

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Berdasarkan penelitian Safitri *et al.* (2022) yang berjudul “Dampak Kualitas Air Pada Kawasan Keramba Budidaya Ikan Air Tawar di Waduk Cengklik, Boyolali” membahas mengenai kualitas air di kawasan budidaya ikan Waduk Cengklik yang mana kualitas air ini digunakan untuk mengetahui kesehatan ikan yang berada pada waduk tersebut. Penelitian ini melakukan pengamatan pengukuran beberapa parameter diantaranya suhu, konduktivitas, total padatan terlarut, pH, oksigen terlarut dan potensial reduksi oksidasi. Hasil dari setiap parameter dibandingkan dengan Baku Mutu Kualitas Air Danau dan sejenisnya pada lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan dianalisis secara deskriptif. Pada penelitian ini nilai dari potensi reduksi oksidasi pada setiap titik pengamatan adalah 281 mV, 246 mV, dan 265 mV. Secara keseluruhan hasil yang didapatkan pada penelitian ini untuk 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 [5].

Berdasarkan penelitian Indartono *et al.* (2020) yang berjudul “Perancangan Sistem Pemantauan Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar” membahas mengenai bagaimana membuat atau merancang sebuah alat dengan memonitor kualitas air berbasis mikrokontroler. Alat tersebut dapat mengukur beberapa parameter sekaligus yaitu pH, suhu, kekeruhan air, salinitas dan kadar oksigen terlarut. Jika ada parameter yang tidak normal, maka alarm akan aktif. Sistem ini menggunakan data *logger* untuk melihat data-data dari sensor yang terpasang yang dapat digunakan untuk pengamatan lebih lanjut. Hasil dari pembuatan sistem ini bisa dikatakan berhasil dan bekerja normal pada saat pengujian [6].

Berdasarkan penelitian Khaidir Hakam Gilang Ahmad (2019) yang berjudul “Sistem Kontrol Temperatur, pH, dan Kejernihan Air Kolam Ikan Berbasis Arduino

Uno” membahas mengenai suatu perancangan *hardware* menggunakan Arduino Uno R3 dengan parameter kualitas air yang diukur seperti *temperature*, pH dan kejernihan air kolam tersebut. Hasil dari penelitian menunjukkan sistem dapat bekerja dengan baik dengan persentase *error* sensor suhu = 0,36 %; *error* sensor pH = 0,90 %; dan *error* sensor LDR = 3,32 % [7].

Berdasarkan penelitian Nasiti *et al.* (2018) yang berjudul “Analisis Degradasi Lingkungan Perairan dan Keterkaitannya dengan Kematian Massal Ikan Budidaya di Waduk Cirata, Jawa Barat” membahas mengenai permasalahan pada kematian massal ikan yang ada pada Waduk Cirata. Hal yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengumpulan data pada beberapa titik daerah yang terjadi saat kematian massal ikan tersebut. Metode yang digunakan dengan observasi cepat *in situ*, wawancara dan studi pustaka. Hasil yang diperoleh dimana kejadian kematian ikan massal terjadi diakibatkan kadar oksigen terlarut yang rendah dan nilai dari ORP nilainya negatif sehingga perairan tidak mampu menguraikan akumulasi limbah [8].

Berdasarkan penelitian Hidayatullah *et al.* (2018) yang berjudul “*Prototype* Sistem Telemetry Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler” membahas mengenai bagaimana pembuatan alat yang dapat mendeteksi kualitas air pada kolam ikan air tawar dengan memastikan bahwa kolam tersebut tidak tercemar, tidak terlalu hangat, dan tidak mengandung zat-zat yang dapat mengakibatkan matinya ikan secara mendadak. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium elektronika Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sumbawa. Pembacaan sistem berupa data yang dikirim ke Ubidots dan ditampilkan dalam grafik secara *real time*. Secara keseluruhan sistem yang dibangun mampu mengukur dan menyimpan data hasil pengukuran kualitas air kolam ikan air tawar sehingga dapat dilakukan penanganan yang tepat apabila terjadi perubahan kualitas air secara signifikan. Oleh karena itu, alat ini dapat diimplementasikan di kolam-kolam ikan air tawar [9].

Berdasarkan penelitian Marais *et al.* (2016) yang berjudul “Sistem Informasi dan Manajemen Kolam Renang Berbasis Web” membahas mengenai kualitas air yang terdapat pada kolam renang. Penelitian ini dilakukan sistem informasi berbasis web yang mampu melakukan berbagai pengukuran sensor.

Selain dapat mengukur kadar pH dan juga klorin, sistem ini juga mampu mempertahankan ketinggian air yang telah ditetapkan dan dapat mengaktifkan ataupun menonaktifkan pompa kolam renang dari jarak jauh sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Sistem ini juga dapat dipantau dan dikonfigurasi dari jarak jauh melalui WiFi. Hasil dari pengukuran suhu air, pH dan ORP pada sistem ini dapat diimplementasikan dan digunakan untuk membuat saran pemeliharaan kepada pengguna kolam renang [10].

