

LAPORAN TUGAS AKHIR

Sistem Pendeteksi Kualitas Air Berbasis IoT Pada Budidaya Tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak



Penyusun :

Hilma Muyasaroh	(30602100001)
Isa Roisfi Islamy	(30602100057)
Andra Setiya Restu Fakhriy	(30602100017)

**Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung
Semarang**

LEMBAR PENGESAHAN

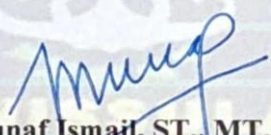
**SISTEM PENDETEKSI KUALITAS AIR BERBASIS IOT
PADA BUDIDAYA TAMBAK DI DESA KARANGREJO, KABUPATEN
DEMAK**

Penyusun:

Hilma Muyasaroh	(30602100001)
Isa Roisfi Islamy	(30602100057)
Andra Setiya Restu Fakhriy	(30602100017)

Semarang, 24 Februari 2025

Dosen Pembimbing



Munaf Ismail, ST., MT.
NIDN. 0613127302

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, ST., MT
NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**SISTEM PENDETEKSI KUALITAS AIR BERBASIS IOT PADA BUDIDAYA TAMBAK DI DESA KARANGREJO, KABUPATEN DEMAK**” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Senin
Tanggal : 24 Februari 2025

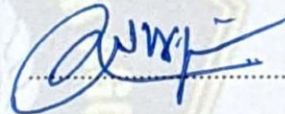
Tim Penguji

Tanda Tangan

Dr. Bustanul Arifin, ST., MT.,

NIDN : 0614117701

Ketua dan Penguji I



Dr. Ir. Muhammad Khosvi'in, ST., MT. IPM

NIDN : 0625077901

Penguji II



Munaf Ismail , ST., MT.,

NIDN : 0613127302

Penguji III



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Isa Roisfi Islamy
NIM : 30602100057
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“SISTEM PENDETEKSI KUALITAS AIR BERBASIS IOT PADA BUDIDAYA TAMBAK DI DESA KARANGREJO, KABUPATEN DEMAK”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 24 Februari 2025

Yang Menyatakan



Isa Roisfi Islamy

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
RINGKASAN	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan	5
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	6
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	6
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Budidaya Tambak.....	11
2.2.2 Kualitas Air Tambak.....	11
2.2.3 Parameter yang digunakan	12
2.2.4 <i>Internet of Things</i>	13
2.2.5 Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi	13
2.2.6 Sensor pH.....	14
2.2.7 Sensor Suhu.....	15
2.2.8 Sensor TDS Gravity V1.0	15
2.2.9 LCD.....	16
2.2.10 <i>Buzzer</i>	17
2.2.11 Analog Isolation Module V1.0.....	17

2.2.12	Baterai Lithium	18
2.3	Analisis Stakeholder.....	19
2.4	Analisis Aspek yang mempengaruhi Sistem	20
2.5	Spesifikasi Sistem.....	21
BAB 3. USULAN SOLUSI		23
3.1	Usulan Solusi 1	24
3.1.1	Desain Sistem 1	25
3.1.2	Rencana Anggaran Desain Sistem 1	28
3.1.3	Analisa Resiko Desain 1	29
3.1.4	Pengukuran Performa.....	30
3.2	Usulan Solusi 2.....	30
3.2.1	Desain Sistem 2.....	30
3.2.2	Rencana Anggaran Desain Sistem 2	33
3.2.3	Analisa Resiko Desain 2	33
3.2.4	Pengukuran Performa.....	34
3.3	Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik.....	35
3.4	<i>Gantt Chart</i>	35
3.5	Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir	36
4.1	Hasil Rancangan Sistem.....	38
4.1.1	Rangkaian Elektronik.....	38
4.1.2	Gambar Desain Tiga Dimensi (3D).....	41
4.1.3	Foto Hasil Akhir.....	42
4.2	Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	42
BAB V HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS		45
5.1	Analisis Hasil.....	45
5.1.1	Hasil dan Analisis Pengujian Indikator	45
5.1.1.1	Uji Parameter	45
5.1.1.2	Uji Tahan Baterai	53
5.1.1.3	Uji Aplikasi	56
5.1.2	Pemenuhan Spesifikasi Sistem	57
5.1.3	Pengalaman Pengguna	59
5.1.4	Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya...	61

5.2 Dampak Implementasi Sistem.....	64
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	66
6.1 Kesimpulan.....	66
6.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN – LAMPIRAN	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Survei lokasi tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak	2
Gambar 2. 1 Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi.....	13
Gambar 2. 2 Sensor pH	14
Gambar 2. 3 Sensor Suhu DS18B20	15
Gambar 2. 4 Sensor TDS	15
Gambar 2. 5 LCD 16x2.....	16
Gambar 2. 6 Buzzer.....	17
Gambar 2. 7 Analog Isolation Module V1.0	17
Gambar 2. 8 Baterai lithium 9V	18
Gambar 3. 1 Diagram blok usulan desain sistem 1	25
Gambar 3. 2 Flowchart Desain Sistem 1.....	26
Gambar 3. 3 Desain 3D Sistem 1	26
Gambar 3. 4 Diagram blok usulan desain sistem 2.....	31
Gambar 3. 5 Flowchat desain sistem 2.....	31
Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik sistem pendeteksi kualitas air tambak.....	39
Gambar 4. 2 Desain 3D alat pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT.	41
Gambar 4. 3 Hasil perancangan sementara	42
Gambar 5. 1 Grafik perbandingan pengujian pH.....	46
Gambar 5. 2 Grafik perbandingan pengujian suhu	49
Gambar 5. 3 Grafik perbandingan TDS sistem dan referensi	51
Gambar 5. 4 Hasil pembacaan sensor pH, suhu, dan TDS melalui aplikasi Blynk pada hari Rabu, 25 Desember 2024, dengan rincian: (a) Pengambilan sampel pukul 07.00 WIB, (b) Pengambilan sampel pukul 12.00 WIB, dan (c) Pengambilan sampel pukul 17.00 WIB.	56



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Hasil wawancara dengan mitra	3
Tabel 2. 1 Hasil Studi Literatur	6
Tabel 2. 2 Parameter yang digunakan	12
Tabel 2. 3 Analisis Stakeholder	19
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sistem	22
Tabel 3. 1 Komponen yang digunakan pada sistem 1	27
Tabel 3. 2 Komponen yang digunakan pada desain sistem 2	32
Tabel 3. 3 Rencana anggaran desain sistem 2	33
Tabel 3. 4 Gantt Chart	35
Tabel 3. 5 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir	37
Tabel 4. 1 Komponen rangkaian elektronik	38
Tabel 5. 1 Pengujian parameter pH dengan Sistem dan alat referensi	46
Tabel 5. 2 Perbandingan hasil pengukuran dengan standar parameter pH	47
Tabel 5. 3 Deviasi sistem pH	47
Tabel 5. 4 Hasil perhitungan Error, akurasi serta deviasi rata-rata	48
Tabel 5. 5 Pengujian parameter suhu dengan Sistem dan alat referensi	48
Tabel 5. 6 Perbandingan hasil pengukuran dengan standar parameter pH	49
Tabel 5. 7 Deviasi sistem Suhu	50
Tabel 5. 8 Hasil perhitungan Error, akurasi serta deviasi rata-rata	50
Tabel 5. 9 Pengujian parameter suhu dengan Sistem dan alat referensi	51
Tabel 5. 10 Perbandingan hasil pengukuran dengan standar parameter pH	52
Tabel 5. 11 Deviasi sistem TDS	52
Tabel 5. 12 Hasil perhitungan Error, akurasi serta deviasi rata-rata	53
Tabel 5. 13 Rincian komponen beserta konsumsi arus rata-rata	53
Tabel 5. 13 Rincian komponen beserta konsumsi arus rata-rata (Lanjutan)	54
Tabel 5. 17 Pemenuhan spesifikasi sistem	58
Tabel 5. 18 Pengalaman pengguna	59
Tabel 5. 18 Pengalaman pengguna (Lanjutan)	60
Tabel 5. 19 Kesesuaian perencanaan dalam manajemen tim dan realisasinya	61
Tabel 5. 20 Kesesuaian usulan rencana anggaran biaya dan realisasinya	61
Tabel 5. 20 Kesesuaian usulan rencana anggaran biaya dan realisasinya (Lanjutan)	62
Tabel 5. 21 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2	62
Tabel 5. 21 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2 (Lanjutan)	63
Tabel 5. 21 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2 (Lanjutan)	64

RINGKASAN

Pemanfaatan inovasi berbasis teknologi telah menjadi aspek penting dalam berbagai sektor, termasuk perikanan dan budidaya tambak. Salah satu tantangan utama yang dihadapi petani tambak adalah pemantauan kualitas air secara akurat dan efisien. Parameter utama seperti pH, suhu, dan Total Dissolved Solids (TDS) sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan dan udang. Ketidakstabilan kualitas air dapat menyebabkan stres pada biota tambak, menurunkan produktivitas, bahkan berujung pada kematian massal yang berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi bagi petani. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang dapat memberikan informasi secara real-time dan memperingatkan petani terhadap perubahan kondisi air yang berisiko.

Sebagai solusi terhadap permasalahan ini, dirancang sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pemantauan parameter kualitas air secara real-time. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan ESP8266 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor pH, suhu, dan TDS untuk mendeteksi kondisi air secara langsung. Data hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD serta dikirimkan ke aplikasi ponsel melalui koneksi WiFi, sehingga petani dapat memantau kondisi tambak dari jarak jauh. Sistem ini juga dilengkapi dengan buzzer sebagai peringatan dini apabila salah satu parameter kualitas air melebihi batas aman yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem ini, petani tidak perlu lagi melakukan pengukuran manual yang memakan waktu dan berisiko kurang akurat.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Pengukuran pH memiliki tingkat error sebesar 1,22% dengan akurasi 98,78%, suhu memiliki error 1,73% dengan akurasi 98,27%, dan TDS menunjukkan error sebesar 3,10% dengan akurasi 96,90%. Sistem ini juga dirancang dengan portabilitas tinggi menggunakan baterai lithium-ion yang dapat diisi ulang, sehingga dapat tetap beroperasi secara optimal tanpa ketergantungan pada sumber listrik permanen. Selain itu, desain alat yang tahan terhadap lingkungan tambak memastikan keandalan dalam berbagai kondisi operasional.

Implementasi sistem ini memberikan dampak signifikan bagi petani tambak, khususnya dalam meningkatkan efisiensi pemantauan kualitas air. Dengan adanya pemantauan otomatis, risiko keterlambatan dalam mendeteksi perubahan kondisi air dapat diminimalkan, sehingga potensi kerugian akibat kematian biota tambak dapat ditekan. Teknologi IoT yang diterapkan memungkinkan akses data kualitas air kapan saja melalui smartphone, sehingga mempermudah pengelolaan tambak secara lebih efektif dan meningkatkan produktivitas budidaya.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah

Kualitas air adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi budidaya tambak, baik untuk ikan maupun udang. Air yang sehat dan bersih memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan organisme, sementara kualitas air yang buruk dapat menyebabkan kematian massal pada ikan dan udang. Di Indonesia, sektor perikanan tambak merupakan salah satu sumber pangan dan ekonomi andalan, terutama untuk komoditas seperti bandeng, kakap, dan udang. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), Indonesia menjadi salah satu produsen utama perikanan budidaya di dunia, dengan kontribusi besar terhadap ekspor udang dan ikan air tawar [1].

Namun, salah satu tantangan terbesar yang dihadapi petani tambak adalah kemampuan untuk memantau kualitas air secara terus-menerus, terutama pada musim kemarau yang panjang atau saat hujan lebat. Cuaca ekstrem dapat menyebabkan fluktuasi pada parameter air seperti tingkat keasaman (pH), suhu dan total padatan terlarut (TDS), yang dapat menyebabkan stres pada organisme tambak dan bahkan kematian dalam waktu singkat. Kondisi ini membutuhkan perhatian khusus dari petani tambak untuk melakukan pemantauan air secara berkala.

Pemantauan kualitas air secara manual sering kali tidak efisien dan kurang akurat karena bergantung pada observasi manusia yang terbatas. Oleh karena itu, teknologi Internet of Things (IoT) menjadi solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan ini. Teknologi IoT memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time dengan memanfaatkan berbagai sensor, seperti sensor pH, sensor suhu dan sensor TDS. Informasi yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut dapat langsung diakses petani tambak melalui perangkat pintar seperti *smartphone*, memungkinkan pengambilan keputusan cepat untuk mencegah kerugian akibat perubahan kualitas air yang tidak terpantau.

Secara umum, kualitas air di tambak ditentukan oleh beberapa faktor kunci, termasuk pH, suhu dan TDS. Air tambak untuk budidaya biota seperti udang, bandeng, dan kakap sebaiknya memiliki pH antara 7,3 hingga 8,5 agar pertumbuhan tetap optimal. Meski begitu, biota tambak masih dapat bertahan dalam rentang pH yang lebih luas, yaitu dari 6,5 hingga 9 [2][3]. Suhu air di tambak payau juga memainkan peran penting dalam menentukan kualitas lingkungan. Rata-rata suhu yang ideal untuk budidaya udang dan ikan berada dalam kisaran 26°C hingga 32°C, dengan suhu optimal sekitar 28°C hingga 30°C [4]. Suhu yang stabil mendukung metabolisme, pertumbuhan, dan reproduksi biota akuatik, serta membantu mempertahankan keseimbangan ekosistem dalam tambak. Di sisi lain, berdasarkan Audri Rianto seorang redaktur ISW (Indah Sari Windu) sebuah perusahaan yang telah berdiversifikasi dari sektor tambak hingga pengolahan limbah selama 40

tahun menyatakan bahwa kadar TDS yang baik bagi petani tambak adalah 300-600 ppm [5]. Sementara itu, sesuai Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 (Kelas II), air budidaya ikan harus memiliki TDS <1000 ppm [6], sebagaimana diperkuat oleh referensi lain yang menyebut nilai TDS tinggi dapat mengganggu ekosistem perairan [4]. TDS mengukur jumlah padatan terlarut dalam air, yang jika terlalu tinggi dapat menghambat kesehatan organisme tambak.

Identifikasi masalah dalam pemantauan kualitas air meliputi kendala pemantauan manual yang tidak efisien dan terlambat mendeteksi perubahan, fluktuasi kualitas air akibat cuaca ekstrem, serta keterbatasan sumber daya manusia yang belum memiliki alat pemantauan otomatis yang efisien. Oleh karena itu, teknologi pemantauan kualitas air berbasis IoT sangat dibutuhkan sebagai solusi untuk permasalahan ini. Dengan sensor yang mampu mendeteksi pH, suhu dan TDS secara otomatis, petani tambak dapat menerima notifikasi langsung mengenai kondisi air tambak mereka, yang dapat diakses kapan saja melalui perangkat smartphone. Hal ini memungkinkan tindakan preventif yang lebih cepat dan dapat mengurangi risiko kerugian.



Gambar 1. 1 Survei lokasi tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak

Berdasarkan hasil survei terhadap salah satu petani tambak di Desa Karangrejo, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak, yang memiliki tambak udang, ikan bandeng dan ikan kakap didapatkan hasil seperti pada Tabel 1.1. Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa mereka memerlukan alat pendeteksi kualitas air untuk mencegah masalah yang sering muncul seperti kematian ikan secara mendadak dan kualitas air yang tidak stabil akibat cuaca ekstrem atau faktor lain. Sensor pH, suhu dan TDS dipandang sebagai dua parameter kunci yang harus dipantau secara real-time untuk menjaga stabilitas tambak. Berikut hasil survei antara mahasiswa sebagai pengembang dan petani tambak sebagai pengguna.

Tabel 1. 1 Hasil wawancara dengan mitra

Pertanyaan	Jawaban/Tanggapan
Apa saja yang biasanya petani tambak tambak budidayakan di tambak ini?	Ikan bandeng, ikan kakap dan udang
Apa kendala utama yang sering dihadapi petani tambak terkait dengan kualitas air tambak?	Air tambak seringkali tidak stabil, terutama saat musim kemarau dan musim hujan yang lebat. Kadang ikan mendadak mati tanpa alasan yang jelas dan seringkali menyadarinya terlambat.
Bagaimana melakukan pemantauan kualitas air secara manual? Jika ya, seberapa sering?	Pemantauan kualitas air dilakukan secara manual, tetapi tidak teratur karena alatnya terbatas. Biasanya hanya ketika ada masalah yang terlihat pada ikan, seperti ketika ikan mulai bergerak lambat.
Bagaimana mengetahui kualitas air yang tidak baik untuk ikan di tambak?	Biasanya tahu ketika sudah terlambat, seperti saat ikan mulai mati atau ketika air berubah warna, tapi ini tidak selalu terlihat jelas.
Parameter apa saja yang menurut petani tambak penting untuk dipantau dalam kualitas air?	Yang paling penting adalah Tingkat keasaman (pH), suhu dan kadar zat terlarut (TDS). Keduanya bisa sangat mempengaruhi Kesehatan ikan dan udang.
Seberapa penting menurut petani tambak adanya alat otomatis yang bisa mengukur kualitas air tambak?	Sangat penting, dengan alat ini bisa mengetahui kualitas air secara real-time dan bisa segera mengambil Tindakan sebelum terjadi masalah yang lebih besar, terutama di musim kemarau dan curah hujan tinggi.
Apakah pernah mengalami kematian ikan atau udang secara massal? Jika iya, menurut Anda apa penyebabnya?	Pernah, terutama di musim kemarau panjang atau di musim hujan. Air mungkin berubah drastis, baik pH maupun kadar zat terlarutnya, tetapi terlambat menyadarinya.
Seberapa besar pengaruh kualitas air terhadap produktivitas tambak?	Kualitas air sangat berpengaruh. Jika airnya buruk, ikan akan stress dan berhenti makan, yang berujung pada lambatnya pertumbuhan bahkan kematian.
Apakah petani tambak memiliki pengetahuan tentang penggunaan teknologi IoT dalam pengukuran kualitas air tambak?	Pernah mendengarnya, namun belum menggunakannya secara langsung. Jika ada, itu sangat membantu.

Tabel 1. 2 Hasil wawancara dengan mitra (Lanjutan)

Pertanyaan	Jawaban/Tanggapan
Jika petani tambak memiliki alat yang bisa mengukur pH dan TDS dan memberikan notifikasi, apakah merasa hal itu akan meningkatkan produktivitas tambak?	Pasti, itu akan sangat membantu karena bisa lebih cepat mengambil tindakan sebelum ikan dan udang terkena dampak buruk dari kualitas air yang buruk
Apakah petani tambak sudah menggunakan smartphone dalam keseharian untuk pemantauan tambak atau hal lainnya?	Ya, menggunakan smartphone untuk komunikasi. Jika ada alat yang bisa terhubung ke smartphone untuk memantau kualitas air, itu akan sangat bermanfaat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam laporan tugas akhir ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan kualitas air tambak berbasis IoT yang mampu memberikan data parameter pH, suhu dan TDS sebagai indikator utama kualitas air tambak?
2. Bagaimana sistem ini dapat memberikan notifikasi langsung melalui smartphone kepada petani tambak agar mereka dapat melakukan tindakan pencegahan dengan cepat ketika terjadi perubahan kualitas air yang signifikan?
3. Bagaimana sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT ini dapat membantu petani tambak dalam mengambil keputusan yang tepat untuk menjaga kesehatan tambak dan meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan kualitas air?

1.3 Tujuan

Pengembangan sistem ini bertujuan untuk memfasilitasi petani tambak dalam memantau kualitas air dengan memanfaatkan teknologi IoT. Sistem ini akan mengintegrasikan sensor pH, suhu dan TDS untuk memberikan informasi kondisi air tambak secara langsung melalui smartphone, memungkinkan petani mengambil tindakan pencegahan dengan cepat dan efisien ketika terjadi perubahan kualitas air yang signifikan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada deteksi kualitas air tambak berdasarkan parameter tingkat keasaman (pH), suhu dan total padatan terlarut (TDS),

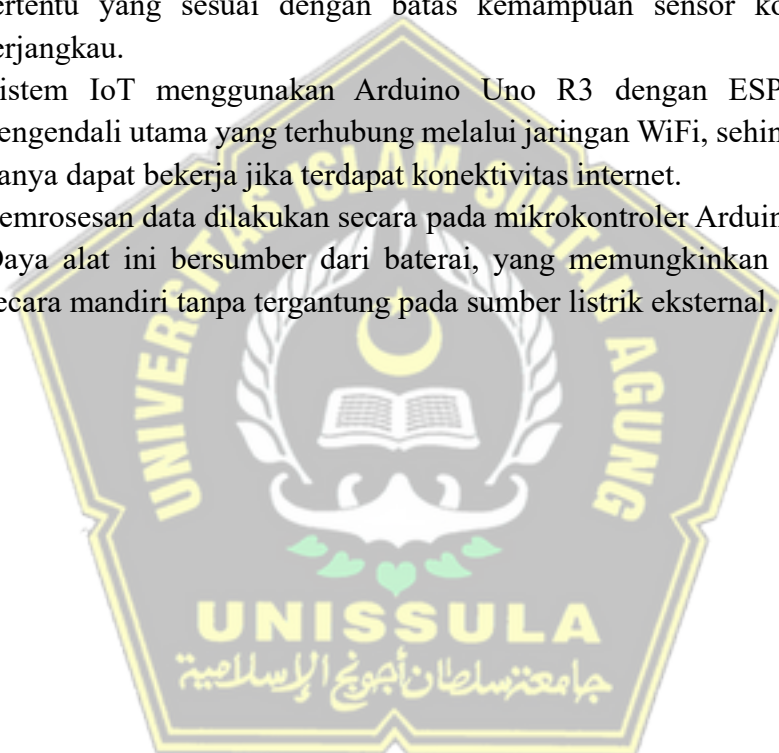
Parameter lain seperti oksigen terlarut (DO) dan amonia tidak termasuk dalam penelitian ini.

