kadar gas amonia yang baik adalah di bawah 0.005 mg/L. Kondisi kekeruhan air yang baik adalah di bawah 25 NTU. Kondisi suhu air yang baik di sekitar 25-30°C.



Gambar 1. Budidaya Ikan Lele (Universitas Airlangga, 2020)

### 2.2.2. *Internet of Things*

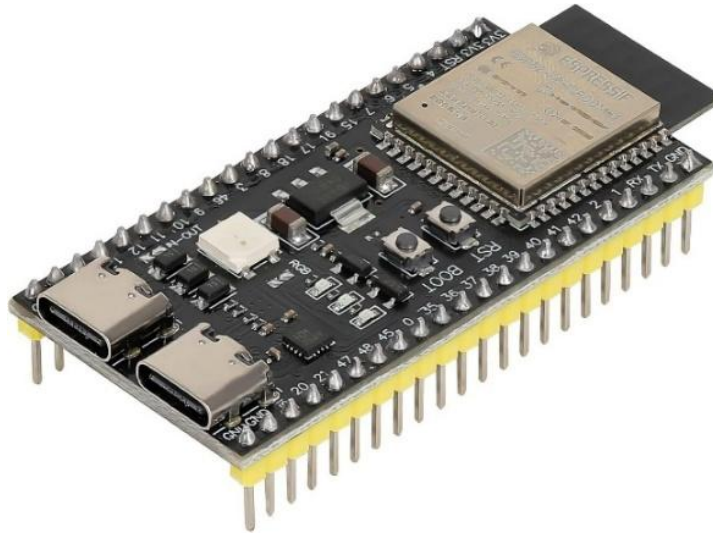
*Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep teknologi dengan bentuk fisik seperti perangkat elektronik, aktuator, serta sensor dapat saling terhubung serta berkomunikasi melalui jaringan internet. *Internet of Things* (IoT) memungkinkan perangkat-perangkat yang terhubung saling bertukar, mengumpulkan, dan memproses data secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. Dalam sebuah sistem *Internet of Things* (IoT), perangkat yang dirancang biasanya dilengkapi dengan sensor, mikrokontroler sebagai pemroses data serta modul komunikasi seperti *sim-card*, *Wi-Fi*, dan *bluetooth*. Cara kerja sebuah sistem *Internet of Things* (IoT) singkatnya adalah sensor memperoleh data yang kemudian dikirim ke server atau *platform cloud* agar dianalisis, ditampilkan serta digunakan untuk mengendalikan perangkat lain secara otomatis. Saat ini *Internet of Things* (IoT) telah banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti *smart home*, *industry 4.0* sistem monitoring lingkungan, pertanian cerdas, dan sebagainya [13].



Gambar 2. Penggunaan Teknologi IoT (Sumber: SMK Globin, “Mengenal Internet of Things (IoT)”, 2025)

### 2.2.3. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Perusahaan Espressif Systems yang berasal dari Shanghai, China. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan *Bluetooth* yang terintegrasi. Memiliki performa yang tinggi dengan konsumsi daya rendah serta memiliki banyak pin *input/output* untuk koneksi sensor, menjadikan ESP32 sering digunakan dalam proyek *Internet of Things* (IoT). ESP32 memiliki beberapa fitur utama yaitu *prosesor dual-core Xtensa LX6* (hingga 240 MHz), memiliki RAM 512 KB, Wi-Fi 802.11 b/g/n dan *bluetooth BLE*, serta kompatibel dengan Arduino IDE dan ESP-IDF [14].



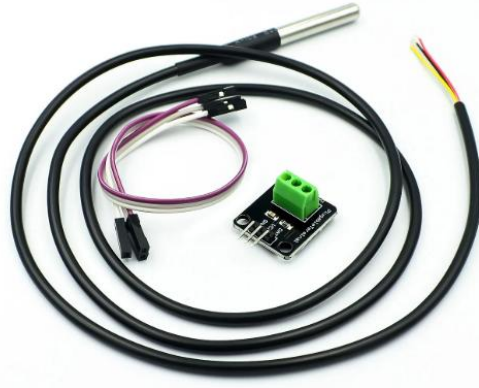
Gambar 3. Mikrokontroler ESP32-S3 (Sumber: Amazon (2023))

ESP32 juga memiliki beberapa versi salah satunya adalah ESP32-S3 yang digunakan pada penelitian ini. ESP32-S3 menawarkan peningkatan performa serta memiliki fitur kecerdasan buatan. Jika pada ESP32 biasa memiliki prosesor Xtensa LX6 pada ESP32-S3 memiliki prosesor Xtensa LX7, pada ESP32-S3 mendukung instruksi vektor untuk aplikasi AI (AIoT), memiliki USB OTG bawaan, mendukung eksternal PSRAM serta lebih banyak GPIO. Maka dari itu ESP32-S3 sangat cocok untuk digunakan dalam sistem IoT yang lebih kompleks [15].

#### 2.2.4. Sensor Suhu DS18B20

Salah satu sensor yang dapat mengukur suhu dan bersifat *waterproof* sehingga bisa digunakan di dalam air untuk mengukur suhu air adalah sensor suhu DS18B20. Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikembangkan oleh Maxim Integrated. Kelebihan sensor suhu DS18B20 dapat mengukur suhu dengan akurasi yang tinggi serta menggunakan komunikasi digital 1-Wire yang hanya memerlukan satu pin data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler seperti ESP32 atau Arduino. Sensor suhu DS18B20 memiliki beberapa fitur utama di antaranya, menggunakan antarmuka 1-Wire yaitu komunikasi data dan daya bisa melalui satu kabel. Resolusi data dari 9 hingga 12 bit, memiliki akurasi pengukuran

suhu  $0.5^{\circ}\text{C}$  dengan rentang suhu  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $+125^{\circ}\text{C}$  [16]. Dikarenakan sensor ini bersifat *waterproof* sehingga sangat cocok untuk digunakan dalam mengukur suhu air seperti penelitian ini.



Gambar 4. Sensor Suhu DS18B20 (Sumber: GNS Component, DS18B20 Temperature Sensor Module Kit)

Dalam proses pengujian dan kalibrasi, digunakan alat suhu digital sebagai acuan pembandingan (*reference*). Alat suhu digital ini dilengkapi dengan probe sensor yang mampu mengukur suhu secara langsung pada media, seperti air, dengan tingkat akurasi yang relatif baik. Nilai suhu yang ditampilkan oleh alat tersebut digunakan sebagai standar untuk membandingkan hasil pembacaan dari sensor DS18B20, sehingga dapat diketahui tingkat keakuratan serta dilakukan penyesuaian (kalibrasi) apabila terdapat selisih pengukuran.



Gambar 5. Pengukur Suhu Digital (Sumber: Amazon, Digital Thermometer Refrigerator Freezer Temperature)

#### 2.2.5. Sensor pH Probe

*Potential of Hydrogen* atau yang biasa dikenal dengan pH merupakan satuan ukuran konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan yang bertujuan untuk menunjukkan keasaman dan kebasaan (alkalinitas) dari larutan tersebut. pH memiliki skala dari 0 hingga 14. pH bersifat asam jika  $<7$ , jika bernilai 7 bersifat netral dan bernilai  $>7$  bersifat basa. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk mengukur nilai pH secara elektronik adalah sensor pH yang terdiri dari elektroda pH (berbentuk pena atau probe kaca) serta memiliki penguat sinyal yang dapat mengubah sinyal tegangan analog menjadi nilai yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Cara kerja sensor pH berdasarkan potensial listrik antara elektroda referensi dan elektroda pengukur yang bersentuhan dengan larutan. Perbedaan tegangan yang terjadi berbanding lurus dengan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan sehingga nilai dapat berubah menjadi nilai pH [17]. Biasanya modul pH mengeluarkan tegangan analog 0-3.0V dan perlu dilakukan kalibrasi untuk menghasilkan nilai pH yang akurat. Kalibrasi merupakan mencocokkan nilai pH yang terbaca oleh sensor dengan bantuan larutan buffer pH standar misalnya pH 4 yang bersifat asam, pH 7 bersifat netral dan pH 10 bersifat basa.



Gambar 6. Sensor pH Probe (Sumber: JustDoElectronics, *pH Sensor*, 2023)

#### 2.2.6. pH Meter Digital

pH meter merupakan salah satu alat laboratorium yang sering digunakan untuk menguji kualitas sampel tanah maupun air. Alat ini berfungsi untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan yang dinyatakan dalam nilai pH. Secara umum, pH meter terdiri dari elektroda atau probe yang sensitif terhadap ion hidrogen ( $H^+$ ) dan terhubung dengan perangkat elektronik yang akan memproses serta menampilkan nilai pH pada layar digital [18].