Berdasarkan penelitian Zafhran *et al.* (2022) yang berjudul “Perancangan Alat Ukur Kualitas Air Portabel Berbasis *Internet of Things* Studi Kasus Pdam Madiun” membahas mengenai kualitas air yang terdapat pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Penelitian ini membuat sebuah alat dimana alat tersebut dapat digunakan untuk memantau kualitas air pada aliran air pada pipa distribusi PDAM. Sistem ini dapat mengukur tingkat kekeruhan pada air dengan menggunakan sensor *Turbidity*, kadar konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air menggunakan sensor TDS (*Total Dissolved Solid*), mengukur sensor pH, mengukur *temperature* menggunakan sensor suhu, dan mengukur zat pengoksidasi atau reduksi pada air menggunakan sensor ORP (*Oxidation Reduction Potential*) [11].

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Objek penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Perbedaan	
					Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
1	Safitri <i>et al.</i> (2022)	Untuk mengetahui kualitas air Kawasan keramba budidaya ikan air tawar di Waduk Cengklik, Boyolali	Parameter yang diukur berdasarkan parameter suhu, konduktivitas, total padatan terlarut, pH, oksigen terlarut, dan potensi reduksi oksidasi.	Dari beberapa parameter yang telah diukur terdapat parameter yang belum memenuhi standar baku mutu pada kualitas air di kawasan keramba di Waduk Cengklik, Boyolali	Parameter yang digunakan beragam lebih dari satu parameter.	Hanya menggunakan satu parameter yaitu ORP saja.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Nama Peneliti	Objek penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Perbedaan	
					Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
2	Indartono <i>et al.</i> (2020)	Pengendalian kualitas air pada budidaya ikan air tawar	Beberapa parameter yang diukur sekaligus yaitu pH, suhu, kekeruhan air, salinitas dan kadar oksigen terlarut.	Sesuai dengan beberapa parameter yang diukur diharapkan pada perancangan sistem ini dapat meminimalkan angka kematian ikan budidaya air tawar sehingga produksi ikan meningkat dan tercipta ketahanan pangan masyarakat yang baik.	Parameter yang digunakan beragam lebih dari satu parameter tetapi tidak menggunakan parameter ORP. Melakukan pemantauan atau memonitor kondisi air menggunakan mikrokontroler arduino.	Hanya menggunakan satu parameter yaitu ORP saja serta menggunakan mikrokontroler Lynx-32 yang sudah memiliki modul <i>WiFi</i> dan modul <i>LoRa</i> sekaligus.
3	Khaidir Hakam Gilang Ahmad (2019)	Kolam ikan untuk mengetahui sistem kontrol temperature, pH, dan kejernihan pada kolam ikan berbasis arduino uno	Parameter yang diukur dapat memantau temperatur, pH, dan kejernihan air.	Secara keseluruhan sistem dapat bekerja dengan baik sesuai parameter yang ditentukan.	Parameter yang digunakan beragam lebih dari satu parameter tetapi tidak menggunakan parameter ORP. Melakukan perancangan hardware menggunakan Arduino Uno R3.	Hanya menggunakan satu parameter yaitu ORP saja serta menggunakan mikrokontroler Lynx-32 yang sudah memiliki modul <i>WiFi</i> dan modul <i>LoRa</i> sekaligus.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Nama Peneliti	Objek penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Perbedaan	
					Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
4	Nasiti <i>et al.</i> (2018)	Lingkungan perairan pada budidaya ikan di Waduk Cirata, Jawa Barat	Parameter yang diamati antara lain suhu air atau udara, kedalaman perairan, warna air, kecerahan, kekeruhan, TDS, TSS, DHL, oksigen terlarut, ORP, Alkalinitas, pH, nitrat, nitrit, ammonium, fosfat, sulfat, BOT, dan kronologi kematian massal ikan.	Belum sesuai dari hasil nilai parameter yang sudah keluar dimana mempengaruhi kematian massal pada budidaya perikanan	Parameter yang digunakan beragam lebih dari satu parameter.	Hanya menggunakan satu parameter yaitu ORP saja.
5	Hidayatullah <i>et al.</i> (2018)	Pemantauan kualitas air pada kolam ikan	Parameter air yang akan diukur meliputi suhu, pH dan kekeruhan.	Sistem mampu mengukur dan menyimpan data hasil pengukuran kualitas air kolam ikan sesuai parameter yang diukur sehingga dapat dilakukan penanganan yang tepat apabila terjadi perubahan kualitas air secara signifikan.	Parameter yang digunakan beragam lebih dari satu parameter tetapi tidak menggunakan parameter ORP. Melakukan pemantauan kualitas air menggunakan mikrokontroler arduino.	Hanya menggunakan satu parameter yaitu ORP saja serta menggunakan mikrokontroler Lynx-32 yang sudah memiliki modul <i>WiFi</i> dan modul <i>LoRa</i> sekaligus.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Nama Peneliti	Objek penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Perbedaan	
					Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
6	Marais <i>et al.</i> (2016)	Pemeliharaan kualitas air di kolam renang	Parameter yang diukur berdasarkan kadar pH, klorin, suhu air, dan ORP	Dapat menyajikan informasi kolam renang dari jarak jauh dimana dapat dipantau dan dikonfigurasi dari jarak jauh melalui Wi-Fi	Parameter yang digunakan beragam lebih dari satu parameter serta kualitas air yang dicek pada kolam renang.	Hanya menggunakan satu parameter yaitu ORP saja pada kolam ikan.
7	Zafhran <i>et al.</i> (2022)	Pemantauan informasi kualitas air pada aliran pada pipa distribusi PDAM	Parameter yang diukur berdasarkan sensor turbidity, sensor TDS, sensor pH, sensor ORP	Dengan menggunakan lima sensor perangkat dapat dipakai dan berfungsi dengan baik. Dengan kata lain air yang mengalir pada pipa distribusi PDAM layak dikonsumsi dan dipakai untuk kebutuhan sehari-hari setelah diukur kualitas airnya menggunakan alat ukur kualitas air portable berbasis IoT	Parameter yang digunakan beragam lebih dari satu parameter serta kualitas air yang dicek pada pipa distribusi PDAM.	Hanya menggunakan satu parameter yaitu ORP saja pada kolam ikan.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Kolam Ikan