2. Pemantauan kualitas air dilakukan otomatis dengan teknologi IoT, dan hasilnya disampaikan ke smartphone, sehingga petani bisa segera mengambil tindakan jika terjadi perubahan kualitas air.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditetapkan batasan realistis aspek keteknikan sebagai berikut :

1. Alat ini menggunakan sensor pH, suhu dan TDS dengan tingkat akurasi tertentu yang sesuai dengan batas kemampuan sensor komersial yang terjangkau.
2. Sistem IoT menggunakan Arduino Uno R3 dengan ESP8266 sebagai pengendali utama yang terhubung melalui jaringan WiFi, sehingga perangkat hanya dapat bekerja jika terdapat konektivitas internet.
3. Pemrosesan data dilakukan secara pada mikrokontroler Arduino Uno R3.
4. Daya alat ini bersumber dari baterai, yang memungkinkan alat berfungsi secara mandiri tanpa tergantung pada sumber listrik eksternal.



BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Dalam pembuatan *project capstone* untuk menyelesaikan masalah yang terdapat di Bab 1 maka dibutuhkan studi literatur dan observasi mengenai alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT yang bertujuan untuk menunjang project tersebut. Berikut ini merupakan beberapa jurnal yang membahas terkait alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT yang ditunjukkan pada tabel 2.1:

Tabel 2. 1 Hasil Studi Literatur

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Sistem Pendeteksi Kualitas Air Bersih Menggunakan Sensor pH dan Sensor TDS Berbasis Mobile [7].	Peneliti mengusulkan pengembangan alat pemantau kualitas air bersih menggunakan sensor pH dan TDS, yang terintegrasi dengan aplikasi mobile untuk memungkinkan pemantauan kondisi air secara real-time di dalam penampungan.	Hasil : Sistem ini dibuat untuk mengukur pH dan TDS air penampungan di Desa Rawa Burung, dengan notifikasi otomatis yang dikirim melalui aplikasi Blynk di smartphone. Keakuratan sensor pH mencapai 96,84%, sementara sensor TDS memiliki error rata-rata 1,92%. Kelebihan : Alat ini mudah digunakan dengan notifikasi langsung ke perangkat mobile, membantu pengelola penampungan air dalam memantau kondisi secara real-time. Kekurangan : Alat ini sangat bergantung pada aplikasi Blynk dan jaringan internet. Kendala pada konektivitas akan membatasi akses dan menurunkan efektivitas sistem dalam memberikan notifikasi cepat saat ada perubahan signifikan pada kualitas air.

Tabel 2. 2 Hasil Studi Literatur (Lanjutan)

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Sistem Kendali dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, dan pH Air [8].	Peneliti mengusulkan sistem untuk memantau dan mengontrol kualitas air tambak agar kondisi kualitas air dapat terpantau secara akurat..	Hasil : Alat ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan parameter kualitas air di tambak udang dengan sensor salinitas, suhu, dan pH. Sistem menggunakan ATmega328 untuk mengontrol perangkat keras seperti pompa dan heater yang otomatis aktif berdasarkan nilai salinitas, suhu, dan pH yang telah ditetapkan. Kelebihan : Sistem ini memberikan pemantauan otomatis yang menjaga kualitas air di dalam rentang optimal tanpa intervensi manual, yang sangat penting untuk budidaya udang. Efektivitas sistem ini terbukti dengan kemampuan mempertahankan kondisi salinitas 10-25 ppt, suhu di atas 26°C, dan pH antara 7,5-8,5. Kekurangan : adalah dalam menghadapi fluktuasi kualitas air yang cepat, terutama di lingkungan tambak terbuka. Selain itu, sistem ini tidak memiliki notifikasi jarak jauh, sehingga pengguna harus memantau kualitas air melalui LCD sehingga terkadang menjadi kendala.

Tabel 2. 3 Hasil Studi Literatur (Lanjutan)

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Berbasis IoT [9].	Peneliti mengusulkan sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler ESP32, dilengkapi dengan sensor suhu DS18B2, sensor pH, dan sensor TDS, yang menggunakan media IoT berupa Telegram.	Hasil : Didesain untuk tambak udang, alat ini menggunakan ESP32 dengan sensor suhu, pH, dan TDS. Sistem ini dilengkapi notifikasi otomatis melalui Telegram saat parameter kualitas air melampaui batas yang telah ditentukan, seperti pH rata-rata yang terukur pada waktu tertentu. Kelebihan : Pengguna dapat menerima notifikasi otomatis, mempermudah respons cepat terhadap perubahan kondisi air tambak yang dapat berdampak pada kesehatan udang. Kekurangan: Ketergantungan pada aplikasi Telegram dan koneksi internet membuat alat ini tidak dapat berfungsi optimal di area dengan sinyal yang buruk. Sensor-sensor yang digunakan juga memerlukan perlindungan tambahan dari air garam untuk mencegah kerusakan, mengingat kondisi air tambak yang cenderung memiliki kadar korosif tinggi. Hal ini menjadi kekurangan dalam penelitian, sehingga perlu pengembangan lebih lanjut.

Tabel 2. 4 Hasil Studi Literatur (Lanjutan)

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Alat Pendeteksi Kualitas Air Portable dengan Parameter Ph, TDS dan Suhu Berbasis Arduino [10].	Peneliti mengusulkan pengembangan instrumen berupa alat portabel untuk mendeteksi kualitas air, dengan menggunakan Arduino UNO dan sensor pH, TDS, serta suhu, yang memungkinkan pengguna untuk menilai kelayakan air sebelum digunakan.	Hasil : Alat ini menggunakan sensor pH, TDS, dan suhu yang terhubung dengan Arduino Uno untuk mendeteksi tiga parameter kualitas air secara real-time. Tingkat akurasi cukup baik, dengan sensor pH mencapai 99,76% dan sensor TDS 94,77%. Kelebihan : Portabilitas alat membuatnya mudah digunakan di berbagai tempat tanpa ketergantungan pada sumber daya listrik. Kekurangan : Keterbatasan akurasi pada sensor TDS menjadi tantangan, khususnya untuk air dengan tingkat TDS yang fluktuatif. Selain itu, alat tidak memiliki sistem notifikasi otomatis, sehingga hanya dapat diakses langsung melalui layar.
Rancang Bangun Alat Monitoring dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis IoT [11].	Peneliti mengusulkan solusi berupa sistem pemantauan dan pengendalian kualitas air pada akuarium ikan hias dengan menggunakan sensor pH, sensor suhu, dan sensor TDS untuk memastikan kondisi air tetap ideal.	Hasil : Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor pH, TDS, serta suhu untuk memantau kualitas air akuarium ikan hias secara real-time. Data kualitas air dapat diakses melalui aplikasi Telegram yang juga memberikan notifikasi otomatis ketika kondisi air menyimpang.

Tabel 2. 5 Hasil Studi Literatur (Lanjutan)

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		Kelebihan : Alat ini memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui IoT, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses data kapan saja, dan menerima notifikasi otomatis yang memungkinkan respons cepat. Sistem ini dirancang untuk mempertahankan pH, suhu, dan TDS dalam rentang yang mendukung kesehatan ikan hias. Kekurangan : Sistem sangat bergantung pada koneksi internet, yang bisa menjadi kendala dalam menjaga kontinuitas data di area dengan jaringan tidak stabil. Selain itu, saat uji coba menunjukkan bahwa interaksi antara parameter (misalnya antara pH dan TDS) dapat mempengaruhi akurasi sensor, menyebabkan ketidaksesuaian antara pembacaan data aktual dan hasil pada Telegram.

Berdasarkan hasil studi literatur dan observasi yang telah dilakukan, penulis memperoleh pemahaman dan gambaran mengenai hasil, kelebihan, dan kekurangan alat serupa yang telah diteliti sebelumnya. Informasi ini berguna dalam penulisan yang mempertimbangkan aspek penting dalam pembuatan sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT. Dari hasil kajian literatur tersebut, alat ini memiliki keunikan dalam pemilihan sensor, parameter yang diukur, dan metode komunikasi serial yang lebih efisien dibandingkan penelitian sebelumnya.

Dalam perancangan alat ini, penulis memilih sensor pH, suhu dan TDS sebagai inti pengukuran kualitas air, serta menambahkan LCD sebagai solusi antisipatif untuk memastikan hasil tetap dapat diakses meskipun koneksi internet mengalami gangguan. Dengan demikian, alat ini memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas air secara fleksibel melalui *smartphone* maupun langsung pada LCD. Rancangan yang portabel membuat alat ini dapat digunakan di berbagai lokasi tanpa perlu sambungan listrik permanen. Keseluruhan desain ini menjadikan alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT ini sebagai solusi praktis dan efisien untuk pemantauan lingkungan air yang optimal.

2.2 Dasar Teori

Berdasarkan penjelasan latar belakang dan proses identifikasi masalah yang telah dilakukan dalam project ini, berikut adalah teori yang mendasari sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT.

2.2.1 Budidaya Tambak

Budidaya tambak adalah kegiatan atau usaha yang bertujuan untuk membudidayakan ikan, udang, atau biota laut lainnya di dalam kolam buatan, yang umumnya terletak di dekat pantai atau di lahan berair payau. Tujuan utama dari budidaya tambak adalah untuk meningkatkan produksi perikanan, memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat, serta menghasilkan nilai ekonomi yang signifikan bagi komunitas pesisir [12].

Proses budidaya tambak melibatkan berbagai teknik yang diperlukan, termasuk pengelolaan kualitas air, penyediaan pakan yang sesuai, serta pemantauan kesehatan biota yang dibudidayakan. Pengelolaan kualitas air merupakan aspek krusial dalam memastikan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan dan kesehatan biota akuatik.

2.2.2 Kualitas Air Tambak

Kualitas air dalam suatu perairan memiliki peran krusial dalam menentukan kondisi hidup berbagai biota yang tinggal di dalamnya. Air dengan kualitas yang baik memberikan dukungan optimal untuk pertumbuhan, perkembangan, serta kelangsungan hidup ikan dan organisme lain di tambak, menciptakan lingkungan yang stabil dan sehat. Dalam konteks budidaya tambak, kualitas air menjadi salah satu parameter paling penting, karena secara langsung memengaruhi kesehatan, produktivitas, dan daya tahan biota yang dibudidayakan [13]. Kualitas air ini dapat diukur dan dianalisis melalui pengujian rutin, yang mencakup pemantauan beberapa aspek utama seperti tingkat keasaman (pH), suhu dan konsentrasi padatan terlarut (TDS). Pengujian ini membantu petambak dalam memastikan bahwa kondisi air tetap optimal, sehingga biota tambak dapat berkembang dengan baik dan

risiko penyakit atau stres dapat diminimalkan. Dengan demikian, pemahaman dan pengelolaan kualitas air menjadi kunci dalam meningkatkan keberhasilan dan keberlanjutan budidaya tambak.

2.2.3 Parameter yang digunakan

Parameter yang digunakan dalam *project* sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT. ini dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2. 6 Parameter yang digunakan

Parameter	Penjelasan	Indikator
Tingkat Keasaman (pH)	Parameter ini mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air tambak. pH merupakan skala logaritmik yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam air. Satuan yang digunakan untuk pH adalah unit pH, dengan rentang 0 hingga 14.	Rentang pH ideal adalah 7,3 hingga 8,5. Jika pH berada di luar batas toleransi, yaitu 6,5 hingga 9, sistem akan memicu buzzer sebagai peringatan [2][3].
Suhu	Suhu air di tambak payau memengaruhi banyak aspek dalam ekosistem tambak, termasuk metabolisme biota tambak dan kadar oksigen terlarut. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan stres pada biota tambak, mengurangi kualitas hidup mereka, dan memengaruhi hasil budidaya. Oleh karena itu, suhu air perlu dipantau secara rutin untuk menjaga agar tetap dalam rentang yang sesuai untuk jenis biota tertentu.	Rentang suhu ideal untuk budidaya udang dan ikan adalah 26°C hingga 32°C, dengan suhu optimal 28°C hingga 30°C. Sistem akan memicu buzzer jika suhu berada di luar rentang toleransi [4].
Total Dissolved Solids (TDS)	Parameter ini menunjukkan konsentrasi zat terlarut dalam air tambak, termasuk garam, mineral, dan bahan organik. TDS diukur dalam miligram per liter (mg/L) atau bagian per juta (ppm). Nilai TDS optimal tergantung pada jenis biota tambak.	Nilai TDS optimal tergantung pada jenis biota tambak. Biasanya, sebagai acuan bagi para petani tambak, nilai TDS yang baik <1000 ppm [6][4]. Sistem akan mengaktifkan buzzer jika TDS melampaui batas normal yang ditentukan.

Tabel 2. 7 Parameter yang digunakan (Lanjutan)

Parameter	Penjelasan	Indikator
Sistem Notifikasi	Parameter ini memberikan notifikasi berkala kepada pengguna untuk melakukan pengecekan pH dan TDS secara rutin, serta memberi peringatan saat nilai pH atau TDS berada di luar batas aman.	Notifikasi akan muncul pada aplikasi secara berkala untuk mengingatkan pengecekan rutin, sedangkan buzzer berbunyi saat pH atau TDS melampaui batas yang aman.

2.2.4 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui internet, memungkinkan untuk mengumpulkan, mengirim, dan menerima data secara otomatis. Teknologi ini mengandalkan jaringan komunikasi yang berfungsi sebagai sarana pertukaran informasi antara perangkat, serta antara perangkat dan pengguna. IoT mencakup tiga elemen kunci yakni perangkat (things) yang dilengkapi sensor, jaringan untuk komunikasi, dan aplikasi yang mengelola dan menganalisis data yang diterima [14].

Dalam konteks alat pendeteksi kualitas air *portable*, penerapan IoT memungkinkan perangkat ini berfungsi dengan efisien saat dibutuhkan, tanpa harus terpasang secara permanen di lokasi tertentu. Saat alat ini digunakan, data yang dihasilkan akan dikirim secara *real-time* ke aplikasi yang dapat diakses melalui smartphone atau perangkat lain. Dengan informasi yang diperoleh, pengguna dapat dengan cepat mengambil keputusan untuk menjaga kualitas air tambak sesuai dengan kebutuhan biota yang dibudidayakan.

2.2.5 Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi

Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi merupakan papan mikrokontroler yang mengintegrasikan Arduino Uno berbasis ATmega328P dengan modul ESP8266 untuk komunikasi nirkabel [15]. Board ini memungkinkan pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT) tanpa perlu modul tambahan untuk konektivitas WiFi. Dengan 14 pin input/output digital dan 6 pin input analog, serta dukungan komunikasi UART, I2C, dan SPI, Arduino Uno R3 dapat berinteraksi dengan berbagai sensor untuk membaca data dari lingkungan.



Gambar 2. 1 Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi

Dalam sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT pada budidaya tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak, Arduino Uno R3 bertugas sebagai pengendali utama yang membaca data dari sensor pH dan TDS (Total Dissolved Solids). Data ini kemudian diproses untuk menentukan kualitas air di tambak, apakah masih dalam kondisi optimal atau perlu dilakukan tindakan.

2.2.6 Sensor pH

Sensor pH adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, menentukan apakah larutan tersebut tergolong asam, basa, atau netral. Sensor ini berfungsi sebagai indikator yang penting dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam budidaya tambak, di mana kondisi pH sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan pertumbuhan biota akuatik. Dalam proyek ini, sensor yang digunakan adalah DFRobot pH Meter V2.0, yang terdiri dari elektroda pH dan modul pengolah sinyal. Sensor ini memiliki keunggulan dalam hal akurasi tinggi, stabilitas yang baik, serta kemudahan integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino dan ESP8266 [16].

Prinsip kerja sensor pH DFRobot V2.0 terletak pada penggunaan elektroda kaca (*glass electrode*) yang sensitif terhadap konsentrasi *ion hidronium* (H_3O^+) dalam larutan. Pada alat ini, ujung elektroda kaca dilapisi dengan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). Bagian *bulb* ini ditempatkan dalam larutan yang ingin diukur, sementara silinder elektroda diisi dengan larutan HCl ($0,1 \text{ mol/dm}^3$) untuk menjaga kestabilan potensial elektroda. Di dalam larutan HCl, terdapat kawat elektroda berbahan perak yang dilapisi dengan senyawa Ag/AgCl. Ketika elektroda berada dalam larutan, interaksi antara ion H_3O^+ dan permukaan elektroda kaca menghasilkan sinyal listrik yang sebanding dengan konsentrasi ion tersebut. Sinyal ini kemudian dikirimkan ke sistem pengolahan sinyal, di mana nilai pH dihitung dan ditampilkan [17].

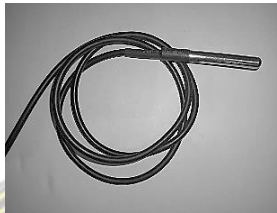


Gambar 2. 2 Sensor pH

Penggunaan sensor pH dalam proyek alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT memungkinkan pemantauan tingkat pH secara real-time. Dengan mengintegrasikan sensor ini dengan mikrokontroler, data pH dapat dikirimkan secara otomatis ke aplikasi dan LCD, memberikan informasi yang diperlukan bagi pengguna untuk menjaga kondisi air dalam rentang optimal, yaitu antara 6,5 hingga 9. Dengan pemantauan yang tepat, pengguna dapat segera mengambil tindakan jika nilai pH berada di luar batas yang diinginkan, sehingga mendukung keberhasilan dan keberlanjutan budidaya tambak.

2.2.7 Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan dalam pemantauan kualitas air pada tambak adalah sensor DS18B20. Sensor ini berfungsi untuk mengukur suhu air dengan tingkat ketepatan yang baik. Pengukuran suhu air sangat penting dalam budidaya tambak, karena suhu yang tepat dapat memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan biota akuatik seperti ikan dan udang. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan stres pada biota, yang dapat mengurangi hasil budidaya.



Gambar 2. 3 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 bekerja dengan cara mengukur suhu melalui perubahan resistansi bahan yang ada di dalam sensor tersebut. Ketika suhu berubah, bahan dalam sensor ini akan mengubah sifatnya, yang kemudian diubah menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh perangkat lain, seperti mikrokontroler. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mengukur suhu dalam rentang -55°C hingga 125°C , dengan tingkat ketepatan sekitar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu -10°C hingga 85°C [18].

Dalam aplikasi pemantauan kualitas air tambak, sensor suhu DS18B20 akan memberikan pembacaan suhu secara real-time, sehingga memudahkan pengelolaan kualitas air. Jika suhu air melebihi batas yang ditentukan, sistem akan memberikan peringatan berupa suara buzzer, memberi tahu pengguna agar segera mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kesehatan biota tambak.

2.2.8 Sensor TDS Gravity V1.0

Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur jumlah partikel terlarut dalam air, yang sering kali terdiri dari zat organik dan anorganik dalam bentuk molekul, ion, atau mikro-granular yang tersuspensi. Sensor ini sangat penting dalam aplikasi pemantauan kualitas air, terutama untuk memastikan bahwa air yang digunakan dalam budidaya tambak memenuhi standar kebersihan dan kualitas yang diperlukan.



Gambar 2. 4 Sensor TDS

Prinsip kerja sensor TDS Gravity V1.0 didasarkan pada pengukuran konduktivitas listrik (EC – *Electrical Conductivity*) di dalam air. Sensor ini terdiri dari dua elektroda yang dicelupkan ke dalam air yang akan diuji. Ketika arus listrik dialirkan melalui elektroda, sensor akan mengukur jumlah muatan listrik yang dihasilkan oleh partikel terlarut di dalam air. Nilai konduktivitas ini kemudian dikonversi menjadi satuan ppm (parts per million) atau mg/L, yang menunjukkan konsentrasi total padatan terlarut dalam air [19].

Sensor TDS Gravity V1.0 yang digunakan dalam proyek ini memiliki spesifikasi sebagai berikut: tegangan input berkisar antara 3.3V hingga 5V, dengan tegangan output antara 0 hingga 2.3V serta konsumsi arus sekitar 3 hingga 6mA. Rentang pengukurannya mencakup 0 hingga 1000 ppm, dengan tingkat akurasi sekitar $\pm 10\%$ FS pada suhu 30°C [20].

