



TUGAS AKHIR - EC184801

**VISUALISASI DATA PADA SISTEM MONITORING
KOLAM TAMBAK UDANG BERDASARKAN SUHU, PH,
DAN DO (*DISSOLVED OXYGEN*) BERBASIS IOT**

Retno Wulandari
NRP 07211640000003

Dosen Pembimbing
Ahmad Zaini, S.T., M.Sc.
Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.

DEPATERMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EC184801

**VISUALISASI DATA PADA SISTEM MONITORING
KOLAM TAMBAK UDANG BERDASARKAN SUHU, PH,
DAN DO (*DISSOLVED OXYGEN*) BERBASIS IOT**

Retno Wulandari
NRP 07211640000003

Dosen Pembimbing
Ahmad Zaini, S.T., M.Sc.
Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.

DEPATERMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - EC184801

**DATA VISUALIZATION ON SHRIMP POND
MONITORING SYSTEM BASED ON TEMPERATURE, PH,
AND DO (DISSOLVED OXYGEN) WITH IOT**

Retno Wulandari
NRP 07211640000003

Advisors
Ahmad Zaini, S.T., M.Sc.
Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.

Departement of Computer Engineering
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Visualisasi Data pada Sistem Monitoring Kolam Tambak Udang Berdasarkan Suhu, PH, dan DO (*Dissolved Oxygen*) Berbasis IoT**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2020

Retno Wulandari
NRP. 07211640000003

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

VISUALISASI DATA PADA SISTEM MONITORING KOLAM TAMBAK UDANG BERDASARKAN SUHU, PH, DAN DO (DISSOLVED OXYGEN) BERBASIS IOT

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Retno Wulandari (NRP: 0721 16 4000 0003)

Tanggal Ujian : 8 Juli 2020

Periode Wisuda : September 2020

Disetujui oleh:

Ahmad Zaini, S.T., M.Sc.
NIP. 19750419 200212 1 003

(Pembimbing I)

Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.
NIP. 19801219 200501 2 001

(Pembimbing II)

Arief Kurniawan, ST., MT.
NIP. 19740907 200212 1 001

(Penguji I)

Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
NIP. 19700313 199512 1 001

(Penguji II)

Prof. Dr. Ir Yoyon Kusnendar Suprpto, MSc.
NIP. 19540925 197803 1 001

(Penguji III)



Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.
NIP. 19700313 199512 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

- Nama Mahasiswa : Retno Wulandari
Judul Tugas Akhir : Visualisasi Data pada Sistem Monitoring Kolam Tambak Udang Berdasarkan Suhu, PH, dan DO (*Dissolved Oxygen*) Berbasis IoT
Pembimbing : 1. Ahmad Zaini, S.T., M.Sc.
2. Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.

Kualitas air merupakan faktor utama yang menjadi penentu kelangsungan hidup udang yang juga akan berpengaruh terhadap produksi udang. Di dalam air terdapat kandungan-kandungan yang bermanfaat sekaligus berbahaya bagi hidup udang. Untuk mengetahui kandungan-kandungan yang terdapat pada air di kolam udang, telah banyak dilakukan pengembangan terhadap perangkat untuk memantau keadaan air di kolam udang. Sebelumnya telah dikembangkan sebuah sistem monitoring berupa aplikasi untuk melakukan monitoring pada tambak. Namun sistem monitoring yang dikembangkan hanya mampu mendeteksi nilai pada suatu titik sehingga belum bisa melihat keadaan kolam secara menyeluruh. Oleh karena itu, pada penelitian Tugas Akhir ini dikembangkan sistem untuk monitoring keadaan kolam tambak secara menyeluruh kemudian memvisualisasikan hasil monitoring ke dalam sebuah aplikasi. Penelitian ini dilakukan dengan meletakkan sensor pada beberapa titik yang telah disusun. Kemudian setiap susunan akan mengirimkan data ke dalam *database* untuk disimpan hingga akhirnya diolah kemudian ditampilkan ke dalam aplikasi. Aplikasi yang dibuat telah mampu menampilkan monitoring kolam ke dalam enam bagian dengan masing-masing parameter. Dari hasil pengujian didapatkan akurasi alat dari proses kalibrasi sebesar 95.21676% untuk sensor suhu dan 99.79013% untuk sensor pH. Selain itu penggunaan kabel panjang pada pengujian mendapatkan akurasi sebesar 99.38381% untuk sensor suhu dan 99.90461% untuk sensor pH.

Kata Kunci : Tambak Udang, Visualisasi Pemetaan Kolam, Monitoring Kualitas Air, IoT

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Retno Wulandari
Title : *Data Visualization on Shrimp Pond Monitoring System Based on Temperature, pH, and DO (Dissolved Oxygen) with IoT*
Advisors : 1. Ahmad Zaini, S.T., M.Sc.
2. Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc.

Water quality is a major factor determining the survival of shrimp which will also affect shrimp production. In the water there are contents that are both beneficial and harmful to shrimp life. To find out the contents contained in the water in shrimp ponds, many developments have been made to the device to monitor the state of water in shrimp ponds. Previously, a monitoring system had been developed in the form of an application to monitor ponds. However, the monitoring system that was developed was only able to detect a value at a point so that it could not see the overall state of the pond. Therefore, in this final project research was developed a system for monitoring the condition of ponds as a whole and then visualizing the results of monitoring into an application. This research was conducted by placing sensors at several points that have been arranged. Then each arrangement will send data into the database to be stored until finally processed and then displayed into the application. The application made has been able to display monitoring ponds into six sections with each parameter. From the test results obtained by the accuracy of the calibration tool of 95.21676% for temperature sensors and 99.79013% for pH sensors. In addition, the use of long cables in testing get an accuracy of 99.38381% for temperature sensors and 99.90461% for pH sensors.

Keywords : *Shrimp Pond, Visualization of Pool Mapping, Water Quality Monitoring, IoT*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul **Visualisasi Data pada Sistem Monitoring Kolam Tambak Udang Berdasarkan Suhu, PH, dan DO (*Dissolved Oxygen*) Berbasis IoT**.

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer FTEIC ITS, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun materi sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Dr. Supeno Mardi Susiki, S.T., M.T selaku Kepala Departemen Teknik Komputer FTEIC.
3. Kedua dosen pembimbing, Bapak Ahmad Zaini, S.T., M.Sc. dan Ibu Dr. Diah Puspito Wulandari, S.T., M.Sc. yang telah memberikan arahan serta dukungan dalam pengerjaan penelitian ini.
4. Bapak Ibu dosen pengajar serta Karyawan Departemen Teknik Komputer, atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Orang-orang hebat yang mendampingi dan membantu baik secara materi dan dukungan lain dalam pengerjaan penelitian di masa Pandemi ini.
6. Dan teman-teman seperjuangan Teknik Komputer, ITS'56, terima kasih atas semuanya.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin.

Surabaya, Juni 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
NOMENKLATUR	xv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Penunjang	5
2.1.1 Akuakultur	5
2.1.2 <i>Internet of Things</i> (IoT)	8
2.1.3 OneWire Temperature Sensor DS18B20	9
2.1.4 Analog pH Sensor	10
2.1.5 Analog <i>Dissolved Oxygen</i> Sensor	11
2.1.6 Arduino Mega 2560	13
2.1.7 Visualisasi	14
2.1.8 NodeMCU ESP8266	14
2.1.9 Aplikasi <i>User Interface</i> berbasis <i>mobile</i>	16
2.2 Penelitian Terkait	16
2.2.1 Sistem Monitoring <i>Online</i> Kualitas Air Akuakultur untuk Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Berbasis Android	16

2.2.2	Sistem Monitoring Kualitas Air di Tambak Udang Vaname	17
2.2.3	Perubahan Kandungan Ammonia, Nitrit dan Nitrat dalam Air Tambak pada Model Budidaya Udang Windu dengan Rumput Laut <i>Sargassum plagyophillum</i> dan Ekstraknya . .	18
2.2.4	Analisis Komparasi Sumber Air yang Berbeda dalam Pengelolaan Tambak Terhadap Hasil Produksi Udang Vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	18
2.2.5	Pengaruh Pengelolaan Kualitas Air Terhadap Tingkat Kelulushidupan dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname <i>Litopenaeus vannamei</i> di PT. Indokor Bangun Desa, Yogyakarta	18
2.2.6	<i>Design of Low-Cost Autonomous Water Quality Monitoring System</i>	19
3	DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	21
3.1	Desain Sistem	21
3.2	Akuisisi Data	22
3.2.1	<i>Layout Mapping</i> Sensor	23
3.2.2	Desain Alat	26
3.2.3	Pengambilan Data	28
3.3	<i>Database</i>	29
3.4	Aplikasi <i>Mobile</i>	31
4	PENGUJIAN DAN ANALISIS	51
4.1	Pengujian Alat	51
4.1.1	Pengambilan Data Sensor Suhu	51
4.1.2	Pengambilan Data Sensor pH	54
4.1.3	Pengambilan Data Sensor DO	56
4.1.4	Pengaruh Panjang Kabel terhadap Pengiriman Data	59
4.2	Kalibrasi Sensor Suhu dan pH	61
4.3	Pengujian Aplikasi	63
4.3.1	Penambahan Bentuk Lokasi yang Disimpan .	64

5 PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73
Biografi Penulis	77

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

2.1	Udang Vaname [1]	6
2.2	Ilustrasi <i>Internet of Things</i> [2]	8
2.3	OneWire <i>Temperature</i> Sensor DS18B20	9
2.4	Analog pH Sensor Kit	10
2.5	Analog <i>Dissolved Oxygen</i> Sensor Kit [3]	12
2.6	Arduino Mega 2560 [4]	13
2.7	NodeMCU ESP8266	15
2.8	Tampilan aplikasi pada penelitian terkait [5]	17
3.1	Sistem Keseluruhan	21
3.2	Keadaan Kolam Sesungguhnya	22
3.3	<i>Layout</i> Kolam	23
3.4	Desain <i>Mapping</i> Sensor pada Kolam	24
3.5	Visualisasi Tampak Atas Penempatan Alat pada Kolam	25
3.6	Visualisasi Tampak Samping Penempatan Alat pada Kolam	25
3.7	Visualisasi Detail Penempatan Alat pada Kolam . .	25
3.8	Rangkaian Desain Alat	26
3.9	<i>Packaging</i> Alat	27
3.10	Alur Pengiriman Data	28
3.11	<i>Flowchart</i> Pengolahan Data	28
3.12	Desain <i>Database</i> Tambak	30
3.13	<i>Flowdiagram</i> Penggunaan Aplikasi (1)	31
3.14	<i>Flowdiagram</i> Penggunaan Aplikasi (2)	32
3.15	Tampilan Halaman <i>Login</i>	33
3.16	Tampilan Halaman Registrasi	34
3.17	Tampilan Gagal <i>Login</i>	35
3.18	Tampilan Halaman Setelah Berhasil Login	36
3.19	Tampilan Halaman Setelah Memilih Tambak	37
3.20	Tampilan Halaman Utama	38
3.21	Tampilan Halaman Utama Saat Tidak Ada Data . .	39
3.22	Tampilan Halaman Tren	40
3.23	Tampilan Halaman Tren Saat Data Kosong	41
3.24	Tampilan Detail dari 3 Parameter	42
3.25	Tampilan Halaman Peta	43

3.26	Tampilan Halaman Parameter Tidak Normal	44
3.27	Tampilan Halaman Tanpa Sensor	45
3.28	Tampilan Halaman Pengaturan	46
3.29	Tampilan Konfirmasi Hapus Riwayat Monitoring	47
3.30	Tampilan Konfirmasi <i>Logout</i>	49
3.31	Tampilan Bantuan pada Halaman Pengaturan	50
4.1	Grafik Hasil Percobaan Air Dingin	53
4.2	Grafik Hasil Percobaan Air Panas	54
4.3	Grafik Hasil Percobaan Sensor pH	56
4.4	Grafik Hasil Percobaan Sensor DO	58
4.5	Grafik Regresi Sensor Suhu	62
4.6	Grafik Regresi Sensor pH	62
4.7	Keadaan Keseluruhan Kolam	65
4.8	Perbandingan Waktu dari Data yang ditampilkan	67
4.9	Halaman menampilkan 6 titik sensor	68
4.10	Tampilan Awal Fitur <i>Location Picker</i>	69

DAFTAR TABEL

2.1	Persyaratan Kualitas Air Pemeliharaan	7
2.2	Spesifikasi OneWire <i>Temperature</i> Sensor DS18B20	10
2.3	Spesifikasi Analog pH Sensor	11
2.4	Spesifikasi Analog DO Sensor	12
2.5	Spesifikasi Arduino Mega 2560	14
2.6	Spesifikasi NodeMCU ESP8266	15
2.7	Spesifikasi Sensor pada Penelitian Terkait	19
4.1	Hasil Pengujian Sensor Suhu	52
4.2	Hasil Pengujian Sensor pH	55
4.3	Hasil Pengujian Sensor DO	57
4.4	Hasil Pengujian Sensor dengan Panjang Kabel Berbeda	60
4.5	Hasil Pengujian Sistem	63
4.6	Hasil Pembaharuan Bentuk Lokasi yang Disimpan	65
4.6	Hasil Pembaharuan Bentuk Lokasi yang Disimpan	66

Halaman ini sengaja dikosongkan

NOMENKLATUR

- y : Variabel dependen
- x : Variabel independen
- a : Koefisien regresi
- C : Celcius
- DO : *Dissolved Oxygen* (mg/L)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

Penelitian ini di latar belakang oleh berbagai kondisi yang menjadi acuan. Selain itu juga terdapat beberapa permasalahan yang akan dijawab sebagai luaran dari penelitian.

1.1 Latar belakang

Indonesia memiliki potensi sumber daya perairan yang sangat besar. Hal ini dapat dilihat dari data produksi perikanan milik Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, bahwa total produksi perikanan nasional mencapai angka 23,26 juta ton pada tahun 2016 hingga 2017 dengan rincian perikanan tangkap sebanyak 6,04 juta ton dan perikanan budidaya mencapai 17,22 juta ton [6]. Hingga tahun 2018 tercatat sebanyak 258 jumlah perusahaan budidaya berdasarkan jenis budidayanya [7]. Jenis budidaya yang dimaksud adalah budidaya tambak, budidaya pembenihan, budidaya air tawar, dan budidaya air laut dengan perusahaan terbanyak adalah budidaya tambak.

Tambak sendiri merupakan kolam buatan yang biasanya terletak di dekat sumber air seperti pantai ataupun sungai dengan tujuan agar mudah mendapatkan air untuk pengisian kolam. Namun bisa juga menggunakan sumber air yang lain seperti air bor. Komoditas yang bisa dibudidayakan di tambak beraneka ragam, seperti ikan bandeng, ikan lele, kepiting, kerang, dan juga udang. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa udang merupakan komoditas terbesar untuk keperluan ekspor, sedangkan komoditas lain masih berada di bawahnya.

Dari data Badan Pusat Statistik (BPS) yang diolah oleh Ditjen PDS-KKP juga diketahui bahwa nilai ekspor komoditas perikanan pada tahun 2012-2017 mengalami kenaikan dan penurunan yang cukup signifikan [6]. Pada tahun 2012 hingga 2014 komoditas ekspor mengalami kenaikan yang cukup stabil, kemudian dari tahun 2014 ke tahun 2015 komoditas ekspor sempat mengalami penurunan yang cukup besar namun kembali menunjukkan kenaikan angka pada tahun tahun berikutnya.

Data tersebut menunjukkan bahwa produksi komoditas tidak selalu meningkat di setiap tahunnya. Penurunan produksi yang terjadi dapat diakibatkan oleh kondisi-kondisi di sekitar tempat budidaya komoditas tersebut. Baik dari faktor alam maupun faktor manusia, keduanya dapat memengaruhi proses produksi komoditas sehingga dapat terjadi peningkatan ataupun penurunan. Dari faktor alam cukup banyak kondisi yang dapat memengaruhi proses produksi, misalnya akibat dari respirasi tumbuhan di sekitar tambak pada malam hari menyebabkan karbon dioksida meningkat sehingga kadar oksigen dalam air mengalami penurunan yang cukup drastis. Kemudian keadaan pH yang dapat berubah-ubah dikarenakan faktor sisa pakan serta gas alam yang dapat berubah pada saat-saat tertentu. Hal ini dapat menimbulkan racun yang bisa masuk ke dalam tubuh komoditas. Serta masalah-masalah lain yang bisa timbul. Dari kondisi tersebut pembudidaya tidak selalu bisa memantau kolamnya secara langsung dan terus menerus. Ada waktu ketika pembudidaya tidak mengetahui bagaimana keadaan kolamnya secara nyata. Dalam hal tersebut, jika terjadi keadaan darurat yang terlewat maka akan mengakibatkan kerugian bagi pembudidaya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut telah banyak dilakukan penelitian seperti penerapan teknologi IoT (*Internet of Things*). IoT atau *Internet of Things* pada dasarnya merupakan konsep dimana sebuah perangkat memungkinkan untuk dapat terhubung dengan perangkat lain melalui jaringan internet [8]. Implementasinya berupa sistem monitoring untuk memantau kualitas air menggunakan aplikasi berbasis android dengan menampilkan nilai hasil pembacaan sensor yang diletakkan pada kolam atau tambak tempat budidaya. Dari penelitian yang ada, dirasa masih belum memberikan hasil yang terlalu maksimal karena belum bisa mengetahui keadaan kolam secara keseluruhan. Oleh karena itu perlu dibuat sebuah sistem monitoring dengan harapan agar dapat mengetahui kondisi kolam secara keseluruhan.

