

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Pada penelitian Adhitya Bhawiyuga, Widhi Yahya membahas tentang monitoring kualitas air kolam budidaya menggunakan jaringan sensor nirkabel berbasis protokol LoRa. Pada penelitian ini dibangun sebuah sistem pemantauan kualitas air kolam budidaya ikan secara *real time* menggunakan sensor nirkabel. Sistem yang diusulkan terdiri atas 3 bagian yaitu kumpulan perangkat node sensor, perangkat *gateway* dan data *center*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perubahan pada kondisi air seperti tingkat kejernihan, oksigen dan pH. Pada pengujian kinerja diperoleh hasil terbaik pada jarak 40 meter dengan besar paket 82 byte yang memberikan nilai hasil pengujian sebesar 189,4ms untuk delay dan 7,8% *packetloss* [5].

Penelitian Delarta Tok Adin, Adhitya Bhawiyuga, Widhi Yahya membahas mengenai berfokus pada mekanisme aliran data dari sensor node hingga menuju komponen visualisasi data. Arsitektur pada penelitian ini terdiri dari sensor *node*, *gateway*, *cloud server* dan komponen visualisasi data. Perangkat sensor yang digunakan yaitu sensor suhu, keasaman, kekeruhan, dan oksigen terlarut. Data yang diakuisisi dari sensor *node* dijalankan mekanisme *packing* dalam bentuk struct. Data struct kemudian dikirimkan menggunakan LoRa menuju *gateway*. Di dalam *gateway* dijalankan mekanisme untuk mengkonversi tipe data struct menjadi JSON. Data yang telah dikonversi menjadi JSON berikutnya akan dikirim oleh *gateway* menuju cloud server menggunakan protokol HTTP dan menampilkan hasil dalam bentuk web application. Pengujian fungsionalitas dilakukan agar sistem berjalan sebagaimana mestinya. Pengujian kinerja dilakukan dengan parameter *successful rate* dengan hasil yang didapatkan kinerja paling baik pada jarak 400 meter pada interval waktu 60 detik dengan *successful rate* 95%. Berdasarkan hasil tersebut penelitian ini dapat menjadi solusi atas masalah pemantauan kondisi kualitas perairan khususnya dalam hal jangkauan pemantauan yang luas [3].

Pada penelitian Ahmad Reza Hakimi, Muhammad Rivai, Harris Pirngadi yang berjudul Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa membahas mengenai Pemantauan dan pengontrolan salinitas air tambak

pada pembudidayaan ikan. Salinitas merupakan sebuah tingkat kadar garam yang terlarut pada air. Kadar salinitas yang tidak normal dapat memperlambat pertumbuhan ikan. emantauan ini harus dilakukan setiap hari sehingga akan menyulitkan bagi pembudidaya ikan, terlebih jika jarak tambak dari perumahan yang cukup jauh. Oleh karena itu maka diperlukan suatu alat yang bisa memantau maupun mengontrol kadar salinitas dari jarak yang jauh tanpa perlu datang ke lokasi tambak. Sistem yang digunakan untuk penelitian ini berbasis IoT dimana semua pemantauan secara real time akan membutuhkan internet. IoT yang digunakan pada penelitian ini adalah IoT LoRa dan nodeMCU esp8266. Pemantauan dan pengontrolannya dilakukan dengan membaca sensor salinitas air tambak dengan menggunakan Sensor Total Dissolved Solid (TDS). Data pembacaan sensor TDS diolah oleh sebuah microcontroller Arduino Uno. LoRa Transmitter akan mengirimkan datanya ke LoRa Receiver. Setelah data diterima di receiver data dikirimkan melalui Node MCUesp8266 ke aplikasi Blynk yang ada di perangkat smartphone. Sedangkan sistem kontrolnya menggunakan kontrol Proportional Integral Derivative (PID) untuk mengatur relay. Relay ini mengatur lama bukan valve untuk membuka atau menutup, menambah maupun mengurangi kadar salinitas pada air. Pengujian sensor salinitas dilakukan di berbagai kadar salinitas air mulai dari 0 ppt sampai 40 ppt. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa sensor TDS ini mampu membacanya dengan baik. Sedangkan LoRa mampu mengirimkan datanya dengan baik pada jarak kurang lebih 600 meter. Pada pengujian keseluruhan sistem di tambak didapatkan nilai standar deviasi eror ketika kondisi mulai stabil sebesar 0,24 ppt [6].