Dalam konteks budidaya tambak, pemantauan kualitas air sangat penting untuk menjaga kesehatan dan produktivitas biota akuatik. Tingkat TDS yang terlalu tinggi dapat menjadi indikasi adanya pencemaran yang berpotensi merusak ekosistem perairan, sedangkan TDS yang terlalu rendah dapat mengindikasikan kurangnya mineral esensial yang diperlukan bagi pertumbuhan ikan atau udang. Oleh karena itu, sensor TDS berperan dalam memastikan keseimbangan mineral dalam air, mencegah peningkatan zat beracun, serta menjaga air tetap berada dalam batas aman untuk mendukung pertumbuhan optimal biota tambak.

2.2.9 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menampilkan informasi visual dalam bentuk teks atau angka. Pada proyek pembuatan alat pendeteksi kualitas air, LCD berfungsi sebagai media output untuk menampilkan data hasil pengukuran, seperti nilai pH dan TDS, sehingga pengguna dapat memantau kualitas air secara real-time. LCD yang digunakan pada proyek ini adalah LCD 16x2 dengan antarmuka I2C. LCD 16x2 berarti LCD ini memiliki dua baris dengan kapasitas 16 karakter per baris, cukup untuk menampilkan informasi dasar yang diperlukan. Modul I2C yang terpasang pada LCD ini membuat koneksi dengan mikrokontroler menjadi lebih efisien, hanya membutuhkan empat pin, VCC dan GND untuk daya, serta SDA dan SCL untuk komunikasi data. Dengan antarmuka I2C, penggunaan pin pada mikrokontroler dapat dihemat, memungkinkan lebih banyak sensor atau komponen lain untuk terhubung pada mikrokontroler yang sama [21].



Gambar 2. 5 LCD 16x2

LCD 16x2 ini bekerja dengan prinsip perubahan orientasi molekul kristal cair ketika diberi tegangan listrik. Molekul kristal cair akan mengubah polarisasi cahaya yang melewati lapisan kaca dan filter polarisasi, sehingga membentuk tampilan yang dapat dilihat oleh pengguna. Dengan demikian, LCD ini menjadi komponen penting dalam rancangan alat pendeteksi kualitas air, karena menyediakan tampilan data yang sederhana, namun informatif dan mudah dibaca.

2.2.10 Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai penghasil suara untuk memberikan sinyal peringatan atau notifikasi pada perangkat tertentu. Pada *project* sistem pendeteksi pendeteksi kualitas air berbasis IoT, *buzzer* digunakan sebagai alarm yang mengeluarkan suara ketika kualitas air berada di luar ambang batas yang ditetapkan, memungkinkan pengguna untuk segera merespons tanpa harus terus-menerus memantau layar atau perangkat lain [22].



Gambar 2. 6 Buzzer

Buzzer bekerja dengan cara menerima sinyal tegangan pada pin input-nya, yang kemudian menghasilkan getaran suara berupa nada. Modul buzzer yang ditampilkan pada gambar memiliki tiga pin utama, yaitu GND (*ground*) untuk arus negatif, VCC (tegangan positif), dan Y/O (pin output sinyal) untuk menerima sinyal dari mikrokontroler. Ketika alat mendeteksi kondisi air yang tidak sesuai, mikrokontroler mengirimkan sinyal melalui pin output untuk mengaktifkan *buzzer*, sehingga menghasilkan suara yang mudah didengar oleh pengguna.

2.2.11 Analog Isolation Module V1.0

Analog Isolation Module V1.0 adalah perangkat yang digunakan untuk mengisolasi sinyal analog guna mengurangi gangguan listrik dan meningkatkan akurasi pengukuran dalam sistem elektronik [23]. Modul ini sangat berguna dalam aplikasi yang memerlukan pemrosesan sinyal analog dari sensor yang bekerja pada lingkungan dengan potensi gangguan listrik, seperti pada sistem pemantauan kualitas air atau pengukuran parameter lingkungan lainnya.



Gambar 2. 7 Analog Isolation Module V1.0

Prinsip kerja Analog Isolation Module V1.0 didasarkan pada pemisahan listrik antara input dan output menggunakan teknologi isolasi analog. Modul ini memiliki dua bagian utama, yaitu sisi sensor (SEN) dan sisi mikrokontroler (MCU), yang dipisahkan oleh sirkuit isolasi. Ketika sinyal analog dari sensor masuk ke modul melalui konektor SEN, sinyal tersebut diproses dan diteruskan ke sisi MCU dengan gangguan listrik yang telah diminimalkan. Dengan demikian, mikrokontroler dapat membaca data dari sensor dengan lebih akurat tanpa terpengaruh oleh noise atau interferensi dari sumber daya atau lingkungan sekitar [24]. Dengan demikian, Analog Isolation Module V1.0 berperan penting dalam memastikan kestabilan dan keandalan pengolahan data dalam sistem berbasis sensor dan IoT.

2.2.12 Baterai Lithium

Baterai lithium 9V merupakan jenis baterai yang dapat diisi ulang melalui port USB, sehingga lebih praktis dan ramah lingkungan dibandingkan baterai sekali pakai [22]. Pada *project* sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT, baterai ini berperan sebagai sumber daya utama yang memberikan tegangan stabil untuk mengoperasikan komponen-komponen seperti mikrokontroler, sensor pH, sensor TDS, dan modul *buzzer*.



Gambar 2. 8 Baterai lithium 9V

Baterai lithium-ion memiliki keunggulan dalam hal kapasitas dan stabilitas daya, yang memungkinkan perangkat bekerja dalam jangka waktu lebih lama tanpa sering melakukan penggantian atau pengisian daya. Dengan tegangan 9V, baterai ini mampu menyediakan daya yang cukup untuk berbagai komponen elektronik pada alat, termasuk sensor dan modul WiFi, yang mungkin memerlukan daya lebih besar saat mentransmisikan data. Selain itu, fitur rechargeable (dapat diisi ulang) membuat baterai ini lebih efisien dari segi biaya dan perawatan, karena pengguna cukup mengisi ulang baterai saat daya mulai habis tanpa perlu membeli baterai baru. Pada lingkungan tambak yang sering jauh dari sumber daya listrik, baterai lithium 9V yang bisa diisi ulang dengan USB sangat membantu, karena bisa diisi ulang menggunakan power bank atau sumber daya portabel lainnya.

2.3 Analisis Stakeholder

Pada proyek ini, alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT dirancang untuk membantu petani tambak dalam memantau kondisi air. Alat ini akan memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi kualitas air, yang sangat penting bagi keberhasilan usaha budidaya. Stakeholder yang terlibat dalam proyek ini mencakup, kelompok tani, petani tambak dan peneliti/akademisi. Masing-masing stakeholder memiliki peran dan kepentingan yang berbeda, yang akan dijelaskan lebih lanjut dalam tabel 2.3 berikut :

Tabel 2. 8 Analisis Stakeholder

Stakeholder	Interest	Power	Engagement Level	Engagement Strategy
Kelompok Petani Tambak	Menginformasikan kualitas air untuk menentukan langkah penanganan yang tepat.	High	Active	a. Membantu dalam pengumpulan data kualitas air. b. Memberikan feedback terkait efektivitas alat. c. Melibatkan dalam pengujian alat dan pelatihan penggunaan
Petani Tambak	Mengetahui nilai pH, suhu dan TDS sesuai standar.	High	Active	a. Membantu dalam pengumpulan data kualitas air. b. Memberikan feedback terkait efektivitas alat. c. Berpartisipasi dalam pelatihan penggunaan alat.

Tabel 2. 9 Analisis Stakeholder (Lanjutan)

Stakeholder	Interest	Power	Engagement Level	Engagement Strategy
Peneliti/ Akademisi	Mendapatkan data yang akurat untuk penelitian lebih lanjut mengenai kualitas air dan dampaknya terhadap budidaya.	Medium	Neutral	Berkolaborasi dalam pengembangan alat dan publikasi hasil penelitian

2.4 Analisis Aspek yang mempengaruhi Sistem

Dalam perancangan sistem alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT untuk mengetahui kualitas air tambak, terdapat beberapa aspek eksternal yang dapat berpengaruh terhadap keberhasilan dan efektivitas implementasi sistem tersebut. Berikut adalah analisis dari beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan:

- Aspek Ekonomi
 - Biaya Produksi: Pengembangan alat ini memerlukan investasi awal yang signifikan untuk komponen elektronik, sensor, dan perangkat lunak. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa biaya pengembangan alat ini tetap dalam batas yang wajar dan dapat diakses oleh petani tambak. Pengembalian investasi yang baik akan mendorong lebih banyak pengguna untuk mengadopsi teknologi ini.
 - Dampak Ekonomi: Dengan pemantauan kualitas air yang lebih baik, alat ini diharapkan dapat memberikan informasi data kualitas air untuk menentukan langkah penanganan yang tepat. Peningkatan hasil panen akan berkontribusi pada peningkatan pendapatan petani dan dapat memberikan dampak positif pada perekonomian lokal, khususnya di daerah pesisir yang sangat bergantung pada sektor perikanan.
- Aspek Sosial
 - Penerimaan Teknologi: Tingkat penerimaan petani terhadap teknologi baru sangat krusial. Untuk itu, diperlukan program edukasi dan pelatihan yang komprehensif agar petani tidak hanya memahami cara kerja alat tetapi juga merasakan manfaat nyata dari penggunaannya. Dukungan dan bimbingan dari pihak-pihak terkait dapat membantu mempercepat proses penerimaan.
 - Keterlibatan Komunitas: Melibatkan petani dalam proses pengembangan, pengujian, dan evaluasi alat dapat meningkatkan rasa memiliki terhadap teknologi ini. Dengan memberi mereka peran aktif dalam implementasi, diharapkan akan tercipta kepercayaan yang lebih besar dan keberhasilan dalam penggunaan alat.

- **Aspek Budaya**
 - Tradisi Budidaya: Di beberapa daerah, praktik budidaya mungkin masih mengandalkan metode tradisional yang telah diwariskan. Oleh karena itu, peralihan menuju teknologi modern seperti IoT perlu dilakukan dengan pendekatan yang sensitif terhadap nilai-nilai budaya lokal. Memperkenalkan alat ini harus dilakukan dengan cara yang menghormati tradisi dan kebiasaan masyarakat setempat.
 - Adaptasi terhadap Perubahan: Masyarakat yang terbiasa dengan metode tradisional mungkin akan lambat dalam beradaptasi dengan teknologi baru. Oleh karena itu, pendekatan yang memperhatikan aspek budaya lokal dan memberikan ruang bagi proses adaptasi yang bertahap sangat penting agar penerapan teknologi dapat berlangsung dengan lancar.
- **Aspek Lingkungan**
 - Kondisi Geografis: Lokasi tambak, termasuk faktor seperti iklim dan salinitas, dapat mempengaruhi desain dan fungsi alat. Alat harus dirancang agar tahan lama dan mampu beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan, termasuk cuaca ekstrem. Ini akan memastikan keberlanjutan penggunaan alat di lapangan.
 - Keberlanjutan: Sistem ini harus dirancang dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dari budidaya tambak, termasuk penggunaan bahan kimia dan dampaknya terhadap ekosistem lokal. Dengan menggunakan alat ini, petani diharapkan dapat mengelola sumber daya air dengan lebih berkelanjutan, yang akan mendukung pelestarian lingkungan hidup.
- **Aspek Teknologi**
 - Ketersediaan Infrastruktur: Ketersediaan jaringan internet yang stabil sangat penting dalam implementasi sistem berbasis IoT. Di daerah terpencil, tantangan terkait konektivitas dapat menghambat fungsionalitas sistem. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap infrastruktur yang ada sebelum penerapan.
 - Kemajuan Teknologi: Perkembangan teknologi sensor, komunikasi nirkabel, dan sistem IoT terus berkembang pesat. Oleh karena itu, sistem harus dirancang agar mudah di-*upgrade* dan beradaptasi dengan inovasi teknologi terbaru. Hal ini penting untuk memastikan bahwa alat tetap relevan dan efektif dalam jangka panjang.

2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan kajian literatur, landasan teori, dan informasi yang telah diperoleh untuk kebutuhan rancang bangun alat pendeteksi kualitas air tambak pada project ini, spesifikasi serta kriteria sistem telah dirancang sesuai dengan

kebutuhan. Berikut adalah rincian spesifikasi sistem alat monitoring kualitas air pada *project* ini :

Tabel 2. 10 Spesifikasi Sistem

No	Spesifikasi	Detail
1	Fungsi Utama	Memantau kualitas air tambak melalui pengukuran pH, suhu dan TDS secara real-time menggunakan teknologi IoT
2	Dimensi Alat	Sesuai dengan kotak box berukuran Panjang 17 cm, Lebar 10 cm, Tinggi 6 cm, serta alat dirancang untuk mudah dibawa dan digunakan di berbagai lokasi tambak
3	<i>Central Processing Unit</i> (CPU)	Mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan modul ESP8266 WiFi untuk pengelolaan data sensor pH, suhu, dan TDS, serta pengiriman data melalui jaringan nirkabel.
4	Sensor	• Sensor pH : Mengukur Tingkat keasaman atau kebasaan air • Sensor suhu : Mengukur suhu air • Sensor TDS : Mengukur kadar Total Dissolved Solids dalam air
5	Komponen Output	• LCD 16x2 I2C : Menampilkan data pH, suhu dan TDS secara langsung • <i>Buzzer</i> : Memberikan peringatan saat parameter air melebihi batas aman
6	Konektivitas	Modul ESP8266 WiFi yang terintegrasi dengan Arduino Uno R3 untuk mengirim data ke aplikasi mobile dan memungkinkan pemantauan jarak jauh.
7	Sumber Daya	Menggunakan baterai eksternal 9V yang mudah diganti untuk penggunaan di lapangan tanpa sumber listrik tetap
8	Keandalan Alat	Dirancang untuk penggunaan outdoor dengan ketahanan terhadap cuaca. Komponen elektronik dilindungi dari paparan langsung air
9	Antarmuka Pengguna	Aplikasi mobile berbasis IoT yang menampilkan data pH, suhu, dan TDS secara real-time. Dapat diakses melalui smartphone yang mendukung koneksi internet.
10	Pengingat dan Notifikasi	Memberikan notifikasi otomatis melalui aplikasi ponsel dan bunyi pada buzzer ketika saat parameter kualitas air melampaui batas aman untuk tindakan korektif

BAB 3. USULAN SOLUSI

Dalam rangka menjawab permasalahan yang telah dirumuskan pada Bab 1, penulis mengajukan solusi berupa sistem pendeteksi pendeteksi kualitas air berbasis IoT dengan pendekatan *design thinking*. Metode ini, yang berpusat pada kebutuhan pengguna, menggabungkan pemahaman mendalam tentang lingkungan tambak dan permasalahan teknis yang dihadapi oleh para petani tambak. Dengan pendekatan berbasis manusia (*human-centered*), proses desain alat ini mempertimbangkan kebutuhan praktis di lapangan, serta ketepatan alat dalam memantau parameter kualitas air seperti pH, suhu dan total padatan terlarut (TDS). Tahapan proses perancangan ini dijelaskan pada Gambar 3.1, dengan rincian sebagai berikut:

Mengacu pada Gambar 3.1, diperlukan pendekatan yang sesuai untuk mendukung pengembangan proyek ini agar selaras dengan kebutuhan sektor pertanian tambak. Berikut adalah metode yang diterapkan dalam perancangan alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT:

1. Identifikasi Kebutuhan (*Empathy*)

Pada tahap ini, penulis melakukan identifikasi kebutuhan spesifik dari para pengguna akhir, yaitu para petani tambak, melalui wawancara, observasi lapangan, serta studi literatur. Kebutuhan utama yang ditemukan adalah pentingnya alat yang mampu memantau kualitas air secara otomatis, real-time, dan mudah diakses dari jarak jauh. Melalui tahap ini, penulis memahami bahwa faktor-faktor kualitas air seperti kadar pH, suhu dan total padatan terlarut (TDS) sangat mempengaruhi kesehatan tambak dan harus dipantau secara konsisten untuk menghindari kerugian. Langkah ini bertujuan untuk memahami tantangan spesifik yang dihadapi oleh petambak dan memastikan bahwa alat yang dirancang akan relevan dan bermanfaat.

2. Merumuskan Masalah (*Define*)

Berdasarkan hasil identifikasi, masalah utama yang didefinisikan adalah kurangnya sistem pemantauan kualitas air yang efisien dan terotomatisasi di tambak. Saat ini, banyak petambak masih bergantung pada metode manual yang memerlukan waktu dan akurasi yang terbatas. Permasalahan ini dirumuskan untuk memberikan dasar yang jelas bagi perancangan alat yang diusulkan, sehingga solusi yang dikembangkan dapat menjawab kebutuhan secara efektif.

3. Pengembangan Ide Solusi (*Ideate*)

Pada tahap ideasi, penulis mengembangkan beberapa konsep solusi yang dapat diterapkan. Solusi utama yang diajukan adalah alat pemantau kualitas air berbasis sensor yang mampu mengukur parameter-parameter penting pH, suhu dan TDS. Data dari sensor ini akan dikirimkan secara otomatis melalui jaringan nirkabel (WiFi) ke platform pemantauan berbasis aplikasi. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemantauan serta memungkinkan respon cepat jika terjadi perubahan kondisi air yang signifikan.

4. Pembuatan sistem (*System Development*)

Pada tahap pembuatan, desain awal dari alat pendeteksi kualitas air tambak diimplementasikan menjadi bentuk fisik yang siap diuji. Alat ini dilengkapi dengan dua jenis sensor utama, yaitu sensor pH, sensor suhu dan sensor TDS (Total Dissolved Solids). Alat ini menggunakan modul WiFi untuk mengirim data real-time ke perangkat pemantauan jarak jauh. Sebagai antisipasi jika jaringan tidak stabil, alat juga dilengkapi dengan layar LCD yang menampilkan hasil pengukuran secara langsung di lokasi tambak. Semua komponen dilindungi dalam casing tahan air.

5. Pengujian (*Testing*)

Setelah sistem selesai dirakit, dilakukan serangkaian uji coba untuk memastikan bahwa alat ini berfungsi sesuai spesifikasi yang diharapkan. Pengujian mencakup akurasi sensor pH, sensor suhu dan TDS dengan membandingkan hasilnya dengan alat standar, ketahanan fisik alat terhadap kondisi tambak seperti paparan air dan perubahan suhu, serta stabilitas jaringan WiFi untuk memastikan data dapat dikirim secara real-time. Apabila ditemukan masalah selama proses pengujian, penyesuaian atau perbaikan dilakukan pada perangkat keras maupun perangkat lunak guna memastikan kinerja alat yang optimal.

6. Implementasi dan Penggunaan (*Implementation*)

Setelah berhasil melewati tahap pengujian, alat ini kemudian diuji coba di tambak untuk melihat kinerjanya dalam kondisi lapangan. Penulis memberikan pelatihan kepada petambak tentang cara menggunakan dan memantau alat ini. Diharapkan, alat ini dapat memudahkan petambak dalam memantau kualitas air tambak secara otomatis dan real-time, sehingga mereka dapat segera mengambil tindakan pencegahan saat terdeteksi perubahan kualitas air yang berpotensi membahayakan biota tambak.

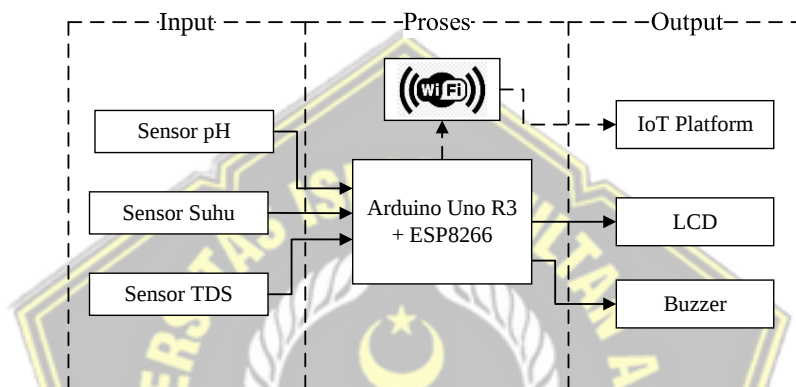
3.1 Usulan Solusi 1

Solusi pertama adalah sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang memanfaatkan sensor pH, suhu dan TDS untuk mengukur kualitas air tambak. Sistem ini dirancang agar dapat mengirimkan data secara otomatis ke perangkat pemantauan melalui koneksi WiFi. Alat ini juga dilengkapi dengan layar LCD sebagai tampilan alternatif untuk kondisi di mana jaringan tidak stabil atau tidak tersedia, sehingga petambak tetap dapat memantau kualitas air secara langsung di lokasi tambak. Solusi ini dipilih karena kemampuannya menyediakan data real-time yang sangat penting dalam mengambil langkah pencegahan dini untuk menjaga kesehatan tambak. Solusi ini dipilih karena kemampuannya memberikan data kualitas air secara otomatis, mudah diakses, dan real-time. Penggunaan LCD sebagai cadangan tampilan lokal memungkinkan alat tetap berfungsi optimal

meskipun koneksi internet terganggu. Sistem ini juga hemat biaya dan cocok untuk diterapkan di lingkungan tambak yang memiliki keterbatasan jaringan.