1.2 Permasalahan

Adapun permasalahan yang ditemukan saat ini adalah belum adanya sistem yang dapat menggambarkan kondisi suatu kolam ke

dalam beberapa bagian atau secara keseluruhan, sehingga kualitas dan kuantitas produksi udang menjadi kurang maksimal.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah membuat sistem monitoring terhadap beberapa bagian kolam kemudian mengolah data dan memvisualisasikan ke dalam sebuah aplikasi sehingga lebih mudah dipahami dalam melakukan monitoring.

1.4 Batasan masalah

Batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kolam yang menjadi objek penelitian adalah kolam udang pada tambak semi intensif di wilayah Sidoarjo, yaitu Tambak Penelitian dan Percontohan Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo.
2. Kolam yang akan diambil datanya adalah satu kolam udang vaname dengan ukuran 27,6m x 19,7m. Kemudian dibagi menjadi dua belas petak luasan.
3. Penelitian akan lebih fokus pada visualisasi data yang dihasilkan.
4. Visualisasi akan dilakukan menggunakan *mobile application*.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian Tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu:

1. BAB I Pendahuluan : Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan dan metodologi penelitian.
2. BAB II Dasar Teori : Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori serta penelitian terkait yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu teori tentang Akuakultur, Aplikasi *mobile*, dan setiap

komponen penyusunan perangkat.

3. BAB III Perancangan Sistem dan Impementasi : Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan dan langkah-langkah data diolah hingga menghasilkan visualisasi. Guna mendukung eksperimen pada penelitian ini, digunakanlah blok diagram atau *work flow* agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.
4. BAB IV Pengujian dan Analisa : Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap data dan analisisnya. Beberapa teknik visualisasi akan ditunjukkan hasilnya pada bab ini dan dilakukan analisa terhadap hasil visualisasi dan informasi yang didapat dari hasil mengamati visualisasi yang tersaji.
5. BAB V Penutup : Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Demi mendukung penelitian ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang dan penelitian terkait sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini menjadi lebih terarah.

2.1 Teori Penunjang

Dalam penelitian tugas akhir ini juga dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan adanya teori pendukung ini diharapkan penelitian tugas akhir akan menjadi lebih terarah.

2.1.1 Akuakultur

Akuakultur berasal dari kata akua (*aqua*) dan kultur (*culture*). Akua yang memiliki arti air dan kultur yang berarti pemeliharaan dapat dimaknai sebagai pemeliharaan di dalam air. Akuakultur merupakan upaya produksi biota atau organisme perairan melalui penerapan teknik domestikasi (membuat kondisi lingkungan yang mirip dengan habitat asli organisme yang dibudidayakan) yang kemudian digunakan untuk penumbuhan hingga pengelolaan usaha yang berorientasi ekonomi. Secara sederhana, akuakultur dapat diartikan sebagai budidaya perairan, yaitu segala sesuatu yang berhubungan dengan organisme air dan cara pemeliharaannya. Akuakultur tidak hanya berorientasi pada aspek ekonomi, namun terdapat beberapa tujuan lain diantaranya untuk menjaga siklus hidup di alam, untuk produksi umpan hidup, untuk kegiatan rekreasi dan edukasi, serta berbagai tujuan lainnya.

Akuakultur atau budidaya perairan terdiri atas berbagai jenis, yaitu budidaya air laut, budidaya air tawar, budidaya pembenihan, serta budidaya tambak. Perbedaan jenis budidaya dikategorikan berdasarkan komoditas yang akan dibudidayakan. Pada budidaya tambak misalnya, terdapat berbagai macam biota yang dapat dibudidayakan seperti udang, ikan air tawar, kepiting, udang, dan biota lain tergantung pada sumber air yang digunakan juga. Secara umum sumber air untuk tambak bisa berasal dari mana saja di

antaranya air laut, air sungai, dan juga air bor.

Dalam pengelolaan tambak, terdapat tiga sistem yang dapat diterapkan, yaitu intensif, semiintensif, dan tradisional. Sistem intensif adalah pemeliharaan yang dilakukan secara langsung dan terus dipantau keadaan tambak dan komoditas di dalamnya. Sistem semi intensif adalah pemeliharaan yang dilakukan secara separuh-separuh, sehingga tidak ada pemantauan setiap saat dan masih bergantung dengan keadaan alam. Sistem tradisional, pembudidaya bergantung secara penuh terhadap keadaan alam. Pada umumnya, pembudidaya di Indonesia menggunakan sistem semi intensif untuk mengelola tambaknya.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), diketahui bahwa komoditas ekspor tertinggi adalah udang. Udang terdiri atas berbagai jenis dan karakteristik, namun saat ini para pembudidaya lebih bergerak dalam pembudidayaan udang Vaname. Wujud dari udang Vaname dapat dilihat seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1: Udang Vaname [1]

Secara internasional dalam dunia perdagangan, udang Vaname dikenal sebagai *White Leg Shrimp* atau *Western White Shrimp* atau

Pacific *White Leg Shrimp*. Di Indonesia dikenal sebagai udang Vaname atau Vannamei atau udang kaki putih. Secara ilmiah, udang Vaname menyandang nama ilmiah *Litopenaeus vannamei* [9].

Udang Vaname adalah salah satu jenis udang yang memiliki banyak kelebihan seperti tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan, tahan terhadap penyakit, siklus hidup yang relatif pendek, dan dapat hidup di kolam yang padat tebaranya cukup tinggi. Hal tersebut akan lebih menguntungkan untuk para pembudidaya.

Meskipun memiliki banyak kelebihan, namun faktor seperti luas lahan, pakan, padat tebar dan kualitas air masih sangat berpengaruh dalam proses hidup udang. Salah satu faktor pentingnya adalah kualitas air. Kualitas air berperan untuk menjamin periode hidup udang yang sehat saat budidaya (biasanya 100 hari untuk tipe udang Vaname). Kualitas air untuk kegiatan akuakultur dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya suhu, pH, konduktivitas dan *Dissolved Oxygen* (DO) [9]. Persyaratan air untuk pemeliharaan udang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Persyaratan Kualitas Air Pemeliharaan

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Suhu	C	28 - 33
2	Salinitas	g/L	30 - 33
3	pH	-	7,5 - 8,5
4	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	>4,0
5	Alkalinitas	mg/L	100 - 150
6	Bahan organik total	mg/L	<90
7	Amoniak	mg/L	<0,1
8	Ketinggian air	cm	>80

Pada Tabel 2.1 dapat diketahui beberapa nilai sebagai persyaratan agar udang dapat hidup dan tumbuh dengan maksimal. Dengan *range* yang sudah ditentukan, udang diharapkan mencapai kualitas yang baik. Jika salah satu atau beberapa nilai tidak sesuai dengan *range tersebut*, udang bisa saja mengalami gangguan saat pertumbuhan dan berakibat pada panen.

2.1.2 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things atau IoT pada dasarnya merupakan konsep dimana sebuah perangkat memungkinkan untuk dapat terhubung dengan perangkat lain melalui jaringan internet. Terhubungnya perangkat dengan internet akan memudahkan dalam dalam pengendalian dan monitoring sistem yang dibuat. IoT terdiri atas perangkat berbasis web yang memiliki kemampuan untuk merekam, mengirim, dan bertindak atas data yang diperoleh dari lingkungan sekitarnya dengan bantuan perangkat tanam seperti sensor, prosesor, maupun perangkat komunikasi [8]. Ilustrasi IoT dapat dilihat pada pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Ilustrasi *Internet of Things* [2]

Seperti terlihat pada Gambar 2.2, IoT memiliki kemampuan berbagi data yang membuat IoT banyak dimanfaatkan sebagai *remote control*. IoT dapat diterapkan di berbagai sektor karena mengandalkan jaringan komunikasi internet dengan teknologi nirkabel. IoT bekerja menggunakan program yang akan menghasilkan interaksi dengan mesin secara otomatis. Sehingga terjadilah proses interaksi alat dengan alat. Dalam hal ini manusia hanya akan bekerja sebagai pengawas serta pengatur alat-alat tersebut.

2.1.3 OneWire Temperature Sensor DS18B20

Sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20 karena bersifat *waterproof* atau tahan terhadap air. Sensor suhu DS18B20 dapat digunakan untuk melakukan pengukuran suhu lingkungan dengan kisaran suhu -55°C sampai 125°C [10]. Bentuk dari sensor yang digunakan adalah seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: OneWire Temperature Sensor DS18B20

Dapat dilihat pada Gambar 2.3 bahwa sensor DS18B20 memiliki tiga buah pin, yaitu *Ground* (GND), *Power Supply* (Vdd), dan *Data*. Tegangan yang dapat digunakan adalah 3.3Volt sampai 5Volt. Dan untuk *output* Data menggunakan pin digital pada *microcontroller*. Sebelum digunakan untuk pengambilan data, *library* untuk program OneWire harus disediakan terlebih dahulu.

Pada penelitian tentang karakteristik sensor DS18B20, terdapat kesimpulan yang menyatakan bahwa penggunaan sensor suhu DS18B20 lebih baik digunakan dengan suhu $<37^{\circ}\text{C}$ [11]. Sehingga untuk pengukuran suhu yang lebih tinggi dari $<37^{\circ}\text{C}$ akan menghasilkan pembacaan yang kurang akurat karena memiliki selisih yang cukup besar derajatnya dengan termometer sekitar dua hingga tiga derajat. Spesifikasi dari sensor suhu yang digunakan yaitu OneWire

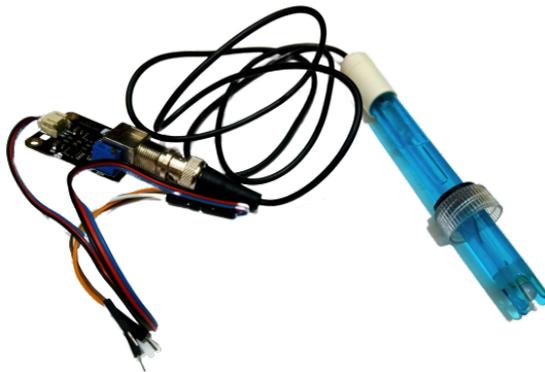
Temperature Sensor DS18B20 terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Spesifikasi OneWire *Temperature* Sensor DS18B20

Fitur	Rincian
Power	3V - 5,5V
Konsumsi arus	1mA
Range pengukuran	-55 sampai -125°C
Akurasi	± 0.5%
Resolusi	0-12 bit
Waktu konversi	<750 ms

2.1.4 Analog pH Sensor

Sensor pH bekerja dengan mendeteksi pH pada suatu cairan. Sensor ini dapat membaca pH dengan *range* 0 - 14 [12]. Angka 0 menunjukkan bahwa cairan bersifat asam sedangkan angka 14 menunjukkan bahwa cairan bersifat basa. Bentuk dari sensor yang digunakan adalah seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Analog pH Sensor Kit

Seperti pada Gambar 2.4, terdapat tiga buah bagian utama dari sensor yaitu *probe*, modul, dan kabel konektor. Untuk penggu-

naannya, sambungkan *probe* ke modul kemudian sambungkan modul dengan kabel konektor.

Kabel berwarna merah terhubung dengan *Power Supply*, kabel berwarna hitam terhubung dengan *Ground*, dan kabel berwarna biru untuk keluaran terhubung dengan Analog Pin pada *microcontroller*. Kemudian diprogram menggunakan *microcontroller* Arduino. Agar mendapatkan nilai yang sesuai, sensor perlu dikalibrasi hingga nilainya sama dengan nilai sesungguhnya. Spesifikasi dari sensor pH yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Spesifikasi Analog pH Sensor

Fitur	Rincian
Power	5.00 V
Dimensi	43 x 32mm
Range pengukuran	0 - 14PH
Range suhu	0 - 60°C
Akurasi	± 0.1pH (25°C)
Waktu respon	± 1 Menit
Fitur lain	Kkonektor BNC
	Antarmuka pH 2.0
	Potensiometer untuk pengaturan Gain
	Led indikator untuk tenaga

2.1.5 Analog *Dissolved Oxygen* Sensor

Dissolved Oxygen atau oksigen terlarut merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap kehidupan udang dan juga organisme air lainnya. Oksigen terlarut yang rendah di dalam air dapat mengakibatkan kesulitan bernapas untuk organisme di dalam kolam.

Jika nilai oksigen terlarut terlalu kecil akan mengancam kehidupan organisme yang tinggal di dalam kolam hingga menyebabkan kematian pada organisme di dalamnya. Untuk mengetahui keadaan oksigen di dalam kolam dapat menggunakan sensor *Dissolved Oxygen*. Bentuk dari sensor yang digunakan adalah seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Analog *Dissolved Oxigen* Sensor Kit [3]

Sensor DO memiliki *probe* galvanik sehingga dapat membaca sensor setiap saat tanpa perlu polarisasi. Dari Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa bagian pada sensor DO, yaitu *probe*, modul, dan kabel konektor. Sensor ini dapat mendeteksi kadar oksigen terlarut dengan *range* 0mg/L - 20mg/L [3]. Penggunaan sensor DO hampir sama seperti sensor pH, namun berbeda pada isi program yang digunakan serta cara pemasangan sensor yaitu dengan larutan kimia.

Pada sensor DO, alat dapat dikalibrasi melalui program *default* yang terdapat pada *website* resminya. Untuk spesifikasi dari sensor DO yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Spesifikasi Analog DO Sensor

Fitur	Rincian
Range pengukuran	0 - 20 mg/L
Waktu respon	Respon penuh sampai 98% dalam waktu 90 detik (25°)
Range tekanan	0 - 50PSI
Konektor	BNC
Power	3.3 - 5.5V
Sinyal output	0 - 3.0V
Dimensi	42mm x 32mm

2.1.6 Arduino Mega 2560

Arduino merupakan *microcontroller* atau sebuah *chip* yang berfungsi mengendalikan rangkaian elektronik serta dapat menyimpan program di dalamnya. Arduino memiliki banyak produk salah satunya Arduino Mega 2560. Bentuk dari Arduino yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Arduino Mega 2560 [4]

Dari Gambar 2.6 terlihat bahwa Arduino Mega memiliki jumlah pin yang cukup banyak. Arduino Mega memiliki *microcontroller* ATmega2560 dengan bahasa pemrograman C. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin *input / output* digital (15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM) serta 16 input analog.

Pada penelitian ini Arduino Mega 2560 merupakan *microcontroller* utama yang digunakan untuk melakukan kontrol terhadap semua sensor. Selain itu karena, Arduino Mega memiliki jumlah pin analog yang cukup banyak sehingga dapat digunakan untuk satu kolom. Spesifikasi Arduino Mega yang digunakan terdapat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Spesifikasi Arduino Mega 2560

Fitur	Rincian
Mikrokontroler	Atmega 2560-16AU
Power Output	5.00 V - 800 mA
Power Input	5 V
Power Input (V Input/ DC Jack)	5 V
Konsumsi Daya	5 V 220 mA
Voltase Operasional	5 V
Logic Level	5 V
Frekuensi Clock	16 MHz
Digital Input/Output	54 Pin
Analog Input/Output	16 Pin
Ukuran Memori	256 kb
Data RAM Type/Size	8 kb
Data ROM Type/Size	4 kb

2.1.7 Visualisasi

Visualisasi data yaitu kajian tentang representasi visual dari data abstrak untuk meningkatkan ulang kognisi manusia. Data abstrak yang dimaksudkan dapat berupa data numerik dan non-numerik, seperti teks dan informasi geografis [13]. Secara sederhananya visualisasi data adalah cara lain dalam menampilkan data dengan bentuk yang berbeda. Tujuan utama dari visualisasi data adalah membuat data agar bisa menjadi informasi yang jelas dan pengguna lebih mudah dalam memahami. Visualisasi data biasanya digambarkan ke dalam bentuk grafik, seperti grafik garis, grafik luasan, grafik sebaran, grafik lingkaran, dan masih banyak lagi grafik-grafik lainnya.