Pada pH meter digital, seperti yang terlihat pada gambar, pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan bagian sensor atau elektroda ke dalam larutan yang akan diuji. Elektroda kemudian mendeteksi aktivitas ion hidrogen di dalam larutan dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang selanjutnya diolah oleh rangkaian elektronik di dalam alat. Hasil pengukuran akan ditampilkan secara langsung pada layar dalam bentuk angka pH sehingga memudahkan pengguna dalam membaca nilai keasaman larutan.

Penggunaan pH meter digital banyak dijumpai dalam berbagai bidang, seperti penelitian laboratorium, pengujian kualitas air, pertanian, perikanan, hingga

pengolahan limbah. Hal ini karena nilai pH merupakan salah satu parameter penting yang dapat memengaruhi kondisi kimia dan biologis suatu lingkungan.

Sebagai alat ukur yang digunakan secara rutin, pH meter memerlukan perawatan serta kalibrasi secara berkala agar hasil pengukurannya tetap akurat dan dapat dipercaya. Kalibrasi biasanya dilakukan menggunakan larutan buffer standar dengan nilai pH tertentu, misalnya pH 4, pH 7, dan pH 10. Selain itu, elektroda juga harus dijaga kebersihannya serta disimpan dalam larutan penyimpanan khusus agar sensitivitas sensor tetap terjaga.



Gambar 7. Alat pH Meter Digital (Sumber: Shopee, PH Meter PH Digital Tester Pengukur Keasaman Cairan Air)

### 2.2.7. Larutan Penyangga (Buffer)

Larutan penyangga, yang juga dikenal sebagai larutan buffer atau larutan dapar, merupakan larutan yang memiliki kemampuan untuk mempertahankan nilai pH agar tetap relatif konstan meskipun terjadi penambahan sejumlah kecil asam, basa,

maupun akibat proses pengenceran. Kemampuan ini membuat larutan penyangga sangat penting dalam berbagai proses kimia maupun biologis, karena banyak reaksi kimia hanya dapat berlangsung secara optimal pada rentang pH tertentu.

Secara umum, larutan penyangga bekerja melalui keseimbangan antara komponen asam lemah dengan basa konjugatnya, atau sebaliknya antara basa lemah dengan asam konjugatnya. Ketika sejumlah kecil asam ditambahkan ke dalam larutan, komponen basa dalam sistem buffer akan menetralkan ion hidrogen ( $H^+$ ) yang masuk. Sebaliknya, apabila ditambahkan basa, komponen asam dalam larutan penyangga akan bereaksi dengan ion hidroksida ( $OH^-$ ) sehingga perubahan pH dapat diminimalkan.

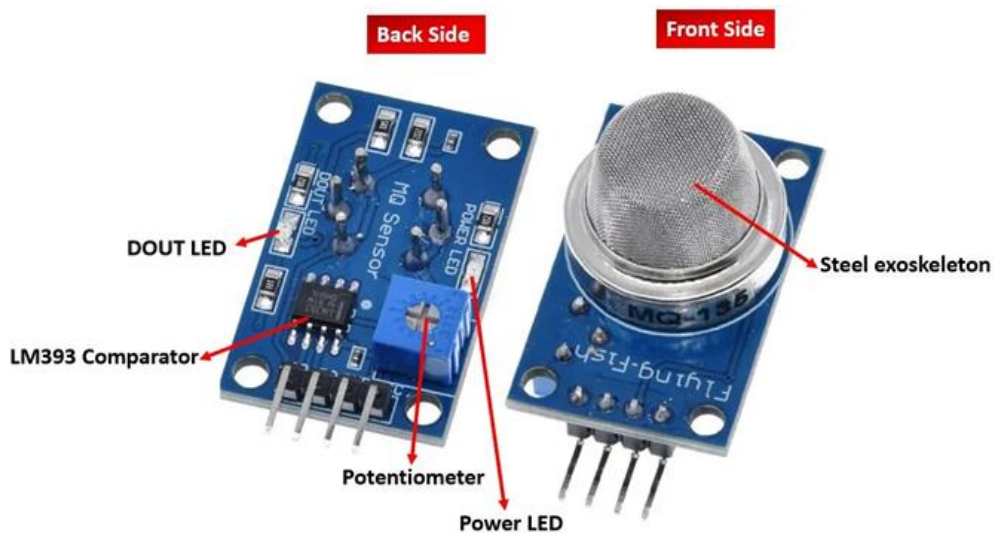
Berdasarkan komposisinya, larutan penyangga dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Larutan penyangga asam biasanya tersusun dari campuran asam lemah dengan garam yang mengandung basa konjugatnya, misalnya campuran asam asetat dan natrium asetat. Larutan ini mampu mempertahankan pH pada kondisi asam ( $pH < 7$ ). Sementara itu, larutan penyangga basa terdiri atas basa lemah dan garam yang mengandung asam konjugatnya, contohnya campuran amonia dengan amonium klorida, yang berfungsi menjaga pH pada kondisi basa ( $pH > 7$ ). Adapun larutan penyangga netral berfungsi untuk mempertahankan pH di sekitar titik netral ( $pH = 7$ ) [19].

Karena kemampuannya yang sangat stabil dalam mempertahankan nilai pH, larutan penyangga juga diaplikasikan secara luas sebagai standar referensi dalam pengujian dan kalibrasi alat ukur, seperti sensor pH. Dalam penggunaannya untuk instrumen pengujian, larutan buffer pH harus berupa *buffer solution* standar industri dengan tingkat akurasi  $\pm 0.05$  pH untuk memastikan proses kalibrasi yang akurat [20].

#### **2.2.8. Sensor MQ-135 dan Sensor MQ-137**

Sensor MQ-135 adalah sebuah sensor gas analog yang dirancang untuk mendeteksi kandungan-kandungan gas berbahaya yang ada di udara seperti karbon monoksida, benzena, alkohol, asap, gas ammonia, serta gas beracun lainnya. Sensor MQ-135 telah banyak digunakan untuk sistem monitoring kualitas udara serta dapat

digunakan untuk mendeteksi uap gas amonia yang dihasilkan dari air kolam ikan [21]. Dalam mendeteksi gas berbahaya, sensor MQ-135 bekerja pada perubahan resistansi pada material semikonduktor timah dioksida. Ketika gas berbahaya terdeteksi, resistansi sensor berubah sehingga sinyal analog keluar dalam bentuk tegangan. Tegangan yang dihasil itu dapat dibaca dan diproses oleh mikrokontroler seperti ESP32 atau Arduino [22].



Gambar 8. Sensor MQ-135 (Sumber: Ichibot Store, Sensor MQ-5 LPG Natural Gas City Gas Sensor)

Selain sensor MQ-135 ada beberapa jenis sensor gas lain yang dapat mendeteksi konsentrasi gas ammonia, salah satunya sensor MQ-137. *Metallic oxide semiconductor (MOX)* atau sensor ammonia semikonduktor oksida logam yaitu MQ-137 digunakan untuk mengukur kadar gas ammonia yang berada dalam kontrol ruang lingkungan. Sensor MQ-137 telah dilengkapi dengan resistor beban atau *load resistor (RL)* sebesar 10 kW [22]. Sensor MQ-135 memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi dan stabil dalam mendeteksi kadar gas ammonia di suatu lingkungan [23]. Dibandingkan dengan sensor gas yang lain, sensor MQ-137 lebih efektif dalam mendeteksi kadar gas ammonia dikarenakan tidak sensitif terhadap kandungan gas umum lainnya yang berada di ruangan sekitar kecuali gas karbon monoksida (CO) dan dimetil ether (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O). Oleh karena itu kedua kadar gas

tersebut tidak boleh ada di lingkungan sekitar saat sensor MQ-137 sedang bekerja untuk mendeteksi kadar gas ammonia[24].



Gambar 9. Sensor MQ-137 (Sumber: Alibaba, OEM ODM Available MQ137 Gas Sensor)

Dari kedua sensor gas tersebut baik sensor MQ-135 dan Sensor MQ-137 memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Dari segi biaya, sensor MQ-135 memiliki harga yang murah dibandingkan dengan sensor MQ-137. Namun dari sisi akurasi dalam mendeteksi kadar gas ammonia, sensor MQ-137 memiliki tingkat akurasi yang tinggi, hal ini dikarenakan MQ-137 memang dirancang khusus untuk mendeteksi kadar kandungan gas ammonia. Sedangkan sensor MQ-135 dirancang untuk mendeteksi banyak jenis gas sekaligus.

### 2.2.9. Sensor Total Dissolved Solids (TDS)

*Total Dissolved Solids* (TDS) sensor merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah zat padat terlarut yang berada di dalam air seperti garam, logam berat, mineral, serta senyawa organik. Nilai dari sensor TDS akan menunjukkan tingkat kemurnian air sehingga penting untuk menjaga kesehatan ekosistem air terutama dalam budidaya ikan seperti ikan lele. *Total Dissolved Solids* (TDS) sensor bekerja dengan cara mengukur konduktivitas listrik air, di mana zat

terlarut seperti mineral dan ion dapat menghantarkan listrik. Tegangan analog dari sensor akan dikonversi menjadi nilai ppm (*parts per million*) [25].