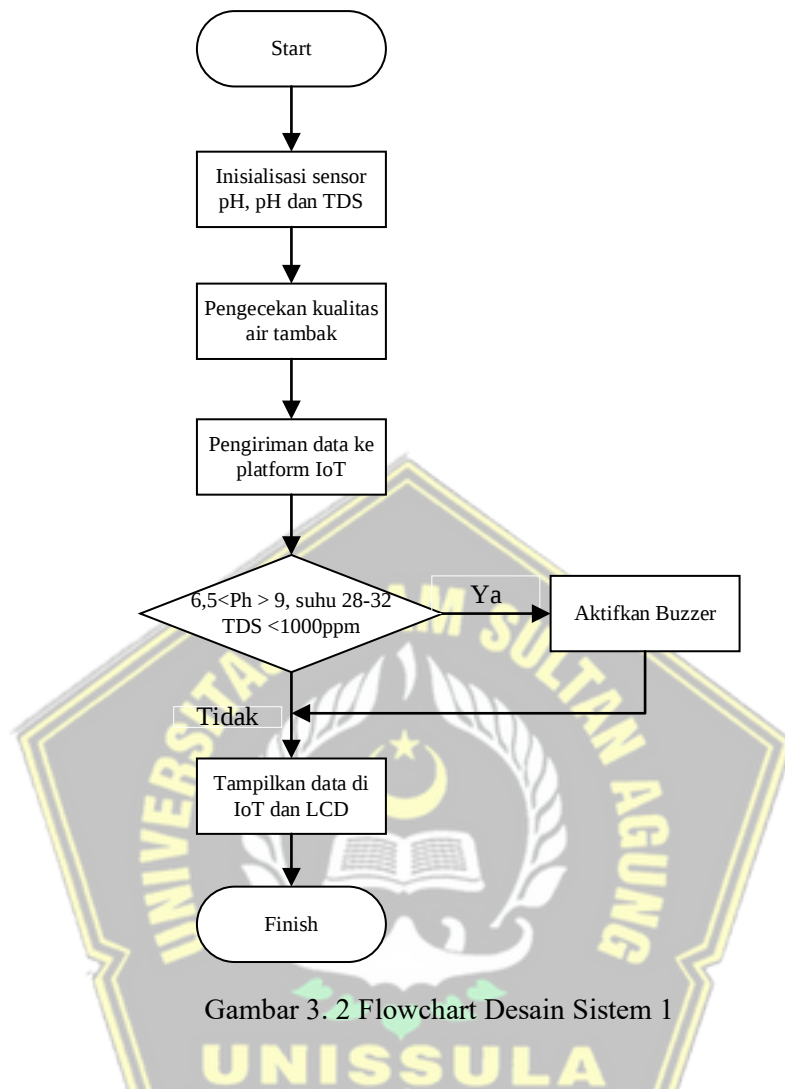
3.1.1 Desain Sistem 1

Desain sistem ini menggunakan Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi sebagai mikrokontroler utama yang mengatur pengambilan data dari sensor pH, suhu dan TDS. Data kualitas air yang diperoleh akan dikirimkan secara otomatis ke aplikasi ponsel petambak melalui WiFi. Diagram blok di bawah ini menunjukkan alur kerja sistem secara keseluruhan, yang meliputi pengambilan data, pemrosesan, pengiriman, serta tampilan data di LCD dan notifikasi.

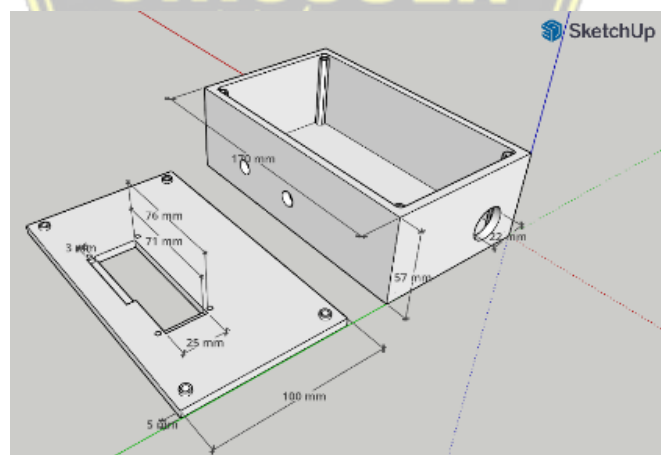


Gambar 3. 1 Diagram blok usulan desain sistem 1

Secara umum, cara kerja sistem pada Gambar 3.1 adalah ketika sistem aktif dan sensor terendam di air tambak, sensor akan mendeteksi kondisi air berdasarkan parameter sistem, yaitu pH, suhu dan TDS. Hasil pengukuran tersebut akan ditampilkan pada layar LCD dan perangkat yang terhubung ke internet, sebagaimana dijelaskan dalam flowchart pada Gambar 3.2. Sementara itu, gambar 3.3 menyajikan desain rancangan sistem.



Gambar 3. 2 Flowchart Desain Sistem 1



Gambar 3. 3 Desain 3D Sistem 1

Tabel 3. 1 Komponen yang digunakan pada sistem 1

No	Nama Alat/Komponen	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan	Digunakan sebagai pelindung dan penutup rangkaian alat, biasanya dibuat dari bahan ABS (Akrilonitril Butadiena Stiren) melalui teknik 3D printing. Berbentuk balok dengan ukuran 17 cm x 10 cm x 6 cm, kemasan ini melindungi komponen elektronik dari kondisi lingkungan dan kelembaban, memastikan ketahanan perangkat di luar ruangan.
2	Mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi	Pusat kendali sistem yang mengelola data dari sensor dan mengirimkan informasi ke platform IoT melalui ESP8266 WiFi. Arduino Uno R3 menangani pemrosesan utama, sementara ESP8266 berfungsi sebagai modul komunikasi nirkabel.
3	Sensor pH	Mengukur tingkat keasaman air untuk menjaga keseimbangan ekosistem tambak. Sensor ini memberikan data real-time yang ditampilkan pada LCD dan dikirim ke aplikasi IoT.
4	Sensor Suhu	Mengukur suhu air untuk memastikan lingkungan optimal bagi organisme tambak.
5	Sensor TDS	Mengukur kadar Total Dissolved Solids (TDS) dalam air, menentukan kandungan mineral dan zat terlarut lainnya. Data sensor ini digunakan untuk mengevaluasi kualitas air tambak.
6	Analog Isolation Module V1.0	Modul isolasi yang berfungsi untuk melindungi mikrokontroler dari gangguan tegangan atau noise listrik yang berasal dari sensor. Modul ini membantu meningkatkan akurasi pembacaan data sensor dan mencegah interferensi yang dapat mengganggu sistem.
7	Baterai 9V	Sumber daya utama yang menyediakan tegangan DC 9V untuk seluruh sistem. Baterai ini memungkinkan perangkat bekerja secara mandiri tanpa harus bergantung pada sumber listrik eksternal.
8	LCD 16x2	Layar yang menampilkan nilai parameter seperti TDS dan pH, serta status perangkat. LCD ini merupakan antarmuka langsung bagi pengguna untuk melihat hasil pengukuran kualitas air secara langsung, tanpa harus membuka aplikasi pada perangkat lain. Serta tidak tergantung pada konektivitas jaringan.

Tabel 3. 2 Komponen yang digunakan pada sistem 1

No	Nama Alat/Komponen	Keterangan
9	Buzzer	Alarm audio yang memberikan peringatan saat parameter kualitas air berada di luar rentang normal. Buzzer ini berfungsi untuk menarik perhatian pengguna agar segera melakukan tindakan, seperti menambah aerasi atau mengganti air, jika kualitas air menurun drastis.
11	Kabel Jumper	Kabel penghubung antar komponen pada breadboard atau modul lain. Kabel jumper memberikan koneksi sementara dan mudah disesuaikan selama proses pengujian atau sebelum perakitan final.
12	Platform IoT (Blynk)	Platform berbasis cloud yang digunakan untuk menampilkan dan menyimpan data pengukuran dari sensor. Blynk memungkinkan pemantauan kualitas air tambak secara jarak jauh melalui aplikasi seluler dengan koneksi internet.

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Tabel 3.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

No	Jenis Perlengkapan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Belanja Bahan			
	Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi	1 pcs	95.000	95.000
	Sensor pH meter	1 pcs	745.000	745.000
	Sensor TDS	1 pcs	548.000	548.000
	Sensor suhu	1 pcs	21.000	21.000
	LCD	1 pcs	40.000	40.000
	Buzzer	1 pcs	10.000	10.000
	Jumper	2 pak	12.000	24.000
	Analog	2 pcs	348.000	696.000
	Baterai 9V Type C USB	1 pcs	90.000	90.000
	Saklar On Off	1 pcs	5.000	5.000
	Baut Sekrup	10 pcs	1.500	15.000
	Kabel Jack	1 pcs	2.000	2.000
	Print 3D	1 pcs	250.000	250.000
	SUB TOTAL			2.541.000
2	Perjalanan lokal			

Tabel 3.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

No	Jenis Perlengkapan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
	Kegiatan penyiapan bahan dan uji coba kebutuhan	3 bulan	25.000	75.000
SUB TOTAL		-		75.000
3	Lain-lain			
	Ph Meter	1 pcs	40.000	40.000
	TDS Meter	1 pcs	50.000	50.000
	Web Server IoT	-	-	-
SUB TOTAL		-		90.000
GRAND TOTAL		-		2.706.000
GRAND TOTAL (Dua Juta Tujuh Ratus Enam Ribu Rupiah)				

3.1.3 Analisa Resiko Desain 1

Analisis resiko desain 1 menunjukkan beberapa kelemahan yang mempengaruhi perancangan alat pendeteksi kualitas air tambak yang meliputi 3 aspek utama yaitu :

1. Aspek *Engineering*

Pada aspek engineering, desain 1 mengandalkan jaringan WiFi untuk mengirimkan data kualitas air secara *real-time*. Ketergantungan ini berpotensi menjadi kendala saat terjadi gangguan jaringan atau pemadaman listrik. Namun, risiko tersebut dapat diminimalkan berkat keberadaan LCD pada alat yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi air secara langsung di lokasi tambak. Selain itu, risiko dari pemasangan atau kalibrasi sensor yang kurang tepat dapat diantisipasi dengan perawatan rutin untuk menjaga akurasi data. Lingkungan tambak yang lembap dan basah juga tidak akan menjadi masalah serius karena Desain 1 sudah menggunakan kemasan ABS tahan air yang melindungi komponen elektronik dari kelembapan.

2. Aspek Ekonomi

Dari aspek ekonomi, biaya operasional desain 1 tetap rendah dengan adanya sumber daya baterai Li-Po 9V yang dapat diisi ulang secara berkala.

3. Aspek sosial

Secara sosial, meski alat ini bergantung pada jaringan internet, adanya LCD membuatnya tetap berfungsi optimal sebagai perangkat pemantauan langsung di lokasi tambak, bahkan di wilayah dengan koneksi internet yang terbatas. Hal ini menjadikan desain 1 lebih adaptif terhadap berbagai kondisi jaringan dan layak diterapkan di berbagai lokasi.

3.1.4 Pengukuran Performa

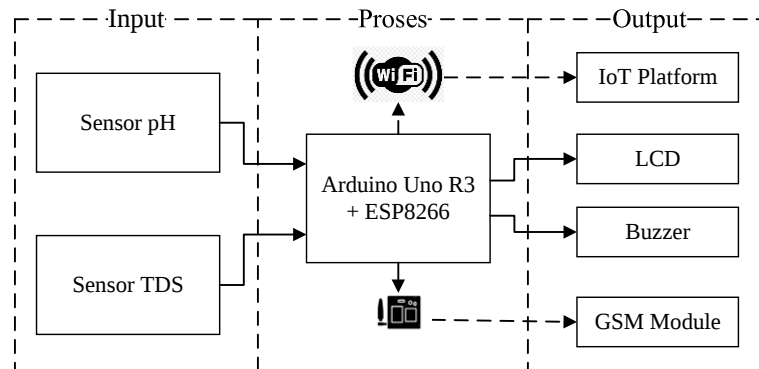
Pada desain 1, sistem monitoring kualitas air tambak berbasis IoT ini memanfaatkan koneksi WiFi dan tampilan LCD untuk mendukung pemantauan real-time. Sistem ini memiliki dua bentuk output untuk menampilkan data kualitas air, yaitu melalui aplikasi smartphone dan tampilan langsung pada LCD. Keduanya berfungsi sebagai pemberi informasi kondisi air, termasuk parameter seperti suhu, pH, dan kadar oksigen terlarut yang penting untuk keberlangsungan ekosistem tambak. Ketika WiFi tersedia, data akan dikirim ke aplikasi ponsel dan dapat diakses langsung oleh petambak, memungkinkan pemantauan jarak jauh dan pengambilan keputusan yang cepat. Apabila koneksi WiFi terganggu, LCD berfungsi sebagai tampilan alternatif di lokasi tambak, memastikan akses data tetap tersedia tanpa jeda. Penggunaan WiFi pada Desain 1 menghadirkan sejumlah keunggulan dalam performa, seperti mengurangi kebutuhan kabel fisik yang rumit, meningkatkan fleksibilitas pemasangan perangkat, dan memungkinkan pemeliharaan yang lebih mudah. Koneksi WiFi ini juga memungkinkan transfer data yang cepat dan real-time, mendukung pemantauan yang lebih responsif.

3.2 Usulan Solusi 2

Usulan solusi kedua adalah sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dilengkapi dengan modul notifikasi SMS sebagai cadangan. Ketika jaringan WiFi tidak stabil atau tidak tersedia, sistem ini mengirimkan notifikasi SMS otomatis ke nomor ponsel petambak yang telah terdaftar. Sistem ini hanya menggunakan sensor pH dan TDS sebagai parameter utama kualitas air. Solusi ini diajukan untuk mengatasi masalah di tambak yang berada di area dengan akses internet yang kurang andal. Notifikasi SMS memberikan fleksibilitas bagi petambak untuk tetap menerima informasi kualitas air tambak secara langsung, bahkan ketika koneksi WiFi terputus. Solusi ini diajukan untuk mengatasi masalah di tambak yang berada di area dengan akses internet yang kurang andal. Notifikasi SMS memberikan fleksibilitas bagi petambak untuk tetap menerima informasi kualitas air tambak secara langsung, bahkan ketika koneksi WiFi terputus.

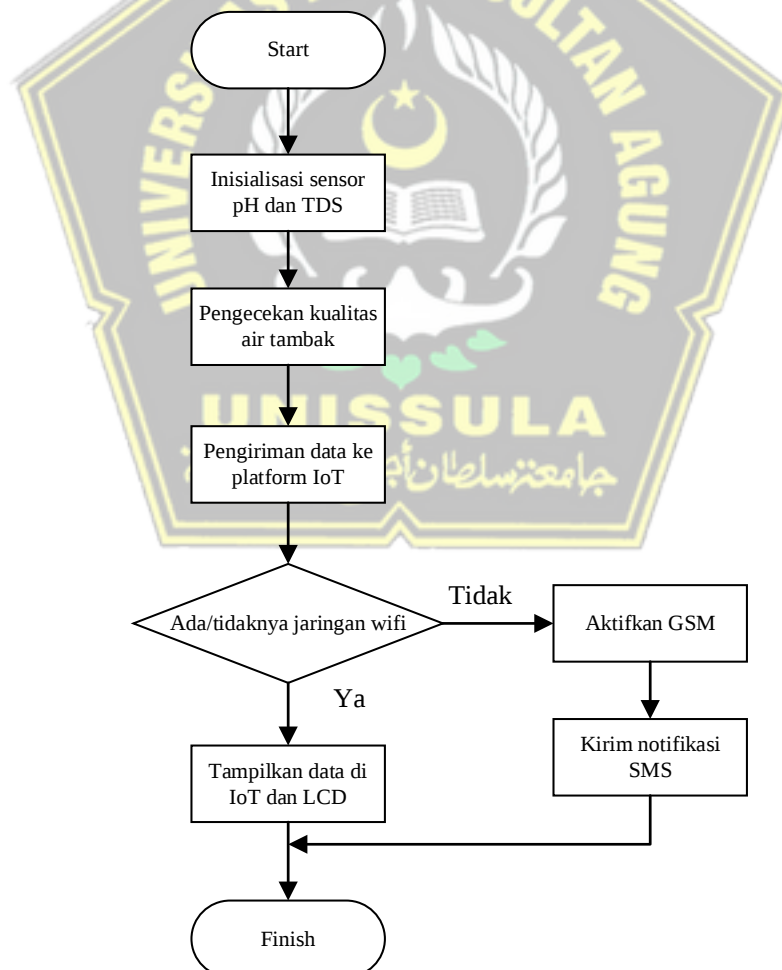
3.2.1 Desain Sistem 2

Desain sistem ini menambahkan modul GSM yang berfungsi untuk mengirimkan notifikasi SMS saat koneksi WiFi tidak tersedia. Diagram blok dari solusi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Diagram blok usulan desain sistem 2

Secara umum, cara kerja sistem pada Gambar 3.4 adalah sama dengan desain system 1. Hanya saja, hasil pengukuran tersebut akan dikirimkan melalui SMS jika jaringan internet tidak ada, sebagaimana dijelaskan dalam flowchart pada Gambar 3.5. Sementara itu, desain rancangan sama dengan usulan solusi 1.



Gambar 3. 5 Flowchat desain sistem 2

Tabel 3. 3 Komponen yang digunakan pada desain sistem 2

No	Nama Alat/Komponen	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan	Digunakan sebagai pelindung dan penutup rangkaian alat, biasanya dibuat dari bahan ABS (Akrilonitril Butadiena Stiren) melalui teknik 3D printing.
2	Mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi	Pusat kendali sistem yang mengelola data dari sensor dan mengirimkan informasi ke platform IoT melalui ESP8266 WiFi. Arduino Uno R3 menangani pemrosesan utama, sementara ESP8266 berfungsi sebagai modul komunikasi nirkabel.
3	Sensor pH	Mengukur tingkat keasaman air untuk menjaga keseimbangan ekosistem tambak. Sensor ini memberikan data pada LCD dan dikirim ke aplikasi IoT.
4	Sensor TDS	Mengukur kadar Total Dissolved Solids (TDS) dalam air, menentukan kandungan mineral dan zat terlarut lainnya.
5	Analog Isolation Module V1.0	Modul isolasi yang berfungsi untuk melindungi mikrokontroler dari gangguan tegangan atau noise listrik yang berasal dari sensor.
6	Baterai 9V	Sumber daya utama yang menyediakan tegangan DC 9V untuk seluruh sistem. Baterai ini memungkinkan perangkat bekerja secara mandiri tanpa harus bergantung pada sumber listrik eksternal.
7	LCD 16x2	Layar yang menampilkan nilai parameter seperti pH dan TDS.
8	Buzzer	Alarm audio yang memberikan peringatan saat parameter kualitas air berada di luar rentang normal.
9	Kabel Jumper	Kabel penghubung antar komponen pada breadboard atau modul lain.
11	Platform IoT (Blynk)	Platform berbasis cloud yang digunakan untuk menampilkan dan menyimpan data pengukuran dari sensor. Blynk memungkinkan pemantauan kualitas air tambak secara jarak jauh.
12	Modul GSM untuk SMS	Modul GSM digunakan untuk mengirim notifikasi SMS saat parameter air, seperti pH atau TDS, berada di luar batas aman. Modul ini memungkinkan pengiriman pesan otomatis ke ponsel pengguna, memastikan peringatan langsung tanpa bergantung pada WiFi atau internet [25].

