

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Pada bagian ini dijelaskan beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik penelitian yang penulis lakukan dan digunakan sebagai acuan referensi pada penelitian yang dilakukan.

Penelitian [1]. Membahas mengenai pentingnya pemantauan secara kontinu kualitas air dan suhu air pada keberhasilan budidaya perikanan, maka perlu dirancang suatu perangkat sistem kontrol dan monitoring kualitas air dan suhu air pada kolam budidaya ikan, yang dapat dikontrol secara otomatis dan dimonitoring dari jarak jauh. Perangkat dalam penelitian ini menggunakan sensor salinitas terdiri dari dua elektroda yang dimasukkan pada kolam air yang kemudian dialiri arus listrik, sensor suhu LM35 dengan *output* analog dan sensor kesadahan menggunakan *metal keeping* yang berbahan perak yang dialiri arus 5 volt DC, pompa air dan mikrokontrolnya *Arduino Uno*. Metode penelitian yang digunakan studi literatur, observasi, perancangan perangkat, perancangan halaman *web*, perancangan *data base*. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, perangkat terdiri dari 3 sensor yaitu sensor salinitas, sensor suhu dan sensor kesadahan. Dari setiap sensor akan mengukur kualitas air kolam berdasarkan kualitasnya masing-masing dan hasil pengukuran berupa data analog yang akan dikirimkan ke mikrokontroler *Arduino Uno* yang akan diubah menjadi data digital yang akan ditampilkan pada LCD/laptop. Bila suhu air kolam akan melebihi dari suhu yang ditentukan maka sistem akan bekerja mendinginkan kolam sesuai dengan suhu yang ditentukan dengan *supply* air dari luar kolam, bila suhu air dibawah yang telah ditentukan maka sistem akan bekerja untuk memanaskan air sesuai dengan suhu yang ditentukan.

Penelitian [2]. Mengembangkan alat yang berfungsi untuk membantu pembudidaya untuk memantau dan mengontrol kualitas air kolam ikan lele secara otomatis berbasis IoT. Piranti yang diperlukan adalah sensor keasaman (pH), sensor suhu dan sebuah *relay* untuk mengatur *aerator* oksigen air dan mikrokontrol menggunakan *Raspberry PI*. Metode penelitian yang digunakan perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan perancangan kolam ikan lele. Hasil implementasi yang diperoleh dari penelitian ini data-dari sensor tersebut akan

dimonitoring melalui *web browser* pada jaringan lokal dan internet kemudian akan diteliti tingkat kecocokannya dengan data pengolahan air dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Blitar, apabila hasil pengukuran tidak sesuai dengan data tersebut maka perangkat akan menjalankan aerator untuk mengurangi atau menambah air dengan pompa air.

Penelitian [5]. Memanfaatkan sistem mikrokontroler yang dihubungkan pada sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang memiliki *output* digital, pH Meter yang terdiri dari sebuah elektroda yang akan mengukur kadar pH, sensor *Water Level* yang mengatur tinggi rendahnya permukaan air dalam sebuah wadah dan *ethernet shield* untuk menghubungkan *Arduino Uno* ke dalam jaringan komputer. Metode penelitian yang digunakan survei kebutuhan sistem, perancangan *prototype*, pengujian *prototype*, penarikan kesimpulan, objek dan tahapan *prototype* dan *activity* diagram. Maka pemantauan dan kontrol kondisi air dan pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan usia perkembangan ikan lele dapat dilakukan secara otomatis, air dapat dikuras dan dipasok secara otomatis apabila kondisi air melewati batas wajar bagi pertumbuhan lele tersebut, data pengecekan kondisi kolam serta jadwal pemberian pakan dapat dipantau melalui layanan *Ubidots IoT Cloud* yang dikirim melalui *Ethernet Shield*, yang akan diterima pengguna melalui *email* dan *sms*.

Penelitian [6]. Membahas mengenai adanya kendala dalam membudidayakan ikan lele jenis Mutiara akibat terbatasnya alat untuk mengukur kadar pH air kolam serta dapat mengendalikan kualitas air kolam yang dijadikan pembudidayaan ikan lele jenis Mutiara ini. Kadar pH yang baik untuk ikan lele adalah 6 sampai 8 jika kurang dari 5 itu akan sangat buruk bagi ikan lele karena bisa menyebabkan penggumpalan lendir pada insang, sedangkan pH diatas 8 dapat menyebabkan nafsu makan ikan lele berkurang. Penulis bertujuan untuk mengembangkan atau merancang sebuah alat Pengendalian Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Lele Jenis Mutiara sebagai alat yang diharapkan mampu untuk memonitoring kualitas pH air didalam kolam Ternak Lele Dua Putra serta dapat mengendalikan kualitas air untuk dapat menetralkan pH air kolam. Metode penelitian yang digunakan tahapan penelitian meliputi analisa kebutuhan serta perancangan alat, diagram blok, tahapan pengembangan alat, dan perancangan keseluruhan alat. Alat ini menggunakan

Arduino UNO adalah papan berbasis mikrokontroler pada *ATmega328*, sensor pH dan modul *Bluetooth HC-06* untuk mengkoneksikan perangkat android ke *Arduino Uno*.