Gambar 10. Sensor Total Dissolved Solids (TDS) (Sumber: ResearchGate, TDS Sensor with ESP32)

#### 2.2.10. Sensor Total Dissolved Solids (TDS) Digital

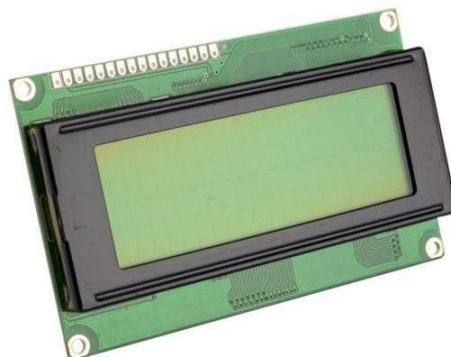


Gambar 11. Sensor Total Dissolved Solids (TDS) Digital (Sumber: JakartaNotebook, TDS Meter Alat Ukur Kualitas Air TDS-3)

TDS Meter digital adalah sebuah instrumen alat ukur elektronik portabel yang difungsikan untuk mengukur konsentrasi padatan terlarut (TDS) dalam suatu larutan air secara cepat. Alat ukur ini umumnya berdesain ringkas menyerupai pena (seperti yang terlihat pada banyak model komersial di pasaran) sehingga mudah dibawa (*portable*) dan sangat cocok untuk pengujian di lapangan maupun di laboratorium. Hasil pengukuran secara otomatis akan diproses oleh komponen internal dan dikonversi menjadi angka digital yang langsung ditampilkan melalui layar *Liquid Crystal Display* (LCD). Alat TDS meter digunakan sebagai acuan dalam proses kalibrasi perangkat pengukur TDS yang dikembangkan. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan data tegangan yang terbaca oleh mikrokontroler dengan hasil pengukuran dari TDS meter [26].

#### 2.2.11. Sensor Liquid Crystal Display (LCD)

*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan salah satu jenis perangkat output visual yang umum digunakan dalam berbagai sistem elektronik, termasuk dalam implementasi Internet of Things (IoT). LCD bekerja dengan memanipulasi cahaya menggunakan kristal cair untuk menampilkan karakter atau informasi digital. Salah satu tipe yang banyak digunakan dalam aplikasi mikrokontroler adalah LCD 20x4, yaitu modul tampilan karakter dengan kapasitas 20 kolom dan 4 baris. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer [ 27].



Gambar 12. Liquid Crystal Display Sumber: Digiware Store)

### 2.2.12. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak sumber terbuka (*open-source*) yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode ke papan pengembangan mikrokontroler seperti Arduino Uno, ESP8266, dan ESP32. Berdasarkan bahasa pemrograman Java, Arduino IDE menyertakan pustaka C/C++ (pengkabelan) yang memudahkan operasi input/output [28].

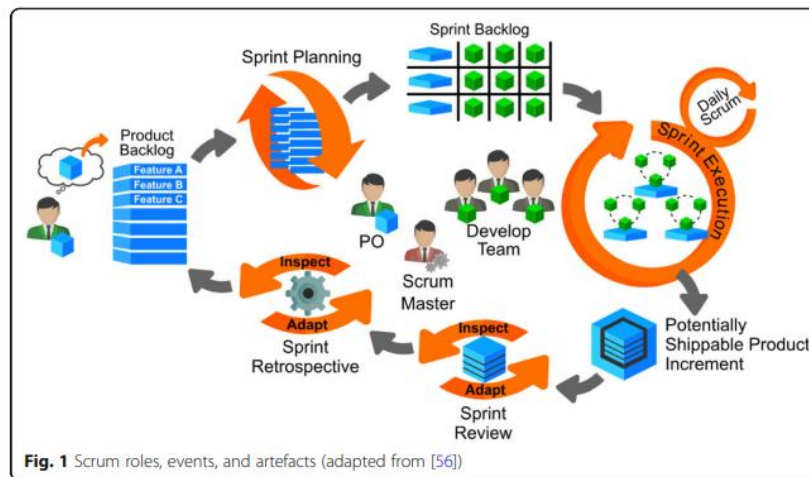


Gambar 13. Arduino IDE (Sumber: Arduino IDE)

### 2.2.13. Metode Scrum

*Scrum* merupakan salah satu kerangka kerja (*framework*) dalam metodologi pengembangan perangkat lunak *agile* yang bersifat iteratif dan inkremental. Metode ini dirancang untuk memfasilitasi pengembangan produk kompleks, dengan cara meningkatkan kolaborasi antar anggota tim, fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan, dan fokus pada hasil yang fungsional secara berkala. Scrum terdiri dari serangkaian aktivitas dan peran yang membantu tim mengelola pekerjaan secara lebih adaptif. Aktivitas utama dalam *scrum* meliputi *Product Backlog*, *Sprint Planning*, *Daily Scrum*, *Sprint*, *Sprint Review*, dan *Sprint Retrospective*. Sementara itu, peran utama dalam *scrum* terdiri dari *Product Owner*, *Scrum Master*, dan *Development Team*. Dalam setiap iterasi yang disebut *sprint* (biasanya berdurasi 1

hingga 4 minggu), tim berfokus menyelesaikan bagian tertentu dari sistem yang dapat di-deliver dan diuji secara fungsional. Proses ini memungkinkan adanya feedback cepat dan perbaikan berkelanjutan terhadap produk [29].



Gambar 14. Metode Scrum (Sumber: *ScrumOntoBDD: Agile software development based on scrum, ontologies and behaviour-driven development*)

#### 2.2.14. Trello

Trello adalah sebuah aplikasi berbasis web dengan fungsi sebagai alat kolaborasi antar tim dalam pengembangan sebuah proyek. Trello menyediakan fitur-fitur seperti *to-do list*, di mana pengguna dapat melakukan pencatatan serta pembaharuan mengenai list proses yang ingin dikerjakan. Trello bisa diakses melalui website maupun dengan aplikasi mobile. Selain itu trello juga bisa diakses free maupun yang berbayar dengan tambahan fitur. Trello mempunyai beberapa fitur utama seperti *Boards, Cards, Lists* dan Menu [30]. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian *agile scrum*, maka dari itu peneliti juga memanfaatkan trello sebagai alat manajemen proyek. Dengan trello, pengguna dapat mencatat dan melakukan pembaharuan terhadap list proses yang telah dibuat seperti *product backlog, sprint backlog, daily meeting, doing, done sprint, sprint reviews, and sprint retrospective* dan sebagainya.



Gambar 15. Trello (Sumber: Logos World, Trello Logo)

#### **2.2.15. User Acceptance Testing**

*User Acceptance Test (UAT)* adalah tahapan pengujian yang dilakukan pada fase akhir pengembangan perangkat lunak sebelum sistem diterapkan ke lingkungan produksi. Pengujian ini melibatkan pengguna akhir atau pemangku kepentingan untuk melakukan penilaian terhadap sistem berdasarkan kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya, baik kebutuhan fungsional maupun non-fungsional. Melalui UAT, sistem dievaluasi dari sudut pandang pengguna untuk memastikan bahwa solusi yang dikembangkan benar-benar dapat digunakan secara efektif dalam kondisi nyata [31].

UAT dilaksanakan setelah proses pengembangan selesai dan sistem telah melalui serangkaian pengujian teknis oleh tim pengembang dan *Quality Assurance*, seperti pengujian unit, integrasi, dan sistem. Tahap ini berfungsi sebagai proses konfirmasi akhir bahwa kesalahan utama telah diminimalkan serta sistem siap digunakan oleh pengguna. Dengan melibatkan pengguna secara langsung, UAT memungkinkan ditemukannya permasalahan operasional yang mungkin tidak teridentifikasi pada pengujian teknis. Oleh karena itu, UAT menjadi tahap krusial dalam memastikan kesiapan sistem dari aspek fungsi, kinerja, serta keandalan sebelum sistem diimplementasikan secara resmi.