Kolam adalah area buatan yang disediakan untuk mengumpulkan air dalam jumlah tertentu, yang digunakan untuk memelihara ikan dan hewan air lainnya. Secara teknis, kolam merupakan perairan buatan dengan ukuran yang terbatas yang

sengaja dibuat oleh manusia untuk memudahkan pengaturan air, jenis hewan budidaya, dan tujuan produksinya [12].



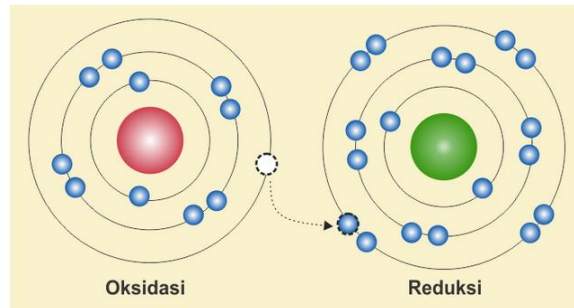
Gambar 2.1 Kolam Ikan

Gambar 2.1 merupakan salah satu kolam ikan yang digunakan pada penelitian. Pada kondisi kolam ikan ketika ORP rendah, oksigen terlarut rendah, toksisitas logam dan kontaminan tertentu dapat meningkat, dan banyak yang mati dan membusuk bahan dalam air yang tidak dapat dibersihkan atau didekomposisi. Peristiwa ini dapat menyebabkan lingkungan perairan tidak sehat untuk ikan atau serangga. Parameter ORP salah satu parameter penting dalam pengelolaan kolam ikan. Kolam ikan terdapat standar baku mutu yang digunakan sebagai acuan perairan yang sehat yaitu nilai yang digunakan antara 300 dan 500 milivolt [3].

2.2.2 *Oxidation Reduction Potential (ORP)*

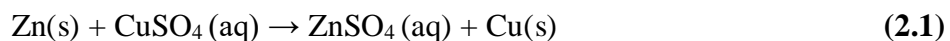
Oxidation Reduction Potential (ORP) adalah ukuran kemampuan oksidasi dan reduksi larutan berair, yang tingkat oksidasi atau reduksi relatif. Proses oksidasi dan reduksi terjadi secara bersamaan, dimana oksidasi merupakan proses senyawa zat kehilangan elektron sedangkan reduksi merupakan proses senyawa zat mendapatkan tambahan elektron. Satuan pada ORP adalah mV. Jika potensial reduksi oksidasi tinggi maka oksidasi kimia kuat, sedangkan jika potensial rendah maka oksidasi lebih lemah. Potensi positif berarti larutan menunjukkan tingkat oksidasi tertentu, sedangkan potensi negatif berarti larutan menunjukkan tingkat reduksi tertentu. *Oxidation Reduction Potential* merupakan indeks pendeteksian kualitas air yang penting, meskipun tidak dapat memisahkan kualitas air secara

mandiri, namun dapat dikombinasikan dengan indeks kualitas air lainnya untuk mencerminkan lingkungan ekologis dengan lebih baik [13].

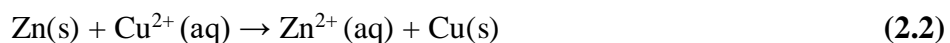


Gambar 2.2 Proses Oksidasi dan Reduksi [14]

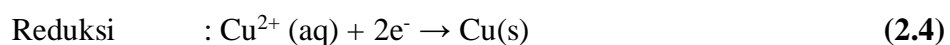
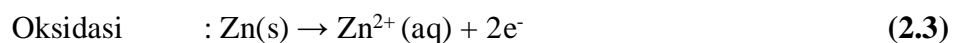
Gambar 2.2 merupakan ilustrasi dari proses oksidasi dan reduksi dimana contoh oksidasi dan reduksi spontan yang sederhana terjadi pada reaksi seng dengan tembaga berikut.



Reaksi spontan ion tembaga berubah menjadi logam tembaga akan menyepuh (melapisi) lembaran seng, lembaran seng melarut, dan dibebaskan energi panas. Reaksi tersebut dapat dituliskan dalam bentuk persamaan ion sebagai berikut.



Tiap atom seng kehilangan dua elektron untuk menjadi sebuah ion seng dan tiap ion tembaga akan memperoleh dua elektron menjadi sebuah atom tembaga.