2.1.8 NodeMCU ESP8266

NodeMCU secara fungsi hampir sama dengan Arduino, tetapi berbeda pada satu fitur yaitu modul WiFi. NodeMCU memiliki modul WiFi karena dikhususkan untuk terhubung dengan internet. Keterbatasan pada NodeMCU adalah pin Analog yang dimiliki hanya ada satu, sehingga sangat terbatas jika ingin menggunakan NodeMCU sebagai *microcontroller* utama. Gambar dari NodeMCU

yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7: NodeMCU ESP8266

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.7, pada bagian atas terdapat sebuah modul WiFi yang telah disebutkan sebelumnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini NodeMCU digunakan sebagai serial komunikasi menggunakan Pin Rx agar dapat terhubung dengan Arduino kemudian mengirimkan data ke dalam *database*. Untuk spesifikasi NodeMCU yang dipakai terdapat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Fitur	Rincian
Mikrokontroler	ESP8266-12E
Power Input	3.3 - 5 V
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
Wifi	IEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 - 22.5 GHz
Port USB	Micro USB
Chip USB	CH340G

2.1.9 Aplikasi *User Interface* berbasis *mobile*

Penggunaan aplikasi pada *smartphone* tidak hanya mencakup fungsi untuk komunikasi melainkan dapat mencakup banyak hal, seperti transaksi, pemantauan, permainan, serta berbagai hiburan. Penggunaan aplikasi pada penelitian ini ditekankan untuk melakukan monitoring pada tambak yang kemudian dapat memvisualkan hasil dari monitoringnya. Aplikasi bergerak (*mobile application*) dapat berjalan pada perangkat berbasis *mobile*, yang sudah umum diketahui adalah *smartphone*.

Pengembangan aplikasi bergerak dapat dilakukan dengan berbagai macam *framework* salah satunya adalah Flutter. Flutter merupakan sebuah *framework open source* yang diciptakan oleh Google [14]. Aplikasi yang dibuat oleh Flutter dapat dijalankan untuk sistem operasi Android maupun iOS, sehingga tidak perlu membuat program yang berbeda untuk aplikasi yang sama. Selain itu Flutter memiliki banyak *library* yang memungkinkan *developer* menciptakan sebuah aplikasi yang indah dan menarik. Flutter memiliki tiga komponen utama yaitu Flutter *engine*, *foundation library*, dan *widget* spesifik desain.

2.2 Penelitian Terkait

Penelitian mengenai Sistem Monitoring *Online* Tambak Berbasis Android sudah pernah dilakukan sebelumnya. Beberapa referensi yang dapat dijadikan acuan akan dijelaskan pada sub-bab berikut.

2.2.1 Sistem Monitoring *Online* Kualitas Air Akukultur untuk Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Berbasis Android

Penelitian ini dilakukan di kampus LIPI dengan menggunakan stasiun sensor yang datanya ditransmisikan ke data *logger* untuk selanjutnya dikirimkan ke *website*. Data yang diperoleh dari *website* berupa data php (*Hyper Text Preprocessor*) dan kemudian diubah menjadi data JSON (*Java Script Object Notation*). *Parsing* data dilakukan dengan menggunakan fungsi *json-encode* untuk membuat *string* JSON dari objek dan *array* sehingga data dapat dibaca di Android Studio [5]. Aplikasi ini sangat mudah dioperasikan dan

sangat efisien. Tampilan grafik yang dibuat sangat lengkap, seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8: Tampilan aplikasi pada penelitian terkait [5]

Pada penelitian ini tidak disebutkan bagaimana cara pengguna dapat mengakses aplikasi yang telah dibuat. Dari versi Android yang digunakan masih menggunakan Android Marshmallow. Sementara saat ini teknologi Android terbaru adalah Android 10. Selain itu sensor yang digunakan di penelitian ini hanya 1 pada setiap parameter sehingga hanya menampilkan bagian tertentu dari sebuah kolam.

2.2.2 Sistem Monitoring Kualitas Air di Tambak Udang Vaname

Sistem yang diterapkan pada penelitian ini cukup sederhana, yaitu dari pembacaan sensor, kemudian menampilkan pada layar LCD. Saat ditampilkan pada layar LCD sekaligus melakukan pengecekan apakah kualitas air baik atau tidak. Jika kualitas airnya baik, maka sistem tidak akan mengirimkan pemberitahuan. Namun,

jika kualitas airnya buruk sistem akan mengirimkan pemberitahuan melalui SMS [15].

2.2.3 Perubahan Kandungan Ammonia, Nitrit dan Nitrat dalam Air Tambak pada Model Budidaya Udang Windu dengan Rumput Laut *Sargassum plagyophilum* dan Ekstraknya

Output dari penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi amonia semakin bertambah setelah waktu pemberian pakan pada biota. Hal tersebut mengakibatkan ekosistem di dalam kolam akan terganggu dan menghambat pertumbuhan pada biotanya [16].

2.2.4 Analisis Komparasi Sumber Air yang Berbeda dalam Pengelolaan Tambak Terhadap Hasil Produksi Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa parameter kualitas air yaitu suhu, DO, pH, kecerahan, dan amonia pada tambak yang menggunakan sumber air dari sumur bor dan sumber air dari pasang surut memperlihatkan perbedaan yang sangat signifikan pada pagi hari dan malam hari. Kemudian diketahui bahwa hasil produksi dari tambak sumber air menggunakan sumur bor dinilai lebih baik daripada sumber air pasang surut [17].

2.2.5 Pengaruh Pengelolaan Kualitas Air Terhadap Tingkat Kelulushidupan dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* di PT. Indokor Bangun Desa, Yogyakarta

Paper pada penelitian ini menekankan bahwa pengelolaan kualitas air sangat berpengaruh terhadap tingkat kelulushidupan dan laju pertumbuhan udang Vaname. Dari hasil yang didapatkan, kolam dengan budidaya intensif memiliki laju pertumbuhan sebesar 0,24 gram/hari dengan tingkat kelulushidupan sebesar 84%. Hal tersebut dapat dikatakan lebih tinggi daripada kolam dengan budidaya semi intensif yang memiliki laju pertumbuhan sebesar 0,18

gram/hari dengan tingkat kelulusan hidup sebesar 75% [18].

2.2.6 Design of Low-Cost Autonomous Water Quality Monitoring System

Dari penelitian ini ditemukan beberapa spesifikasi untuk sensor yang dipergunakan. Peneliti menggunakan sensor pH keluaran Phidgets dengan spesifikasi *range* pH sebesar 0-14 dan dapat bekerja pada suhu 0°C sampai 80°C. Untuk sensor suhu yang digunakan memiliki *range* dari -20°C sampai 133°C. Dan untuk sensor DO yang digunakan memiliki *range* 0-20mg/L dengan suhu pengoperasian maksimum 55°C. Tabel 2.7 adalah tabel spesifikasi sensor yang digunakan dalam penelitian tersebut.

Tabel 2.7: Spesifikasi Sensor pada Penelitian Terkait

Sensor	Manufacturer	Model	Range
pH	Phidgets	3550-0 - ASP200-2-1M-BNCpH Lab Electrode	0 - 14
Light	Phidgets	1127-0 - Precision Light Sensor	0 - 1000 lx
Temperature	Atlas Scientific	ENV-TMP Field Ready Temperature Sensor	-20C to 130C
Electrical Conductivity	Atlas Scientific	Conductivity Sensor	(K=1), 1, 300-40.000 μ S
Dissolved Oxygen	Atlas Scientific	D.O.Sensor	0 - 20 mg/L
Oxidation Potential	Atlas Scientific	ORP Sensor	\pm 2000 mV

Data yang diberikan dalam Tabel 2.7 bertujuan untuk mencari perbandingan *range* nilai sensor yang digunakan dalam penelitian.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan. Implementasi merupakan pelaksanaan teknis untuk setiap blok pada desain sistem.

3.1 Desain Sistem

Tugas akhir ini merupakan pemanfaatan dari bidang penelitian visualisasi data berbasis IoT sistem yang bertujuan untuk memantau keadaan kolam di tambak udang menggunakan *mobile application* agar dapat mengetahui keadaan kolam secara *real time* dan menyeluruh. Visualisasi yang ditampilkan ke dalam aplikasi berupa grafik yang merupakan hasil dari pengolahan data sensor yang berada di dalam kolam. Sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Sistem Keseluruhan

Agar sistem yang dibangun dapat mencapai tujuan yang telah ditentukan, maka dibutuhkan rancangan sistem monitoring berbasis IoT dan *Mobile Application* untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bagaimana alur pengerjaan sistem secara keseluruhan. Berdasarkan kebutuhan dan proses yang dikerjakan, maka alur pengerjaan ini dibagi ke dalam tiga sub-sistem yaitu akuisisi data, *database*, dan *mobile application*. Berdasarkan Gambar 3.1 langkah awal pada pengerjaan penelitian ini adalah akuisisi data dengan melakukan pembacaan sensor. Sensor yang

akan digunakan adalah sensor suhu, pH, dan DO untuk mengetahui masing-masing nilai dari parameter tersebut di dalam kolam. Selanjutnya adalah penyimpanan data ke dalam *database*. Data yang telah dibaca oleh sensor kemudian disimpan ke dalam *database* untuk mempermudah pengolahannya. Dan yang terakhir yaitu *mobile application* yang akan berfungsi untuk memvisualisasikan hasil dari pengolahan data sebelumnya.

3.2 Akuisisi Data

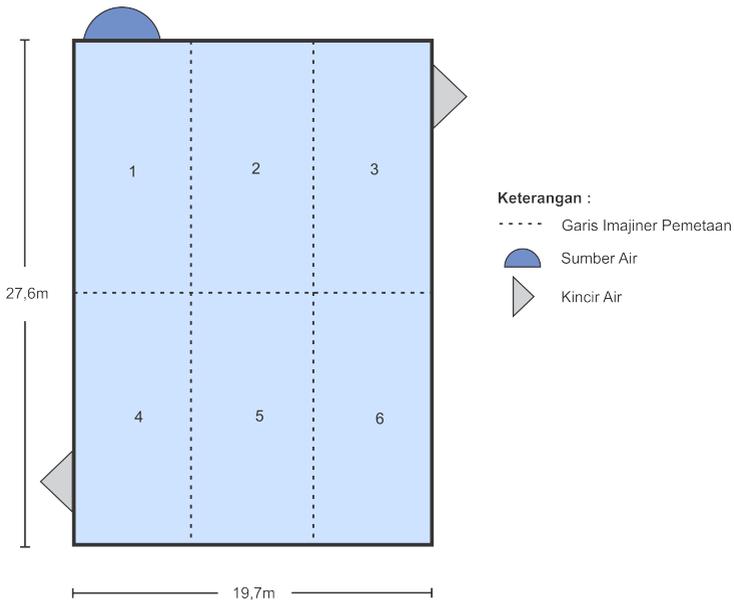
Pada tahap akuisisi data, sebelum akuisisi data dapat dilakukan maka perlu diketahui bagaimana posisi kolam dan juga keadaan disekitar kolam. Dengan mengetahui keadaan sekitar maka dapat diketahui pula apa saja yang dibutuhkan. Kemudian untuk mempermudah tahapan ini, maka diperlukan pemetaan kolam untuk menempatkan sensor-sensor yang akan digunakan. Gambar 3.2 merupakan keadaan sesungguhnya dari objek penelitian.



Gambar 3.2: Keadaan Kolam Sesungguhnya

3.2.1 *Layout Mapping Sensor*

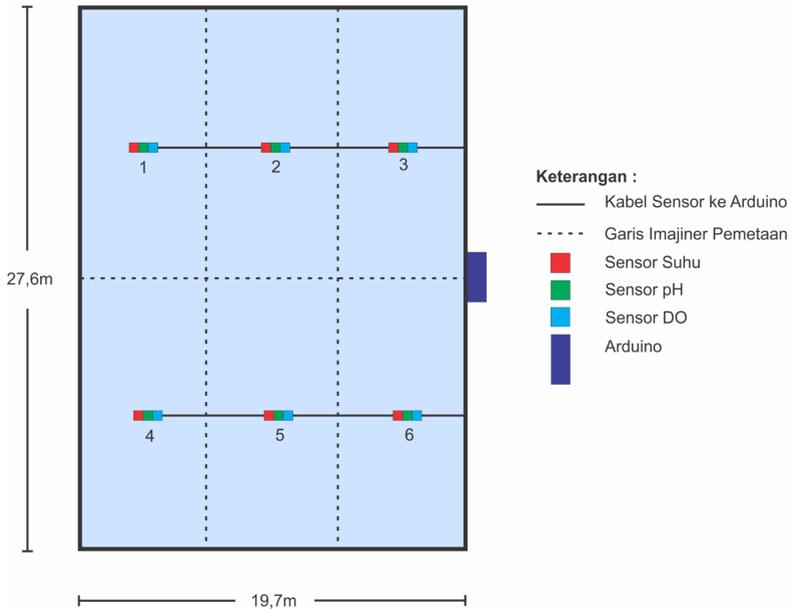
Pemetaan dilakukan dengan tujuan agar memudahkan dalam melakukan penelitian. Dalam hal ini diperlukan *layout* kolam yang akan dijadikan sebagai objek pemetaan. Dari survei yang telah dilakukan terlihat pada Gambar 3.2 keadaan kolam yang sesungguhnya. Sehingga dapat dibentuk sebuah *layout* pemetaan kolam yang kemudian dijadikan sebagai objek penelitian seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3: *Layout* Kolam

Penentuan lokasi pemetaan perlu dilakukan di awal agar tahu bagaimana kebutuhan sensor dan dapat menemukan cara yang efektif untuk melakukan penelitian.

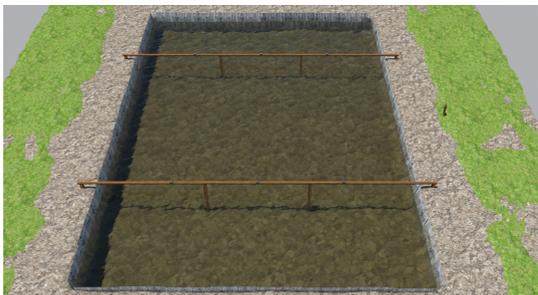
Dari Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa terdapat enam buah petak di dalam satu kolam. Kemudian pada Gambar 3.4 terlihat pada setiap petak dipasang tiga buah sensor sekaligus, sensor tersebut adalah sensor suhu, sensor pH, dan juga sensor DO. Sehingga dapat



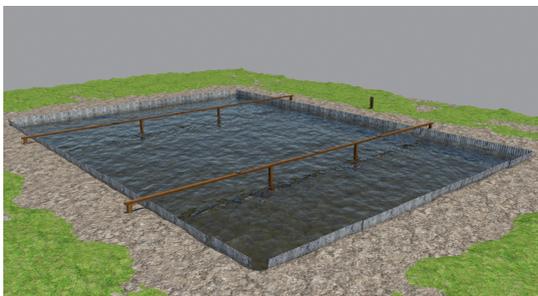
Gambar 3.4: Desain *Mapping* Sensor pada Kolam

diketahui bahwa dalam satu baris terdapat sembilan buah sensor, dan dalam satu kolam terdapat delapan belas sensor sekaligus. Delapan belas sensor ini akan dikendalikan menggunakan satu buah Arduino.

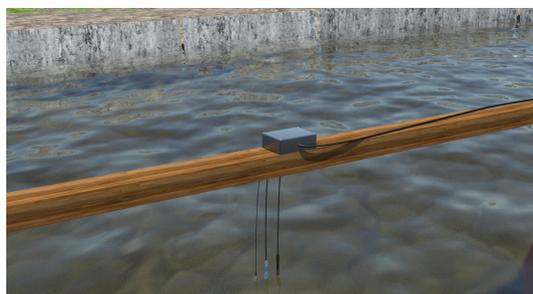
Selanjutnya pada Gambar 3.5 merupakan visualisasi tampak atas saat alat terpasang pada kolam. Sedangkan Gambar 3.6 merupakan visualisasi penempatan alat secara keseluruhan tampak samping. Untuk detail penempatan sensor dapat dilihat pada Gambar 3.7. Sensor yang terpasang saat *setting* awal hanya akan terendam sekitar 5cm, dengan tujuan agar saat terjadi penambahan *volume* air tidak terendam habis. Kemudian penempatan *power supply* dan juga *microcontroller* terdapat pada sisi kanan atau kiri kolam, hal ini menyesuaikan dengan keberadaan sumber listrik serta lingkungan sekitar.