Tabel 1 (Lanjutan)

No	Aktivitas	Bulan								
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	Ke-7	Ke-8	Ke-9
7	<i>Sprint Restropective</i>									
8	Penulisan Laporan									

### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Alat dan Bahan Penelitian

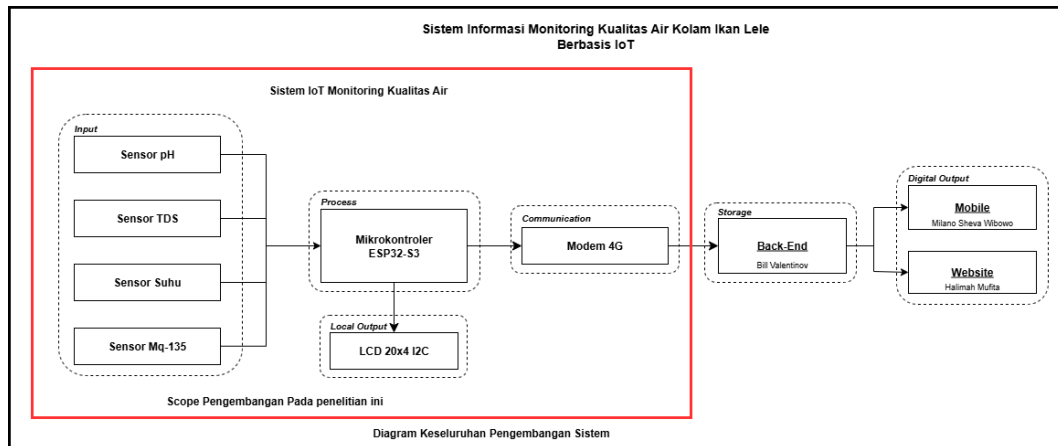
No.	Nama Alat dan Bahan	Justifikasi Penggunaan
1.	Laptop	Perangkat yang digunakan untuk merancang sistem serta menyusun algoritma program.
2.	NodeMCU ESP32-S3	Mikrokontroler untuk sistem yang dibuat.
3.	Sensor suhu DS18B20	Sensor untuk membaca suhu dalam air pada kolam ikan lele.
4.	Sensor pH Probe	Sensor untuk membaca kualitas pH dalam air kolam ikan lele.
5.	Sensor MQ-135	Sensor untuk membaca kadar kandungan gas ammonia yang terdapat dalam kolam ikan lele.
6.	Sensor TDS	Sensor untuk membaca jumlah zat padat terlarut dalam air kolam ikan lele.
7.	LCD 20x4 I2C	Modul yang digunakan untuk menampilkan informasi dari hasil sistem monitoring.

Tabel 2 (Lanjutan)

No.	Nama Alat dan Bahan	Justifikasi Penggunaan
8.	Panel box	Tempat untuk memasang dan melindungi perangkat sistem monitoring yang telah dibuat agar tetap aman.
9.	Adaptor 5v	Sumber daya utama agar sistem dapat terhubung ke saluran listrik dan berfungsi.
10.	<i>Simcard</i>	Menyediakan koneksi internet melalui jaringan seluler.
11.	Modem Wi-Fi 4g	Modul yang digunakan untuk menghubungkan sistem ke jaringan internet dari <i>simcard</i> .
12.	<i>Printed Circuit Board (PCB)</i>	Tempat untuk menyusun komponen-komponen perangkat yang digunakan agar terpasang rapi dan terorganisir.
13.	Kabel USB	Mengirimkan program dari laptop ke ESP32-S3
14.	<i>Software</i> Arduino IDE	Aplikasi yang digunakan untuk membuat program dan mengunggah program ke ESP32-S3
15.	Trello	Aplikasi yang digunakan untuk <i>scrum board</i> dalam visualisasi alur kerja.

### 3.3. Metode Penelitian

Kegiatan penelitian ini berkolaborasi dengan beberapa penelitian lain yang saling berkaitan dalam merancang dan membangun system informasi monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT pada Pokdakan Bintang Rosela Jaya. Berikut diagram keseluruhan pengembangan sistem. Penelitian ini berfokus pada pengerjaan serta pembahasan terkait sistem IoT monitoring kualitas air yang berada di dalam kotak merah. Gambar dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Diagram keseluruhan pengembangan sistem.

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan dengan menerapkan konsep *agile development* yaitu menggunakan metode *scrum*. *Scrum* adalah sebuah kerangka kerja dalam manajemen proyek yang membantu tim bekerja secara efisien dengan memecah proyek besar menjadi tugas-tugas kecil yang lebih mudah dikelola dalam siklus pendek atau biasa disebut *sprint*. *Scrum* terdiri dari tiga peran yaitu *product owner*, *scrum master*, dan *developers team*. Pada proyek penelitian ini terdapat *scrum team* sebagai berikut :

Tabel 3 Scrum Team

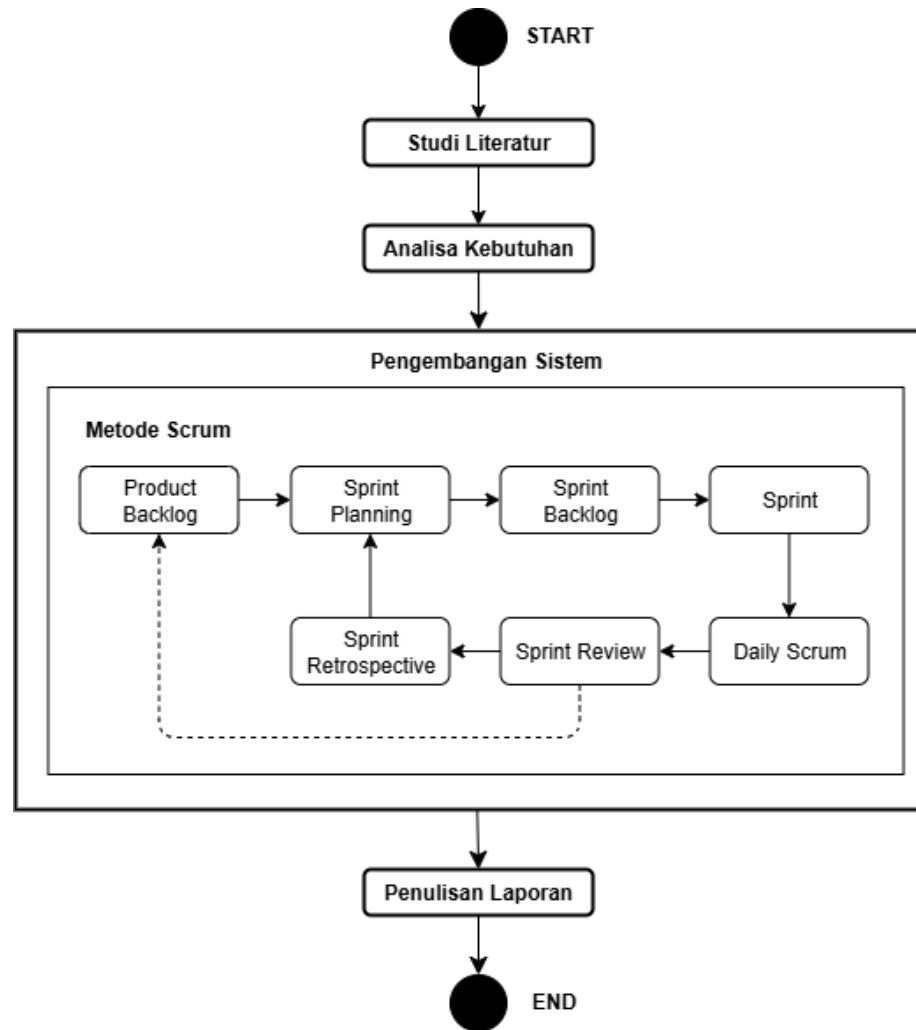
Nama	Peran	Tanggung Jawab
Wahyu Eko Sulistiono, S.T., M.Sc.	<i>Product owner</i>	Menentukan prioritas fitur dan memastikan kebutuhan pengguna terpenuhi.
Halimah Mufita	<i>Scrum master</i>	Memfasilitasi dan memastikan bahwa proses <i>scrum</i> berjalan lancar dan tidak ada kendala.

Tabel 3 (Lanjutan)

Nama	Peran	Tanggung Jawab
Muhamad Adil Hidayat	<i>Developers team – developer sistem IoT Kualitas Air</i>	Merancang sistem IoT untuk monitoring kualitas air kolam ikan lele.
Milano Sheva Wibowo	<i>Developers team – Front-end Developer Mobile Apps</i>	Merancang tampilan antarmuka untuk aplikasi <i>mobile</i> sistem IoT.
Bill Valentino	<i>Developers team – Back-end Developer</i>	Merancang bagian server, agar data dari sistem monitoring terhubung ke website maupun <i>mobile</i> .

### 3.4. Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar 17 diagram alur tahapan penelitian, penelitian ini dikerjakan secara bertahap, dimulai dari melakukan studi literatur yaitu mengumpulkan jurnal-jurnal penelitian terdahulu sebagai bahan acuan untuk penelitian ini. Hasil dari tahapan studi literatur akan dijadikan sebagai bahan acuan untuk menganalisis kebutuhan sistem. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan pengembangan sistem menggunakan metode *scrum*. Metode *scrum* terdiri dari beberapa iterasi dimulai dari *product backlog*, *sprint planning*, *sprint backlog*, *sprint*, *daily scrum*, *sprint review*, dan *sprint retrospective*. Penelitian ini diakhiri dengan cara penulisan laporan akhir atau skripsi. Berikut diagram alir tahapan pada penelitian ini.