Logam seng dan tembaga yang menjadi kutub-kutub pada rangkaian sel elektrokimia disebut elektrode. Elektrode tempat terjadinya oksidasi disebut anode, sedangkan elektrode tempat terjadinya reduksi disebut katode. Karena oksidasi berarti pelepasan elektron, maka anode adalah kutub negatif, sedangkan katode merupakan kutub positif. Elektron mengalir dari logam yang reaktif ke logam yang kurang reaktif, dimana seng merupakan reaksi yang lebih reaktif daripada tembaga. Sehingga elektron akan mengalir dari seng ke tembaga [14].

Klorin merupakan oksidator, dimana oksidator itu menerima elektron contoh dari oksidator sendiri yaitu salah satunya klorin. Zat atau larutan yang mengalami reduksi disebut sebagai zat reduktor atau oksidator. Contoh persamaan klorin:



Persamaan diatas merupakan reaksi penyerapan elektron dimana bilok Cl dari $\text{Cl}_2 = 0$ sedangkan biloks Cl dari $\text{Cl}^- = -1$. Sehingga terjadi penurunan biloks dimana proses tersebut termasuk kedalam reaksi reduksi. Dari persamaan diatas zat yang mengalami reduksi disebut sebagai zat reduktor atau oksidator. Oleh karena itu klorin bersifat sebagai oksidator. Semakin banyak elektron yang ditangkap oleh klorin maka semakin sedikit elektron pada reaksi redoks atau semakin banyak kehilangan elektron (oksidasi).

Sebagai oksidator ditambahkan ke air, mencuri elektron dari permukaan elektroda platinum pengukuran, menyebabkan elektroda untuk lebih dan lebih bermuatan positif atau oksidasi. Ketika terus menambahkan oksidator ke air, elektroda menghasilkan tegangan yang lebih baik dan tinggi positif. Sehingga penggunaan klorin berpengaruh terhadap kenaikan reaksi redoks.



Gambar 2.3 ORP Meter [15]

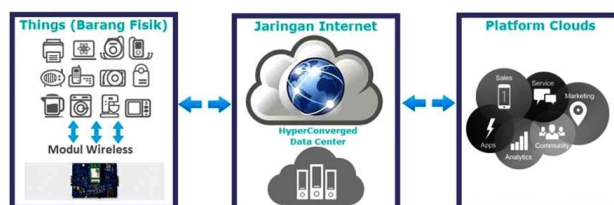
Gambar 2.3 merupakan alat ukur atau alat acuan yang digunakan pada penelitian yaitu ORP Meter. Pentingnya penggunaan ORP sangat terasa dalam berbagai fasilitas kolam renang umum, karena perlu mempertahankan pH pada tingkat yang sangat spesifik. Namun, tidak hanya kolam renang umum saja yang

memanfaatkan ORP Meter ini. Berbagai sektor seperti perikanan, peternakan, dan pertanian berbasis air juga sering membutuhkannya untuk mengukur potensi oksidasi guna memastikan kesehatan hewan ternak mereka. Selain itu, di industri-industri tersebut, ORP meter digunakan untuk berbagai keperluan sesuai dengan kebutuhan masing-masing industri [15].

2.2.3 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang selalu aktif. Penerapan IoT dapat dimanfaatkan dalam gedung untuk mengontrol perangkat elektronik, contohnya adalah mengatur lampu ruangan dari jarak jauh melalui jaringan komputer. Fakta bahwa perkembangan teknologi begitu pesat menunjukkan pentingnya memanfaatkan, mempelajari, dan menerapkan teknologi tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

Internet of Things memiliki konsep dimana semua benda dunia nyata dapat berkomunikasi satu sama lain menjadi sebagai bagian dari sistem terpadu melalui penggunaan jaringan internet sebagai penghubung. Sebagai contoh, apabila menghubungkan CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dengan koneksi internet dan mengintegrasikannya ke pusat kontrol yang mungkin berjarak puluhan kilometer hal tersebut dapat memantau dan memudahkan pengguna. Secara mendasar, perangkat IoT terdiri dari sensor yang berfungsi sebagai pengumpul data, koneksi internet sebagai media komunikasi, dan server sebagai penyimpan informasi yang dikumpulkan oleh sensor dan digunakan untuk analisis.



Gambar 2.4 Cara Kerja *Internet of Things* [16]

Gambar 2.4 menjelaskan konsep *Internet of Things* yang memiliki tiga komponen penting, dimana komponen tersebut masing-masing saling

berhubungan. Komponen pertama berupa barang fisik yang dilengkapi modul *Internet of Things*, kemudian komponen kedua perangkat koneksi yang terhubung pada jaringan internet seperti modem maupun *router Wireless Speedy* seperti yang terpasang pada rumah umumnya. Komponen terakhir yaitu *platform clouds*, komponen tersebut digunakan untuk menyimpan aplikasi beserta *database*.

Cara kerja *Internet of Things* (IoT) adalah dengan memanfaatkan program atau argumen pemrograman, di mana setiap perintahnya menyebabkan interaksi otomatis antara mesin-mesin yang terhubung tanpa perlu campur tangan manusia, bahkan dalam jarak yang jauh sekalipun. Internet berperan sebagai penghubung antara interaksi mesin-mesin tersebut, sementara manusia berperan sebagai pengatur dan pengawas langsung terhadap fungsi perangkat tersebut [16].