Pada Penelitian Rosi Nur Safitri, Sesilia Retno Ayu Ningtyas, Wahyu Gilang Hermawan, Thalita Aldilla Prमितasari, Siti Rachamawati membahas mengenai Dampak kualitas air pada Kawasan keramba budidaya ikan air tawar di waduk Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air di kawasan budidaya ikan Waduk Cengklik dan hubungannya dengan Kesehatan ikan. Tiga titik pengamatan ditentukan dengan teknik purposive sampling. Sampel air dari seluruh titik pengamatan diukur menggunakan Horiba *Water Quality Checker* berdasarkan parameter suhu, konduktivitas, total padatan terlarut, pH, oksigen terlarut, dan potensi reduksi oksidasi. Nilai oksigen terlarut pada setiap titik pengamatan adalah

8.81 mg/L, 5.09 mg/L, dan 6.84 mg/L. Potensi reduksi oksidasi pada setiap titik pengamatan adalah 281 mV, 246 mV, dan 265 mV. Parameter suhu, konduktivitas, total padatan terlarut, dan oksigen terlarut masih memenuhi baku mutu air, tetapi parameter pH dan potensi reduksi oksidasi tidak memenuhi standar baku mutu air [1].

Penelitian Kuartono, Bagus Adi Kusuma, Agam Purusa Putra pada tahun 2020 yang berjudul Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar. Pada penelitian ini menentukan kualitas air kolam karena banyak kolam ikan yang tercemar airnya sehingga menyebabkan banyaknya angka kematian pada ikan, sehingga diperlukan penentuan parameter seperti pH dan kekeruhan. Pada penelitian ini faktor yang utama adalah pH dan kekeruhan sehingga dipantau menggunakan sensor pH DF Robot dan sensor turbidity menggunakan DF Robot Gravity Analog Turbidity dan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan menampilkan data secara real time di LCD [7].

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya**

No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
1.	Adhitya Bhawiyuga, Widhi Yahya (2019)	sistem pemantauan kualitas air kolam budidaya ikan menggunakan jaringan sensor nirkabel.	Suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perubahan pada kondisi air seperti tingkat kejernihan, oksigen dan pH	Tidak melakukan pengukuran <i>Oxidation Reduction Potential</i> (ORP) dan tidak berbasis <i>Long Range</i> (LoRa)
2.	Delarta Tok Adin Adhitya Bhawiyuga Widhi Yahya (2019)	Monitoring parameter fisik air kolam ikan menggunakan jaringan sensor nirkabel berbasis protocol LoRa	Sensor suhu, keasaman, kekeruhan dan oksigen terlarut	Menampilkan hasil pemantauan air	Parameter yang diukur adalah suhu, keasaman, kekeruhan dan oksigen terlarut Dan tidak mengukur 7 parameter ORP