3.2.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 2

Tabel 3. 4 Rencana Anggaran Desain Sistem 2

No	Jenis Perlengkapan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Belanja Bahan			
	Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi	1 pcs	95.000	95.000
	Sensor pH meter	1 pcs	745.000	745.000
	Sensor TDS	1 pcs	548.000	548.000
	LCD	1 pcs	40.000	40.000
	Buzzer	1 pcs	10.000	10.000
	Jumper	2 pak	12.000	24.000
	Analog	2 pcs	348.000	696.000
	Baterai 9V Type C USB	1 pcs	90.000	90.000
	Saklar On Off	1 pcs	5.000	5.000
	Baut Sekrup	10 pcs	1.500	15.000
	Kabel Jack	1 pcs	2.000	2.000
	Print 3D	1 pcs	250.000	250.000
SUB TOTAL				2.520.000
2	Perjalanan lokal			
	Kegiatan penyiapan bahan dan uji coba kebutuhan	3 bulan	25.000	75.000
SUB TOTAL		-		75.000
3	Lain-lain			
	Ph Meter	1 pcs	40.000	40.000
	TDS Meter	2 pcs	50.000	50.000
	Web Server IoT	-	-	-
	Modile GMS untuk SMS	-	-	-
SUB TOTAL		-		90.00
GRAND TOTAL		-		2.685.000
GRAND TOTAL (Terbilang Dua Juta Lima Ratur Delapan Puluh Delapan Ribu Rupiah)				

3.2.3 Analisa Resiko Desain 2

Analisis resiko desain 2 menunjukkan beberapa kelemahan yang mempengaruhi perancangan alat pendeteksi kualitas air tambak yang meliputi 3 aspek utama yaitu :

1. Aspek Engineering

Pada aspek engineering, desain 2 mengandalkan sinyal GSM untuk mengirim notifikasi SMS mengenai kualitas air tambak. Hal ini menjadi kendala di wilayah tambak terpencil dengan sinyal GSM yang sering kali lemah atau tidak tersedia, membuat notifikasi SMS kurang andal untuk memberikan informasi secara real-time. Di samping itu, modul GSM yang digunakan juga memerlukan daya yang lebih besar, sehingga baterai cepat habis dan perlu sering diisi ulang, mengurangi kepraktisan alat ini untuk pemantauan jangka panjang. Kompleksitas pemasangan dan pemeliharaan alat juga meningkat dengan adanya modul GSM, yang meningkatkan risiko kesalahan teknis serta perawatan. Serta sensor yang digunakan lebih sedikit dari Desain 1 yaitu hanya 2 yaitu sensor pH dan TDS.

2. Aspek Ekonomi

Dari aspek ekonomi, biaya operasional desain 2 menjadi cukup tinggi karena setiap notifikasi SMS memerlukan pulsa dan penggunaan sensor juga terbatas yaitu hanya 2 sensor. Jika frekuensi pemantauan tinggi, biaya pulsa ini akan meningkat secara signifikan, menjadi pengeluaran tambahan bagi petambak. Biaya produksi Desain 2 juga lebih tinggi karena penggunaan modul GSM dan komponen tambahan lainnya, sehingga alat ini lebih mahal dibandingkan Desain 1 dan kurang terjangkau bagi petambak yang memerlukan solusi ekonomis.

3. Aspek Sosial

Dalam aspek sosial, ketergantungan pada sinyal GSM membuat desain 2 kurang cocok di daerah tambak dengan akses sinyal yang terbatas. Hal ini menurunkan efektivitas alat sebagai sistem pemantauan kualitas air secara real-time, karena keterbatasan sinyal dapat menghambat notifikasi yang cepat dan akurat.

3.2.4 Pengukuran Performa

Pada desain 2 menggunakan modul GSM untuk mengirimkan notifikasi dalam bentuk SMS kepada pengguna. Parameter kualitas air yang dipantau, seperti pH dan TDS, akan dikirimkan secara berkala melalui notifikasi SMS ketika nilai tertentu tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Meskipun notifikasi SMS memungkinkan akses tanpa bergantung pada koneksi WiFi, performanya sangat bergantung pada ketersediaan sinyal GSM di lokasi tambak. Di daerah dengan sinyal lemah, pengiriman SMS mungkin tertunda, sehingga pengawasan tidak dapat dilakukan secara real-time. Selain itu, penggunaan modul GSM memerlukan daya lebih besar, yang dapat mengurangi ketahanan baterai secara signifikan dibandingkan dengan Desain 1.

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Berdasarkan evaluasi terhadap kedua usulan solusi, solusi pertama dipilih sebagai pilihan terbaik yang paling sesuai dengan kebutuhan pemantauan kualitas air tambak. Desain pertama menggunakan tiga sensor, yaitu pH, suhu, dan TDS, serta mengandalkan koneksi WiFi dengan dukungan LCD sebagai tampilan data lokal cadangan. Keunggulannya terletak pada penggunaan tiga sensor untuk pengukuran yang lebih komprehensif dibandingkan solusi kedua, yang hanya menggunakan dua sensor, yakni pH dan TDS. Selain itu, solusi pertama lebih ekonomis karena tidak memerlukan biaya tambahan untuk pulsa SMS notifikasi, yang umumnya lebih mahal dan dapat membebani biaya operasional petambak. Dengan demikian, desain pertama tidak hanya lebih efisien dalam hal biaya tetapi juga menawarkan pengukuran yang lebih lengkap dengan harga yang lebih terjangkau.

Dari segi implementasi, solusi pertama lebih sederhana dan mudah dioperasikan. Desainnya yang praktis memungkinkan alat ini dipasang dan digunakan tanpa memerlukan keterampilan teknis tinggi, sehingga petambak dapat mengoperasikannya dengan mudah di lapangan. Alat ini juga memiliki daya tahan baterai yang lebih lama karena tidak menggunakan modul GSM yang menguras daya lebih cepat, seperti pada solusi kedua. Dengan hanya mengandalkan WiFi dan LCD, alat ini dapat beroperasi lebih lama sebelum membutuhkan pengisian ulang, yang mendukung pemantauan kualitas air yang lebih stabil dalam jangka panjang.

Keandalan solusi pertama dalam menyediakan data real-time juga menjadi faktor utama yang membuatnya unggul. Koneksi WiFi memungkinkan data kualitas air ditransmisikan langsung ke aplikasi ponsel, sehingga pemantauan dapat dilakukan secara real-time. Hal ini memudahkan petambak untuk segera mengambil tindakan jika kondisi air berubah. LCD sebagai tampilan cadangan juga memberikan fleksibilitas lebih, terutama ketika sinyal WiFi tidak tersedia. Dengan demikian, solusi pertama menawarkan kombinasi efisiensi biaya, kemudahan penggunaan, daya tahan, dan keandalan data, menjadikannya pilihan terbaik untuk pemantauan kualitas air tambak secara efektif dan berkelanjutan.

3.4 Gantt Chart

Tabel 3. 5 Gantt Chart

No	Kegiatan/ Capaian	September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penentuan kelompok Capstone Design																
2	Penentuan Topik Capstone Design			H · I · A													

Tabel 3. 6 Gantt Chart (Lanjutan)

No	Kegiatan/ Capaian	September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	3	4	1	2	3	4
3	Identifikasi Masalah di Mitra				H . I . A												
4	Penentuan Solusi 1					H											
5	Penentuan Solusi 2						I . A										
6	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi sistem beserta manajemen dan rancangan belanja							H . I . A	H . I . A								
7	Pembelian alat dan bahan								I . A	I. A							
8	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ Capstone Design dan seminar										H . A .						
9	Perancangan alat sistem sesuai proposal										H . I . A						
10	Pembuatan alat										I . A	I . A	H . I . A				
11	Testing dan Validasi													I. A	H. I. A		
12	Expo dan Pengumpulan Laporan Akhir 2																H. I. A

Keterangan Inisial : H=Hilma, I=Isa dan A=Andra

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir

Berdasarkan jadwal yang terdapat dalam Gantt chart untuk pengembangan sistem pendeteksi kualitas air, pelaksanaan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 7 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir

No	Hari, tanggal	Aktivitas	Pelaksana
1	Jumat, 20 September 2024	Melakukan diskusi tentang topik capstone design	Semua Anggota
2	Jumat, 27 September 2024	Melakukan pencarian referensi dan inovasi baru dari sumber yang sudah ada sebelumnya	Semua Anggota
3	Jumat, 04 Oktober 2024	Penentuan solusi berdasarkan informasi sementara	Semua Anggota
4	Rabu, 09 Oktober 2024	Penentuan solusi baru berdasarkan hasil wawancara dengan mitra	Semua Anggota
5	Jumat, 11 Oktober 2024	Melakukan pencarian referensi dan inovasi baru sesuai dengan kebutuhan mitra	Semua Anggota
6	Jumat, 18 Oktober 2024	Menentukan spesifikasi rancang bangun alat	Semua Anggota
7	Kamis, 24 Oktober 2024	Pembelian alat (mikrokontroller, sensor pH, sensor TDS)	Semua Anggota
8	Jumat, 25 Oktober 2024	Menyusun Laporan proposal capstone design BAB 1	Semua Anggota
9	Rabu, 30 Oktober 2024	Pembelian alat pendukung lainnya	Semua Anggota
10	Rabu, 06 November 2024	Bimbingan Laporan capstone design BAB 1- 4	Semua Anggota
11	Jumat, 08 November 2024	Revisi Laporan capstone design BAB 1-4	Semua Anggota
12	Selasa, 19 November 2024	Bimbingan laporan sekaligus Power point untuk presentasi	Semua Anggota
13	Kamis, 21 November 2024	Pendaftaran seminar proposal	Semua Anggota
14	Kamis, 28 November 2024	Seminar Proposal	Semua Anggota

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Dalam proses perancangan sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT untuk budidaya tambak ini, penulis mengembangkan rancangan berdasarkan penelitian sebelumnya. Pada rancangan ini terdapat pengembangan dalam bentuk penambahan parameter kualitas air yang diukur, penggantian jenis sensor seperti sensor pH, suhu dan TDS, penyesuaian *software* atau antarmuka yang digunakan, serta penambahan buzzer sebagai sistem notifikasi untuk memudahkan pemantauan kondisi air. Alat ini diberi nama sesuai dengan judul proyek, dan berikut ini merupakan rincian bagian hasil rancangan sistem secara umum.

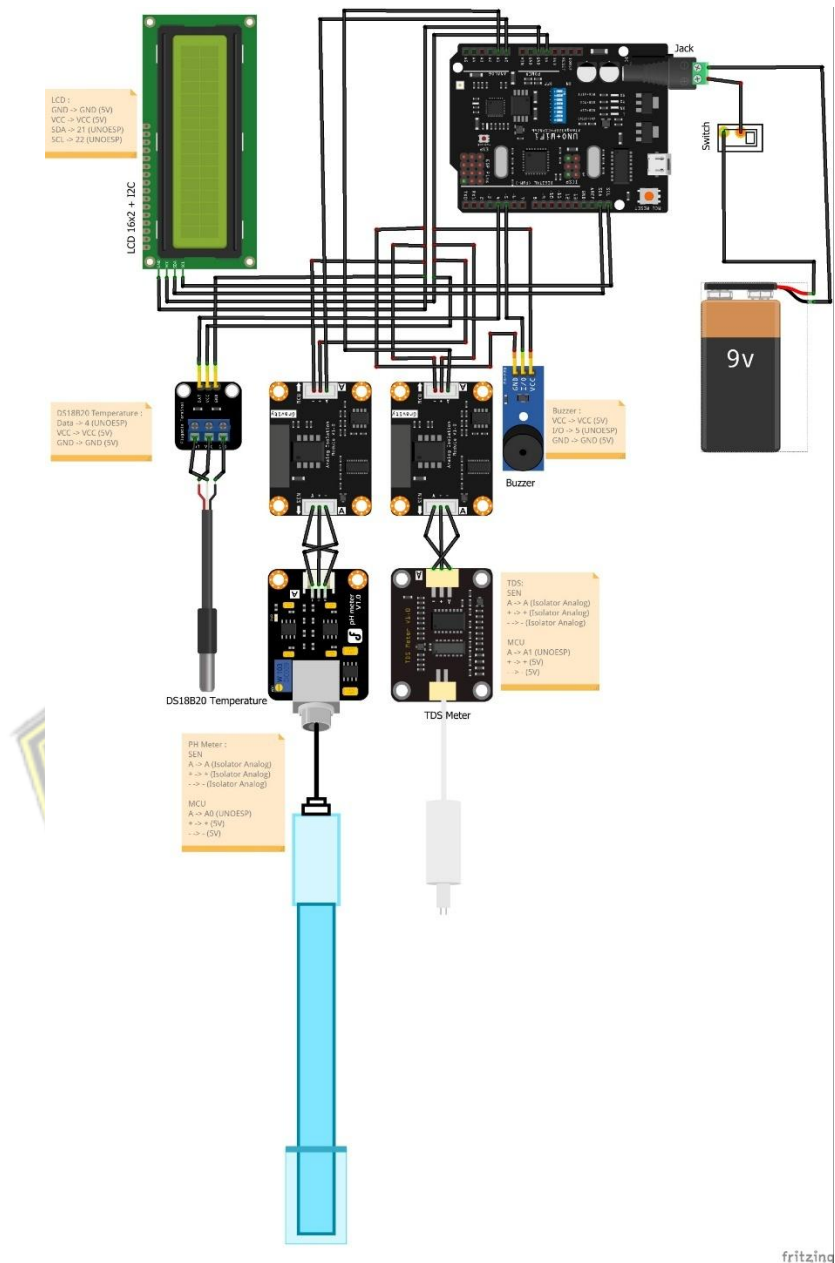
4.1.1 Rangkaian Elektronik

Pada tahap pembuatan alat ini, penulis menggunakan komponen-komponen yang telah ditentukan dalam bab sebelumnya, termasuk sensor-sensor penting dan modul IoT untuk mengukur parameter kualitas air. Komponen-komponen ini meliputi sensor kualitas air yaitu sensor pH dan sensor TDS, modul IoT, layar LCD untuk menampilkan data, buzzer dan mikrokontroler sebagai pusat kontrol. Setelah pemilihan dan pembelian komponen, penulis merangkai alat ini menggunakan software simulasi secara daring. Berikut adalah rincian komponen dan rancangan elektronik untuk alat ini:

Tabel 4. 1 Komponen rangkaian elektronik

No	Komponen
1	Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi
2	Sensor pH meter
3	Sensor suhu
4	Sensor TDS
5	Analog Isolation
6	LCD
7	Buzzer
8	Jumper
9	Baterai 9V Type C USB
10	Saklar On Off
11	Baut Sekrup
12	Kabel Jack

Setelah menentukan dan membeli komponen yang dibutuhkan, penulis melakukan perancangan rangkaian elektronik menggunakan *software Fritzing* secara online. Berikut adalah tahap perancangan elektronik dan pembuatan alat secara langsung:



Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik sistem pendeteksi kualitas air tambak

Gambar 4.1 menunjukkan diagram rangkaian sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT yang menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 yang terintegrasi dengan modul WiFi ESP8266 sebagai unit pengendali utama. Sistem ini berfungsi untuk mendeteksi tingkat kualitas air dengan menggunakan beberapa sensor, yaitu sensor pH, sensor TDS (Total Dissolved Solids), dan sensor suhu DS18B20. Data yang dikumpulkan dari sensor-sensor ini akan diproses oleh Arduino Uno dan dikirimkan ke platform IoT melalui modul ESP8266 untuk ditampilkan secara real-time di aplikasi mobile atau web. Sistem ini juga dilengkapi dengan LCD 16x2

untuk menampilkan hasil pengukuran langsung pada perangkat, serta buzzer yang akan berbunyi jika ada parameter yang melebihi batas yang telah ditentukan.

Sensor-sensor utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi:

- Sensor Suhu DS18B20 yang berfungsi untuk memantau suhu air secara langsung.
- Sensor TDS yang digunakan untuk mengukur jumlah zat padat terlarut dalam air.
- Sensor pH yang berfungsi untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan air.

Sistem ini dirancang dengan konfigurasi sebagai berikut:

1. Sensor pH

- PO : Terhubung ke pin A0 pada Arduino Uno sebagai input analog.
- VCC : Terhubung ke 5V dari Arduino Uno
- GND : Terhubung ke GND Arduino Uno
- Keterangan : Po (Probe Output) adalah pin keluaran utama dari sensor pH yang memberikan sinyal analog sesuai dengan tingkat keasaman atau kebasaan air.

2. Sensor Suhu DS18B20

- Data : Terhubung ke pin 4 pada Arduino Uno
- VCC : Terhubung ke 5V Arduino Uno
- GND : Terhubung ke GND Arduino Uno

3. Sensor TDS

- Pin A (Analog Output) : Terhubung ke pin analog A1 pada Arduino Uno
- VCC : Terhubung ke 5V Arduino Uno
- GND : Terhubung ke GND Arduino Uno

4. LCD 16x2 (I2C)

- SDA (Data Serial) : Terhubung ke SDA Arduino Uno
- SCL (Clock Serial) : Terhubung ke pin SCL Arduino Uno
- VCC : Terhubung ke 5V Arduino Uno
- GND : Terhubung ke GND Arduino Uno

5. Buzzer

- I/O : Terhubung ke pin digital 5 pada Arduino Uno
- VCC : Terhubung ke 5V Arduino Uno
- GND : Terhubung ke GND Arduino Uno

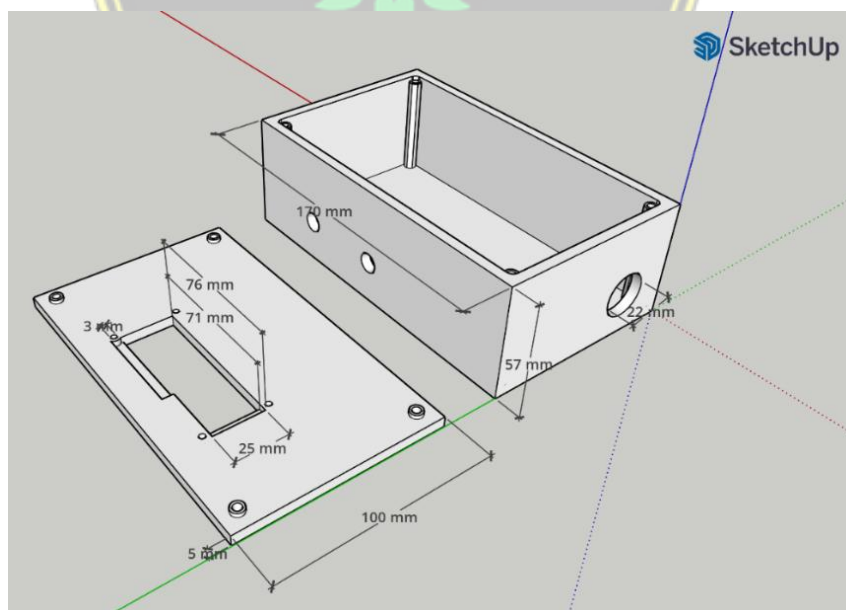
6. Sumber Daya

- Sistem ini mendapatkan daya dari baterai atau adaptor 9V yang dihubungkan ke Arduino Uno melalui jack power atau pin Vin.
- Arduino Uno juga menyediakan daya 5V dan 3.3V untuk sensor dan modul lainnya.

Sistem ini bekerja dengan membaca data dari sensor suhu, TDS, dan pH, lalu mengirimkannya ke Arduino Uno R3 untuk diproses. Hasil pengukuran ditampilkan di LCD 16x2, sementara buzzer akan berbunyi sebagai peringatan jika salah satu parameter kualitas air melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Selain itu, modul WiFi ESP8266 digunakan untuk mengirimkan data sensor dikirim ke platform IoT sehingga pemantauan dapat dilakukan melalui smartphone. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat lebih mudah dan efisien dalam memantau kualitas air tambak. Jika terjadi perubahan kualitas air, pengguna dapat segera mengambil tindakan yang sesuai, seperti menyesuaikan pH dengan bahan kimia tertentu, mengontrol kadar TDS dengan penggantian air, sehingga kondisi tambak tetap optimal untuk budidaya ikan dan udang.

4.1.2 Gambar Desain Tiga Dimensi (3D)

Desain 3D alat ini saat ini masih dalam tahap pengembangan untuk memastikan semua komponen, seperti sensor, LCD, dan baterai, dapat terpasang dengan rapi dan efisien. Aplikasi SketchUp digunakan untuk merancang kemasan alat ini agar tampil kompak, mudah dibawa, dan tahan terhadap kondisi lingkungan tambak. Beberapa penyesuaian dilakukan dari desain sebelumnya karena pergantian komponen serta perhitungan ulang untuk meningkatkan ergonomi dan kenyamanan pengguna. Desain berukuran 17 cm x 10 cm x 6 cm, dengan pengaturan yang memudahkan akses ke komponen utama. Desain 3D ini diharapkan membantu dalam visualisasi bentuk fisik alat secara lebih jelas dan realistis sebelum proses perakitan dimulai. Berikut adalah tampilan desain 3D alat pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT.



Gambar 4. 2 Desain 3D alat pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT.

4.1.3 Foto Hasil Akhir

Hasil perancangan alat adalah gambaran nyata tentang alat yang sedang dibuat dan mencakup beberapa rancangan awal yang telah disusun. Foto-foto ini menunjukkan tahapan awal dari perakitan alat, mulai dari penempatan sensor, LCD, baterai, hingga komponen lainnya, yang disusun untuk mencapai desain akhir yang diharapkan. Dokumentasi ini tidak hanya berfungsi sebagai catatan progres pembangunan alat, tetapi juga sebagai panduan visual yang membantu memahami penataan serta integrasi komponen pada tahap pengembangan. Dengan demikian, perancangan alat dapat dilihat secara jelas dari setiap prosesnya, termasuk penyesuaian komponen yang dilakukan untuk mencapai hasil yang optimal.