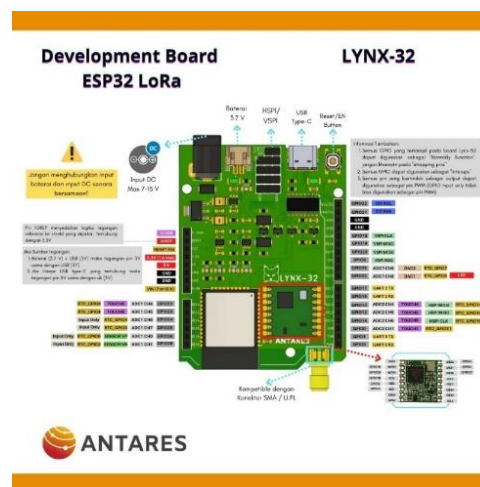
2.2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah bentuk mikrokomputer dimana dalam bentuk secara fisik dapat berupa sebuah *Integrated Circuit* (IC) yang digunakan dalam sistem yang kecil, ekonomis, dan tidak memerlukan pemrosesan data kompleks seperti pada aplikasi komputer pribadi. Beberapa komponen yang terdapat pada mikrokontroler meliputi CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random-Access Memory*), ROM (*Read-Only Memory*), dan port I/O (*Input/Output*). Mikrokontroler juga ada beberapa yang menyertakan fitur tambahan seperti ADC (*Analog-to-Digital Converter*), USB Controller, CAN (*Controller Area Network*), dan lainnya.



Gambar 2.5 Mikrokontroler Lynx-32

Gambar 2.5 merupakan mikrokontroler yang digunakan pada penelitian yaitu mikrokontroler Lynx-32. Cara kerja dari mikrokontroler secara umum berdasarkan program perangkat lunak yang ditanamkan di dalamnya, dan program tersebut dibuat sesuai dengan aplikasi yang diinginkan. Pada mikrokontroler terdapat dua jalur dimana jalur tersebut ada jalur masukan dan jalur keluaran atau kedua jalur tersebut biasa disebut *port* masukan dan *port* keluaran. *Port* tersebut dapat memungkinkan dalam berbagai aplikasi pembacaan data, pengendalian, dan penyajian informasi [17].



Gambar 2.6 Pinout Mikrokontroler Lynx-32 [18]

Gambar 2.6 merupakan *pinout* Lynx-32 LoRa Development Board merupakan mikrokontroler asli Indonesia yang menggunakan produk ESP (*Espressif*) sehingga memiliki berbagai fleksibilitas kegunaan. Pada Mikrokontroler ini juga sudah terdapat LoRa dan ESP32 sehingga dapat memudahkan pengerjaan alat sekaligus. Mikrokontroler Lynx-32 LoRa Development Board memiliki 12 pin yang berfungsi sebagai ADC.

2.2.5 Analog Digital Converter (ADC)

Analog Digital Converter merupakan sebuah cara konverter sinyal yang mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. *Analog Digital Converter* sering digunakan sebagai proses industri, komunikasi digital maupun rangkaian atau pengujian suatu sistem. *Analog Digital Converter* umumnya berfungsi sebagai

perantara antara sensor-sensor yang sebagian besar beroperasi dalam bentuk analog dengan sistem komputer. Jenis sensor ini mencakup sensor suhu, cahaya, tekanan, berat, aliran, dan lain sebagainya. ADC berperan dalam mengubah sinyal-sinyal analog dari sensor-sensor tersebut menjadi bentuk yang dapat diukur oleh sistem digital. [19]. Fungsi dari *Analog Digital Converter* sendiri yaitu mengubah suatu sinyal analog menjadi sinyal digital. Contoh sederhana yaitu suara manusia yang dimana ketika manusia berbicara merupakan bentuk dari sinyal analog [20].

Proses pengubahan yang terjadi pada *Analog Digital Converter* dimana sinyal digital yang dihasilkan pada proses *Analog Digital Converter* berupa bilangan basis 2 yang berarti sinyal yang dihasilkan hanya terdiri dari angka 0 dan 1 saja. Dengan kata lain, *output* sinyal tersebut harus mampu menggambarkan jumlah sinyal analog yang diubahnya menjadi bentuk digital. Semakin sensitif ADC terhadap perubahan nilai sinyal analog yang dimasukkan, semakin baik pula representasi hasilnya. Untuk dapat mengukur dan memproses informasi dari sensor ORP, sinyal analog perlu dikonversi menjadi format digital. *Analog Digital Converter* akan membaca nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor ORP pada interval waktu tertentu dan mengubahnya menjadi representasi digital yang sesuai. Setelah data diubah menjadi format digital, data tersebut dapat dengan mudah diproses oleh perangkat elektronik lainnya, seperti mikrokontroler atau komputer, untuk analisis lebih lanjut, tampilan grafis, atau pengendalian proses yang berhubungan dengan potensial redoks dalam larutan. Ketika sensor ORP terhubung ke *Analog Digital Converter* untuk konversi menjadi format digital, hasilnya biasanya akan dinyatakan dalam angka desimal atau bilangan biner. Namun, pada akhirnya, angka digital tersebut tetap merepresentasikan potensial redoks dalam satuan millivolt [21].