No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
3.	Ahmad Reza Hakimi, Muhammad Rivai, Harris Pirngadi (2021)	Pemantauan kadar salinitas air tambak terhadap kadar garam pada perairan	Menghitung Parameter salinitas dan parameter total dissolved solid (TDS)	Dapat memonitoring tambak menggunakan LoRa dan pengujian pada sensor TDS dapat bekerja dengan baik	Penelitian ini mengukur kadar salinitas air tambak dan menggunakan sensor TDS. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan penulis menggunakan sensor ORP
4.	Muhammad Hidayatullah, Jauharul Fat, Titi Andriani (2018)	Prototype Sistem Telemetry Pemantauan Kualitas Air Pada kolam ikan air tawar Berbasis Mikrokontroler	Mengukur parameter kualitas air dan pH menggunakan metode eksperimen yang dilakukan dilaboratorium	pH sebesar 6.88, kemudian dilakukan pengujian untuk larutan uji (air keran, larutan kunyit dan pasta gigi). Hasil pembacaan sistem yaitu pH 7.0 untuk air, 8.7 untuk larutan kunyit dan 9.0 untuk larutan pasta gigi. Secara keseluruhan sistem yang dibangun mampu mengukur dan menyimpan data Oleh karena itu, alat ini dapat diimplementasikan di kolam-	Tidak melakukan uji laboratorium
5.	Rosi Nur Safitri, Sesilia Retno Ayu Ningtyas, Wahyu Gilang Hermawan,	Dampak kualitas air pada Kawasan keramba budidaya ikan air tawar di waduk	Parameter suhu, konduktivitas, total padatan terlarut, pH, oksigen terlarut dan	Hasil dari parameter suhu, konduktivitas, total padatan terlarut, dan oksigen terlarut masih memenuhi baku mutu air,	Tidak melakukan pengukuran Oxidation Reduction Potential (ORP) dan tidak

No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
	Thalita Aldilla Pramitasari, Siti Rachamawati (2022)		potensi reduksi oksidasi	tetapi pH dan potensi reduksi oksidasi tidak memenuhi standar baku mutu air	berbasis Long Range (LoRa)
6.	Kuat Indartono, Bagus Adhi Kusuma, Agam Purusha Putra (2020)	Memonitoring kualitas air secara heuristic dengan menggunakan sensor yang lebih lengkap agar ikan dapat tumbuh secara maksimal menggunakan sensor pH, suhu, oksigen terlarut dan kekeruhan air yang diintegrasikan dengan perangkat arduino	pH, suhu, kekeruhan air, salinitas dan kadar oksigen terlarut (dissolve oxygen)	Prototype sistem dengan pemantauan dan pengendalian kualitas air berhasil dibuat dengan sensor bekerja normal pada saat dilakukan pengujian yang ditampilkan oleh LCD. Prototype yang dibuat bisa digunakan untuk memantau secara real time.	Tidak berbasis Long Range (LoRa) dan sensornya tidak menggunakan sensor ORP (Oxidation Reduction Potential)

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 Kolam Ikan

Kolam merupakan suatu perairan buatan manusia dengan jumlah air yang banyak. Kolam ikan merupakan lahan penampungan air dengan tujuan untuk pemeliharaan ikan. Air pada kolam ikan dapat dikendalikan oleh manusia dan perlu perawatan khusus oleh manusia untuk melakukan kontrol terhadap air kolam ikan untuk menjaga kesehatan dari ikan yang dipelihara. Perawatan terhadap kolam ikan perlu dilakukan secara berkala untuk mengetahui kualitas kolam ikan dengan cara mengecek kandungan yang ada pada kolam ikan yang sesuai dengan baku mutu yang sudah ditentukan. Salah satu parameter pada kolam ikan yaitu *oxidation reduction potential* (ORP) dimana perairan dikatakan sehat itu nilai ORPnya adalah 300mV dan 500mV [2].



**Gambar 2.1 Kolam Ikan.**

Pada Gambar 2.1 merupakan kolam ikan yang mempunyai karakteristik kolam ikan mujair yang berlokasi di Desa Dawuhan Kulon. Kolam ikan ini memiliki tingkat kekeruhan air cukup keruh hal ini disebabkan penumpukan lumpur atau debu di dasar kolam, karena partikel-partikel ini akan terus berputar dan mengambang dalam air.