Gambar 3.5: Visualisasi Tampak Atas Penempatan Alat pada Kolam



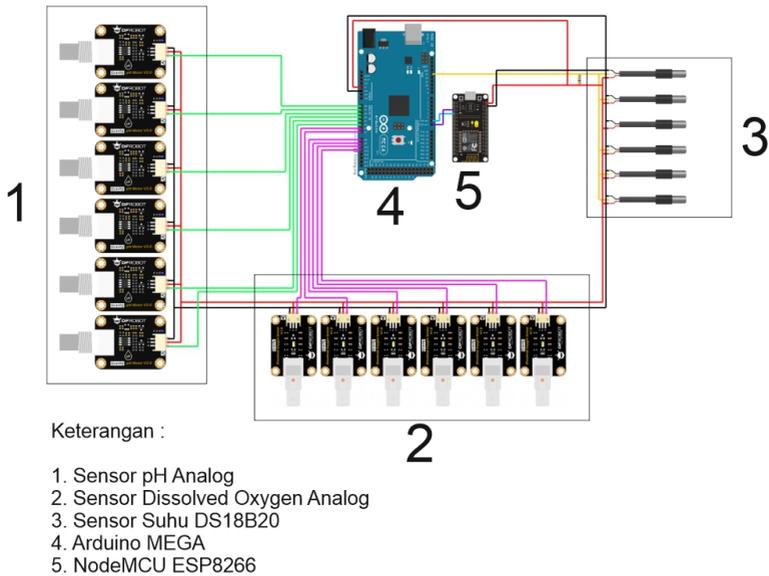
Gambar 3.6: Visualisasi Tampak Samping Penempatan Alat pada Kolam



Gambar 3.7: Visualisasi Detail Penempatan Alat pada Kolam

3.2.2 Desain Alat

Pada tahap akuisisi data ini dibutuhkan perangkat untuk melakukan pengambilan data. Perangkat yang digunakan terdiri atas *microcontroller* berupa Arduino Mega 2560, sensor suhu DS18B20, *probe* dan modul DFRobot sensor pH, *probe* dan modul DFRobot sensor *Dissolved Oxygen*, dan *microcontroller* NodeMCU untuk pengiriman data. Rangkaian yang akan diterapkan adalah seperti pada Gambar 3.8. Kemudian untuk *packaging* dapat dilihat pada Gambar 3.9.

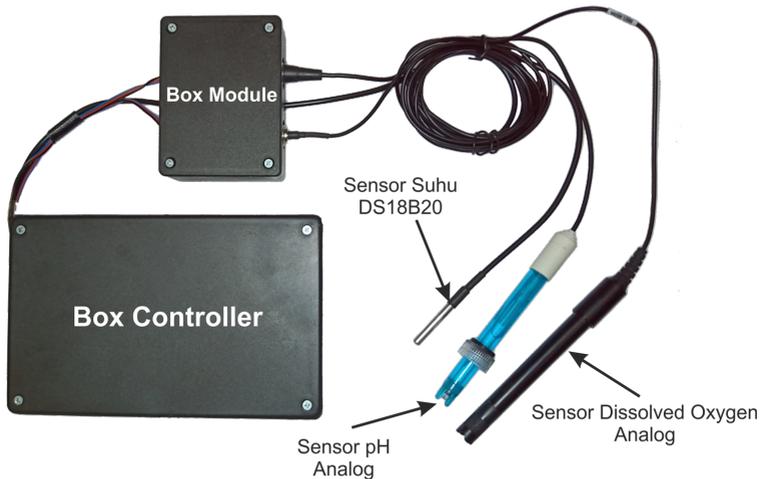


Gambar 3.8: Rangkaian Desain Alat

Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa dalam satu baris terdiri atas sembilan sensor, dan untuk satu kolom terdiri atas delapan belas sensor, maka dalam satu kolom akan terdapat sebuah Arduino yang berfungsi sebagai penendali dari semua sensor yang ada. Dari Gambar 3.8 terlihat bahwa keenam sensor suhu DS18B20 menggunakan satu buah digital pin dari Arduino sebagai *input*-nya.

Hal ini bertujuan untuk menyimpan alamat *memory* yang digunakan serta agar *output* pembacaan sensor dapat stabil pada *port* yang telah ditentukan.

Analog pin yang digunakan untuk *input* adalah A0, A1, A2, A3, A4, A6, A8, A10, A12, A13, A14, A15. Analog pin A0, A1, A2, A3, A4, dan A6 pada Arduino digunakan sebagai *input* untuk sensor pH. Sedangkan sisanya digunakan sebagai *input* untuk sensor DO. Pada sistem ini, NodeMCU digunakan untuk melakukan komunikasi serial agar data dapat terkirim ke dalam *database* menggunakan bantuan modul WiFi yang terdapat pada *board* NodeMCU.



Gambar 3.9: *Packaging Alat*

Pada Gambar 3.9, terdapat dua buah *box* yang pertama adalah tempat dari *microcontroller* kemudian *box* kedua adalah tempat dari modul sensor yang langsung terhubung dengan sensor yang digunakan.

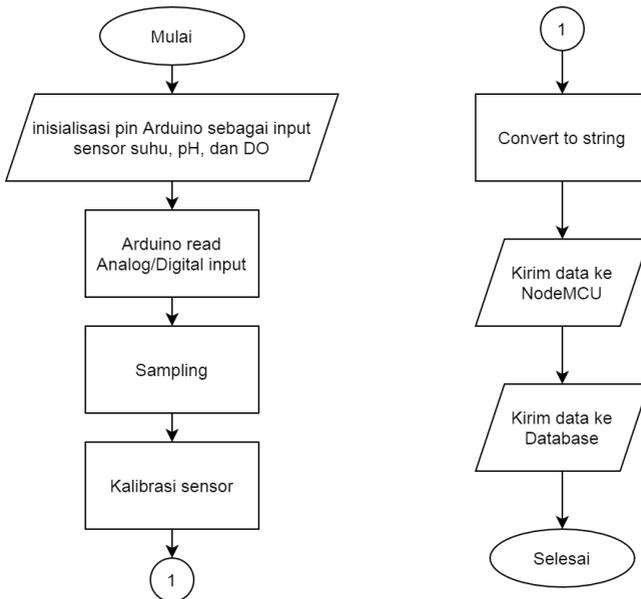
3.2.3 Pengambilan Data

Tahap ini adalah bagian penting dari akuisisi data dimana pengambilan data dilakukan dengan Arduino. Program dalam Arduino akan melakukan *sampling* terhadap nilai yang terbaca oleh sensor sebelum dikirim ke dalam *database*. Secara umum, alur pengambilan data hingga pengiriman data dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10: Alur Pengiriman Data

Tahapan lebih kompleks terdapat pada Gambar 3.11 yang merupakan *flowchart* pengolahan data dari sistem.



Gambar 3.11: *Flowchart* Pengolahan Data

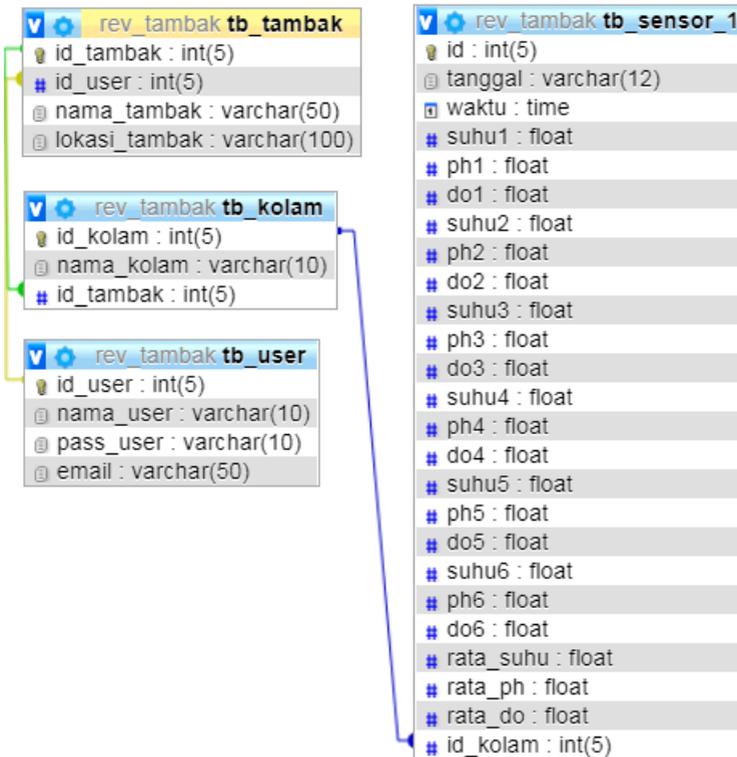
Dari Gambar 3.11, dimulai dengan sensor mengambil data kemudian terbaca oleh Arduino. Di dalam Arduino akan ada proses

sampling yang dilakukan dengan batasan 30 data. Proses komputasi dan juga spesifikasi dari Arduino yang digunakan cukup berpengaruh terhadap proses ini. Setelah mendapat 30 data, maka akan dilakukan pencarian rata-rata untuk sensor-sensor yang telah mengirim 30 data ke Arduino. Setelah menemukan rata-rata, proses selanjutnya adalah melakukan kalibrasi yang kemudian data terakhir setelah melalui proses itu akan dikirimkan ke dalam *database* melalui NodeMCU.

3.3 Database

Database memiliki fungsi yang cukup penting dalam penelitian tugas akhir ini. *Database* berfungsi sebagai tempat penyimpanan hasil pembacaan sensor serta tempat penyimpanan data data dari *user* atau dalam hal ini berarti pemilik tambak. Untuk relasi pada tabel dapat dilihat pada Gambar 3.12. Tabel pertama yaitu tabel **tb_tambak**. Tabel ini berisi 'id_tambak' yang merupakan *primary key* yang akan digunakan untuk menghubungkan dengan tabel lain, kemudian 'id_user' yang merupakan *foreign key* dari tabel lain, lalu 'nama_tambak' dan juga 'lokasi_tambak' untuk menyimpan data umum dari tambak yang telah dibuat. Kemudian tabel kedua yaitu **tb_user** yang berisi 'id_user' sebagai *primary key*, kemudian 'nama_user', 'pass_user', dan 'email' yang merupakan data diri pemilik tambak yang akan berguna saat melakukan *login*. Tabel ketiga adalah **tb_kolam** yang berisi 'id_kolam' sebagai *primary key*, kemudian 'id_tambak' yang merupakan *foreign key*, dan 'nama_kolam' yang berguna saat masuk aplikasi pada halaman pilih kolam. Dan untuk tabel utama dari penelitian ini adalah **tb_sensor_(idkolam)**. Tabel ini menyimpan informasi tentang 'id' dari tabel itu sendiri, kemudian 'tanggal' dan 'waktu' saat data diterima, lalu 'id_kolam' yang berguna sebagai *foreign key* untuk tersambung dengan **tb_kolam**, dan data terpenting yang akan digunakan yaitu 'suhu1', 'pH1', dan 'DO1' hingga 'suhu6', 'pH6', dan 'DO6' dengan dilengkapi kolom rata-rata untuk menyimpan rata-rata dari setiap parameter yang digunakan.

Pengiriman data ke dalam *database* dilakukan oleh serial komunikasi antara Arduino dengan NodeMCU. Pengiriman dilakukan secara bergantian ke dalam tabel yang telah disediakan. Proses pengiriman data dari Arduino ke *database* dilakukan menggunakan



Gambar 3.12: Desain *Database* Tambak

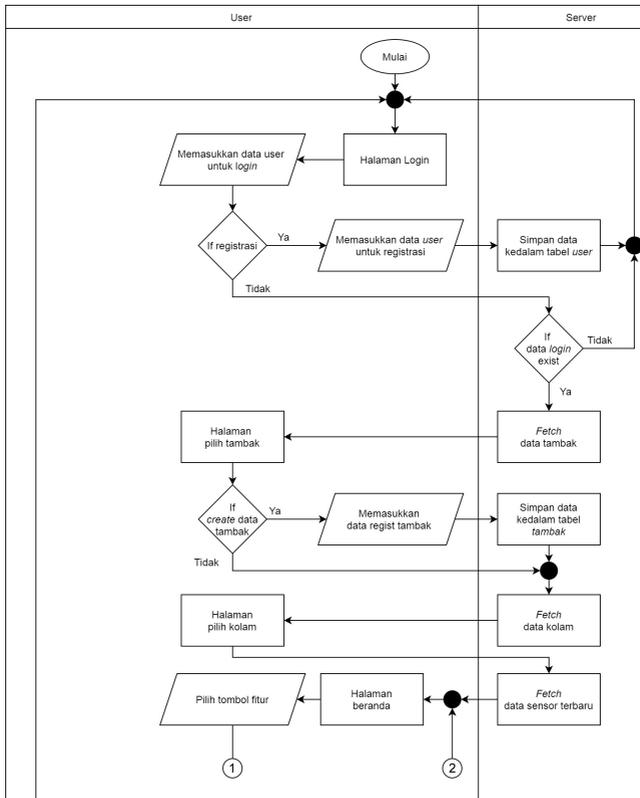
metode 'GET' dengan mengirim data ke tabel sensor sesuai dengan identitas kolam milik *user*. Data yang terkirim akan dapat dilihat pada url disaat pengirimannya.

Selain menerima data dari sensor, *database* juga menyimpan data yang dibuat oleh *user* melalui aplikasi. Data yang dimaksud adalah data saat *user* melakukan pendaftaran akun, serta saat *user* melakukan penambahan tambak ataupun kolam. Saat melakukan pendaftaran akun, sistem akan mengirimkan formulir ke *database* menggunakan metode 'POST' untuk menjaga kerahasiaan data *user*. Saat *user* melakukan penambahan tambak ataupun kolam,

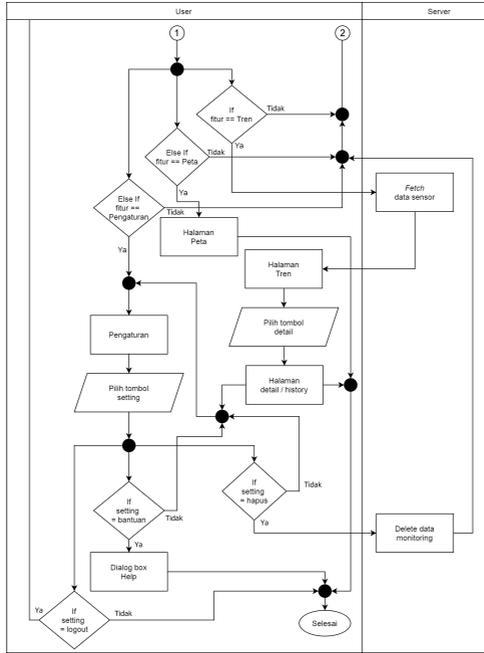
sistem *database* akan secara otomatis menambahkan data tambak beserta kolom baru yang telah dibuat oleh *user*. Sehingga *database* pada sistem ini bekerja dari dua arah sekaligus.

3.4 Aplikasi *Mobile*

Secara umum, sub-bab pada Aplikasi *mobile* ini berfungsi untuk menampilkan data yang telah diolah sehingga dapat dilihat sebagai hasil monitoring pada *User Interface* aplikasi. Untuk mengetahui bagaimana alur penggunaan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.13 dan 3.14.