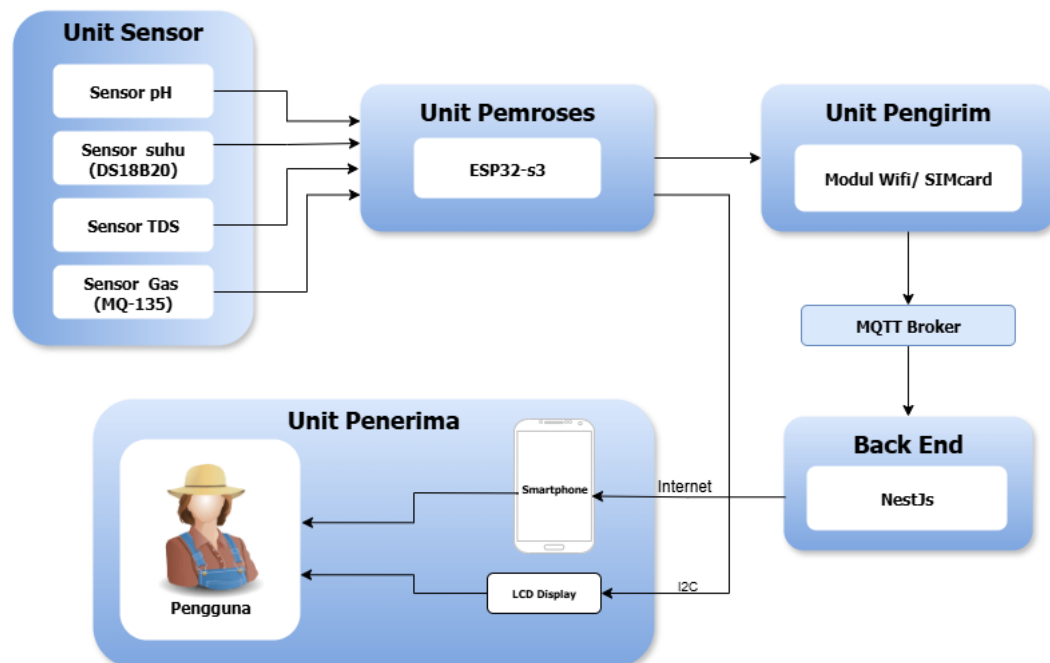


Gambar 17. Diagram Alur Tahapan Penelitian.

### 3.5. Analisa Penelitian

Setelah melakukan tahapan studi literatur dan mendapatkan beberapa jurnal penelitian terkait perancangan sistem monitoring kualitas air kolam ikan khususnya ikan lele berbasis IoT maka akan dilakukan analisa kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil wawancara dengan anggota Pokdakan Bintang Rosela Jaya diberikan parameter-parameter kualitas air kolam ikan lele yang sangat perlu di monitoring agar dapat menghasilkan bibit ikan lele yang bagus dan tidak mengalami gagal panen. Adapun parameter-parameter kualitas air kolam yang diperlukan oleh Pokdakan Bintang Rosela Jaya yaitu kualitas pH, suhu air, kadar

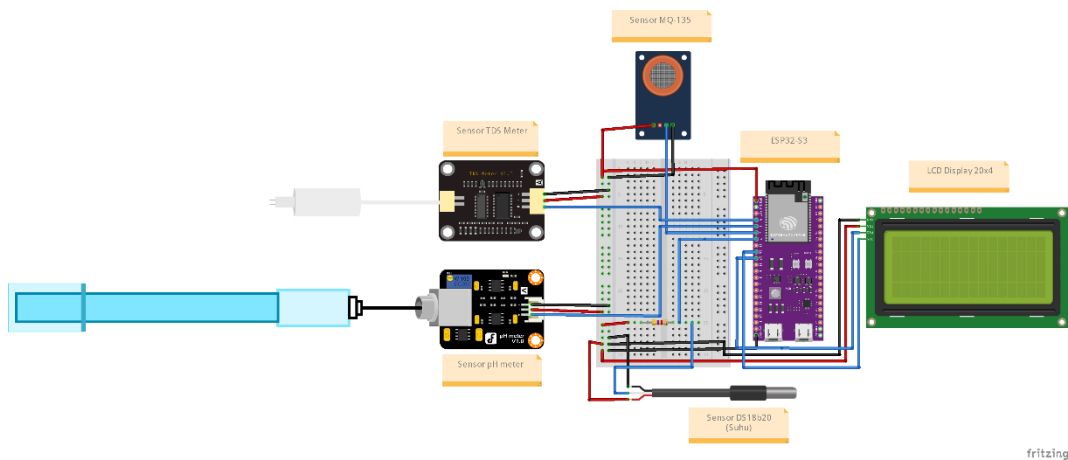
gas amonia, dan jumlah padatan terlarut dalam air (TDS). Berdasarkan analisa kebutuhan pengguna dari parameter yang diperlukan, berikut adalah gambar blok diagram sistem monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT.



Gambar 18. Blok Diagram Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele berbasis IoT

Berdasarkan gambar 18 terdapat empat sensor yang akan digunakan untuk memonitoring kualitas air dari parameter-parameter yang dibutuhkan oleh Pokdakan Bintang Rosela Jaya. Ke-empat sensor tersebut akan diproses oleh mikrokontroler yaitu ESP32-S3 yang memiliki memori berupa modul RTC sebagai pengingat dan terhubung ke modul Wi-Fi atau simcard sebagai unit pengirim yang berada di dalam modem. Oleh karena itu, istem yang dibuat khususnya mikrokontroler dapat terhubung ke internet. Hasil dari pembacaan sensor akan dikirim dan ditampilkan pada media berupa LCD berukuran 20x4cm yang terpasang di *panel box* masing-masing alat serta di *platform* IoT yang dapat diakses oleh pengguna baik dalam bentuk *mobile apps* ataupun website. Berdasarkan

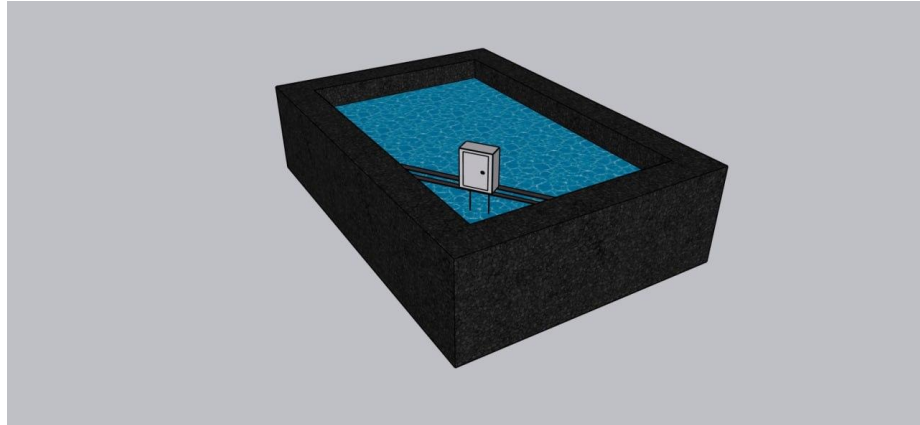
gambaran sistem monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT pada gambar 16, maka dibuat sebuah *skema rangkaian*. Berikut gambar dari sistem yang dibuat.



Gambar 19. Skema Rangkaian Alat.

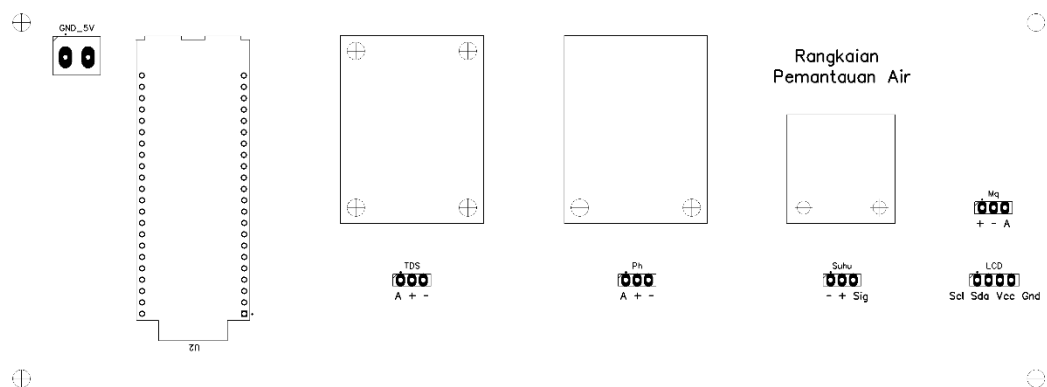
Skema Rangkaian Alat digunakan untuk representasi visual yang akan menunjukkan bagaimana kabel dan komponen listrik saling terhubung dalam sebuah sistem atau sirkuit listrik. Pada gambar 19 *skema rangkaian alat* di atas terdapat ESP32-S3 yang akan berfungsi sebagai mikrokontroler atau unit pemroses dari sistem yang akan dibangun. Terdapat 4 buah sensor yaitu sensor MQ-135, sensor TDS meter, sensor pH meter, dan sensor suhu DS18B20 yang terhubung ke mikrokontroler ESP32-S3 melalui *breadboard* atau papan uji sirkuit elektronik. Data yang dihasilkan dari pembacaan keempat sensor tadi akan diproses oleh ESP32-S3 yang kemudian akan dikirim dan ditampilkan ke *Liquid Crstal Display* (LCD) yang menggunakan protokol komunikasi I2C (*Inter-Integrated Circuit*) dengan ukuran 20 x 4 cm.