Gambar 4. 3 Hasil perancangan sementara

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Untuk memastikan alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT ini berfungsi secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan budidaya tambak, diperlukan suatu metode yang terstruktur untuk mengukur kinerja alat dari berbagai aspek. Pengukuran kinerja bertujuan untuk mengevaluasi apakah alat mampu memberikan data kualitas air yang akurat dan responsif, sekaligus memastikan bahwa sistem IoT yang digunakan dapat diandalkan untuk pemantauan real-time. Kriteria pengukuran mencakup aspek akurasi, stabilitas operasional, responsivitas sistem, serta efektivitas antarmuka pemantauan yang memudahkan pengguna dalam mengakses informasi penting. Metode ini dilakukan dengan serangkaian prosedur pengumpulan dan analisis data, sehingga hasil evaluasi kinerja dapat diinterpretasikan secara komprehensif.

4.2.1 Parameter yang Diukur

Alat pendeteksi kualitas air ini berfokus pada dua parameter utama untuk menilai kualitas air tambak secara efektif:

1. pH

Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air, yang penting untuk kesehatan biota tambak. Kisaran pH ideal untuk budidaya ikan dan udang berada antara 6,5 hingga 9. pH yang tidak stabil dapat menyebabkan stres pada organisme tambak, sehingga pemantauan yang akurat diperlukan.

2. Suhu

Mengukur suhu air tambak sangat penting untuk memastikan lingkungan yang optimal bagi biota tambak. Suhu ideal untuk budidaya ikan dan udang biasanya berkisar antara 28°C hingga 32°C, di mana suhu ini mendukung aktivitas metabolisme dan pertumbuhan secara maksimal.

3. Total Padatan Terlarut (TDS)

Mengukur konsentrasi total padatan terlarut dalam air, termasuk mineral, garam, dan senyawa organik, yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan osmotik biota tambak. Kisaran TDS yang ideal untuk kebanyakan spesies tambak adalah 300 hingga 600 ppm, namun nilai hingga di bawah 1000 ppm masih dapat ditoleransi.

4.2.2 Definisi Kriteria Kinerja

Kriteria pengukuran kinerja untuk alat ini mencakup beberapa aspek penting yang akan diukur:

1. Akurasi

Kemampuan alat dalam mendeteksi parameter kualitas air (pH dan TDS) dengan tingkat kesalahan minimal. Akurasi alat dinilai dengan membandingkan hasil alat dengan standar laboratorium.

2. Stabilitas

Mengukur konsistensi alat dalam beroperasi pada kondisi lingkungan tambak yang berubah-ubah, misalnya fluktuasi suhu dan kelembapan. Stabilitas alat diuji dengan pemantauan berkelanjutan selama jangka waktu tertentu.

3. Respon Waktu

Waktu yang dibutuhkan alat untuk mendeteksi perubahan parameter dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Respons yang cepat sangat penting untuk menghindari dampak negatif dari perubahan kualitas air.

4. Efektivitas Platform Pemantauan

Menilai kemudahan akses, kecepatan respon, dan keandalan platform pemantauan dalam menampilkan data secara real-time serta mengirim notifikasi saat kondisi air berada di luar batas aman.

4.2.3 Langkah Pengukuran

Berikut adalah langkah-langkah dalam pengukuran kinerja alat untuk mendapatkan hasil yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan pemantauan tambak:

1. Persiapan Alat

Pastikan semua sensor, seperti sensor pH, suhu dan TDS, terpasang dengan benar. Kemudian kalibrasi sensor sesuai dengan petunjuk produsen untuk meminimalkan kesalahan dalam pengukuran.

2. Instalasi Jaringan IoT

Hubungkan alat ke jaringan WiFi menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 + ESP8266 WiFi sebagai pusat kontrol untuk pengiriman data secara real-time. Serta, pastikan koneksi internet stabil agar data dapat ditransmisikan ke platform pemantauan tanpa hambatan.

3. Pengumpulan Data

- Pengukuran pH : Tempatkan sensor pH dalam air tambak untuk memantau tingkat keasaman. Data akan dikirim otomatis ke platform pemantauan setiap beberapa detik atau menit sesuai pengaturan.
- Pengukuran suhu : Tempatkan sensor suhu (ke dalam air tambak untuk mengukur suhu secara akurat. Nilai suhu ini dikirimkan bersama dengan pH dan TDS, memungkinkan pengguna untuk melihat kondisi air secara komprehensif dalam satu tampilan.
- Pengukuran TDS : Tempatkan sensor TDS untuk mengukur konsentrasi total padatan terlarut, dan kirim data bersamaan dengan pH dan suhu agar pengguna dapat melihat ketiga parameter tersebut secara simultan.

4. Analisis Data

Data dari pengukuran pH, suhu dan TDS dianalisis untuk menilai apakah kualitas air tambak berada dalam kisaran optimal. Kemudian, platform pemantauan juga menyediakan grafik historis yang memungkinkan pengguna untuk melihat perubahan kualitas air dari waktu ke waktu, membantu dalam pengambilan keputusan yang berbasis data.

5. Tindakan Preventif

Berdasarkan hasil analisis, pengguna dapat segera melakukan tindakan preventif jika terjadi perubahan mendadak pada kualitas air, seperti melakukan penggantian air atau menyesuaikan pH.

6. Evaluasi Kinerja Alat

Setelah periode pemantauan tertentu, saatnya melakukan evaluasi terhadap akurasi, stabilitas, dan efektivitas platform dalam memberikan notifikasi dan analisis data. Umpan balik dari petani tambak juga dikumpulkan untuk memperbaiki dan meningkatkan performa sistem di masa depan.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, metode pengukuran kinerja hasil perancangan alat pendeteksi kualitas air berbasis IoT dapat dievaluasi secara komprehensif dan sistematis.

BAB V HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1 Analisis Hasil

Analisis hasil pengukuran pada sistem deteksi kualitas air tambak yang berbasis IoT akan menjelaskan hasil dari penerapan solusi desain yang telah ditetapkan. Hal ini mencakup evaluasi kinerja sistem, pengalaman pengguna yang diperoleh dari survei atau rekapitulasi kuesioner kepuasan, pemenuhan spesifikasi, kesesuaian dengan tujuan yang ditetapkan, serta analisis dampak implementasi sistem terhadap berbagai aspek. Berikut ini adalah analisis hasil pengukuran alat, antara lain:

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Hasil serta analisis dari pengujian indikator didasarkan pada desain yang telah ditentukan oleh penulis di Bab 4. Proses pengujian ini dibagi menjadi 3 kategori utama, yaitu pengujian parameter dan pengujian alat referensi, pengujian ketahanan baterai, pengujian aplikasi. Hasil yang diperoleh dari setiap pengujian ini akan dibandingkan dengan sistem yang telah dikembangkan serta dengan standar parameter yang berlaku. Berikut ini adalah penjelasan mengenai hasil dan analisis yang diperoleh dari pengujian indikator yang telah dilakukan oleh penulis:

5.1.1.1 Uji Parameter

Pengujian parameter dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT. Terdapat tiga parameter utama yang diukur, yaitu pH, suhu, dan Total Dissolved Solids (TDS). Pengukuran dilakukan sebanyak 15 kali selama lima hari berturut-turut pada tiga waktu yang berbeda, yaitu pukul 07.00 WIB, 12.00 WIB, dan 17.00 WIB.

Pengujian performa sistem untuk pemantauan kualitas air dilakukan dengan membandingkan hasil pengukurannya dengan alat pabrikan sebagai acuan (*benchmark*). Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat presisi dan keandalan sistem dalam mengukur tiga parameter utama, yaitu pH, suhu, dan Total Dissolved Solids (TDS). Data diambil dari rata-rata pengukuran 15 sampel selama uji coba dan dibandingkan dengan standar kualitas air untuk budidaya ikan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) [6] serta referensi lainnya [4]. Evaluasi terhadap performa sistem mencakup analisis akurasi, tingkat kesalahan (error %) serta deviasi rata rata.

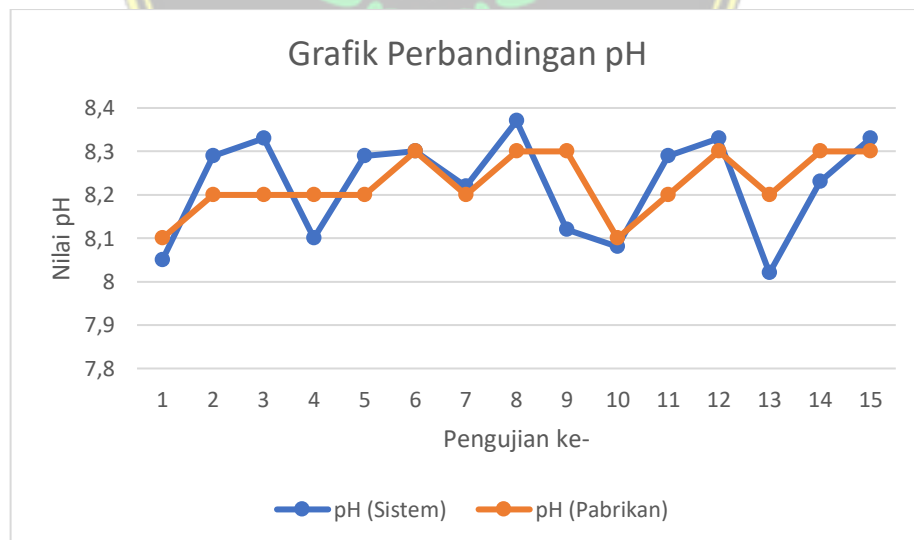
Hasil pegujian dari sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT disajikan dalam bentuk tabel untuk setiap paramter serta tingkat error, akurasi dan deviasi rata-rata dihitung untuk setiap parameter, yaitu pH, suhu dan TDS.

a. Pengujian parameter pH

Pengujian parameter pH bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat sistem dalam mendeteksi tingkat keasaman air tambak. Data pengukuran pH diambil selama lima hari pada tiga waktu berbeda.

Tabel 5. 1 Pengujian parameter pH dengan Sistem dan alat referensi

Pengujian ke	Pengujian pH berdasarkan	
	Sistem	Referensi
1	8,05	8,1
2	8,29	8,2
3	8,33	8,2
4	8,10	8,2
5	8,29	8,2
6	8,30	8,3
7	8,22	8,2
8	8,37	8,3
9	8,12	8,3
10	8,08	8,1
11	8,29	8,2
12	8,33	8,3
13	8,02	8,2
14	8,23	8,3
15	8,33	8,3
Rata-rata	8,31	8,21



Gambar 5. 1 Grafik perbandingan pengujian pH

Tabel 5. 2 Perbandingan hasil pengukuran dengan standar parameter pH

Parameter	Standar Parameter	Rata-rata	
		Hasil pengukuran sistem	Hasil pengukuran alat referensi
pH	6.0 - 9.0	8,31	8,21

1. Perhitungan Error (%)

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{(\text{Hasil Prototipe} - \text{Hasil Alat Referensi})}{\text{Hasil Alat Referensi}} \right| \times 100$$

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{(8.31 - 8.21)}{8.21} \right| \times 100 = 1,22 \%$$

2. Perhitungan Akurasi

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Error (\%)}$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - 1,22 \% = 98,78\%$$

3. Perhitungan deviasi rata rata dari pengukuran sistem

$$D = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \dots + |X_n - \bar{X}|}{n}$$

• Rata-rata $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{8,05+8,29+8,33+8,1+8,29+8,30+8,22+8,37+8,12+8,08+8,29+8,33+8,02+8,23+8,33}{15}$$

$$\bar{X} = \frac{124,65}{15} = 8,31$$

• Menghitung Deviasi sistem $|X_1 - \bar{X}|$

Tabel 5. 3 Deviasi sistem pH

Data pH sistem	Deviasi
8,05	0,26
8,29	0,02
8,33	0,02
8,10	0,21
8,29	0,02
8,30	0,01
8,22	0,09
8,37	0,06
8,12	0,19
8,08	0,23
8,29	0,02
8,33	0,02
8,02	0,29
8,23	0,08
8,33	0,02
Jumlah Deviasi	1,54

- Deviasi Rata-rata (D)

$$D = \frac{1,54}{15} = 0,1027$$

Tabel 5. 4 Hasil perhitungan Error, akurasi serta deviasi rata-rata

Parameter	Error (%)	Akurasi (%)	Deviasi
pH	1,22	98,78	0,1027

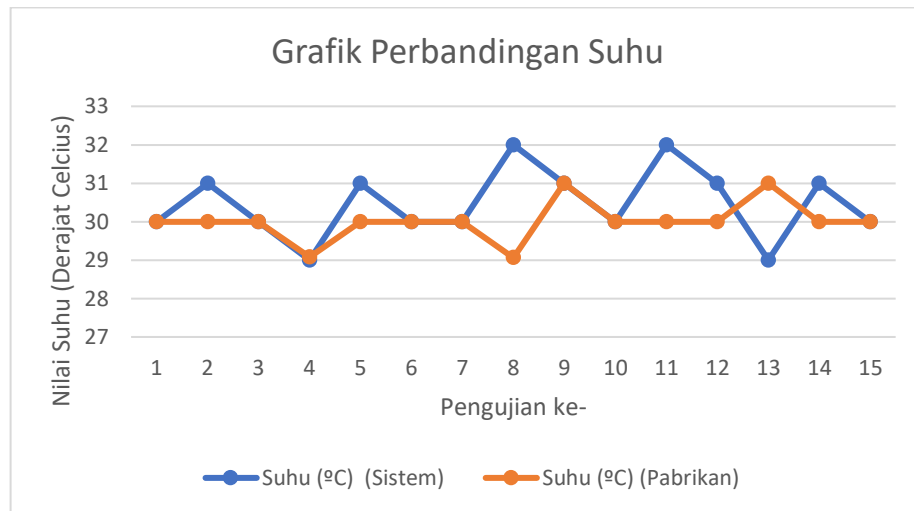
Berdasarkan Tabel 5.4, hasil error pengukuran pH sebesar 1,22% menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kesalahan yang sangat rendah, sehingga pengukuran pH yang dilakukan sistem mendekati hasil pengukuran alat referensi. Akurasi sebesar 98,78% menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang sangat baik dalam mengukur tingkat keasaman air tambak. Nilai deviasi rata-rata 0,1027 menunjukkan bahwa selisih pengukuran antara data sistem dengan rata-rata hasil pengukuran sangat kecil. Hal ini membuktikan bahwa sensor pH pada sistem memiliki tingkat presisi yang tinggi, sehingga cocok digunakan dalam pemantauan kualitas air tambak secara kontinu.

- b. Pengujian parameter Suhu (°C)

Pengujian parameter suhu bertujuan untuk mengetahui ketepatan sistem dalam mengukur suhu air tambak. Pengujian ini penting karena suhu air sangat mempengaruhi ekosistem tambak.

Tabel 5. 5 Pengujian parameter suhu dengan Sistem dan alat referensi

Pengujian ke	Pengujian Suhu berdasarkan	
	Sistem	Referensi
1	30	30
2	31	30
3	30	30
4	29	29.08
5	31	30
6	30	30
7	30	30
8	32	29.06
9	31	31
10	30	30
11	32	30
12	31	30
13	29	31
14	31	30
15	30	30
Rata-rata	30,4	30,01



Gambar 5. 2 Grafik perbandingan pengujian suhu

Tabel 5. 6 Perbandingan hasil pengukuran dengan standar parameter pH

Parameter	Standar Parameter	Rata-rata	
		Hasil pengukuran sistem	Hasil pengukuran alat referensi
Suhu (°C)	28-32 °C	30,4	30,01

1. Perhitungan Error (%)

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{(\text{Hasil Prototipe} - \text{Hasil Alat Referensi})}{\text{Hasil Alat Referensi}} \right| \times 100$$

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{(30,53 - 30,01)}{30,01} \right| \times 100 = 1,73 \%$$

2. Perhitungan Akurasi

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Error (\%)}$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - 1,73 \% = 98,27\%$$

3. Perhitungan deviasi rata rata dari pengukuran sistem

$$D = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \dots + |X_n - \bar{X}|}{n}$$

- Rata-rata $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{30+31+30+29+31+30+30+32+31+30+32+31+29+31+30}{15}$$

$$\bar{X} = \frac{456}{15} = 30,4$$

- Menghitung Deviasi sistem $|X_1 - \bar{X}|$

Tabel 5. 7 Deviasi sistem Suhu

Data suhu	Deviasi
30	0,4
31	0,6
30	0,4
29	1,4
31	0,6
30	0,4
30	0,4
32	1,6
31	0,6
30	0,4
32	1,6
31	0,6
29	0,4
31	1,6
30	0,6
Jumlah Deviasi	11,6

- Deviasi Rata-rata (D)

$$D = \frac{11,6}{15} = 0,7733$$

Tabel 5. 8 Hasil perhitungan Error, akurasi serta deviasi rata-rata

Parameter	Error (%)	Akurasi (%)	Deviasi
TDS	1,73	98,27	0,7733

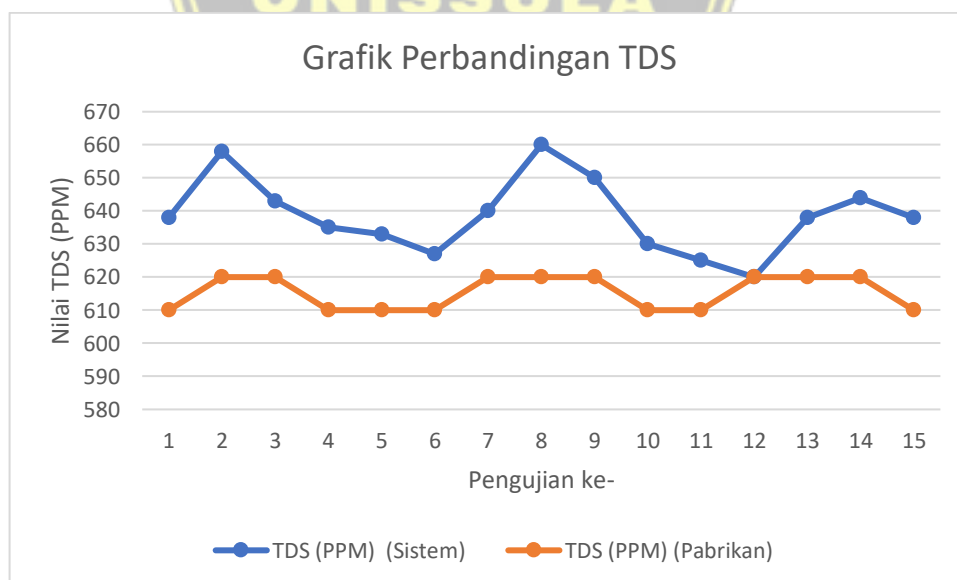
Berdasarkan Tabel 5.9, nilai error sebesar 1,73% menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kesalahan yang rendah dalam mendeteksi suhu air tambak. Hal ini menandakan bahwa sistem mampu memberikan hasil pengukuran suhu yang mendekati alat referensi. Akurasi sebesar 98,27% menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan sangat baik dalam mengukur suhu air, yang merupakan parameter vital dalam ekosistem tambak. Nilai deviasi rata-rata 0,7733 menunjukkan bahwa variasi hasil pengukuran cukup kecil, sehingga pengukuran suhu yang dilakukan oleh sistem memiliki tingkat presisi yang baik. Performa ini menunjukkan bahwa sensor suhu pada sistem cukup handal dalam mendeteksi perubahan suhu air.

c. Pengujian parameter TDS (PPM)

Pengujian parameter TDS bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi jumlah zat terlarut dalam air tambak. TDS (Total Dissolved Solids) merupakan indikator kualitas air yang mencerminkan jumlah partikel terlarut seperti mineral, garam, dan bahan organik.