Penelitian [7]. Merancang alat yang bisa membantu peternak lele untuk meningkatkan kualitas panen tanpa harus selalu mengamati lele dalam kolam peternakannya cukup melalui *website* dan *smartphone*. Peneliti membuat sistem monitoring kualitas air pada budidaya ikan lele berbasis IoT. dimana menggunakan Mikrokontroler arduino sebagai pusat kendali sistem yang dihubungkan dengan kabel (serial) menggunakan beberapa sensor yaitu pH meter dan *waterproof ds18b20* serta menggunakan bahasa pemrograman *python* dan *Raspberry* sebagai server tempat penyimpanan *database*. dan selanjutnya data dan informasi tersebut pada output ditampilkan dengan *platform* dengan model *mobile web*. Metode penelitian yang digunakan *hardware dan software*, arsitektur sistem secara umum, perancangan komunikasi sensor pH, *waterproof DS18b20* dan mikrokontroler, serta perancangan komunikasi miniPC dan *mobile*.

2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini akan dibahas tentang metode yang digunakan dalam penelitian yaitu *Simple Additive Weighting (SAW)*, ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus var. Sangkuriang*), media kolam lele dari terpal, *Internet of Things (IoT)*, NodeMCU ESP 32, modul sensor pH meter, sensor ultrasonic HCSR04, modul relay 5 volt 2 channel, pompa air DC 12 volt, , *Liquid Crystal Display (LCD)*, *buzzer* , *Wireshark*, *Quality of Service (QOS)* diantaranya *delay*, *throughput*, dan *packet loss*.

2.2.1 Metode *Simple Additive Weighting (SAW)*

Metode *Simple Additive Weighting* sering juga dikenal dengan istilah metode penjumlahan berbobot. Konsep dasar metode *Simple Additive Weighting* yaitu mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif di semua atribut dan merupakan penyelesaian masalah terhadap penyeleksian didalam sistem pengambilan keputusan. Masalah pengambilan keputusan merupakan suatu bentuk pemilihan dari berbagai alternatif tindakan yang dapat dipilih melalui mekanisme tertentu dengan harapan dapat menghasilkan keputusan yang terbaik. Metode *Simple Additive Weighting* membutuhkan proses normalisasi matriks

keputusan (x) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada [8].

$$R_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\max X_{ij}}, & \text{jika } j \text{ berhubungan dengan atribut (benefit),} \\ \frac{\min X_{ij}}{X_{ij}}, & \text{jika } j \text{ berhubungan dengan atribut (cost).} \end{cases} \quad \dots(2.1)$$

Keterangan:

R_{ij} = rating nilai yang sudah dinormalisir

$\max X_{ij}$ = nilai terbesar dari setiap kriteria i

$\min X_{ij}$ = nilai terkecil dari setiap kriteria i

X_{ij} = nilai atribut yang dimiliki setiap kriteria

Kemudian melakukan sistem pengambil keputusan dengan menjumlahkan nilai yang sudah ternormalisasi dengan rumus sebagai berikut:

$$V_i = W_j \times r_{ij} \quad \dots(2.2)$$

Keterangan:

V_i = Nilai keputusan untuk setiap alternatif

W_j = Nilai Bobot

r_{ij} = Nilai yang dinormalisir

2.2.2 Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus var. Sangkuriang*)

Ikan lele sangkuriang merupakan ikan jenis air tawar yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi di Indonesia. Selain memiliki kandungan gizi yang tinggi antara lain kaya akan omega 3, 17-37% protein, 4,8% lemak, 1,2% mineral dan vitamin, serta 75,1% air. Ikan lele juga relatif cepat pertumbuhannya dan mampu bertahan pada lingkungan air yang relatif buruk [9]. Ikan lele sangkuriang merupakan hasil merupakan keturunan dari lele dumbo hasil dari rekayasa genetik dengan melakukan silang balik (*backcross*) atau perkawinan antara lele dumbo betina generasi kedua (F2) dengan induk jantan generasi ke enam (F6) guna perbaikan mutu ikan lele. Balai Pengembangan Benih Air Tawar (BPBAT) Sukabumi telah berhasil melakukan rekayasa genetik tersebut dan diberi nama ikan lele sangkuriang [3]. Pada budidaya ikan lele sangkuriang terdapat parameter yang perlu diperhatikan yaitu kadar keasaman atau pH pada air kolam, yang baik bagi ikan lele sangkuriang berkisar antara 6,5-9 pH. Apabila kurang dari 5 dapat

mengakibatkan penggumpalan lendir pada insang sedangkan lebih dari 9 akan menyebabkan berkurangnya nafsu makan

Pada gambar 2.1 merupakan ikan lele Sangkuriang dengan bentuk fisik lebih pipih tapi padat dan berwarna lebih cerah dibanding lele *varietas* lain [5].