Penelitian ini berdasarkan studi kasus di Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Bintang Rosela Jaya yang berada di daerah Kabupaten Pringsewu. Maka dari itu sistem monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT akan dipasang pada kolam yang berada di Pokdakan Bintang Rosela Jaya. Adapun Gambaran dari lokasi kolam untuk penempatan sistem yang dibuat adalah sebagai berikut.



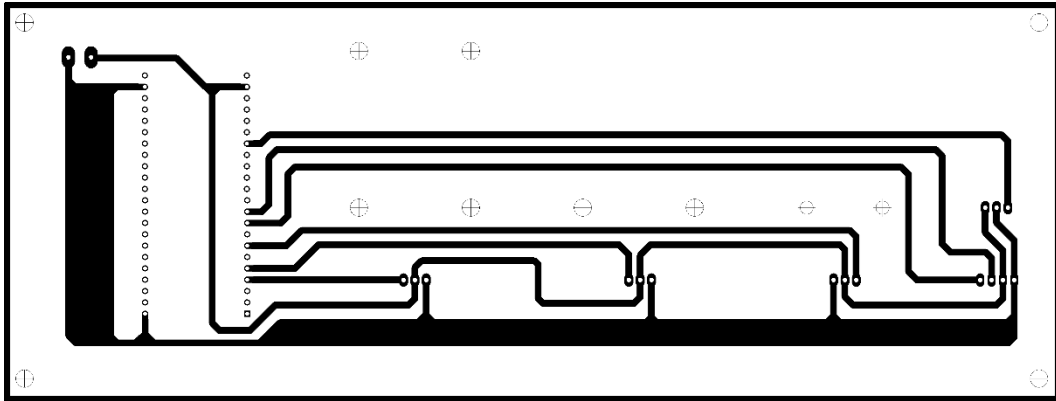
Gambar 20. Ilustrasi Model Kolam.

Berdasarkan gambar 20 model kolam di atas, sistem monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis IoT akan di pasang di sebuah kolam. Alat yang dibuat akan dimasukkan ke dalam panel box yang terpasang di masing-masing kolam. Panel box berfungsi sebagai wadah yang akan melindungi sistem dari paparan sinar matahari secara langsung, melindungi dari tetesan air seperti air hujan serta melindungi sistem dari angin kencang. Panel box terbuat dari tembaga, aluminium dan baja ringan sehingga kokoh dan dapat melindungi perangkat sistem yang terpasang. Tujuan pemasangan perangkat sistem dengan menggunakan panel box untuk sisi keamanan yaitu mengurangi bahaya konslet dikarenakan perangkat akan selalu terhubung ke listrik.



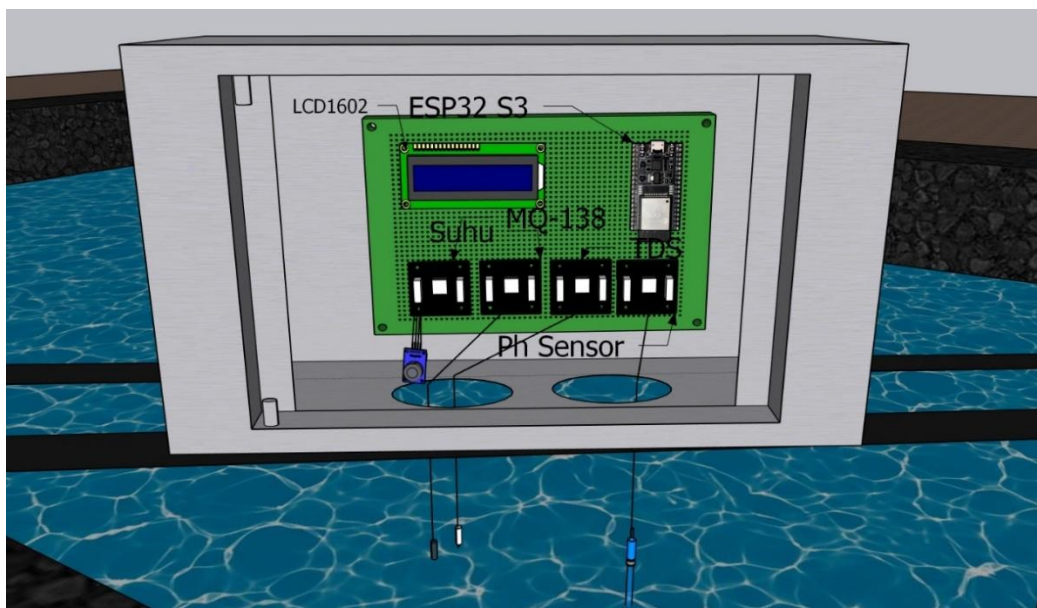
Gambar 21. Tata letak PCB.

Berdasarkan Gambar 21 Tata letak PCB, merupakan gambar atau desain tata letak pcb. Pada gambar tersebut terdapat sebuah input power yang terdapat 2 pin GND dan 5v untuk input power dari adapter ke esp dan sensor. Selain itu juga terdapat ESP32, sensor tds, sensor pH, sensor suhu, sensor amonia serta input untuk LCD.



Gambar 22. *Layout PCB.*

Berdasarkan gambar 22 *Layout PCB*, merupakan sebuah desain dari alur atau aliran yang menghubungkan *power* ke Esp dan Sensor. Selain itu juga layout tersebut menggambarkan aliran data dari sensor menuju esp.

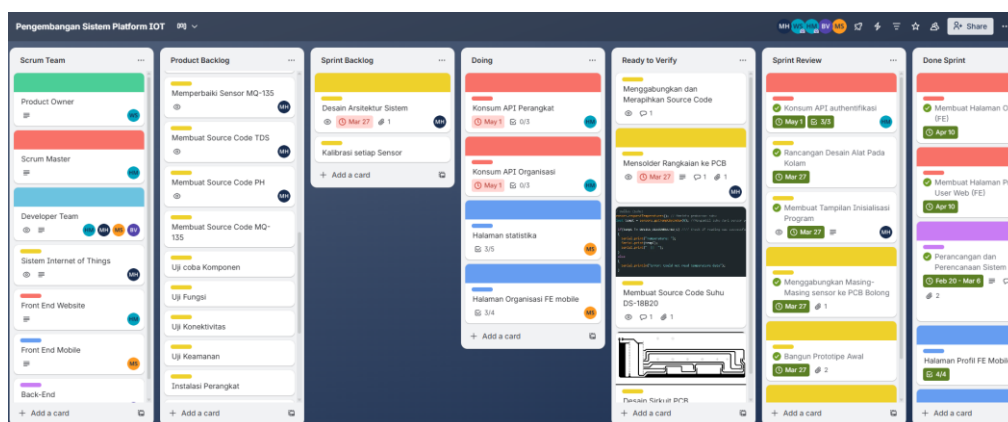


Gambar 23. Ilustrasi Rangkaian Dalam Panel Box.

Berdasarkan gambar 23 berikut merupakan ilustrasi prototipe rangkaian dalam panel box yang berada diatas kolom dengan besi sebagai penyanggahnya. Di dalam panel box terdapat rangkaian yang sudah di satukan menggunakan *pcb board*. Pada gambar tersebut terdapat *Microcontroller* ESP32S3 sebagai pusat kendali atau proses dari inputan yang diterima melalui 4 Sensor yaitu Mq-137, pH, Suhu, dan TDS. Hasil proses dari input sensor akan dikirim melalui *MQTT* untuk diteruskan ke *Back end*. Selain itu juga LCD akan mengeluarkan Ouput berupa hasil data dari sensor yang sudah diproses oleh *microcontroller* ESP32. Pada panel box terdapat sebuah lubang dibawah box untuk meletakkan probe sensor didalam air, yaitu sensor Suhu, pH, dan TDS, ketiga sensor tersebut menggantung dari *board* sensor menuju langsung kedalam air. Untuk sensor mq-137 diletakkan tepat pada lubang didalam box dikarenakan sensor mq-137 yang tidak bisa terkena air secara langsung.