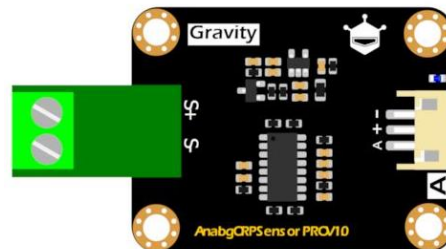
2.2.6 Sensor ORP SKU: SEN0464 DFRobot

Pada pengukur sensor ORP untuk arduino ini *probe* ORP generasi baru menggunakan elektroda indikator platinum dan elektroda referensi perak-perak klorida, yang memudahkan sensor ini melakukan pemantauan ORP online 24 jam dan sangat meningkatkan daya tahan produk. Konverter sinyal baru menambahkan referensi tegangan yang lebih stabil sehingga pembacaan sensor tidak lagi

terpengaruh oleh fluktuasi tegangan atau terjadinya perubahan besaran tegangan. Selain itu pada sensor ini terdapat sekrup, kolom tembaga, dan konektor keypad air yang dapat memudahkan pemantauan ORP dengan mudah [22].



(a)



(b)

Gambar 2.7 Sensor ORP SKU : SEN0464 DFRobot [22]
(a) Seperangkat analog ORP Sensor PRO
(b) AnalogORP Sensor PRO

Gambar 2.7 menunjukkan sensor yang digunakan pada penelitian. Pada satu box Sensor ORP SKU : SEN0464 DFRobot terdiri dari *probe*, sensor, kabel dan sekrup-sekrup yang dibutuhkan pada sensor ini. *Probe* yang digunakan pada sensor ini merupakan generasi terbaru dimana pada generasi ini dapat dengan mudah melakukan pemantauan. Cara kerja dari sensor ORP yaitu sensor terdiri dari elektroda khusus yang terbuat dari bahan yang responsif terhadap perubahan potensial redoks. Pada sensor ini terdapat elektroda indikator dan elektroda referensi. Elektroda tersebut terbuat dari bahan seperti platinum dan perak-perak klorida. Ketika elektroda ORP dicelupkan dalam larutan, maka elektroda tersebut akan berinteraksi dengan zat oksidasi atau reduksi dalam larutan. Reaksi ini yang menyebabkan perubahan potensial di elektroda yang diukur oleh sensor sebagai nilai ORP. Satuan pada ORP adalah mV. Jika potensial reduksi oksidasi tinggi

maka oksidasi kimia kuat, sedangkan jika potensial rendah maka oksidasi lebih lemah. Potensi positif berarti larutan menunjukkan tingkat oksidasi tertentu, sedangkan potensi negatif berarti larutan menunjukkan tingkat reduksi tertentu [22].

Tabel 2.2 Spesifikasi Konverter Sinyal ORP [22]

Tegangan input	5V
Sinyal <i>input</i>	0.5 ~ 4.5 V
Antarmuka <i>input</i>	Konektor 5.08mm / 0.20
Rentang pengukuran	-2000mV ~ +2000mV
Antarmuka <i>Output</i>	PH2.0 – 3 Pin
Ukuran Kamera	42mm x 32 mm / 32mm /1.65 x 1.26

Tabel 2.2 merupakan spesifikasi konverter sinyal ORP. Pada konverter sinyal ORP ini menggunakan tegangan input sebesar 5V, sedangkan untuk sinyal *input* sendiri sebesar 0,5 sampai dengan 4,5 V.

Tabel 2.3 Spesifikasi Probe ORP Industri [22]

Elektroda Indikator	Platinum
Elektroda Referensi	Perak-perak klorida
Suhu yang cocok	5-7 °C
Potensi elektroda	245 mV ~ 270 mV
Resistansi Internal Elektroda Referensi	≤ 10 KΩ
Stabilitas elektroda	± 8mV / 24 jam

Tabel 2.3 merupakan spesifikasi dari *probe* ORP yang digunakan, dimana *probe* tersebut memiliki dua elektroda yaitu elektroda indikator dan elektroda referensi. Untuk elektroda indikator terbuat dari bahan seperti platinum dan elektroda referensi perak-perak klorida, yang memudahkan sensor ini melakukan pemantauan ORP online 24 jam dan sangat meningkatkan daya tahan produk.

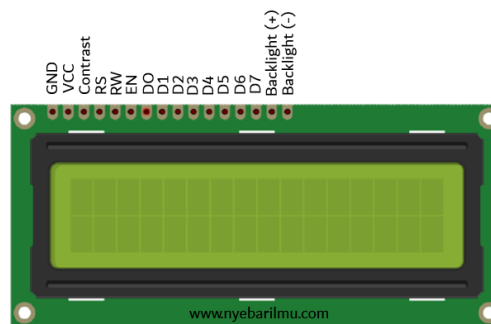
Tabel 2.4 Spesifikasi Analog ORP Sensor PRO [22]

<i>Input</i> Elektroda	
S+	Elektroda +
S-	Elektroda -
<i>Output</i> Sinyal	
A	Analog <i>Output</i>
+	Sumber Daya Listrik +
-	Sumber Daya Listrik -

Tabel 2.4 merupakan spesifikasi analog ORP sensor yang digunakan, dimana pada *input* elektroda terdiri dari elektroda negatif dan elektroda positif. Sedangkan pada *output* sinyal terdiri dari analog *output*, sumber daya listrik positif dan sumber daya listrik negatif.