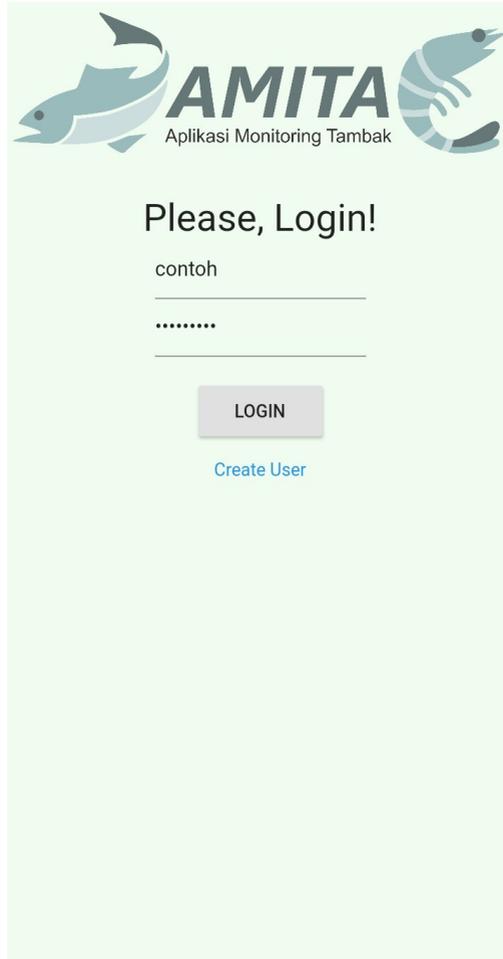
Gambar 3.13: *Flowdiagram* Penggunaan Aplikasi (1)



Gambar 3.14: *Flowdiagram* Penggunaan Aplikasi (2)

Setelah mengetahui bagaimana penggunaan aplikasi melalui diagram alir, berikut adalah penjelasan lebih detail mengenai *User Interface* aplikasinya. Gambar 3.15 merupakan tampilan awal saat mulai menjalankan aplikasi.

Sebelum dapat menggunakan aplikasi, *user* diharuskan melakukan registrasi dengan mengklik fitur *Create User* dibawah tombol *login* terlebih dahulu untuk memastikan bahwa *user* memiliki tambak dan siap untuk menggunakan aplikasi monitoring seperti yang terlihat pada gambar 3.16. Halaman registrasi meminta *user* memasukkan beberapa data yang akan diperlukan saat menggunakan aplikasi seperti pada Gambar 3.16a, jika ada *form* yang kosong maka akan muncul *dialog box* peringatan seperti pada Gambar 3.16b. Setelah berhasil melakukan registrasi, *user* diharuskan masuk ke dalam aplikasi dengan *login* terlebih dahulu. Registrasi ini berguna agar kolam milik *user* atau pembudidaya dapat terkontrol ke dalam



Gambar 3.15: Tampilan Halaman *Login*

sistem *database*.

Dapat dilihat pada Gambar 3.15, ketika melakukan *login*, *user* diminta untuk memasukkan *username* dan juga *password*. Jika *user* berhasil melakukan *login*, maka *user* akan berpindah ke halaman

Username
Email
Password
Nama Tambak
Lokasi Tambak
Nama Kolam

Registrasi

(a) Halaman Registrasi

Username
Email

Error to Create
Isi semua form !!

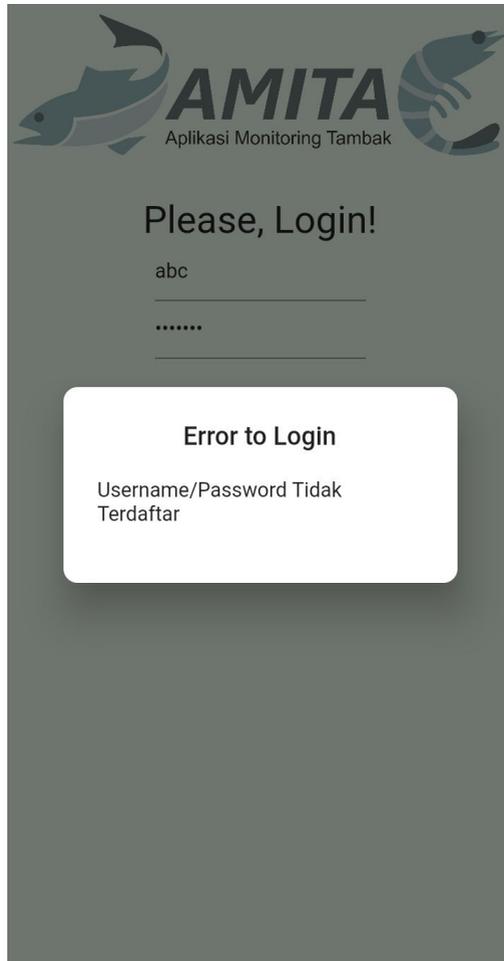
Registrasi

(b) Peringatan Pengisian Data

Gambar 3.16: Tampilan Halaman Registrasi

selanjutnya yaitu halaman pemilihan tambak pada Gambar 3.18a. Jika *user* gagal melakukan *login* akan ada pesan yang muncul pada halaman *login* tersebut bahwa *user* tidak bisa melakukan *login* seperti pada Gambar 3.17. Pada kesalahan login ini terdapat dua alasan utama yang menyebabkan *user* gagal *login*, yaitu karena *username* atau *password* salah dan *user* belum melakukan registrasi.

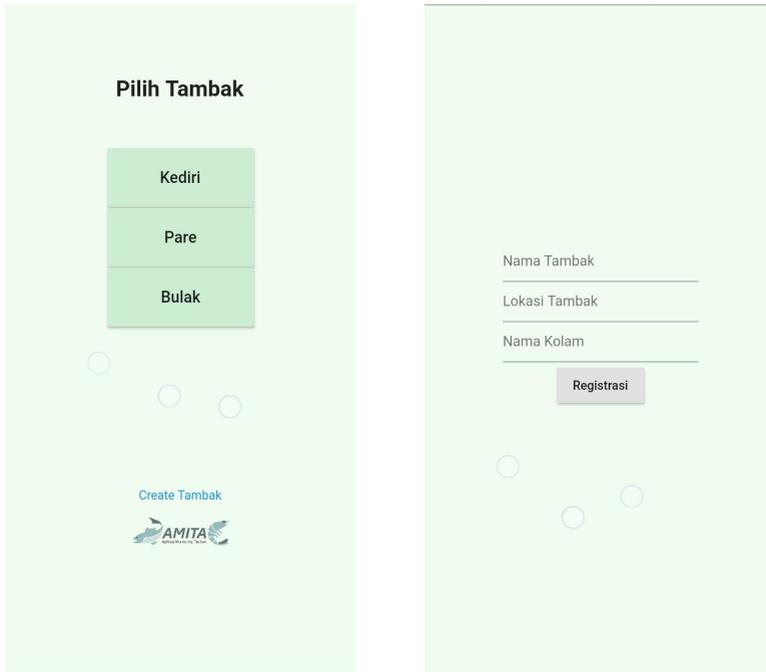
Setelah berhasil *login*, maka akan muncul halaman pilih tambak seperti pada Gambar 3.18. Pada Gambar 3.18a terdapat satu fungsi agar *user* bisa menambahkan tambaknya dengan *form* seperti pada gambar 3.18b. Setelah berhasil menambahkan tambak baru, maka akan muncul pilihan nama tambak yang telah dibuat



Gambar 3.17: Tampilan Gagal *Login*

sebelumnya. Kemudian *user* dapat memilih akan melihat tambak mana yang dimonitoring melalui aplikasi.

Setelah dapat memilih tambak, user akan menuju ke halaman pilih kolam seperti pada Gambar 3.19. Pada halaman pilih kolam



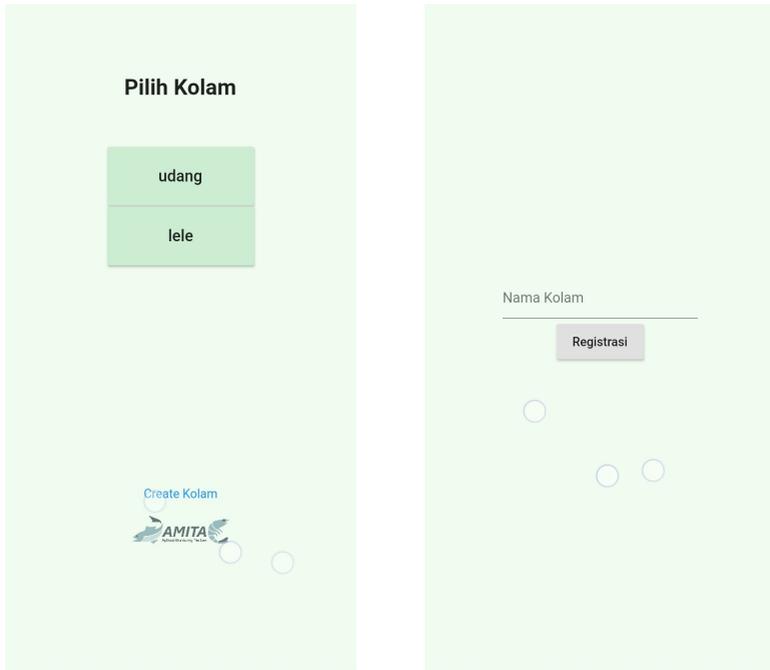
(a) Halaman Pilih Tambak

(b) Halaman Registrasi Tambak

Gambar 3.18: Tampilan Halaman Setelah Berhasil Login

di Gambar 3.19a terdapat fungsi yang sama seperti pada halaman pilih tambak, yaitu fungsi untuk menambahkan kolam. Namun bedanya, fungsi ini hanya mengisi satu *form* saja seperti pada Gambar 3.19b. Pada halaman ini, *user* dapat menambahkan kolam sebanyak mungkin sesuai jumlah kolam pada tambak yang dimiliki.

Setelah *user* berhasil melakukan *login*, memilih tambak, dan memilih kolam, selanjutnya akan masuk ke halaman utama aplikasi yang akan menampilkan keadaan utama kolam (parameter **Normal** atau **Tidak Normal**) beserta dengan nilai dari ketiga parameter utamanya yaitu suhu, pH, dan DO seperti pada Gambar 3.20. Pada halaman ini terdapat tiga fitur utama, yaitu Tren, Peta, dan Penga-



(a) Halaman Pilih Kolem

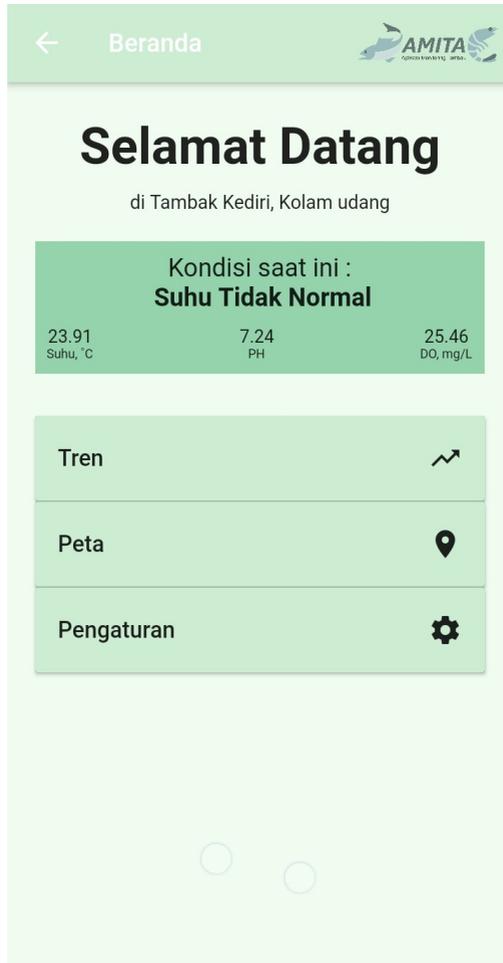
(b) Halaman Registrasi Kolem

Gambar 3.19: Tampilan Halaman Setelah Memilih Tambak

turan. *User* dapat memilih salah satu fitur yang diinginkan. Saat menampilkan kolam yang sudah terpasang sensor, maka bagian keadaan akan menampilkan kondisi saat itu, seperti pada Gambar 3.20.

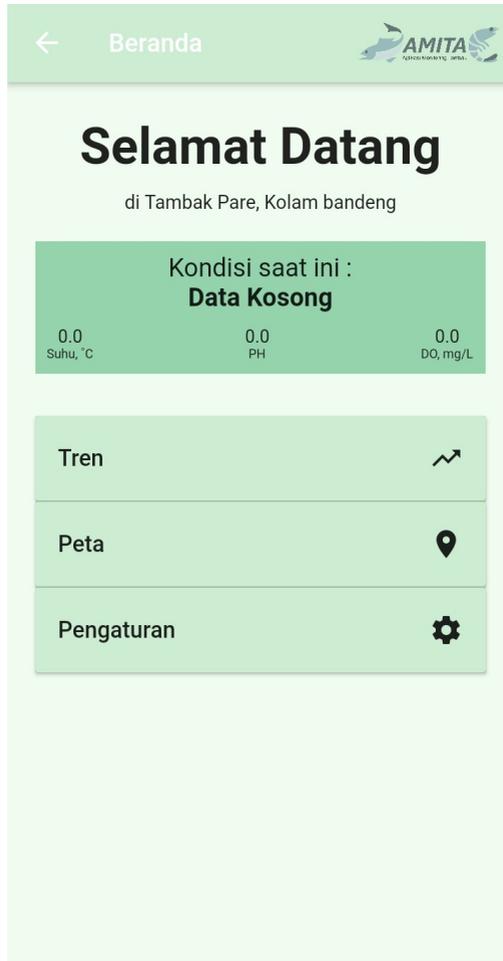
Jika kolam yang dipantau belum dipasang sensor, maka akan muncul pada kondisi saat ini : **Data Kosong** seperti pada Gambar 3.21. Selain karena belum dipasang sensor, keadaan lain seperti penghapusan data juga akan menyebabkan data hilang dan memunculkan Data Kosong. Kondisi ini akan terjadi terus-menerus hingga ada data yang dikirim dari kolam yang dimonitoring.

Saat *user* memilih Tren, maka aplikasi akan menampilkan ha-



Gambar 3.20: Tampilan Halaman Utama

laman yang berisi grafik dengan tiga parameter sekaligus. Seperti pada Gambar 3.22, parameter yang muncul dibedakan dengan tiga warna yaitu warna merah berfungsi menampilkan grafik parameter suhu, warna hijau berfungsi menampilkan grafik parameter pH, dan



Gambar 3.21: Tampilan Halaman Utama Saat Tidak Ada Data

warna biru berfungsi menampilkan grafik parameter DO.

Saat memiliki data, grafik akan terisi sesuai data pada *database* seperti pada Gambar 3.22. Namun jika tidak memiliki data, grafik akan terisi nilai *default* seperti pada Gambar 3.23.



Gambar 3.22: Tampilan Halaman Tren

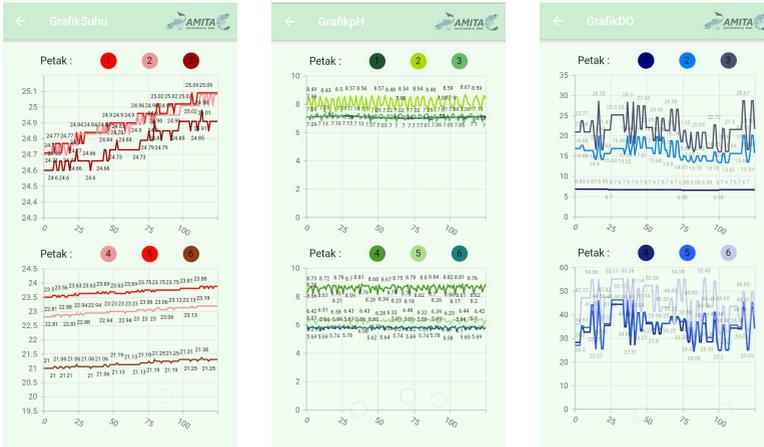
Di bagian bawah tampilan grafik terdapat tiga buah fitur tambahan yang jika diklik akan menampilkan grafik untuk parameter yang dipilih dengan nilai yang lebih detail. Pada Gambar 3.24 dapat dilihat bahwa ketiga halaman menampilkan nilai dari hasil peman-



Gambar 3.23: Tampilan Halaman Tren Saat Data Kosong

tauhan secara detail pada setiap titik sensor. Gambar 3.24a adalah tampilan dari grafik suhu. Gambar 3.24b adalah tampilan dari grafik pH. Gambar 3.24c adalah tampilan dari grafik DO. Pemberian warna dilakukan dengan mencari referensi warna yang sama namun

dengan tingkatan berbeda untuk memberi tanda bahwa warna yang dipilih mewakili setiap petak.



(a) Detail Grafik Suhu

(b) Detail Grafik pH

(c) Detail Grafik DO

Gambar 3.24: Tampilan Detail dari 3 Parameter

Selanjutnya saat *user* memilih Peta, maka aplikasi akan berpindah ke halaman peta untuk melihat keadaan kolam pada saat itu. Tampilan pada halaman Peta disesuaikan dengan pemetaan kolam yang telah dilakukan sebelumnya. Dari mulai penomoran hingga isi pada setiap petaknya sama dengan *mapping* yang telah dilakukan. Dari Gambar 3.25, terlihat pada setiap petak terdapat berbagai macam simbol. Simbol yang digunakan bertujuan untuk menandakan keadaan pada setiap petak sesuai dengan parameternya. Penanda Petak selain diberi nomor juga di beri simbol pin. Simbol lain yang digunakan adalah *icon* termometer sebagai penanda suhu, lingkaran dengan huruf pH sebagai penanda pH, dan yang terakhir adalah tetesan air dengan simbol oksigen di dalamnya.