### **2.2.2 Sensor ORP (*Oxidation Reduction Potential*)**

Sensor oksidasi reduksi potensial (ORP) adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat oksidasi-reduksi dalam sebuah sistem. ORP menggambarkan kemampuan suatu larutan untuk menerima atau menyumbangkan elektron selama reaksi oksidasi atau reduksi. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan potensial elektroda antara elektroda referensi dan elektroda khusus yang terendam dalam larutan. Nilai ORP yang diukur dinyatakan dalam satuan *milivolt* (mV), dan nilai positif menunjukkan larutan bersifat oksidatif, sementara nilai negatif menunjukkan larutan bersifat reduktif. Sensor ORP memiliki berbagai kegunaan, termasuk dalam pengendalian proses industri, pemantauan kualitas air dalam pengolahan air minum, dan sebagai alat pemantau kualitas air kolam ikan. Selain itu, sensor ORP juga dapat digunakan dalam aplikasi lingkungan untuk mendeteksi pencemaran atau perubahan kondisi lingkungan [8].

### **2.2.3 ORP Meter**

ORP (*Oxidation Reduction Potential*) meter merupakan alat pengukuran yang digunakan untuk mengukur potensi oksidasi reduksi dan konsentrasi pada suatu bahan kimia yang biasanya berada pada industri perikanan. Bahan kimia akan

bereaksi karena pengaruh dari oksigen dan bahan kimia tersebut akan mengoksidasi maka ORP meter akan mengukur potensi reaksi tersebut. ORP meter digunakan pada industri perikanan karena pada kolam ikan terdapat kandungan kimia yang perlu dilakukan pengawasan sehingga penting untuk dilakukan pengujian secara teratur. ORP meter digunakan untuk mengukur kadar kualitas air, kadar klorin, dan pengawasan proses kimia. Hasil dari pengukuran menggunakan ORP meter digunakan untuk menyeimbangkan berbagai residu klorin bebas (*Free Chlorine*) dan pH, dua hal tersebut merupakan bagian penting dalam keseimbangan bahan kimia yang baik. Dengan menggunakan alat ORP meter dapat mengetahui berapa kandungan klorin atau tingkat keasaman pada air kolam. Dengan ORP meter akan memberi tahu hasil seberapa efektif klorin Ketika ber-oksidasi dengan bahan organik dan sanitasi kolam, dengan begitu akan membantu dalam pengambilan keputusan apa yang harus dilakukan pada air kolam ikan tersebut Hasil pengukuran ORP ditampilkan dalam satuan *millivolt* (mV) [9].



**Gambar 2.2 ORP Meter [9]**

Pada gambar 2.2 merupakan ORP (*Oxidation Reduction Potential*) meter alat pengukuran yang digunakan untuk mengukur potensi oksidasi reduksi dan konsentrasi pada suatu bahan kimia yang biasanya berada pada industri perikanan. Bahan kimia akan bereaksi karena pengaruh dari oksigen dan bahan kimia tersebut akan mengoksidasi maka ORP meter akan mengukur potensi reaksi tersebut.

#### **2.2.4 Lynx-32 LoRa Development Board**

Lynx-32 LoRa *Development Board* merupakan mikrokontroler asli Indonesia yang menggunakan produk ESP (Espressif) sehingga memiliki berbagai





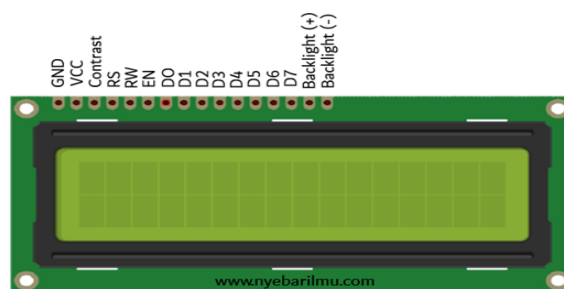
penyiaran yang lebih tinggi memungkinkan jangkauan yang lebih jauh dengan mengurangi kecepatan data yang lebih rendah, dan sebaliknya [12].

Pada LoRa memiliki parameter transmisi yang perlu diperhatikan yaitu *bandwith*, *coding rate*, dan *spreading factor*.