2.2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah perangkat yang digunakan untuk menampilkan hasil dari keluaran dalam suatu rangkaian elektronika. LCD 16x2 adalah fitur yang memungkinkan tampilan 16 karakter dalam 2 baris. LCD juga memiliki kapasitas hingga 192 karakter dengan karakter generator yang sudah diprogram. Penggunaan LCD dapat dilakukan melalui mode 4-bit atau 8-bit, dan dapat mendukung pencahayaan belakang (*backlight*) untuk tampilan yang lebih jelas.



Gambar 2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 [23]

Gambar 2.8 merupakan tampilan dari LCD 16x2 dimana *Liquid Crystal Display (LCD)* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan modul 12C/TWI LCD 1602. Modul tersebut merupakan modul yang dipakai untuk mengurangi penggunaan kaki pada LCD 16x2. Pada modul tersebut memiliki 4 pin yang akan digunakan. Pin pertama yaitu GND yang akan dihubungkan pada GND yang terdapat pada mikrokontroler. Pin yang kedua VCC yang akan dihubungkan pada 5V pada mikrokontroler. Pin yang ketiga SDA yang merupakan 12C data yang akan dihubungkan pada pin SDA mikrokontroler. Pin yang terakhir SCL merupakan 12C *clock* dan dihubungkan pada SCL mikrokontroler.

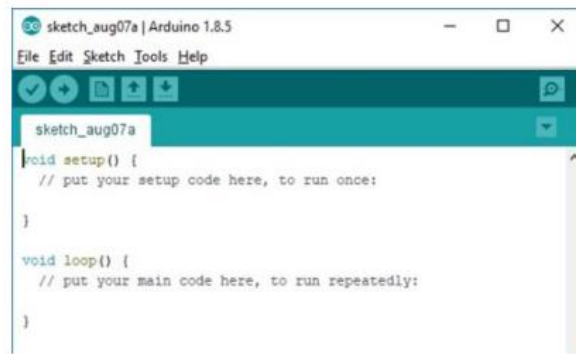
Tabel 2.5 Spesifikasi LCD 16x2 [23]

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

Tabel 2.5 merupakan spesifikasi dari LCD 16x2, dimana pada pin satu merupakan *ground*. Pin dua merupakan vcc sedangkan pada pin tiga merupakan pengatur kontras atau pencahayaan pada LCD. Untuk pin empat merupakan *register select* dan untuk pin lima merupakan membaca atau menulis dari LCD *register*. Pin enam *enable*, pin tujuh sampai pin 14 merupakan data *input* atau *output*. Pin lima belas merupakan vcc dari LED sedangkan pin 16 merupakan *ground* pada LED [23].

2.2.8 Arduino IDE

Software Arduino (IDE) adalah suatu perangkat lunak untuk pengembangan yang berfungsi sebagai *Integrated Development Environment* (IDE) dimana *software* ini digunakan untuk memudahkan proses pengembangan suatu perangkat lunak. Pemrograman yang digunakan pada *software* ini merupakan pemrograman yang memiliki kesamaan dengan pemrograman bahasa C. Pada *software* ini juga menggunakan bahasa pemrograman JAVA. Selain itu, *software* ini didukung dengan *library* bahasa pemrograman C maupun bahasa pemrograman C++ dimana dikenal sebagai dikenal sebagai *Wiring*, yang membantu dalam melakukan operasi *input* dan *output* dengan lebih mudah. *Software* Arduino (IDE) yang bermula hanya dikembangkan berdasarkan perangkat lunak *Processing* kemudian dilakukan adaptasi sehingga menjadi IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.



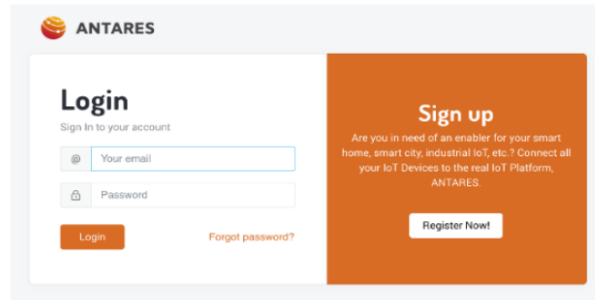
Gambar 2.9 Tampilan Arduino IDE [24]

Gambar 2.9 merupakan tampilan yang terdapat pada *Software* Arduino IDE, terdapat menu *file*, *edit*, *sketch*, *tools*, dan *help*. Pada bagian pemrograman terdapat *void setup* dan *void loop*. *Void setup* berfungsi sebagai tempat menuliskan setingan pin hingga setingan library, sedangkan *void loop* berfungsi untuk menjalankan program atau *code* secara berulang tanpa batas. Tampilan lain yang terdapat pada Arduino IDE semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Software* Arduino IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM Ports* yang digunakan [24].