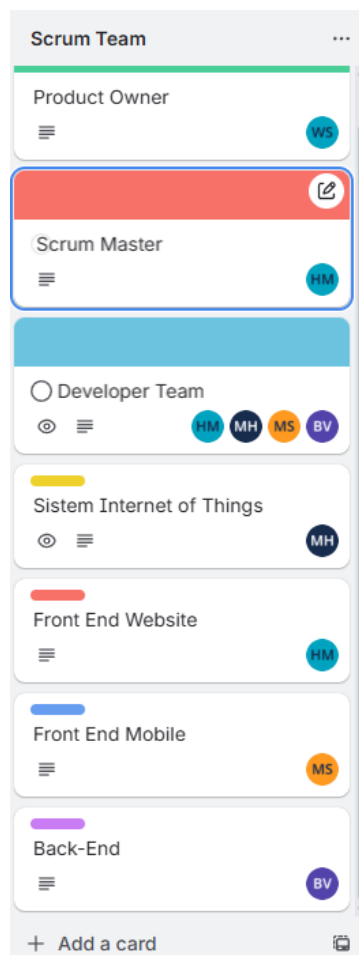
### 3.6. Pengembangan Sistem

Setelah melakukan tahapan analisa kebutuhan, hasil yang didapat dari tahap analisa kebutuhan akan digunakan untuk tahapan pengembangan sistem. Pada tahap pengembangan sistem ini akan menggunakan website trello sebagai alat manajemen proyek dan berkolaborasi dengan semua tim yang terlibat dalam proyek. Dengan menggunakan trello semua tahap dari metode *scrum* akan tercatat serta dapat membantu dalam mengatur tugas-tugas dalam satu tempat.



Gambar 24. Tampilan Trello.

Berdasarkan gambar 24 Tampilan Trello, dapat diketahui bahwasannya pencatatan dari tahapan scrum seperti *product backlog*, *sprint*, *doing* dan tahapan lainnya yang terdapat pada penelitian ini menggunakan bantuan *tools* dari *trello* agar memudahkan dalam manajemen proyek.



Gambar 25. *Scrum Team Trello*.

Berdasarkan gambar 25 dapat diketahui bahwa terdapat bagian yang berisikan scrum team, pada bagian tersebut setiap anggota scrum memiliki tabel warna yang berbeda untuk memudahkan anggota tim dalam membedakan kategori yang dikerjakan. Seperti pada bagian Sistem IoT diberi warna kuning, Website diberi warna merah, Mobile diberi warna biru dan Back-end diberi warna ungu. Pada

tahapan pengembangan sistem ini menggunakan metode *scrum* yang terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :

### 3.6.1. *Product Backlog*

Pada tahap *product backlog* semua kebutuhan pengguna akan dibuat menjadi satu daftar yang akan berisi fitur-fitur yang akan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Fitur atau kebutuhan pengguna yang paling penting (fitur utama) akan diletakkan di prioritas bagian atas, sehingga tim akan mengetahui fitur-fitur apa saja yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Pada penelitian ini yang bertanggung jawab dalam pengelolaan daftar *product backlog* adalah *product owner*. Daftar dari *product backlog* dapat berubah atau bertambah seiring dengan perkembangan sistem, guna untuk menghasilkan sistem yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Berikut merupakan contoh dari *product backlog* yang dilakukan pada penelitian :



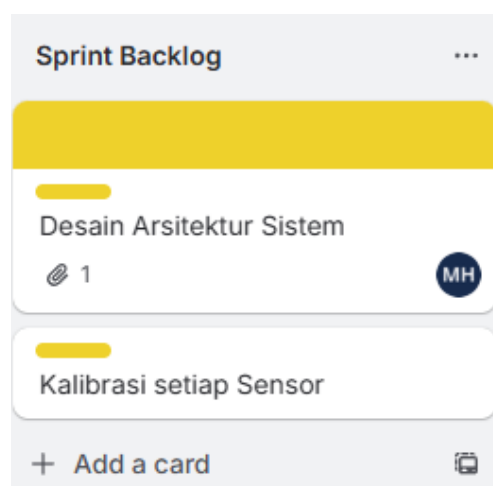
Gambar 26. *Product Backlog*.

### 3.6.2. *Sprint Planning*

Daftar *product backlog* yang telah disusun dari hasil analisa kebutuhan akan dilanjutkan pada tahap *sprint planning*. Pada tahapan ini semua daftar tugas-tugas yang terdapat pada *card product backlog* akan ditentukan prioritas pengerjaannya. *Sprint planning* akan menentukan tugas atau fitur apa saja dari daftar *product backlog* yang harus diselesaikan oleh tim selama *sprint* yang akan datang. *Sprint planning* dilakukan di awal setiap *sprint* yang akan melibatkan *product owner*, *developers team*, dan *scrum master*.

### 3.6.3. *Sprint Backlog*

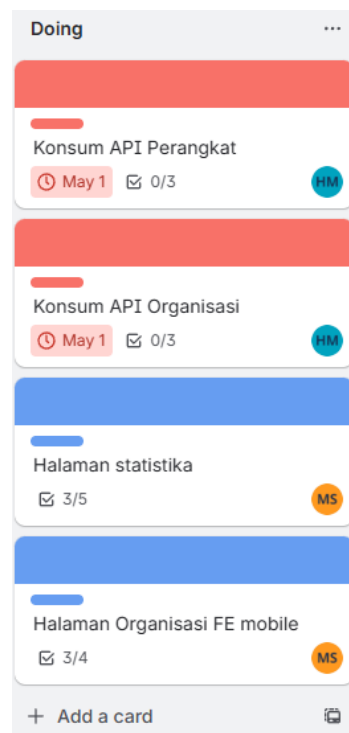
Setelah semua daftar tugas yang ada pada *product backlog* ditentukan tingkat prioritasnya, maka akan dilanjutkan ke tahap *sprint backlog*. Pada tahap *sprint backlog* semua tim pengembang yang terlibat dalam proyek ini akan mengerjakan daftar tugasnya masing-masing sesuai dengan *deadline* yang disepakati atau selama satu *sprint*. Trello sebagai alat manajemen proyek dalam tim telah terdapat *scrum board* yang berisikan *card-card* di setiap tahapannya. Daftar tugas yang sedang dikerjakan akan dipindah ke *card task doing* dari *card sprint planning*. Berikut gambar 27 merupakan contoh dari *sprint backlog* yang dilakukan pada penelitian :



Gambar 27. *Sprint Backlog*.

### 3.6.4. *Sprint*

*Sprint* merupakan periode waktu yang terbatas dalam metode *scrum*, di mana tim bekerja untuk menyelesaikan sejumlah pekerjaan yang telah dipilih dari *product backlog*. Pada Penelitian ini telah disepakati bersama tim proyek bahwa *sprint* akan dilaksanakan selama 2 minggu untuk satu *sprint*. *Sprint* merupakan siklus iteratif di mana tim merencanakan, bekerja, dan menguji hasil kerjanya lalu merefleksikan proses untuk perbaikan di *sprint* berikutnya. Setiap daftar tugas yang dikerjakan selama satu *sprint* akan langsung dilakukan pengujian atau *testing*. Berikut gambar 28 merupakan contoh dari *sprint* yang dilakukan pada penelitian :



Gambar 28. *Sprint*.

### 3.6.5. *Daily Scrum*

Pada metode *scrum* semua anggota tim pengembang yang terlibat akan melakukan *daily scrum*. *Daily scrum* merupakan rapat singkat dan rutin yang dilakukan oleh tim *scrum* setiap hari selama *sprint*. Rapat harian ini bertujuan untuk

menyinkronkan pekerjaan tim, mengidentifikasi hambatan, dan merencanakan pekerjaan untuk hari itu. Pada proyek ini disepakati bahwa rapat harian akan berlangsung selama 5 – 15 menit per-hari.

### **3.6.6. *Sprint Review***

*Sprint review* merupakan rapat di akhir *sprint*. Semua daftar tugas yang dikerjakan oleh masing-masing tim selama satu *sprint* akan ditinjau, dipresentasikan dan didiskusikan terkait progres kemajuan pengembangan sistem bersama *product owner*.

### **3.6.7. *Sprint Restropective***

*Sprint retrospective* merupakan tahapan evaluasi. Pada tahapan ini tim *scrum* akan mengadakan rapat yang berfokus dalam meningkatkan proses pengembangan sistem dan kinerja tim agar menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan layak digunakan.

## **3.7. Penulisan Laporan**

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah penulisan laporan atau skripsi setelah melalui tahapan pengembangan sistem dan pengujian sistem. Penulisan laporan akan berisikan data dan informasi yang telah didapatkan selama penelitian berlangsung. Adapun prosedur pengambilan data dari penelitian ini sebagai berikut.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat monitoring kualitas air kolam ikan lele berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil dirancang dan dibangun di Pokdakan Bintang Rosela Jaya menggunakan mikrokontroler ESP32-S3 dan sensor terintegrasi, dengan menerapkan 7 iterasi dari metode Scrum.
2. Tingkat akurasi perangkat IoT yang dibangun terbukti baik dan valid. Hasil kalibrasi yang dilakukan pada sensor pH, TDS, dan MQ-135 telah berhasil meningkatkan keakuratan pembacaan data sistem. Pengujian sensor pH pada larutan buffer 7 dan 4 menunjukkan nilai yang stabil dengan deviasi minimal, sensor TDS menunjukkan hasil yang sinkron dengan alat ukur referensi digital, dan sensor MQ-135 berhasil dikalibrasi dengan nilai  $R_0$  sebesar 31,70 k $\Omega$  untuk mendeteksi gas amonia secara presisi. Hal ini memastikan data yang dikirimkan ke *dashboard* digital adalah data yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.
3. Sistem yang dibangun telah sesuai dan memenuhi kebutuhan pengguna dalam memantau kondisi kolam, yang dibuktikan dengan perolehan hasil *User Acceptance Testing* (UAT) sebesar 92,5% (kategori Sangat Setuju).