1. *Bandwith* (BW) adalah lebar pita frekuensi yang berfungsi untuk memodulasi sinyal informasi sebagai representasi chip rate dari modulasi sinyal. Pada komunikasi radio frekuensi (RF) besaran frekuensi dapat diatur sesuai dengan kebutuhannya mulai dari 125kHz, 250kHz hingga 200kHz,
2. *Coding rate* adalah fitur dari LoRa yang menggunakan Teknik *Forward Error Correction* (FEC) yang berfungsi untuk melakukan *encode* 4 bit data dengan redundansi yaitu dengan menggandakan menjadi 5 bit, 6 bit, 7 bit dan 8 bit.
3. *Spreading Factor* (SF) adalah banyaknya *chip* atau bit yang dapat diencode untuk mewakili satu simbol, yang besarnya diatur mulai dari 7, 8, 9, 10, 11 dan 12 [10].

### 2.2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD memiliki 2x16 karakter huruf yang dapat ditampilkan, setiap hurufnya terdiri dari 5x8 *dot-matrix cursor*. Sumber tegangan yang dimiliki LCD sebesar 5 volt, yang bekerja pada suhu 0-55° C. LCD yang digunakan pada alat ini adalah LCD 16x2 yang berarti 16 kolom (untuk 16 karakter) dan 2 baris. LCD dapat digunakan melalui mode 4 bit dan 8 bit sehingga mampu digunakan secara back light [13].



**Gambar 2.4 *Liquid Crystal Display (LCD) 16x2* [13]**

Pada gambar 2.4 merupakan *Liquid Crystal Display (LCD)* yang dilengkapi dengan modul yang menggunakan protokol 12C yang berguna untuk mengurangi penggunaan pin pada mikrokontroler. Spesifikasi dari layar LCD 16x2 sebagai mana dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

**Tabel 2.2 Spesifikasi LCD 16x2 [13].**

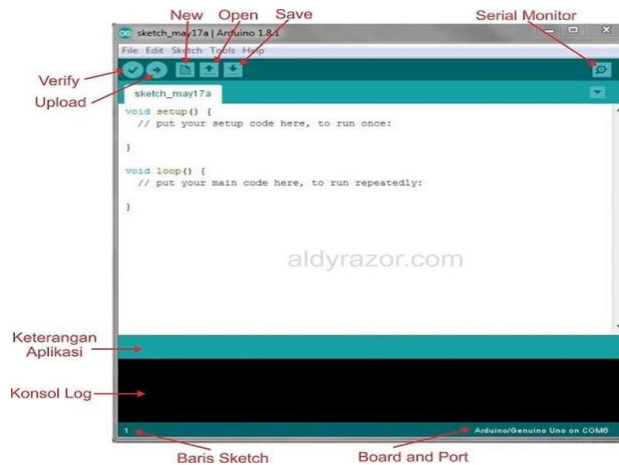
Pin	Deskripsi
1	Ground (-)
2	Vcc (+)
3	Mengatur kontras atau pencahayaan
4	Register select
5	Read / Write LCD Register
6	Enable
7-14	Data I/O (Input/Output)
15	VCC (+) LED
16	Ground (-) LED

Berdasarkan tabel 2.2 merupakan Spesifikasi LCD 16x2. Modul LCD menggunakan 6 – 7 pin yang terhubung ke mikrokontroler. Sedangkan modul 12C hanya menggunakan 2 pin *analog input* (SDA) dan (SCL) untuk terhubung ke mikrokontroler. LCD 16x2 adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan penampil LCD 16x2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Penampil LCD 16x2 ini bisa di hubungkan dengan mikrokontroler apa saja. Salah satunya. Layar LCD terdiri dari dua lembar panel kaca yang mengandung lapisan tipis kristal cair di antara keduanya. Ketika listrik diberikan ke kristal cair, orientasi mereka berubah dan mempengaruhi cahaya yang melewati mereka. Proses ini menghasilkan gambar atau teks pada layar [13].