2.2.9 Antares

Sebuah platform *Internet of Things* (IoT) dengan orientasi horizontal yang dirancang untuk menyimpan sejumlah besar data yang dapat diakses secara lokal maupun non-lokal tanpa biaya tambahan merupakan penjelasan dari sebuah platform *Internet of Things* (IoT) yang bernama Antares. Platform ini memiliki dukungan untuk beragam jenis perangkat, termasuk mikrokontroler, serta berbagai bahasa pemrograman yang umum digunakan dalam solusi IoT, seperti *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT), *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), *Websocket*, dan *Constrained Application Protocol* (CoAP). Platform ini juga menyediakan *library* yang ditujukan untuk Android dan mikrokontroler berbasis Arduino. Dengan tujuan untuk menyederhanakan proses pengembangan perangkat lunak dan keras. Pada pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras ini

platform Antares juga menyediakan *library* khusus untuk Android dan mikrokontroler berbasis Arduino [25].



Gambar 2.10 Tampilan *Platform Antares* [26]

Gambar 2.10 merupakan tampilan secara umum pada *platform* Antares. Antares berfungsi sebagai *platform* IoT yang digunakan sebagai penyimpanan sementara data yang dikirimkan dari mikrokontroler. Data ini kemudian dapat diakses melalui halaman web Antares dan juga dapat dikirimkan ke aplikasi seluler dalam bentuk notifikasi [27].

2.2.10 Parameter *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan suatu metode untuk menilai tingkat kualitas jaringan dengan tujuan mendefinisikan karakteristik dari suatu layanan jaringan tersebut [28]. Parameter ini suatu metode dalam jaringan yang mengatur bahwa aplikasi atau layanan beroperasi sesuai dengan standar kualitas layanan yang telah ditentukan. [29]. Parameter-parameter *Quality of Service* (QoS) mencakup *throughput*, *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. Dalam penelitian yang dilakukan pengukuran kualitas jaringan yang digunakan hanya *delay*.

Delay adalah waktu yang diperlukan bagi data untuk mencapai tujuan dari sumbernya. Penghitungan *delay* pada paket yang ditransmisikan dapat dilakukan dengan membagi panjang paket (dalam satuan bit) dengan *bandwidth link* [28]. Untuk standarisasi *delay* menggunakan kategori seperti yang tersaji pada tabel 2.6 [30].

Persamaan Perhitungan *Delay* :

$$Delay (s) = \frac{Total Delay}{Total Paket Yang Diterima} \quad (2.6)$$

Tabel 2.6 Standar Delay Berdasarkan ITU-T G.1010 [30]

<i>Delay (ms)</i>	<i>Quality</i>
<150	<i>Very Good</i>
150-300	<i>Good</i>
300-450	<i>Enough</i>

Tabel 2.6 merupakan tabel standar *delay* menurut ITU-T G.1010 terdapat tiga kategori yaitu sangat bagus, bagus, dan cukup. Dari ketiga kategori tersebut terdapat *range* dari *delay* tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi *delay* termasuk jarak fisik, tingkat kongesti, dan lama waktu proses. Dalam transmisi paket di jaringan komputer, parameter *delay* bisa disebabkan oleh adanya antrian panjang, pemilihan jalur alternatif untuk menghindari kemacetan pada rute, serta faktor-faktor lainnya.

2.2.11 Persentase Error

Persentase *error* digunakan untuk menilai sejauh mana nilai yang telah diukur mendekati nilai yang sebenarnya yang telah diketahui sebelumnya. Kesalahan persentase ini selalu diungkapkan sebagai angka positif, tetapi kadang-kadang dapat memiliki nilai positif atau negatif, dan karena itu, nilai ini dapat mengindikasikan sejauh mana hasil pengukuran sesuai dengan harapan atau belum. Penggunaan rumus ini untuk menghitung selisih diantara penggunaan sensor ORP dengan alat ukur ORP meter. Rumus ini juga digunakan untuk menghitung nilai galat pada pembacaan kandungan kualitas parameter ORP yang didapatkan oleh sensor ORP. Pembacaan alat ukur menjelaskan nilai aktual pada objek yang diukur menggunakan ORP meter sebagai alat pembanding. Sedangkan pembacaan sensor menunjukkan nilai pembacaan kandungan kualitas parameter ORP menggunakan sensor ORP ketika membaca objek yang sama dengan ORP meter [31].

$$error = \left| \frac{\text{Pembacaan alat ukur} - \text{pembacaan sensor}}{\text{pembacaan alat ukur}} \right| \times 100\% \quad (2.7)$$

2.2.12 Akurasi

Akurasi merupakan suatu metode yang mengukur kedekatan antara suatu hasil pengukuran dengan nilai yang asli sebenarnya. Untuk menentukan suatu akurasi ini sangat penting dilakukan guna meningkatkan keakuratan atas suatu hasil pengukuran yang didapatkan sehingga bisa mengetahui kinerja dari sebuah metode yang digunakan. Akurasi dinyatakan dalam persentase atau dalam bentuk nilai absolut [32]:

$$Akurasi = (100 - error)\% \quad (2.8)$$

Rumus yang digunakan untuk menghitung akurasi ini yaitu dengan cara 100 % dikurangkan dengan hasil nilai *error* yang diperoleh sehingga rumus yang *error* yang digunakan sama sehingga keterangannya pun sama. Pembacaan alat ukur menjelaskan nilai aktual pada objek yang diukur menggunakan ORP meter sebagai alat pembanding. Sedangkan pembacaan sensor menunjukkan nilai pembacaan kandungan kualitas parameter ORP menggunakan sensor ORP ketika membaca objek yang sama dengan ORP meter