### 5.2. Saran

Berikut saran untuk pengembangan selanjutnya:

1. Sistem dapat ditingkatkan dari sekadar monitoring menjadi sistem controlling dengan menambahkan aktuator (seperti relay). Hal ini memungkinkan alat untuk menyalakan aerator atau pompa air secara otomatis saat kualitas air terdeteksi menurun.
2. Mengingat alat beroperasi terus-menerus di luar ruangan, disarankan menambahkan sumber daya cadangan (*backup power*) seperti baterai atau panel surya mini agar monitoring tidak terputus saat terjadi pemadaman listrik di area kolam.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] E. Gisbert *dkk.*, “Development, Nutrition, and Rearing Practices of Relevant Catfish Species (Siluriformes) at Early Stages,” *Rev Aquac*, vol. 14, no. 1, hlm. 73–105, Mar 2021, doi: 10.1111/raq.12586.
- [2] P. Putra Kelana, U. Subhan, I. Bangkit, dan R. Bayu, “Studi Kesesuaian Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Kampung Lauk Kabupaten Bandung,” *Authentic Research of Global Fisheries Application Journal*, vol. 2, hlm. 159–164, Apr 2021.
- [3] E. P. Sugianti dan H. Hafiludin, “Manajemen Kualitas Air Pada Pembenihan Ikan Lele Mutiara (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Pamekasan,” *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, vol. 3, no. 2, hlm. 32–36, Agu 2022, doi: 10.21107/juvenil.v3i2.15813.
- [4] P. Rajak, A. Ganguly, S. Adhikary, dan S. Bhattacharya, “Internet of Things and Smart Sensors in Agriculture: Scopes and Challenges,” *J Agric Food Res*, vol. 14, Des 2023, doi: 10.1016/j.jafr.2023.100776.
- [5] T. Widodo, A. Bayu Santoso, S. Ihsani Ishak, dan R. Rumeon, “Sistem Kendali Proporsional Kualitas Air Berupa pH Dan Suhu Pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT,” *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 9, hlm. 59–66, Apr 2023.
- [6] A. H. Ahmad, R. Munadi, dan N. Fitriyanti, “Internet Of Things (IoT) Based Water Quality Monitoring And Control System In Koi Fish Cultivation With Mobile

Application Integration Named Aquakoi,” *e-Proceeding of Engineering*, vol. 11, hlm. 6560–6565, Des 2024.

- [7] Y. Sari *dkk.*, “Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Lele Pada Pembudidaya TDR Sultan Adam Banjarmasin,” *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, vol. 3, hlm. 203–213, Agu 2023, doi: 10.20527/ilung.v3i1.
- [8] A. T. Tamim *dkk.*, “Development of IoT Based Fish Monitoring System for Aquaculture,” *Intelligent Automation and Soft Computing*, vol. 32, no. 1, hlm. 55–71, Agu 2022, doi: 10.32604/IASC.2022.021559.
- [9] J. Huan, H. Li, F. Wu, dan W. Cao, “Design of water quality Monitoring System for Aquaculture Ponds Based on NB-IoT,” *Aquac Eng*, vol. 90, hlm. 1–10, Apr 2020, doi: 10.1016/j.aquaeng.2020.102088.
- [10] A. A. Masriwilaga, T. A. J. M. Al-hadi, A. Subagja, dan S. Septiana, “Monitoring System for Broiler Chicken Farms Based on Internet of Things (IoT),” *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 7, no. 1, hlm. 1–13, Apr 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1641.
- [11] C. Christiand, A. Dwinanda Soewono, M. Darmawan, H. Sutanto, dan F. Wenehenubun, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Otomatis Untuk Budidaya Ikan Lele Di Pondok Aren,” *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 7, no. 2, hlm. 187–192, Agu 2022, doi: 10.25047/j-dinamika.v7i2.2888.
- [12] M. S. Dadiono, “African Catfish (*Clarias sp.*) : Marketing Method, Supporting and Inhibiting Factors,” *Jurnal Ilmu Perikanan Air Tawar*, vol. 3, hlm. 32–36, Okt 2022.
- [13] M. Palmaccio, G. Dicuonzo, dan Z. S. Belyaeva, “The internet of things and corporate business models: A systematic literature review,” *J Bus Res*, vol. 131, hlm. 610–618, Sep 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2020.09.069.

- [14] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, dan O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, hlm. 1–20, Jul 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [15] X. Wang dan S. Li, "Multipoint Temperature Measurement System of Hot Pack Based on DS18B20," *IEEE*, vol. 1, hlm. 26–29, 2010, doi: 10.1109/ICIE.2010.14.
- [16] C. H. Chen, Y. C. Wu, J. X. Zhang, dan Y. H. Chen, "IoT-Based Fish Farm Water Quality Monitoring System," *Sensors*, vol. 22, no. 17, hlm. 1–12, Sep 2022, doi: 10.3390/s22176700.
- [17] I. Ismaini, N. Tosani, dan D. Sutanto, "Perbandingan unjuk kinerja berbagai tipe pH-meter digital pada pengujian sampel tanah dan air berdasarkan ISO 17025:2017," *Jurnal Penelitian Sains*, vol. 25, no. 1, pp. 24–28, 2023, doi: 10.56064/jps.v25i1.727.
- [18] Y. Yusuf, *Belajar Mudah Kimia Analisis*. Jakarta, Indonesia: Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, 2019.
- [19] J. Karangan, B. Sugeng, dan Sulardi, "Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan," *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 2, no. 1, hlm. 65–72, Jun. 2019.
- [20] A. Hindayani *et al.*, "Pembuatan Larutan Standar Buffer Ftalat yang Tertelusur untuk Menjamin Keakuratan Pengukuran pH pada Pemantauan Kualitas Air," in *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, Yogyakarta, 2021.
- [21] M. F. Soambaton, D. Djuniadi, dan A. H. Al-Azhari, "MONITORING KOLAM IKAN NILA BERBASIS IoT DENGAN SENSOR AMONIA, SUHU, KETINGGIAN, DAN PH," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 2, hlm. 919–926, Apr 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4021.
- [22] D. Hofstetter, E. Fabian, dan A. G. Lorenzoni, "Ammonia generation system for Poultry Health Research Using Arduino," *Sensors*, vol. 21, no. 19, Okt 2021, doi: 10.3390/s21196664.

- [23] Rouhillah dan I. Salfikar, "Pendeteksi Konsentrasi Gas Ammonia (NH<sub>3</sub>) Berbasis Internet of Things," *Jurnal J-Innovation*, vol. 10, no. 1, hlm. 10–13, Jun 2021.
- [24] A. A. Putri, S. Fuada, dan E. Setyowati, "Sistem Pendeteksi Kadar Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis Internet of Things dengan Aplikasi Blynk di Android," *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 22, hlm. 285–304, Agu 2023.
- [25] B. I. Koromari dan F. David, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Pakan Otomatis Dan Monitoring TDS Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis IoT," *Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 2, hlm. 154–169, Jun 2023.
- [26] A. W. L. Dewa dan P. Sasmoko, "Alat Ukur TDS (Total Dissolved Solid) Air Garam dengan Resistif sebagai Indikator," *Gema Teknologi*, vol. 19, no. 1, pp. 2016.
- [27] *Indonesian Journal of Laboratory*, "Perancangan Alat Monitoring Menggunakan LCD I2C Berbasis Mikrokontroler," vol. 1, no. 3, pp. 51–55, 2019.
- [28] P. N. Safiroh W. P., G. F. Nama, dan M. Komarudin, "Sistem Pengendalian Kadar pH dan Penyiraman Tanaman Hidroponik Model 4432 Wick System," *\*Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan\**, vol. 10, no. 1, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i1.2260.
- [29] P. Lopes de Souza, W. Lopes de Souza, dan L. Ferreira Pires, "ScrumOntoBDD: Agile software development based on scrum, ontologies and behaviour-driven development," *Journal of the Brazilian Computer Society*, vol. 27, no. 1, Des 2021, doi: 10.1186/s13173-021-00114-w.
- [30] A. Anoesyirwan, H. Madiistriyatno, and S. Mutmainnah, "Peningkatan Kualitas Manajemen Publikasi Ilmiah Menggunakan Metode Agile," *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J.*, vol. 1, no. 2 Desember, pp. 31– 39, 2020, doi: 10.34306/abdi.v1i2.99.
- [31] D. Effendi et al., *Panduan dalam Pengembangan Perangkat Lunak*. Kaizen Media Publishing, 2024. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=kT8QEQAQBAJ>