### **2.2.7 Arduino Software (IDE)**

Arduino IDE (*Integrated Development Environmen*) adalah aplikasi yang digunakan untuk menulis kode program arduino yang nantinya akan dikirim ke dalam *board*. Arduino IDE dapat digunakan pada sistem operasi *Windows*, *Linux*, dan *Mac OS*. Aplikasi ini terkoneksi dengan perangkat keras Arduino guna mengirimkan program dan komunikasi dengan Arduino. IDE adalah Bahasa pemrograman yang hamper sama dengan Bahasa pemrograman C. Arduino sudah *terinstall* program yang disebut *boatloader*. *Bootloader* tersebut berfungsi sebagai penengah pada *compiler* Arduino terhadap mikrokontroler tersebut [14].

Bagian – bagian dari Arduino Ide diilustrasikan pada Gambar 2.6 di bawah.



**Gambar 2.5 Software Arduino IDE [15]**

Pada Gambar 2.5 merupakan *Software* Arduino IDE. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman yang berdasarkan pada bahasa C dan C++, yang telah disederhanakan agar lebih mudah dipahami oleh pemula. Ini termasuk fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh pustaka Arduino untuk mengendalikan perangkat keras Arduino IDE memiliki alat yang disebut "Serial Monitor" yang memungkinkan Anda untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui koneksi serial. Ini sangat berguna untuk debugging dan interaksi dengan kode yang sedang berjalan.

### 2.2.8 Antares

*Platform* Antares merupakan *platform* berbasis web server yang dikhususkan untuk internet of things. *Platform* ini memiliki fitur umum untuk pengguna gratis dan terutama untuk pengguna berbayar. *Platform* ini dapat diakses dimanapun dan kapanpun dengan menggunakan jaringan internet. Pada penelitian ini *platform* Antares berperan sebagai tempat penyimpanan data dari pengukuran sensor dan dapat ditampilkan ke dalam grafik sebagai monitoring pada *web* Antares [16].



**Gambar 2.6 Antares**

Pada Gambar 2.6 merupakan logo Antares. Antares adalah salah satu dari banyak *platform* IoT yang dirancang untuk membantu pengembang dan organisasi mengimplementasikan solusi IoT dengan lebih mudah. Ini menyediakan alat dan layanan yang memungkinkan perangkat fisik untuk terhubung dengan internet dan

berkomunikasi satu sama lain serta dengan *platform* ini. ntares adalah salah satu dari banyak *platform* IoT yang dirancang untuk membantu pengembang dan organisasi mengimplementasikan solusi IoT dengan lebih mudah. Ini menyediakan alat dan layanan yang memungkinkan perangkat fisik untuk terhubung dengan internet dan berkomunikasi satu sama lain serta dengan *platform* ini.

### 2.2.9 Pengujian Sensor

Untuk mengetahui keakurasian pembacaan sensor maka perlu dilakukan perhitungan presentase galat (*error*). Penentuan penggunaan sensor dapat ditentukan melalui perhitungan nilai *error* dan presentase nilai *error* dari perbandingan pembacaan sensor dengan instrument pengujian [17]. Nilai *error* dapat dihitung dengan persamaan formula (2.1) dibawah ini, maka berlaku rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{Error} = \left| \frac{x-xi}{x} \right| \quad (2.1)$$

Untuk mengetahui presentase *error*, maka berlaku rumus sebagai berikut:

$$\% \mathbf{Error} = \left| \frac{x-xi}{x} \right| \times 100 \quad (2.2)$$

Keterangan:

X= nilai sebenarnya (instrument standar)

Xi= nilai yang terukur (nilai dari sensor) [18].

### 2.2.10 Received Signal Strength Indication (RSSI)

*Received Signal Strength Indicator* (RSSI) adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal. Jika jarak pemancar semakin jauh sinyal yang diterima kecil atau semakin lemah sehingga pengiriman informasi akan membutuhkan waktu.

**Tabel 2.3 Standar RSSI menurut TIPHON.**

Kategori	<i>Signal Strength</i> (dBm)
Sangat Bagus	> -70 dBm
Bagus	-70 dBm s/d -85dBm
Sedang	-86 dBm s/d -100 dBm
Jelek	-100 dBm