Tabel 5. 9 Pengujian parameter suhu dengan Sistem dan alat referensi

Pengujian ke	Pengujian TDS berdasarkan	
	Sistem	Referensi
1	638	610
2	658	620
3	643	620
4	635	610
5	633	610
6	627	610
7	640	620
8	660	620
9	650	620
10	630	610
11	625	610
12	620	620
13	638	620
14	644	620
15	638	610
Rata -rata	638,6	611,3



Gambar 5. 3 Grafik perbandingan TDS sistem dan referensi

Tabel 5. 10 Perbandingan hasil pengukuran dengan standar parameter pH

Parameter	Standar Parameter	Rata-rata	
		Hasil pengukuran sistem	Hasil pengukuran alat referensi
TDS (ppm)	≤ 1000	638,6	611,33

4. Perhitungan Error (%)

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{(\text{Hasil Prototipe} - \text{Hasil Alat Referensi})}{\text{Hasil Alat Referensi}} \right| \times 100$$

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{(638,6 - 611,33)}{611,33} \right| \times 100 = 4,46 \%$$

5. Perhitungan Akurasi

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Error (\%)}$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - 4,46 \% = 95,54\%$$

6. Perhitungan deviasi rata rata dari pengukuran sistem

$$D = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \dots + |X_n - \bar{X}|}{n}$$

- Rata-rata $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{638+658+643+635+633+627+640+660+650+630+625+620+638+644+638}{15}$$

$$\bar{X} = \frac{9579}{15} = 638,6$$

- Menghitung Deviasi sistem $|X_1 - \bar{X}|$

Tabel 5. 11 Deviasi sistem Suhu

Data suhu	Deviasi
638	0,6
658	19,4
643	4,4
635	3,6
633	5,6
627	11,6
640	1,4
660	21,4
650	11,4
630	8,6
625	13,6
620	18,6
638	0,4
644	5,4
638	0,6
Jumlah Deviasi	126,8

- Deviasi Rata-rata (D)

$$D = \frac{126,8}{15} = 8,45$$

Tabel 5. 12 Hasil perhitungan Error, akurasi serta deviasi rata-rata

Parameter	Error (%)	Akurasi (%)	Deviasi
pH	4,46	95,54	8,45

Berdasarkan Tabel 5.9, nilai error sebesar 4,46% menunjukkan bahwa sistem memiliki selisih pengukuran yang lebih besar dibandingkan parameter lainnya. Akurasi sebesar 95,54% menunjukkan bahwa sistem masih cukup baik dalam mendeteksi kadar TDS, meskipun tidak sebaik parameter pH dan suhu. Nilai deviasi rata-rata sebesar 8,45 menunjukkan bahwa variasi pengukuran pada parameter TDS lebih tinggi dibandingkan parameter lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas sensor TDS yang digunakan atau faktor lingkungan yang mempengaruhi pengukuran. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kualitas sensor atau kalibrasi secara rutin untuk meningkatkan konsistensi hasil pengukuran TDS.

5.1.1.2 Uji Tahan Baterai

Baterai adalah komponen penting dalam sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT, terutama karena alat ini bersifat portable dan digunakan hanya saat diperlukan. Pengukuran daya tahan baterai dilakukan untuk mengetahui seberapa lama perangkat pendeteksi kualitas air tambak dapat beroperasi menggunakan baterai lithium-ion 9V dengan kapasitas 650 mAh. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menghitung estimasi ketahanan baterai berdasarkan asumsi pemakaian alat selama 15 menit per hari. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan konsumsi daya alat serta kapasitas baterai.

1. Perhitungan ketahanan baterai saat penggunaan sistem
 - a. Konsumsi Arus Rata-rata

Konsumsi alat dihitung berdasarkan komponen utama yang digunakan dalam sistem. Berikut adalah tabel rincian komponen beserta arus yang dikonsumsi :

Tabel 5. 13 Rincian komponen beserta konsumsi arus rata-rata

No	Komponen	Konsumsi arus rata-rata	Sumber Referensi
1	Mikrokontroler Arduino Uno R3ESP8266 Wifi	250 mA	Datasheet Arduino [26] Datasheet ESP8266 Wifi, saat mengirim data [27]

Tabel 5. 14 Rincian komponen beserta konsumsi arus rata-rata (Lanjutan)

No	Komponen	Konsumsi arus rata-rata	Sumber Referensi
2	Sensor pH	10 mA	Rata-rata dari modul sensor pH Gravity (Tidak ada datasheet spesifik yang diberikan dalam hasil pencarian, diasumsikan dari rata-rata modul sensor pH Gravity) [16]
3	Sensor Suhu (DS18B20)	10 mA	Datasheet Sensor suhu [28]
4	Sensor TDS	5 mA	Datasheet Sensor TDS [20]
5	LCD	25 mA	Datasheet dan referensi lainnya [29] [30]
Total konsumsi arus		300 mA	

b. Perhitungan Ketahanan Baterai

Untuk menghitung ketahanan baterai pada sistem, digunakan langkah-langkah berikut ini :

7. Durasi Penggunaan Harian

Data asumsi digunakan selama 15 menit perhari, yang dikonversi ke jam sebagai berikut :

$$\text{Durasi penggunaan per hari} = \frac{15}{60} \text{ jam} = 0,25 \text{ jam}$$

8. Konsumsi Energi Harian

Konsumsi energi harian dihitung dengan mengalikan total arus sistem dengan durasi penggunaan perhari :

$$\text{Konsumsi per hari} = 300\text{mA} \times 0,25 \text{ jam} = 75 \text{ mAh}$$

9. Estimasi Ketahanan Baterai

Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 650mAh [31]. Ketahanan baterai dihitung dengan membagi kapasitas baterai dengan konsumsi harian :

$$\text{Durasi Baterai} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Konsumsi Harian}} = \frac{650 \text{ mAh}}{75 \text{ mAh}} = 8,67 \text{ hari} \sim 9 \text{ hari}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, baterai lithium-ion 9V 650 mAh mampu mendukung operasional alat sistem pendeteksi kualitas air tambak selama sekitar 9

hari jika digunakan selama 15 menit per hari. Perhitungan ini menunjukkan bahwa baterai memiliki durasi yang sangat efisien untuk mendukung alat portable, sehingga tidak memerlukan pengisian daya terlalu sering. Jika alat digunakan lebih sering, misalnya 30 menit per hari, durasi baterai akan menurun sesuai dengan konsumsi energi harian yang lebih besar. Oleh karena itu, kapasitas baterai yang besar ini sangat ideal untuk menunjang sistem IoT portable yang digunakan secara periodik.

2. Perhitungan Ketahanan Baterai dengan efisiensi

Untuk menghitung ketahanan baterai dengan mempertimbangkan efisiensi baterai, kita perlu mengetahui bahwa efisiensi baterai tidak mencapai 100%. Efisiensi baterai dapat diperoleh dari persentase perbandingan kapasitas pengisian terhadap kapasitas pengosongan baterai, seperti yang dijelaskan dalam penelitian tentang efisiensi baterai GIS [32].

a. Kapasitas Baterai yang Dapat Digunakan

Jika efisiensi baterai adalah 80%, maka kapasitas yang dapat digunakan adalah:

$$\text{Kapasitas Baterai yang Dapat Digunakan} = 650 \text{ mAh} \times 0,8 = 520 \text{ mAh}$$

b. Konsumsi Energi Harian

Konsumsi energi harian telah dihitung sebesar 75 mAh per hari.

c. Estimasi Ketahanan Baterai dengan Efisiensi

$$\text{Durasi Baterai} = \frac{\text{Kapasitas Baterai yang digunakan}}{\text{Konsumsi Harian}} = \frac{520 \text{ mAh}}{75 \text{ mAh}}$$

d. Lama Pengisian Baterai

Untuk mengetahui lama pengisian baterai, kita perlu mengetahui arus pengisian. Misalnya, jika baterai diisi dengan arus 100, maka waktu pengisian dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Waktu Pengisian} = \frac{\text{Kapasitas Baterai yang digunakan}}{\text{Arus Pengisian}} = \frac{520 \text{ mAh}}{100 \text{ mA}} = 5,2 \text{ Jam}$$

Namun, perlu diingat bahwa waktu pengisian yang sebenarnya bisa lebih lama karena efisiensi pengisian dan faktor lainnya.

e. Pemakaian Sampai Habis

Untuk mengetahui berapa lama baterai bertahan saat digunakan terus-menerus, kita dapat menggunakan perhitungan berikut:

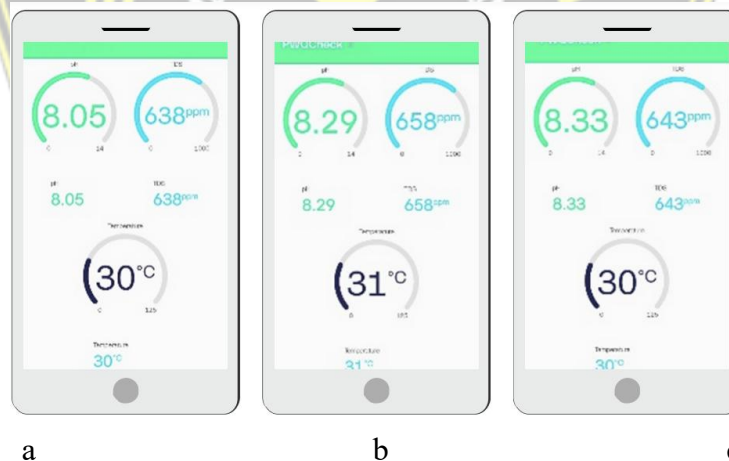
$$\text{Durasi penggunaan terus – menerus} = \frac{\text{Kapasitas Baterai yang digunakan}}{\text{Konsumsi arus total}} = \frac{520 \text{ mAh}}{300 \text{ mAh}} = 1,73 \text{ jam}$$

Penelitian tentang efisiensi baterai GIS (*Gas Insulated Switchgear*) menunjukkan bahwa efisiensi baterai ditentukan oleh persentase perbandingan

antara kapasitas pengisian dan kapasitas pengosongan baterai. Kapasitas baterai, yang diukur dalam satuan Ampere jam, menunjukkan berapa lama baterai dapat menyuplai energi sebelum perlu diisi ulang.

5.1.1.3 Uji Aplikasi

Pengujian aplikasi Blynk dilakukan untuk memverifikasi kemampuan sistem dalam membaca, memproses, dan menampilkan data kualitas air melalui perangkat Android. Parameter yang diuji meliputi nilai pH, suhu air, dan Total Dissolved Solids (TDS). Proses pengujian melibatkan pengamatan hasil pembacaan sensor selama 10 menit pada beberapa waktu berbeda dalam sehari. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali, dan tiga sampel pengujian dipilih sebagai representasi hasil. Gambar 5.2, menyajikan bahwa perangkat berhasil membaca data dengan akurat dan menampilkannya dalam aplikasi Blynk. Sebagai contoh, pada pengujian jam 07.00 WIB, perangkat menampilkan nilai pH sebesar 8,05, TDS sebesar 638 ppm, dan suhu air sebesar 30°C. Pada jam 12.00 WIB, terdapat kenaikan suhu menjadi 31°C dengan nilai pH sebesar 8,29 dan TDS sebesar 658 ppm, yang sesuai dengan ekspektasi perubahan lingkungan siang hari. Sementara itu, pada jam 17.00 WIB, perangkat menunjukkan nilai pH sebesar 8,33, TDS sebesar 643 ppm, dan suhu kembali menjadi 30°C.



Gambar 5. 4 Hasil pembacaan sensor pH, suhu, dan TDS melalui aplikasi Blynk pada hari Rabu, 25 Desember 2024, dengan rincian: (a) Pengambilan sampel pukul 07.00 WIB, (b) Pengambilan sampel pukul 12.00 WIB, dan (c) Pengambilan sampel pukul 17.00 WIB.

Hasil Gambar 5.2 menunjukkan bahwa sistem mampu membaca, memproses, dan menampilkan data kualitas air dengan stabil dan konsisten. Data yang diperoleh pada aplikasi Blynk juga terbukti sesuai dengan hasil pembacaan pada LCD perangkat, menegaskan keberhasilan sistem dalam menyediakan informasi secara real-time dan akurat. Hasil pengujian menunjukkan performa sistem pendeteksi kualitas air yang cukup andal dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penjelasan rinci untuk setiap parameter adalah sebagai berikut:

1. pH

Pengukuran pH oleh sistem pendeteksi kualitas air menghasilkan rata-rata 8.31, hanya berbeda sedikit dibandingkan dengan alat pabrikan yang mencatat 8.21. Selisih kecil ini mencerminkan tingkat kesalahan sebesar 1.22% dan akurasi mencapai 98.78%. Nilai pH tersebut berada dalam rentang standar kualitas air untuk budidaya ikan, yaitu 6.0–9.0. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pendeteksi kualitas air mampu memberikan hasil yang mendekati alat pabrikan, menjadikannya alat yang dapat diandalkan untuk menjaga keseimbangan ekosistem tambak.

2. Suhu

Rata-rata suhu yang terdeteksi oleh sistem pendeteksi kualitas air adalah 30,53°C, sedikit lebih tinggi dibandingkan hasil alat pabrikan sebesar 30,01°C. Perbedaan ini menghasilkan tingkat kesalahan 1,73% dengan akurasi 98,27%. Nilai deviasi sebesar 0,7733 menunjukkan adanya variasi data yang rendah, menandakan bahwa pengukuran dilakukan secara konsisten. Suhu yang tercatat berada dalam kisaran standar 28°C hingga 32°C, yang penting untuk mendukung pertumbuhan ikan dan udang serta mencegah stres akibat perubahan suhu yang signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa alat dapat memonitor suhu tambak secara konsisten dan akurat.

3. TDS

Untuk parameter TDS, sistem pendeteksi kualitas air mencatat rata-rata 630,27 ppm, sedikit lebih tinggi dari alat pabrikan yang menunjukkan 611,33 ppm. Tingkat kesalahan sebesar 3,10% menghasilkan akurasi 96,90%. Nilai deviasi rata-rata sebesar 8,45 menunjukkan bahwa terdapat variasi data yang lebih besar dibandingkan parameter lainnya. Walaupun error pada parameter ini lebih tinggi dibandingkan dua parameter lainnya, nilai TDS yang terukur tetap berada di bawah ambang batas maksimal 1000 ppm. Ini menandakan bahwa sistem cukup efektif dalam mendeteksi kandungan zat terlarut dalam air tambak, yang penting untuk menjaga kualitas lingkungan perairan tambak.

Secara keseluruhan, sistem pendeteksi kualitas air memiliki performa yang memadai untuk diaplikasikan dalam pemantauan kualitas air tambak. Tingkat akurasi yang tinggi untuk setiap parameter memastikan bahwa alat ini dapat digunakan sebagai alternatif yang efisien dan terjangkau dalam mendukung keberhasilan budidaya ikan dan udang.

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem pada alat pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT menunjukkan adanya variasi dalam pemilihan komponen, dimensi, berat, serta kualitas hasil akhir. Hal ini disebabkan oleh proses penyesuaian selama

perancangan alat guna mengoptimalkan fungsi dan performa sistem sesuai kebutuhan. Perbandingan antara spesifikasi awal dan hasil realisasi dari alat ini dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5. 15 Pemenuhan spesifikasi sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (PanjangxLebarxTinggi)	17 cm x 10 cm x 6 cm	18,5 cm x 11,7 cm dan 6,5 cm
2	Berat Alat	≤ 1 kg	500 gram
3	Sumber Tegangan	Baterai lithium 9V	Baterai lithium 9V
4	Sensor pH	Sensor pH	Sensor pH
5	Sensor suhu	Sensor suhu	Sensor suhu
6	Sensor TDS	Sensor TDS	Sensor TDS
7	Koneksi	WiFi	WiFi
8	Platform penampil data	Aplikasi Blynk	Aplikasi Blynk
9	Hasil keluaran parameternya	LCD dan Smartphone	LCD dan Smartphone
10	Material Casing	Akrilik Print 3D	Plastik ABS atau bahan tahan air

Tabel di atas menyajikan perbandingan antara spesifikasi yang diusulkan dan hasil realisasi sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT. Pada bagian dimensi alat, terdapat perbedaan kecil dari spesifikasi awal yang merujuk pada ukuran 17 cm x 10 cm x 6 cm, sedangkan hasil realisasi menunjukkan ukuran akhir sebesar 18,5 cm x 11,7 cm x 6,5 cm. Perubahan tersebut dilakukan untuk memberikan ruang yang lebih optimal bagi komponen internal dan sekaligus meningkatkan stabilitas alat selama proses operasional.

Selain itu, terdapat perbedaan pada berat alat, yang mana hasil realisasi hanya mencapai 500 gram, lebih ringan dibandingkan dengan perkiraan awal yang berada di bawah 1 kg. Keunggulan ini memberikan manfaat signifikan dari segi portabilitas, sehingga alat menjadi lebih praktis dan mudah digunakan di lokasi tambak. Pada bagian sumber tegangan, realisasi sesuai dengan spesifikasi yang telah diusulkan, yakni menggunakan baterai lithium 9V. Pilihan ini didasarkan pada pertimbangan kapasitas daya baterai yang mampu mendukung pengoperasian alat secara berkelanjutan tanpa memerlukan penggantian sumber daya secara sering.

Komponen utama yang mendukung pengukuran, yaitu sensor pH, sensor suhu, dan sensor TDS, telah direalisasikan dengan tepat sesuai dengan spesifikasi yang diajukan. Dengan demikian, alat dapat mendeteksi parameter kualitas air dengan tingkat akurasi dan konsistensi yang tinggi, mendukung kebutuhan pemantauan kualitas air tambak ketika dibutuhkan. Dalam hal konektivitas, sistem ini menggunakan teknologi WiFi sebagaimana yang telah diusulkan. Teknologi ini

memungkinkan pengiriman data secara langsung ke platform penampil data yang direalisasikan melalui aplikasi Blynk. Platform ini menyediakan akses yang praktis bagi pengguna untuk memantau data melalui perangkat smartphone, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi dalam pemantauan.

Terkait dengan hasil keluaran, alat ini memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dengan menyajikan data melalui layar LCD dan aplikasi smartphone. Meskipun demikian, terjadi perubahan pada material casing. Usulan awal menggunakan akrilik print 3D, sementara hasil realisasi menggunakan plastik ABS atau bahan yang tahan air. Perubahan ini dilakukan untuk memastikan ketahanan alat terhadap kondisi lingkungan tambak yang lembap dan basah, sehingga dapat memperpanjang umur pakai alat.

Secara keseluruhan, hasil realisasi sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT menunjukkan bahwa sebagian besar spesifikasi yang diajukan telah terpenuhi dengan baik. Penyesuaian yang dilakukan pada dimensi, berat, dan material casing bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kepraktisan alat, tanpa mengurangi kualitas performa dan akurasi sistem. Hal ini mencerminkan keberhasilan proses perancangan dan realisasi alat sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Sistem ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana, baik melalui aplikasi IoT maupun layar LCD, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses informasi kualitas air. Hal ini menyebabkan notifikasi yang kurang akurat dan dapat mengganggu pengguna dalam pemantauan kualitas air. Hingga saat ini, penyebab utama masalah ini masih belum dapat diidentifikasi dengan pasti, sehingga pada tahap pengujian buzzer sementara diabaikan untuk menghindari kesalahan peringatan yang dapat menyesatkan pengguna. Kendala ini memerlukan perbaikan lebih lanjut, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak, agar sistem peringatan dapat berfungsi secara lebih akurat. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menyempurnakan mekanisme buzzer, misalnya dengan menyesuaikan logika pemrograman atau menambahkan filter tambahan untuk menghindari kesalahan aktivasi alarm.

Tabel 5. 16 Pengalaman pengguna

No	Fitur	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Sistem berhasil memantau parameter kualitas air seperti pH, suhu, dan TDS secara akurat dan dapat digunakan saat dibutuhkan.	Dipertahankan

Tabel 5. 17 Pengalaman pengguna (Lanjutan)

No	Fitur	Capaian	Aksi/Perbaikan
2	Kemudahan	Sistem mudah digunakan dengan antarmuka sederhana serta desain alat yang portabel.	Dipertahankan
3	Keamanan	Desain alat yang tertutup melindungi komponen dari paparan air atau debu sehingga aman digunakan di tambak.	Dipertahankan
4	Kendala	Selain kendala panas berlebih pada ESP32 yang telah diatasi dengan mengganti mikrokontroler ke Arduino Uno R3 + ESP8266 WiFi, sistem ini juga mengalami kendala pada buzzer. Buzzer terkadang berbunyi terus-menerus meskipun parameter kualitas air masih dalam batas normal. Hal ini mengakibatkan pengguna mendapatkan notifikasi yang kurang akurat, sehingga sistem peringatan belum bisa digunakan dengan optimal.	• Mengganti ESP32 dengan Arduino Uno R3+ESP8266 WiFi agar sistem lebih stabil dan mengurangi panas berlebih. • Menambahkan Analog Isolation Module V1.0 untuk meningkatkan stabilitas sinyal sensor. • Buzzer saat ini belum digunakan. Pada pengujian, parameter kualitas air tetap berada dalam batas aman sehingga fungsi buzzer tidak terlalu berpengaruh. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat fokus pada perbaikan buzzer agar dapat bekerja sesuai dengan perubahan parameter air yang sebenarnya.

Secara keseluruhan, alat ini telah memenuhi kebutuhan pengguna dalam hal fungsi utama, kemudahan, dan keamanan. Pengguna memberikan apresiasi terhadap kecepatan dan akurasi sistem dalam memantau kualitas air tambak, yang membantu mereka menjaga kondisi tambak tanpa perlu pengawasan manual yang intensif.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Selama proses pelaksanaan, terdapat perbedaan antara waktu yang direncanakan dengan pelaksanaan yang sebenarnya, serta kegiatan yang dilakukan oleh penulis sepanjang TA2. Selain itu, terdapat selisih yang cukup besar antara anggaran yang diajukan dan yang terwujud, yang disebabkan oleh adanya perubahan setelah pelaksanaan. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.19 hingga Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5. 18 Kesesuaian perencanaan dalam manajemen tim dan realisasinya

No	Kegiatan	Usulan Waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Oktober	Oktober
2	Perancangan sistem sesuai proposal	November	Desember
3	Pembuatan alat	November	November - Desember
4	Testing dan validasi	Desember	Desember-Februari
5	Expo atau pengumpulan laporan akhir	Desember	Februari

Tabel 5.18 menyajikan perbandingan antara jadwal pelaksanaan yang direncanakan dan realisasi yang dilakukan. Terdapat selisih waktu sekitar satu bulan di antara keduanya, yang disebabkan oleh penundaan pada tahap uji coba dan validasi, proses perbaikan alat, serta penyesuaian waktu untuk penyusunan laporan.