Pemberian warna bergantung pada kondisi di lapangan. Warna hijau mengartikan bahwa kondisi petak tersebut sedang normal dengan semua parameternya. Warna merah digunakan untuk menandakan keadaan parameter yang tidak normal seperti pada Gam-



Gambar 3.25: Tampilan Halaman Peta

bar 3.26. Pengertian normal adalah ketika nilai yang terbaca oleh sensor berada di dalam batasan yang telah ditentukan. Sedangkan tidak normal bisa mengartikan bahwa nilai yang terbaca kurang dari batas atau melebihi batas.



Gambar 3.26: Tampilan Halaman Parameter Tidak Normal

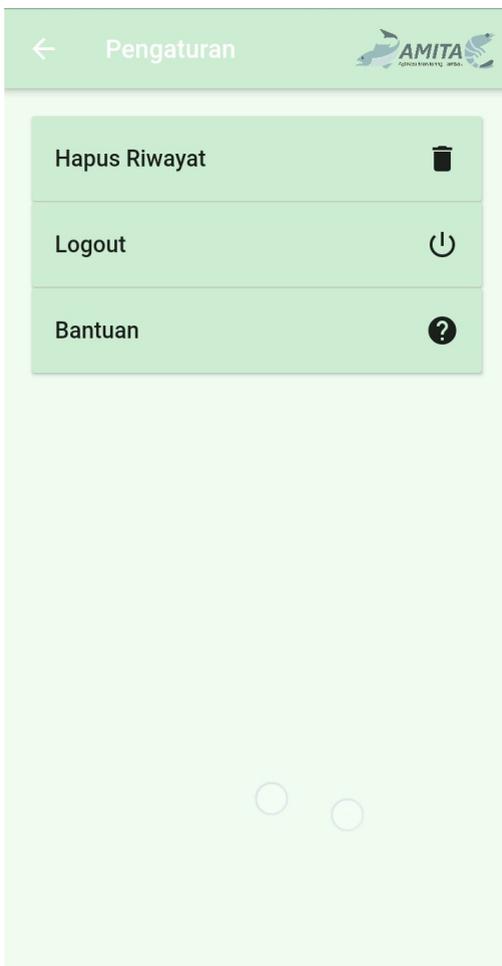
Untuk halaman peta yang belum dilakukan pemasangan sensor atau setelah mengalami penghapusan data, maka semua simbol akan muncul dengan warna hitam seperti pada Gambar 3.27. Semua nilai yang terdapat pada parameter dianggap nol, sehingga menyebabkan

keadaan menjadi tidak normal pada halaman utama. Setelah sensor terpasang maka semua simbol akan berubah warna mengikuti hasil dari pembacaan sensor di masing-masing titik dan akan ditampilkan seperti pada Gambar 3.25.



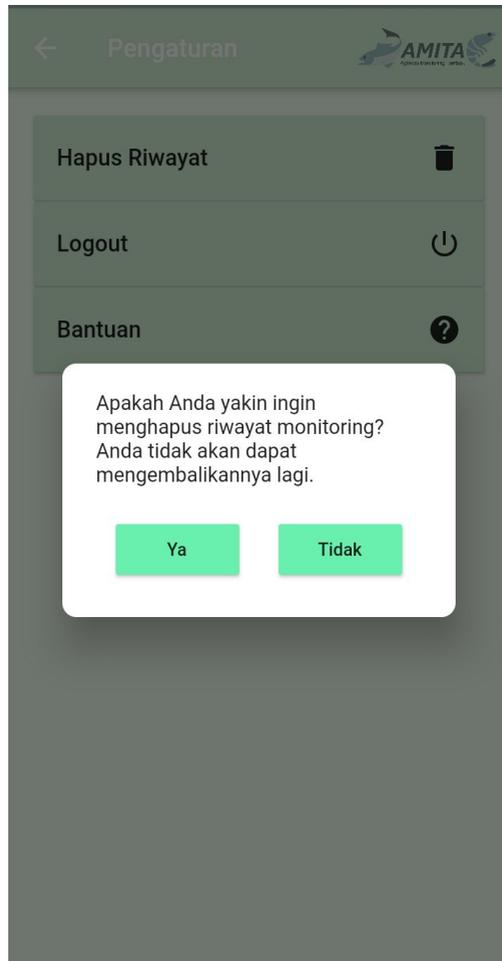
Gambar 3.27: Tampilan Halaman Tanpa Sensor

Bagian terakhir dari aplikasi ini adalah Pengaturan. Saat *user* membuka pengaturan, maka akan muncul beberapa fitur seperti pada Gambar 3.28, yaitu Hapus Riwayat, Logout, serta Bantuan. Pada umumnya bagian Pengaturan merupakan sebuah menu yang harus ada pada setiap aplikasi.



Gambar 3.28: Tampilan Halaman Pengaturan

Halaman Pengaturan tidak akan menampilkan apapun yang berkaitan dengan data parameter, melainkan dapat melakukan kontrol pada data hasil monitoring yang terdapat pada fitur Hapus Riwayat. Fitur ini akan membuat *database* hasil monitoring milik *user* menjadi kosong dan bisa memulai dari awal.



Gambar 3.29: Tampilan Konfirmasi Hapus Riwayat Monitoring

Pada fitur Hapus Riwayat, *user* dapat memilih untuk melakukan penghapusan data atau tidak seperti pada Gambar 3.29. Hapus riwayat berfungsi untuk melakukan penghapusan data monitoring milik *user* di *database* supaya tidak menyimpan *memory* yang terlalu banyak pada ponsel pengguna. Fitur Hapus Riwayat tidak akan bekerja sebelum *user* benar-benar mengonfirmasi. Saat *user* mengklik fitur ini, maka akan memunculkan *textbox* dengan kalimat meyakinkan yang tertulis 'Apakah Anda yakin ingin menghapus riwayat monitoring? Anda tidak akan dapat mengembalikannya lagi'. Jika *user* memilih **Ya** maka data akan otomatis terhapus dan aplikasi akan memuat ulang data terbaru dari hasil pembacaan sensor. Kemudian tampilan pada halaman awal akan sama seperti pada Gambar 3.21. Namun jika *user* memilih **Tidak**, maka *user* akan kembali pada halaman tersebut. Fitur hapus riwayat tidak akan membuat kolom, tambak, serta data dari *user* menghilang, karena yang dihapus hanya bagian monitoring saja. *User* tetap dapat menggunakan akunnya dengan baik.

Pada fitur selanjutnya, *user* bisa memilih untuk keluar dari aplikasi menggunakan fitur *logout*. Saat *user* memilih *logout* maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 3.30 dengan *dialog box* pilihan **Ya** dan **Tidak**. Jika *user* memilih **Ya** maka halaman akan langsung menuju ke halaman *login* seperti pada Gambar 3.15 dan *user* diharuskan melakukan *login* ulang agar dapat menggunakan aplikasi. Namun jika **Tidak**, maka akan kembali ke halaman Pengaturan tersebut.

Fitur *logout* tidak akan membuat data apapun dari *user* menghilang. Berbeda seperti Hapus Riwayat. Pada Hapus Riwayat saat *user* menuju ke halaman Utama, tidak akan ada data yang dimunculkan karena semua data monitoring pada *database* sudah dihapus. Sedangkan fitur *logout* hanya membuat *user* keluar dari aplikasi dan data akan tetap aman selama *user* tidak memilih untuk menghapus data. Saat sudah melakukan *logout*, hasil monitoring tetap akan ter-*update* dan tersimpan sehingga *user* tidak perlu takut akan melewatkan hasil monitoring pada waktu tertentu saat keluar dari akun miliknya. *Logout* diperlukan agar aplikasi tetap aman dan menjadi privasi jika aplikasi digunakan oleh *user* lain menggunakan *smartphone* yang sama. Pada aplikasi ini, fitur *logout* terletak di bagian pengaturan bersamaan dengan dua fitur lainnya seperti pada

Gambar 3.28.



Gambar 3.30: Tampilan Konfirmasi *Logout*

Pada fitur paling akhir yaitu Bantuan, akan menampilkan penjelasan dan cara penggunaan aplikasi dari halaman *Login* hingga halaman Pengaturan. Tulisan yang muncul dapat di *scroll* naik

dan turun untuk melihat isinya seperti pada Gambar 3.31. Untuk keluar dari halaman bantuan ini dapat dilakukan dengan cara *user* mengklik dibagian luar *box*, maka akan kembali pada halaman pengaturan. Fitur ini bertujuan untuk memudahkan *user* saat menggunakan aplikasinya.



Gambar 3.31: Tampilan Bantuan pada Halaman Pengaturan

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dipaparkan hasil pengujian serta analisis dari desain sistem dan implementasi. Pengujian dilakukan agar mengetahui keberhasilan sistem yang dibuat sehingga dapat ditarik kesimpulan terhadap penelitian tugas akhir ini. Pengujian pada penelitian ini dibagi ke dalam dua bagian antara lain:

1. Pengujian Alat.
2. Pengujian Aplikasi.

4.1 Pengujian Alat

Pada pengujian alat yang dilakukan adalah pengambilan data atau nilai dari kolam yang telah diatur berdasarkan kondisi sesungguhnya. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan sensor saat melakukan pembacaan.

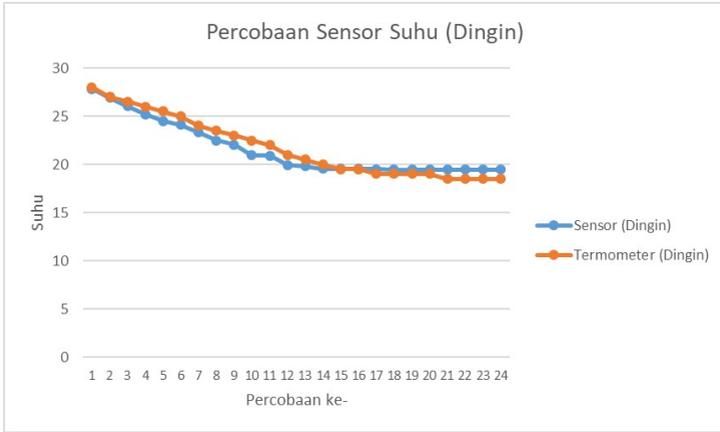
4.1.1 Pengambilan Data Sensor Suhu

Pada pengujian ini, yang dilakukan adalah pengukuran suhu menggunakan sensor dan termometer. Pengukuran dilakukan dengan kondisi air yang berbeda-beda dan disesuaikan dengan kebutuhan. Kondisi pertama adalah air normal suhu ruangan kemudian ditambahkan dengan cairan lain yang suhunya lebih rendah(dingin). Sensor dimasukkan ke dalam wadah yang sama dengan termometer dengan tujuan untuk membuktikan bahwa yang diukur adalah suhu pada air yang sama. Pengujian ini dilakukan selama dua menit dengan selisih pembacaan antar nilai adalah lima detik. Sebelum digunakan, sensor telah dikalibrasi agar nilai yang dikeluarkan sesuai dan tidak jauh berbeda dengan alat ukurnya. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil Pengujian Sensor Suhu

No	Sensor (dingin °C)	Alat ukur (dingin °C)	Sensor (panas °C)	Alat ukur (panas °C)
1	27.85	28	28.97	28
2	26.9	27	30.11	29
3	26.05	26.5	30.54	30
4	25.2	26	31.8	31
5	24.5	25.5	31.8	31.5
6	24.1	25	31.9	31.5
7	23.3	24	32.33	32
8	22.5	23.5	32.51	32
9	22.05	23	33.01	32
10	20.93	22.5	33.4	33
11	20.91	22	33.7	33
12	19.92	21	33.9	33.5
13	19.81	20.5	34.1	33.5
14	19.55	20	34.7	34
15	19.54	19.5	35.7	34
16	19.56	19.5	36.3	35
17	19.49	19	36.8	36
18	19.44	19	37.3	37
19	19.44	19	37.6	37
20	19.44	19	37.45	38
21	19.44	18.5	37.8	39
22	19.44	18.5	38.1	40
23	19.44	18.5	38.5	40.4
24	19.44	18.5	38.6	40.4

Sesuai hasil percobaan yang ditampilkan pada Tabel 4.1, dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa suhu terus menurun ketika diberi cairan lain yang suhunya lebih rendah. Pemberian cairan ini dilakukan dengan bertahap hingga suhu pada objek turun sampai batas maksimalnya. Dari hasil pembacaan sensor di air dingin terlihat bahwa suhu stabil pada 19.44°C, sedangkan pada termometer terbaca stabil maksimal pada 18.5°C.

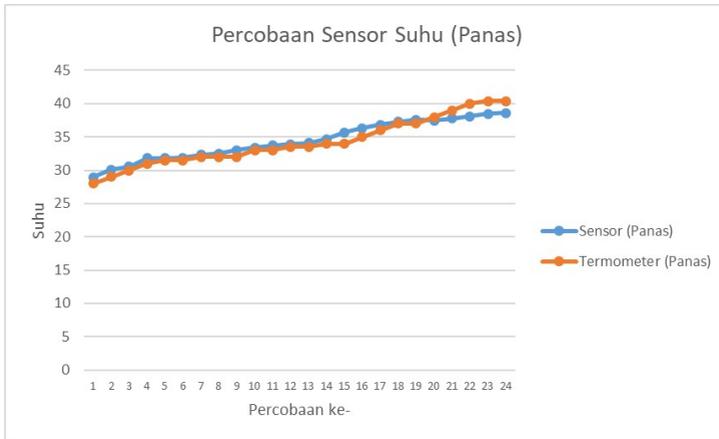


Gambar 4.1: Grafik Hasil Percobaan Air Dingin

Kondisi kedua adalah air normal suhu ruangan kemudian ditambahkan dengan cairan lain yang suhunya lebih tinggi (panas). Cara penambahan cairan dilakukan sama dengan yang sebelumnya, yaitu bertahap supaya dapat dilihat kenaikan suhunya serta perbedaan pada termometer. Dari Tabel 4.1 dan Gambar 4.2, nilai stabil maksimal yang dicapai sensor adalah 38.6°C sedangkan nilai stabil yang terbaca pada termometer adalah 40.4°C .

Dari kedua percobaan yang telah dilakukan sesuai pada Tabel 4.1, nilai stabil maksimal yang terbaca oleh sensor tidak lagi bertambah seperti yang terbaca oleh termometer. Dari Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa sensor akan bekerja maksimal pada *range* tertentu, jika pada keadaan sebenarnya terdapat suhu yang terlalu jauh dari batas normal maka pembacaan sensor dapat dikatakan menjadi tidak valid. Saat penerapan pada kolam yang sesungguhnya, kemungkinan perbedaan suhu pada sisi kolam bagian depan dan belakang bisa saja berbeda tergantung dengan keadaan di sekitar kolam.

Pengaruh terbesar suhu pada udang atau organisme lain adalah pada metabolisme tubuhnya. Ketika suhu terlalu rendah, metabolisme pada udang akan melambat dan nafsu makan dapat berkurang secara drastis. Hal ini dapat menyebabkan udang malas makan



Gambar 4.2: Grafik Hasil Percobaan Air Panas

hingga pada akhirnya menurunkan imun dan membuat udang akan mudah terserang penyakit. Saat suhu terlalu tinggi, metabolisme udang akan menjadi sangat cepat yang berpengaruh pada feses yang dikeluarkan. Feses yang terlalu banyak dan cepat menumpuk akan menyebabkan limbah pada kolam udang. Limbah feses mengandung ammonia yang jika dalam jumlah banyak dapat menyebabkan racun yang akan membunuh udang ataupun biota di dalam kolam yang sama. Selain limbah feses yang dapat menyebabkan racun, pakan alami yang terdapat pada kolam juga akan menjadi racun jika suhu pada kolam terlalu tinggi.

Untuk mengatasi suhu yang terlalu tinggi pada kolam, dapat dilakukan dengan menambah volume air untuk menstabilkan suhu. Sedangkan jika suhu terlalu rendah, dapat distabilkan dengan cara melakukan sirkulasi air.

4.1.2 Pengambilan Data Sensor pH

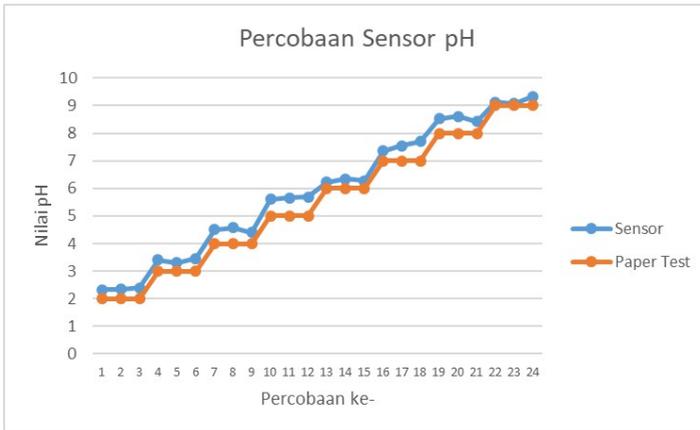
Pengujian kedua adalah pengambilan data pada sensor pH, langkah yang dilakukan hampir sama dengan sensor DO namun tidak perlu menggunakan cairan kimia tambahan sebagai pengalibrasi. Percobaan dilakukan selama sepuluh detik pada setiap cairan, dan diambil tiga data terakhir untuk masuk ke Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Hasil Pengujian Sensor pH

No	Sensor	Paper Test
1	2.33	2
2	2.35	2
3	2.39	2
4	3.41	3
5	3.3	3
6	3.46	3
7	4.5	4
8	4.57	4
9	4.41	4
10	5.6	5
11	5.65	5
12	5.69	5
13	6.22	6
14	6.34	6
15	6.27	6
16	7.35	7
17	7.54	7
18	7.7	7
19	8.52	8
20	8.61	8
21	8.43	8
22	9.12	9
23	9.08	9
24	9.34	9

Pada Tabel 4.2 terlihat bahwa nilai pH yang diuji hanya pada skala 2 sampai 9. Hal tersebut dikarenakan sifat cairan yang susah didapatkan sehingga maksimal hanya naik pada angka 9. Percobaan pengukuran pH ini dilakukan sebanyak 9 kali, karena untuk memperoleh nilai yang pas cairan tidak bisa langsung dicampurkan terus-menerus. Dari data yang terbaca pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.3, terlihat jika nilai desimal hasil pembacaan sensor tidak bisa konstan. Namun hal ini masih bisa ditoleransi selama nilai satuan tidak jauh berbeda dengan hasil uji menggunakan *paper test*. Pada kolom

udang, nilai pH normal adalah sekitar 7.5 sampai 8.5, jika terbaca kurang dari 7.5 maka akan terdeteksi sebagai asam, sedangkan jika lebih dari 8.5 akan terbaca basa. Berdasarkan keadaan di kolam, udang bisa hidup pada toleransi pH -1 atau pH +1.



Gambar 4.3: Grafik Hasil Percobaan Sensor pH

Kandungan pH pada kolam cukup berpengaruh, apabila pH di dalam kolam terlalu asam atau terlalu basa maka akan mengganggu perkembangannya. Ketika pH terlalu asam, air akan membunuh gonad (pada ikan) atau membunuh udang yang masih kecil. Saat pH terlalu tinggi atau basa, air akan bereaksi dengan zat-zat kimia yang bersifat basa dan kemudian akan menimbulkan racun untuk kolam.

Untuk mengatasi pH yang terlalu asam, dapat dilakukan dengan cara memberi batu kapur pada pintu masuknya air. Jika pH terlalu basa, dapat dilakukan pengurangan pH dengan cara memasang filter basa pada pintu masuk air. Namun jika mencapai nilai puncak atau mendekati puncak asam atau basa, lebih baik dilakukan penggantian air.

4.1.3 Pengambilan Data Sensor DO

Pada sebuah ekosistem kolam, ketersediaan oksigen sangat penting bagi keberlangsungan makhluk hidup di dalamnya. Untuk

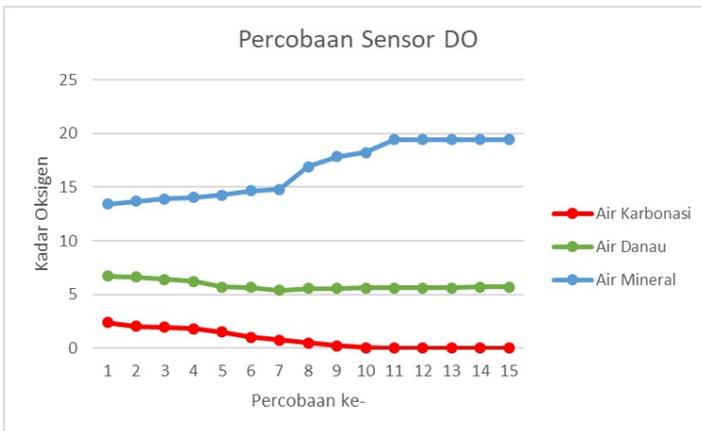
mengetahui kadar oksigen pada kolam, dapat diambil sampel air untuk dilakukan pengujian. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sensor dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga macam cairan, yaitu air danau, air mineral, serta air berkarbonasi (minuman bersoda). Penggunaan sensor DO untuk menguji kadar oksigen pada ketiga cairan tersebut dilakukan secara bergantian. Sebelum dapat digunakan, sensor DO harus diisi menggunakan larutan NaOH 0,5 mol kemudian dicelupkan pada sebuah cairan untuk melakukan kalibrasi. Setelah kalibrasi dilakukan, sensor dibersihkan menggunakan air jernih atau akuades kemudian dikeringkan. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kerancuan saat penggunaan sensor berikutnya. Pada pengujian sensor DO dilakukan selama 15 detik dengan selang waktu satu detik. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil Pengujian Sensor DO

No	Air Berkarbonasi (mg/L)	Air Danau (mg/L)	Air Mineral (mg/L)
1	2.39	6.71	13.45
2	2.04	6.63	13.71
3	1.95	6.4	13.92
4	1.81	6.22	14.03
5	1.5	5.71	14.25
6	1.02	5.65	14.65
7	0.76	5.41	14.81
8	0.51	5.56	16.9
9	0.23	5.57	17.85
10	0.07	5.61	18.25
11	0.02	5.6	19.41
12	0	5.6	19.42
13	0	5.6	19.42
14	0	5.7	19.42
15	0	5.69	19.42

Percobaan pertama adalah pembacaan kadar oksigen di dalam air mineral. Pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.4, terlihat bahwa

sensor tidak langsung menuju pada angka stabil namun bergerak sedikit demi sedikit secara terus-menerus sebelum mencapai angka stabil. Setelah terbaca stabil dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut adalah kadar oksigen sesungguhnya dari cairan yang sedang diuji. Pada percobaan ini menunjukkan bahwa kadar oksigen yang terdapat pada air mineral memiliki nilai yang cukup tinggi karena terus bergerak ke angka-angka besar. Gerakan air cukup berpengaruh terhadap meningkatnya kadar oksigen karena molekul di air yang sebelumnya tenang akan memperoleh tambahan oksigen saat air mendapat sedikit gerakan.



Gambar 4.4: Grafik Hasil Percobaan Sensor DO

Selanjutnya adalah percobaan menggunakan cairan berkarbonasi. Dari Tabel 4.3 kolom **Air Berkarbonasi** terlihat dengan jelas bahwa nilai yang terbaca di awal sudah cukup rendah yaitu sebesar 2.39 mg/L kemudian terus turun hingga mencapai nilai stabil maksimal dari cairan tersebut yaitu 0 mg/L. Dari percobaan ini dapat diketahui bahwa cairan berkarbonasi tidak memiliki kandungan oksigen sama sekali, sehingga tidak memungkinkan untuk biota dapat hidup pada air tersebut.

Yang terakhir adalah pengujian sensor DO pada air danau. Air danau yang digunakan adalah air yang terdapat biota di dalamnya. Berdasarkan Tabel 4.3 kolom **Air Danau** dapat diketahui bahwa air

memiliki nilai > 4.0 mg/L yang berarti air tersebut memang dapat dihuni oleh organisme air. Hasil pembacaan sensor menunjukkan nilai yang cukup stabil dan tidak banyak mengalami kenaikan atau penurunan.

Berdasarkan teori pada Bab sebelumnya, tertulis bahwa udang dapat hidup pada kadar oksigen $>4,0$ mg/L. Maka dari percobaan yang telah dilakukan, udang akan bertahan hidup pada air danau karena memiliki nilai $>4,0$ mg/L. Pada air berkarbonasi, dengan nilai DO sebesar 0 mg/L dapat dipastikan bahwa udang tidak bisa hidup di air tersebut karena tidak akan bisa bernapas. Oksigen selain untuk keperluan bernapas juga berguna sebagai oksidator bahan organik dan anorganik dalam air agar dapat memenuhi nutrisi lainnya. Jika kadar oksigen terlalu rendah, maka tidak akan ada nutrisi di dalam air tersebut. Kemudian pada air mineral, kadar oksigen terbaca cukup tinggi. Menurut teori, jika kadar oksigen terlalu tinggi bagi organisme air dapat merusak sistem pernapasan. Namun pada realitanya jarang terjadi karena dalam sebuah kolam terdapat banyak organisme sehingga oksigen akan digunakan bersama-sama.

Untuk mengatasi kurangnya kadar oksigen di kolam, dapat dilakukan aerasi dengan menyalakan kincir untuk menambah kadar oksigen di dalam air.

4.1.4 Pengaruh Panjang Kabel terhadap Pengiriman Data

Pengujian selanjutnya adalah pengujian panjang kabel terhadap pengiriman data yang bertujuan untuk mengetahui apakah data yang dikirimkan dari sensor tetap konsisten jika menggunakan kabel yang berbeda panjangnya. Pada percobaan ini digunakan 2 kabel data dengan panjang yang berbeda yaitu kabel serial A sepanjang 9 meter dan kabel serial B sepanjang 1 meter. Pengambilan data dilakukan selama lima menit dengan menggunakan sumber tegangan dan air yang sama. Hasil dari percobaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil Pengujian Sensor dengan Panjang Kabel Berbeda

A (9m)			B (1m)		
Suhu	pH	DO	Suhu	pH	DO
29.21	5.97	0	29.2	5.96	0
29.32	5.97	0	29.31	5.96	0
29.43	6.01	0	29.42	6	0
29.42	6.04	0	29.41	6.02	0
29.46	6.03	0	29.43	6.01	0
29.49	6.08	0	29.46	6.06	0
29.53	6.09	0	29.5	6.07	0
29.57	6.13	0	29.54	6.11	0
29.64	6.15	0	29.61	6.13	0
29.86	6.15	0	29.8	6.13	0
29.92	6.19	0	29.86	6.17	0
30.14	6.23	0	30.08	6.21	0
30.38	6.24	0	30.32	6.22	0
30.5	6.24	0	30.44	6.22	0
30.63	6.25	0	30.57	6.23	0
30.69	6.27	0	30.63	6.25	0
30.71	6.3	0	30.65	6.28	0
30.75	6.32	0	30.69	6.3	0
30.8	6.33	0	30.74	6.25	0
30.83	6.35	0	30.77	6.27	0
30.94	6.37	0	30.91	6.29	0
31.08	6.38	0	31.05	6.3	0
31.19	6.4	0	31.16	6.36	0
31.25	6.41	0	31.22	6.37	0
31.28	6.43	0	31.25	6.39	0
31.37	6.44	0	31.34	6.42	0
31.36	6.43	0	31.33	6.41	0
31.4	6.43	0	31.37	6.41	0
31.47	6.44	0	31.44	6.42	0
31.55	6.43	0	31.52	6.41	0

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa sensor suhu di bagian A dan B tidak memiliki selisih yang terlalu besar. Kemudian pada sen-

sensor pH juga cenderung sama dan tidak memiliki selisih terlalu besar. Pada percobaan ini sensor DO memiliki nilai 0 dikarenakan terdapat kesalahan dari alat yang digunakan. Dari percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan kabel sepanjang 9m dengan kabel sepanjang 1m tidak memiliki selisih yang terlalu besar dan setelah melakukan perhitungan ditemukan *error* sebesar 0.61619% pada sensor suhu serta *error* sebesar 0.09539% pada sensor pH.

4.2 Kalibrasi Sensor Suhu dan pH

Proses kalibrasi pada sensor diperlukan agar data yang dihasilkan lebih akurat serta konsisten dengan keadaan sesungguhnya. Hasil pengukuran akan berdampak langsung pada kolam yang sedang dimonitor. Pada sub-bab sebelumnya dihasilkan data pengukuran suhu serta pH yang menunjukkan bahwa terdapat selisih yang masih cukup jauh. Oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi agar mendapatkan hasil yang lebih konsisten. Metode yang digunakan untuk melakukan kalibrasi sensor pada penelitian ini adalah regresi polinomial dengan persamaan seperti pada persamaan 4.1.

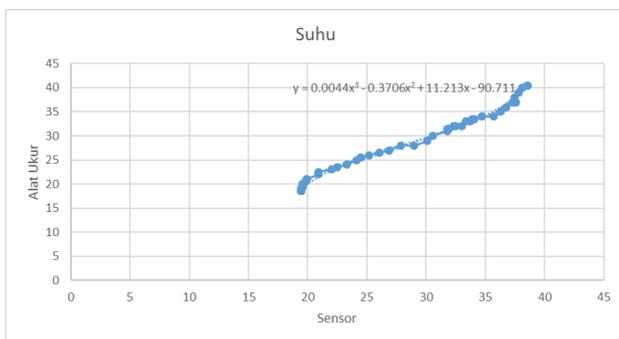
$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_rx^r \quad (4.1)$$

Pada persamaan 4.1, terdapat beberapa variabel yaitu y yang merupakan variabel dependen, a yang merupakan koefisien-koefisien regresi, x yang merupakan variabel independen, dan r yang menandakan derajat dari regresinya.

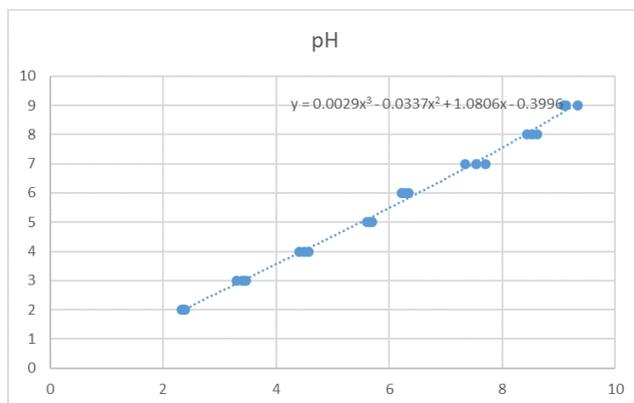
Dari persamaan 4.1, dapat ditemukan koefisien a menggunakan data percobaan pada Tabel 4.1. Kemudian didapatkan grafik pada Gambar 4.5 dan persamaan 4.2 untuk kalibrasi sensor suhu.

$$y = -90.711 + 11.213x - 0.3706x^2 + 0.0044x^3 \quad (4.2)$$

Pada persamaan 4.2 didapatkan nilai-nilai koefisien a yang kemudian menjadi parameter untuk melakukan kalibrasi sensor suhu pada Arduino. Selanjutnya untuk sensor pH dapat dilakukan kalibrasi menggunakan data percobaan pada Tabel 4.2. Dan didapatkan grafik pada Gambar 4.6 dengan persamaan 4.3 untuk melakukan kalibrasi sensor pH.



Gambar 4.5: Grafik Regresi Sensor Suhu



Gambar 4.6: Grafik Regresi Sensor pH

$$y = -0.3996 + 1.0806x - 0.0337x^2 + 0.0029x^3 \quad (4.3)$$

Pada proses kalibrasi dipilih polinom dengan derajat 3 karena kurva yang dibentuk dari persamaan tersebut adalah yang paling mendekati dengan data yang digunakan. Setelah dilakukan perhitungan data dari alat ukur dan persamaan regresi, didapatkan persentase *error* sebesar 4.78324% pada hasil regresi suhu dan 0.20987% pada hasil regresi pH.

4.3 Pengujian Aplikasi

Pada bagian ini, dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah aplikasi sudah berjalan dengan baik dari segi pengambilan data dan juga dalam visualisasinya. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sistem keseluruhan. Pengujian sistem dilakukan sebelum aplikasi digunakan oleh pengguna. Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah berjalan dengan baik atau belum. Tabel 4.5 adalah hasil pengujian sistem yang telah dilakukan.