Tabel 5. 19 Kesesuaian usulan rencana anggaran biaya dan realisasinya

No	Jenis pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya		
		Kuantitas (Rp)	Total Harga (Rp)	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Arduino Uno R3 dengan ESP8266 WiFi	1 pcs	95.000	1 pcs	95.000	95.000
2	Sensor pH meter	1 pcs	745.000	1 pcs	745.000	745.000
3	Sensor TDS	1 pcs	548.000	1 pcs	545.000	545.000
4	Sensor suhu	1 pcs	21.000	1 pcs	21.000	31.000
5	LCD	1 pcs	40.000	1 pcs	40.000	40.000
6	Buzzer	1 pcs	10.000	1 pcs	10.000	10.000
7	Jumper	2 pcs	24.000	2 pcs	12.000	24.000
8	Analog	2 pcs	696.000	2 pcs	350.000	700.000
9	Baterai 9V Type C USB	1 pcs	90.000	1 pcs	90.000	90.000

Tabel 5. 20 Keseuaian usulan rencana anggaran biaya dan realisasinya (Lanjutan)

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Reakisasi Biaya		
		Kuantitas (Rp)	Total Harga (Rp)	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
10	Saklar On Off	2 pcs	5.000	2 pcs	5.000	10.000
11	Baut Sekrup	10 pcs	15.000	2 pcs	1.500	15.000
12	Kabel Jack	1 pcs	2.000	1 pcs	2.000	2.000
13	Print 3D	1 pcs	250.000	1 Box	25.000	25.000
20	Kegiatan penyiapan bahan dan uji coba kebutuhan	3 bulan	75.000	-	-	-
21	Ph Meter	1 pcs	40.000	1 pcs	40.000	40.000
22	TDS Meter	1 pcs	50.000	1 pcs	50.000	50.000
23	Web Server IoT	-	-	-	-	-
Total Harga		2.706.000		Total Harga		2.422.000

Tabel 5.19 menampilkan perbedaan antara anggaran yang diusulkan dalam RAB dan realisasinya, yang disebabkan oleh fluktuasi harga. Ketika RAB disusun, estimasi didasarkan pada harga pasar saat itu, sedangkan pembelian dilakukan sekitar satu bulan kemudian. Perubahan harga ini terjadi akibat kenaikan atau penurunan harga barang, perbedaan lokasi atau toko tempat pembelian.

Tabel 5. 21 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2

No	Hari, tanggal	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 03 Desember 2024	Bimbingan setelah seminar proposal (revisi laporan)	Semua Anggota
2	Rabu, 04 Desember 2024	Penambahan komponen sensor suhu	Isa
3	Jumat, 06 Desember 2024	Membuat program baru dan mencoba mengoneksikan semuanya dengan WiFi	Isa, Andra
4	Minggu, 08 Desember 2024	Menguji dengan sample uji (air dalam botol) yang dikoneksikan dengan WiFi	Isa
5	Senin, 09 Desember 2024	Mengevaluasi sistem dikarenakan ESP32 saat dikoneksikan dengan WiFi meenjadi panas	semua Anggoata

Tabel 5. 22 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2 (Lanjutan)

No	Hari, tanggal	Aktivitas	Pelaksana
6	Rabu, 11 Desember 2024	Survey ke Tambak di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak sekaligus pengujian alat	Isa, Andra
7	Jumat, 20 Desember 2024	Kuliah umum evaluasi TA 1 dan penjelasan Capstone design TA 2 serta Pengujian alat yang ke-2	Semua Anggota
8	Selasa, 24 Desember	Bimbingan hasil revisi laporan TA 1 dengan penguji seminar proposal	Semua Anggota
9	Rabu, 25 Desember 2024	Melakukan pengujian alat sekaligus mengambil data pengujian	Semua Anggota
10	Rabu, 25 Desember 2024	Melakukan pengujian alat sekaligus mengambil data pengujian	Semua Anggota
11	Kamis, 26 Desember 2024	Melakukan pengujian alat sekaligus mengambil data pengujian	Semua Anggota
12	Jumat, 27 Desember 2024	Melakukan pengujian alat sekaligus mengambil data pengujian	Semua Anggota
13	Sabtu, 28 Desember 2024	Melakukan pengujian alat sekaligus mengambil data pengujian	Semua Anggota
14	Senin, 30 Desember 2024	Bimbingan online terkait hasil pengujian, Bab 5 dan 6 serta publikasi jurnal	Hilma
15	Jumat, 03 Januari 2025	Melakukan penentuan isi poster	Semua Anggota
16	Minggu, 12 Januari 2025	Melakukan pembuatan poster	Andra

Tabel 5. 23 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design tugas akhir 2 (Lanjutan)

No	Hari, tanggal	Aktivitas	Pelaksana
19	Jumat, 17 Januari 2025	Bimbingan TA 2 dengan dosen pembimbing	Semua Anggota
20	Senin, 27 Januari 2025	Pengecekan lapoaran keseluruhan dan rencana cek turnitin	Semua Anggota
21	Selasa, 28 Januari 2025	Melakukan Revisi Laporan	Semua Anggota
22	Jumat, 14 Februari 2025	Mencetak laporan akhir 2	Semua Anggota
23	Jumat, 14 Februari 2025	Pengumpulan Laporan Tugas Akhir 2	Semua Anggota
24	Jumat, 14 Februari 2025	Pendaftaran Sidang	Semua Anggota

Tabel 5.10 menampilkan rangkaian kegiatan yang dilaksanakan oleh penulis selama proses tugas akhir 2, yang mencakup berbagai aktivitas mulai dari tahap perancangan alat hingga penyusunan laporan akhir TA2. Dalam tabel tersebut, juga dijelaskan sejumlah tantangan yang dihadapi penulis sepanjang pelaksanaan TA2.

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Setelah sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT berhasil diimplementasikan, terdapat berbagai dampak positif yang signifikan di berbagai bidang. Sistem ini memberikan solusi praktis bagi petani tambak, terutama di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak, untuk mendeteksi kualitas air secara akurat sesuai kebutuhan. Dengan alat ini, petani dapat memeriksa parameter kualitas air seperti pH, suhu, dan TDS dengan hasil pengukuran yang terukur secara numerik, sehingga tidak lagi mengandalkan pengamatan langsung atau perkiraan mata. Hal ini mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan efisien dalam pengelolaan tambak. Berikut adalah dampak implementasi sistem dalam beberapa aspek utama:

5.2.1 Bidang Teknologi

Sistem ini menunjukkan bagaimana teknologi modern dapat diadaptasi untuk mendukung sektor akuakultur. Penggunaan perangkat IoT seperti ESP32 memungkinkan alat ini menjadi lebih portabel dan efisien. Dengan kemampuan untuk membaca parameter kualitas air yang akurat melalui sensor pH, suhu, dan TDS, alat ini memanfaatkan teknologi pengolahan data untuk memberikan hasil pengukuran yang cepat dan tepat. Dampak lainnya adalah kemudahan integrasi alat

ini dengan perangkat lain seperti smartphone atau komputer, memberikan fleksibilitas kepada petani untuk menyimpan dan menganalisis data lebih lanjut. Selain itu, pengembangan alat ini juga membuka peluang bagi inovasi lanjutan di bidang teknologi IoT, khususnya dalam perikanan, dengan potensi untuk menambahkan fitur seperti penyimpanan cloud atau notifikasi otomatis.

5.2.2 Bidang Sosial

Secara sosial, sistem ini memberikan dampak yang signifikan terhadap kesejahteraan petani tambak. Dengan alat ini, petani tidak lagi perlu mengandalkan pengamatan visual atau perkiraan subjektif untuk menilai kondisi air. Data yang terukur memberikan rasa percaya diri yang lebih besar kepada petani dalam mengambil langkah perbaikan atau penyesuaian, seperti mengganti air tambak atau menambahkan bahan kimia untuk menjaga keseimbangan parameter.

Selain itu, alat ini juga membantu meningkatkan kesadaran masyarakat sekitar akan pentingnya kualitas air dalam keberhasilan budidaya tambak. Petani dapat berbagi pengalaman dan data mereka dengan komunitas lain, mendorong terciptanya budaya pengelolaan tambak yang lebih baik di daerah mereka.

5.2.3 Bidang Ekonomi

Dari segi ekonomi, dampak positif implementasi sistem ini cukup terasa. Alat ini membantu petani menghemat biaya operasional karena tidak perlu lagi menyewa jasa pengukuran manual atau membeli alat pabrikan yang lebih mahal. Biaya awal untuk memproduksi alat ini mungkin relatif tinggi, namun investasi tersebut sebanding dengan manfaat jangka panjang yang diperoleh, seperti peningkatan hasil panen dan pengurangan kerugian akibat kualitas air yang buruk. Selain itu, sistem ini juga memiliki potensi untuk menjadi produk komersial yang dapat dipasarkan ke petani tambak lainnya, baik di tingkat lokal maupun nasional. Hal ini membuka peluang ekonomi baru, khususnya bagi pengembang teknologi dan sektor pendukungnya.

5.2.4 Bidang Lingkungan

Implementasi sistem ini juga berdampak positif pada lingkungan. Dengan pemantauan kualitas air yang lebih akurat, risiko pencemaran lingkungan akibat air tambak yang tidak terkelola dapat diminimalkan. Misalnya, parameter TDS yang tinggi dapat dideteksi lebih awal, sehingga tindakan pencegahan dapat segera dilakukan untuk mencegah kerusakan ekosistem sekitar.

Selain itu, alat ini membantu mengurangi pemborosan sumber daya air. Dengan mengetahui kondisi air tambak secara pasti, petani hanya akan mengganti air ketika diperlukan, sehingga menghemat penggunaan air bersih. Pengurangan limbah manual juga menjadi keuntungan tambahan, karena data hasil pengukuran dapat disimpan dalam bentuk digital tanpa perlu mencatat secara manual.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah menyelesaikan tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pendeteksi kualitas air tambak berbasis IoT di Desa Karangrejo, Kabupaten Demak, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:

1. Perancangan sistem dilakukan dengan mengacu pada spesifikasi masalah dan batasan yang telah ditentukan. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi parameter pH, suhu, dan TDS menggunakan teknologi IoT yang bersifat portable, sehingga dapat digunakan sesuai kebutuhan tanpa harus melakukan pengukuran manual yang memakan waktu.
2. Proses perancangan alat ini mengalami beberapa penyesuaian selama tahap implementasi. Penambahan sensor suhu dilakukan untuk melengkapi parameter kualitas air yang sebelumnya hanya mencakup pH dan TDS, sehingga pengukuran menjadi lebih komprehensif. Pemilihan komponen juga disesuaikan, seperti penggunaan baterai yang mendukung portabilitas alat, sehingga dapat dioperasikan dengan fleksibilitas lebih tinggi tanpa bergantung pada sumber daya listrik langsung.
3. Berdasarkan hasil uji coba, sistem ini menunjukkan tingkat akurasi yang baik dalam mengukur parameter kualitas air. Untuk parameter pH, sistem mencatat error sebesar 1,22% dengan tingkat akurasi mencapai 98,78%. Pada pengukuran suhu, error sebesar 1,73% dicatat dengan akurasi 98,27%, sementara untuk parameter TDS, error tercatat sebesar 3,10% dengan tingkat akurasi 96,90%. Nilai-nilai pengukuran ini berada dalam kisaran yang sesuai dengan standar kualitas air untuk budidaya tambak sebagaimana diatur dalam PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II), sehingga sistem ini dapat diandalkan untuk kebutuhan pengelolaan tambak.
4. Dampak implementasi sistem ini dirasakan dalam berbagai bidang. Dalam bidang teknologi, sistem ini menggunakan komponen berbasis IoT yang memungkinkan pengukuran lebih akurat dan efisien dibandingkan metode manual. Dari sisi sosial, alat ini memberikan kemudahan bagi petani tambak dalam mengelola kualitas air tanpa bergantung pada pengamatan visual semata. Secara ekonomi, sistem ini membantu mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang dengan meminimalkan kerugian akibat kualitas air yang buruk. Sementara itu, dalam bidang lingkungan, sistem ini mendukung pengelolaan sumber daya air yang lebih baik dan membantu menjaga keseimbangan ekosistem tambak.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian, pengujian data, dan analisis yang telah dilakukan, berikut adalah saran untuk pengembangan sistem agar lebih baik di masa mendatang:

1. Buzzer masih mengalami kendala, yaitu berbunyi terus-menerus meskipun kondisi alat dalam keadaan normal. Perlu dilakukan perbaikan dalam sistem kendali buzzer agar hanya aktif ketika benar-benar terjadi kondisi yang memerlukan peringatan.
2. Sistem saat ini masih bersifat portable dan digunakan sesuai kebutuhan. Jika sistem akan dikembangkan untuk pemantauan secara real-time dan terus-menerus di tambak, maka perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut, seperti optimalisasi daya, peningkatan ketahanan perangkat terhadap lingkungan, serta integrasi dengan sistem pemantauan berbasis cloud yang lebih stabil.
3. Alat ini tidak dilengkapi dengan indikator baterai, sehingga pengguna tidak dapat mengetahui kondisi daya secara langsung. Perlu ditambahkan indikator baterai agar pengguna dapat memantau sisa daya dan melakukan pengisian ulang tepat waktu.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. N. Hidayah, "Jumlah Produksi Perikanan Indonesia Dalam Satu Dekade Terakhir," <https://data.goodstats.id/>, 2022.
<https://data.goodstats.id/statistic/jumlah-produksi-perikanan-indonesia-dalam-satu-dekade-terakhir-QXYsV> (accessed Oct. 10, 2024).
- [2] R. Suharda, "Standar pH Air pada Kolam Tambak," *ISW Group*.
<https://www.isw.co.id/post/2016/05/03/standar-ph-air-pada-kolam-tambak> (accessed Nov. 13, 2024).
- [3] R. Makmur, Suwoyo, Hidayat Suryanto Fahrur, Mat Syah, "Pengaruh Jumlah titik Aerisasi Pada Budidaya Udang Vaname," *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 10, no. 3, pp. 727–738, 2018, doi: 10.29244/jitkt.v10i3.24999.
- [4] H. L. Ahmad Ilham Farabi, "Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT . BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur Water Quality Management in Rating Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at UPT . BAPL (Brackish and Se," *J. Ris. Perikan. DAN Kelaut.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–13, 2023.
- [5] A. Riyanto, "TDS Tinggi Pengaruhi pH air pada Tambak," *ISW GROUP*, 2019. <https://www.isw.co.id/post/2019/10/17/tds-tinggi-pengaruh-pH-air-pada-tambak> (accessed Nov. 15, 2024).
- [6] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air," *Peratur. Pemerintah tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendali. Pencemaran Air*, pp. 1–22, 2001.
- [7] Rahadithia Prayudha, "Sistem Pendeteksi Kualitas Air Bersih Menggunakan Sensor Ph Dan Sensor Tds Berbasis Mobile," *Univ. Islam Negeri Syarif Hidayatullah*, p. 110, 2020, [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/53774>
- [8] R. Utami and M. Mufti, Alfatirta Rizki, "Sistem kendali dan pemantau kualitas air tambak udang berbasis salinitas, suhu, dan ph air," *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 43–48, 2023.
- [9] M. Chairi and T. Multa, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air pada Tambak Udang Berbasis IoT," vol. 13, pp. 82–86, 2024.
- [10] D. Novenpa, Nuvreila, "Alat Pendeteksi Kualitas Air Portable dengan Parameter pH, TDS dan Suhu Berbasis Arduino UNO," *Inov. Fis. Indones.*, vol. 9, no. 2, pp. 85–92, 2020, doi: 10.26740/ifi.v9n2.p85-92.
- [11] R. Putra, "Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Ait Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 7, no. 2, pp. 69–74, 2020, doi: 10.21107/triac.v7i2.8148.
- [12] Pratama and F. Zuska, "Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Melalui Budidaya Tambak Udang Di Desa Tapak Kuda Kecamatan Tanjung Pura," *Aceh Anthropol. J.*, vol. 6, no. 1, p. 73, 2022, doi: 10.29103/aaj.v6i1.6121.
- [13] A. Putra *et al.*, "Analisis Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Intensif," *J. Perikan. Unram*, vol. 13, no. 3,

- pp. 871–878, 2024, doi: 10.29303/jp.v13i3.569.
- [14] H. Pratama, C. Kartiko, Ramadhan, and A. Prasetiadi, “Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan NodeMCU, Firebase, dan Flutter,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 102–114, 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i1.2365.
 - [15] T. Suryana, “Mengirim Data Hasil Pengukuran Humidity dan Temperature Sensor DHT11 dengan Arduino UNO WiFi R3 ATmega328P ESP8266,” *Unikom*, 2021.
 - [16] W. Davy, “Gravity: Analog pH Sensor,” https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_pH_Sensor_Meter_Kit_V2_SKU_SEN0161-V2#top. 2022.
 - [17] G. A. Saputra, “Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502C,” 2020.
 - [18] M. N. P. Ma’ady, “Pembuatan Sistem Monitoring Suhu, Ph, Tds, Do, Amonia Dan Nitrit Air Kolam Bagi Umkm Fullobster Surabaya Berbasis Machine Learning,” *J. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 9, no. 3, pp. 249–254, 2022, doi: 10.32699/ppkm.v9i3.3173.
 - [19] R. R. Maulana, “Kontroling dan monitoring tds,” 2023.
 - [20] Johnrington, “Gravity: Analog TDS Sensor/ Meter for Arduino.” 2023. [Online]. Available: https://www.dfrobot.com/product-1662.html?srsItd=AfmBOopwo863PN_bXDjFmMnU8AC6aRQQkMLzvmdjygGYdsftXiBYXvUO
 - [21] Alwansyah and A. Fahrurrozi, “Implementasi Internet of Thing (Iot) Sistem Monitoring Kualitas Air Shrimp Farming Vaname Pada Aplikasi Berbasis Android,” *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 29, no. 1, pp. 71–85, 2024, doi: 10.35760/tr.2024.v29i1.11227.
 - [22] S. M. Gylbert H.N Simatupang., Tulung, Novi MSherwin R.U.A. Sompie, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Melalui Ekhalasi Menggunakan Sensor TGS2620 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO,” vol. 4, no. 7, pp. 15–24, 2015.
 - [23] G. Energy, “Before Installation Device Setup.” pp. 1–6. [Online]. Available: [chrome-extension://efaidnbmninnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://downloads.greystoneenergy.com/Install Notes/IN-GE-GTAIXXX.pdf](chrome-extension://efaidnbmninnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://downloads.greystoneenergy.com/Install%20Notes/IN-GE-GTAIXXX.pdf)
 - [24] GreenPhoenix, “Gravity: Analog Signal Isolator.” [Online]. Available: <https://www.dfrobot.com/product-1621.html>
 - [25] Y. S. Handayani and A. Kurniawan, “Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis SMS (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah Menggunakan Arduino,” *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 34–41, 2020, doi: 10.33369/jamplifier.v10i2.15330.
 - [26] Datasheet, “Arduino Uno R3 Datasheet,” vol. 328. p. 6, 2015. [Online]. Available: <chrome-extension://efaidnbmninnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>
 - [27] E. Systems, “ESP8266EX Datasheet Version 7.0,” *Espressif Systems*, vol. 7.0. p. 2, 2023. [Online]. Available:

- https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
- [28] Maxim integrated, “DS18B20 Programmable Resolution 1,” vol. 92. pp. 1–20, 2019.
- [29] Handson Technology, “I2C Serial Interface 1602 LCD Module,” *User Guide*. pp. 1–8, 2021. [Online]. Available: https://www.handsontec.com/dataspecs/module/I2C_1602_LCD.pdf
- [30] F. Arduino, “Arus Maksimum LCD dengan ransel I2C,” *forum.arduino.cc*. <https://forum.arduino.cc/t/max-current-lcd-with-i2c-backpack/514028>
- [31] plazakamera, “Smartools Powerbatt Rechargeable Battery 9V,” <https://plazakamera.com/>. <https://plazakamera.com/shop/smartools-powerbatt-rechargeable-battery-9v/>
- [32] A. Fajar Ramadhan, A. Naufal Fikriy Syafei, and D. Sirajuddin Muzakki, “Studi Analisis Efisiensi Penggunaan Baterai Di Gas Insulated Substation Waru,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 0–5, 2024.