Tabel 4.5: Hasil Pengujian Sistem

Fitur	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5
	Y/T	Y/T	Y/T	Y/T	Y/T
Registrasi	Y	Y	Y	Y	Y
Login	Y	Y	Y	Y	Y
Create Tambak/ Create Kolam	Y	Y	Y	Y	Y
Monitor keadaan kolam	Y	Y	Y	Y	Y
Grafik	Y	Y	Y	Y	Y
Peta	Y	Y	Y	Y	Y

Pengujian dilakukan dengan mencoba aplikasi dari awal hingga akhir bersamaan dengan pemasangan alat pada kolam mini. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan tingkat keberhasilan sebesar 100% pada setiap pengujian. Dapat dilihat pada Tabel 4.5 bahwa semua pengujian yang dilakukan telah sesuai. Alur pengujian dimulai dengan melakukan registrasi pengisian form seperti pada Gambar 3.16a di Bab sebelumnya. Setelah itu mencoba login dengan akun yang dibuat. Jika login berhasil masuk pada halaman selanjutnya yaitu halaman Pilih Tambak maka pengujian dikatakan berhasil. Percobaan yang dilakukan berhasil masuk pada halaman Pilih Kolam.

Selanjutnya yaitu pengujian fitur *create* Tambak dan *create* Kolam. Pengujian yang dilakukan adalah mencoba menambahkan Tambak pada halaman Pilih Tambak dan menambahkan Kolam pada halaman Pilih Kolam, jika berhasil maka nama tambak baru dan

nama kolam baru yang telah ditambahkan akan muncul pada halaman Pilih Tambak dan Pilih Kolam. Percobaan yang dilakukan berhasil menambahkan tambak baru dan kolam baru pada halaman Pilih Tambak dan Pilih Kolam.

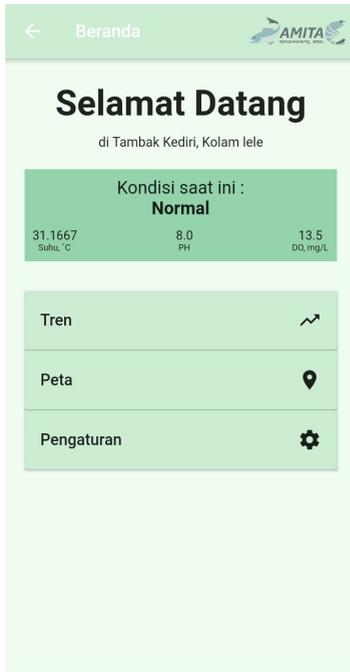
Selanjutnya adalah pengujian untuk mengetahui apakah keadaan kolam dapat dimonitor secara keseluruhan. Keadaan keseluruhan ditunjukkan dengan keterangan kondisi saat ini dan nilai parameternya yang terdapat pada halaman Beranda. Pengujian berhasil apabila pada halaman beranda dapat menampilkan keadaan keseluruhan kolam saat dilakukan pengujian dengan sensor terpasang. Pada Gambar 4.7 halaman beranda dapat menampilkan keadaan kolam keseluruhan saat dimonitor. Gambar 4.7a adalah saat keadaan normal, dan Gambar 4.7b adalah saat keadaan tidak normal.

Kemudian pengujian selanjutnya adalah pengujian pada grafik. Pengujian berhasil apabila grafik dapat *ter-update*. Pada Gambar 4.8 terdapat perbedaan waktu antara Gambar 4.8a dan Gambar 4.8b. Pada Gambar 4.8a tertera waktu terakhir adalah 09:22:17, sedangkan pada Gambar 4.8b waktu yang tertera adalah 09:24:40. Perubahan waktu membuktikan bahwa grafik dapat *ter-update*.

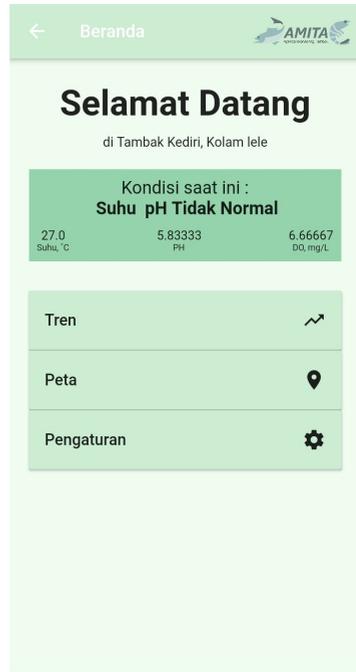
Yang terakhir adalah pengujian fitur Peta untuk mengetahui apakah peta mampu menampilkan data dan keadaan pada setiap petaknya sesuai hasil pembacaan sensor. Pada Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa *user interface* menampilkan keadaan kolam berdasarkan enam titik sesuai dengan kondisi pada setiap titik.

4.3.1 Penambahan Bentuk Lokasi yang Disimpan

Pada sub-bab ini akan menampilkan perubahan bentuk lokasi yang semula adalah nama daerah atau wilayah kemudian menjadi *latitude* dan *longitude*. Nilai *latitude* dan *longitude* didapatkan dari Google Maps yang diakses melalui aplikasi pada fitur registrasi di bagian 'Lokasi Tambak' kemudian disimpan dalam *database* pada *tb_tambak*. Pada Tabel 4.6, dengan *id_tambak* 1, 2, 3, dan 4 lokasi yang disimpan sebelumnya adalah nama daerah tambak berada. Kemudian tambak dengan *id* 5 dan 6 menyimpan lokasi berupa *latitude* dan *longitude*.



(a) Kondisi kolam normal



(b) Kondisi kolam tidak normal

Gambar 4.7: Keadaan Keseluruhan Kolam

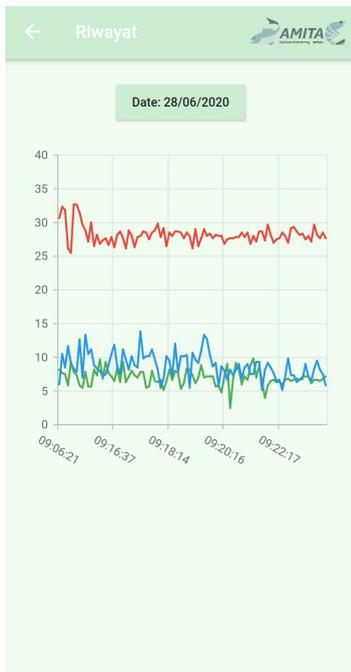
Tabel 4.6: Hasil Pembaharuan Bentuk Lokasi yang Disimpan

id_tambak	id_user	nama_tambak	lokasi_tambak
1	1	Tb. Gurame	Kediri
2	1	Tambak Pembenihan	Purwodadi
3	1	Tambak Penjualan Ikan	Surabaya
4	2	Lele Group Jatim	Pasuruan

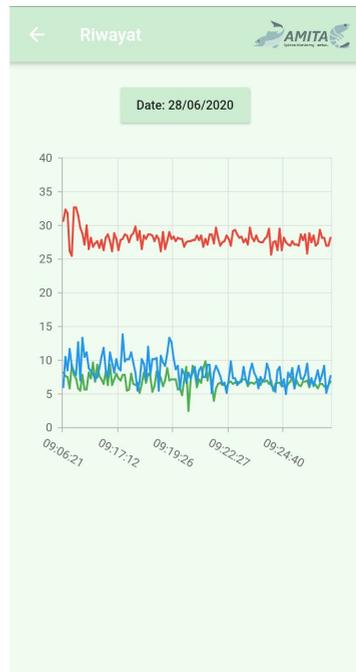
Tabel 4.6: Hasil Pembaharuan Bentuk Lokasi yang Disimpan

id_tambak	id_user	nama_tambak	lokasi_tambak
5	4	KJA Kerapu	-7.673324, 113.949190
6	4	Bibit Lele	-7.160128, 112.785885

Data *latitude* dan *longitude* didapatkan dari fitur aplikasi berupa *Map Location Picker*. *User* dapat menentukan sendiri letak dari tambak yang dimilikinya dengan mengeksplor fitur *map* yang tertaut pada *form* registrasi. Tampilan awal dari fitur *Map Location Picker* dapat dilihat pada Gambar 4.10.

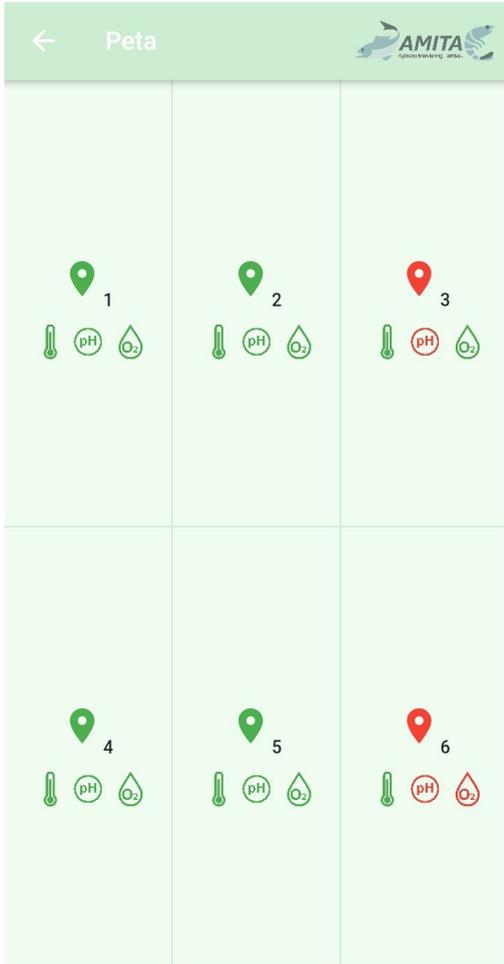


(a) Grafik menampilkan waktu terakhir 09:22:17



(b) Grafik menampilkan waktu terakhir 09:24:40

Gambar 4.8: Perbandingan Waktu dari Data yang ditampilkan



Gambar 4.9: Halaman menampilkan 6 titik sensor



Gambar 4.10: Tampilan Awal Fitur *Location Picker*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil proses kalibrasi menggunakan metode regresi polinomial didapatkan persentase *error* sebesar 4.78324% pada hasil regresi suhu dan 0.20987% pada hasil regresi pH. Hal ini berarti tingkat kebenaran berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan adalah sebesar 95.21676% untuk sensor suhu dan 99.79013% untuk sensor pH.
2. Pada pengujian pengaruh panjang kabel terhadap pengiriman data, didapatkan persentase *error* sebesar 0.61619% pada sensor suhu serta *error* sebesar 0.09539% pada sensor pH. Dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan pengiriman data menggunakan kabel yang lebih panjang adalah 99.38381% untuk sensor suhu dan 99.90461% untuk sensor pH.
3. Aplikasi mampu menampilkan data hasil monitoring ke dalam setiap petak dan menampilkan parameter normal serta tidak normalnya.
4. Aplikasi mampu memvisualisasikan data ke dalam bentuk grafik untuk setiap parameternya.
5. Aplikasi memiliki bentuk kolom default berbentuk persegi panjang berukuran sesuai dengan objek penelitian dan terdiri atas enam node. Sehingga saat ini tidak memungkinkan untuk menambah kolom dengan bentuk selain persegi atau persegi panjang dengan rasio yang berbeda jauh dari ukuran default.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Diperlukan alat ukur yang sesungguhnya untuk melakukan kalibrasi pada sensor yang digunakan.

2. Diperlukan pengembangan aplikasi agar dapat digunakan untuk semua jenis smartphone.
3. Diperlukan pembuatan notifikasi pada aplikasi agar dapat lebih bermanfaat saat penerapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Gambar udang vaname.” <https://www.pngguru.com/free-transparent-background-png-clipart-btxlw>. Terakhir diakses pada tanggal 28 Juli 2020. (Dikutip pada halaman xi, 6).
- [2] “Iot ilustration.” <https://idcloudhost.com/hubungan-cloud-computing-dan-internet-of-things-iot/>. Terakhir diakses pada tanggal 28 Juli 2020. (Dikutip pada halaman xi, 8).
- [3] “Analog dissolved oxygen sensor.” https://wiki.dfrobot.com/Gravity_Analog_Dissolved_Oxygen_Sensor_SKU_SEN0237. Terakhir diakses pada tanggal 25 April 2020. (Dikutip pada halaman xi, 12).
- [4] “Arduino mega.” <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>. Terakhir diakses pada tanggal 7 Mei 2020. (Dikutip pada halaman xi, 13).
- [5] I. S. d. L. H. Priyani Kusrinia, Goib Wiranto, “Sistem monitoring *Online* kualitas air akuakultur untuk tambak udang menggunakan aplikasi berbasis android,” Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi, vol. 16, 2016. (Dikutip pada halaman xi, 16, 17).
- [6] “Produktivitas perikanan indonesia – kkp.” Terakhir diakses pada tanggal 8 April 2020. (Dikutip pada halaman 1).
- [7] “Jumlah perusahaan budidaya perikanan menurut jenis budidaya, 2000-2018.” <https://www.bps.go.id/statictable/2009/10/05/1702/jumlah-perusahaan-budidaya-perikanan-menurut-jenis-budidaya-2000-2018.html>. Terakhir diakses pada tanggal 7 April 2020. (Dikutip pada halaman 1).
- [8] J. Morgan, “A simple explanation of ‘the internet of things’.” <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand>. (Dikutip pada halaman 2, 8).

- [9] B. S. Nasional, Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931 Bagian 1: Produksi induk model indoor. Jakarta: BSN, 2014. (Dikutip pada halaman 7).
- [10] “Ds18b20 temperature sensor.” https://wiki.dfrobot.com/Gravity_DS18B20_Temperature_Sensor_Arduino-Compatible_V2_SKU_DFR0024. Terakhir diakses pada tanggal 25 April 2020. (Dikutip pada halaman 9).
- [11] N. Y. D. Imam Abdul Rozaq, “Uji karakterisasi sensor suhu ds18b20 waterproof berbasis arduino uno sebagai salah satu parameter kualitas air,” Jurnal UMK, 2017. (Dikutip pada halaman 9).
- [12] “Analog ph sensor.” https://wiki.dfrobot.com/Analog_pH_Meter_Pro_SKU_SEN0169. Terakhir diakses pada tanggal 25 April 2020. (Dikutip pada halaman 10).
- [13] “Visualisasi data.” <https://sites.google.com/a/std.stei.itb.ac.id/sulhan/visualisasi-data>. Terakhir diakses pada tanggal 4 April 2020. (Dikutip pada halaman 14).
- [14] G. Indonesia, “Menjadi flutter developer expert (2019).” <https://www.dicoding.com/academies/110>. Terakhir diakses pada tanggal 25 April 2020. (Dikutip pada halaman 16).
- [15] Z. B. H. A. Emil Multazam, “Sistem monitoring kualitas air tambak udang vaname,” Jurnal IT, vol. 8, 2017. (Dikutip pada halaman 18).
- [16] M. Izzati, “Perubahan kandungan ammonia, nitrit dan nitrat dalam air tambak pada model budidaya udang windu dengan rumput laut *Sargassum plagyophillum* dan ekstraknya,” Bioma, vol. 13, 2011. (Dikutip pada halaman 18).
- [17] M. S. Sukimin, Muhamad Agus, “Analisis komparasi sumber air yang berbeda dalam pengelolaan tambak terhadap hasil produksi udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*,” Pena Akuatika, vol. 13, 2016. (Dikutip pada halaman 18).

- [18] H. M.Faiz Fuady, Mustofa Niti Supardjo, “Pengaruh pengelolaan kualitas air terhadap tingkat kelulushidupan dan laju pertumbuhan udang vaname *Litopenaeus vannamei* di pt. indokor bangun desa, yogyakarta,” Diponegoro Journal Of Maquares, vol. 2, 2013. (Dikutip pada halaman 19).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Retno Wulandari, lahir pada 25 Oktober tahun 1997 di Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Penulis lulus dari SMA Negeri 2 Pare pada tahun 2016, kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 di Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti beberapa UKM sekaligus namun hingga tahun terakhir hanya menetap pada satu UKM, yaitu KSR PMI ITS. Penulis mulai aktif sebagai staff pada tahun 2017 hingga 2019 sebagai staff di Divisi Pelayanan Sosial. Selain fokus di UKM tersebut dan semua percabangannya, penulis juga aktif mengikuti kepanitiaan di berbagai event di ITS. Pada tahun terakhir, penulis banyak tertarik dengan pengembangan teknologi *Internet of Things* dan *Mobile Application*. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, ataupun pertanyaan terkait dengan tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email retnowly97@gmail.com.

Halaman ini sengaja dikosongkan