Gambar 2.1 Ikan Lele Sangkuriang [3]

Pada tabel 2.1 merupakan ketentuan kadar pH air pada kolam benih ikan lele sangkuriang. Kadar dibawah 6,5 berarti kualitas air pada kolam tersebut buruk bersifat asam, kadar dengan rentang 6,5 sampai 9 merupakan kadar pH yang optimal untuk air kolam benih ikan lele sangkuriang, dan apabila kadar pH lebih dari 9 kualitas air kolam buruk dikarenakan bersifat basa.

Tabel 2.1 Ketentuan kadar pH air kolam [5]

Kadar pH	Keterangan
<6,5	Kadar pH air buruk
6,5-9	Kadar pH air baik
>9	Kadar pH buruk

2.2.2.1 Pengadaan Benih Ikan Lele Sangkuriang

Penggunaan benih yang berkualitas baik merupakan salah satu jaminan keberhasilan panen. Benih dapat diperoleh dari balai pembenihan atau *hatchery*. Benih berkualitas sendiri berasal dari ikan yang unggul dan memiliki laju pertumbuhan yang tinggi dan tingkat kematian benih yang rendah, sedangkan benih yang tidak berkualitas dapat menyebabkan pertumbuhan ikan lele sangkuriang tidak seragam ukurannya, mudah terserang penyakit bahkan kematian yang akhirnya dapat menyebabkan kerugian berupa produksi budidaya ikan lele sangkuriang yang rendah. Untuk memperoleh benih yang berkualitas terdapat beberapa kriteria diantaranya: *hatchery* atau pembenih yang terpercaya yang menerapkan produksi benih yang baik maka akan diperoleh kualitas benih yang baik. Benih yang sehat dan tidak cacat baik karena keturunan atau luka, dan benih yang sehat akan aktif

merespon bila diberi rangsangan berupa gerakan.. Dan ikan yang berkualitas akan memberikan respon saat diberi pakan karena ikan yang sehat akan langsung menyambar pakan ketika diberi pakan [10].

2.2.3 Media Kolam Lele Dari Terpal

Inovasi pada budidaya ikan lele yaitu pada medianya yaitu budidaya ikan lele menggunakan media terpal. Budidaya ikan lele menggunakan media terpal memiliki beberapa keunggulan dibanding kolam konvensional antara lain:

- A. Dapat diterapkan dilahan yang terbatas seperti pekarangan atau halaman rumah dikarenakan kolam terpal dapat diimplementasikan dilahan yang sempit.
- B. Dapat diterapkan dilahan dengan berbagai kondisi seperti tanah yang menyerap air atau tanah berpasir.
- C. Pembuatan kolam terpal yang praktis dan waktu yang singkat jika dibandingkan dengan kolam beton yang memerlukan berhari-hari, maka kolam terpal hanya memerlukan beberapa jam saja.
- D. Ikan yang dibudidaya pada kolam terpal tidak akan berbau lumpur dikarenakan yang terdapat pada kolam terpal hanya sisa makanan dari ikan dan sisa metabolisme tubuh ikan.
- E. Kelangsungan hidup (*survival rate*) yang tinggi bisa mencapai 90-95% dikarenakan pengawasan lebih mudah.
- F. Biaya pembuatan kolam terpal lebih murah serta kolam terpal bersifat fleksibel karena dapat diubah posisinya dan dapat dipindahkan.

Pada gambar 2.2 merupakan kolam ikan lele menggunakan media terpal dengan kerangka yang digunakan terbuat dari bambu yang tentunya lebih murah dari kolam konvensional [10].

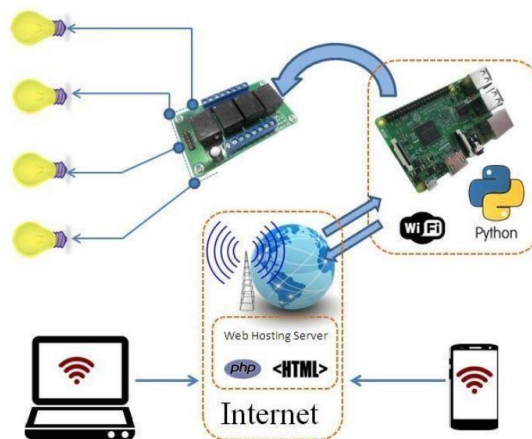


Gambar 2.2 Kolam Ikan Lele Media Terpal [4]

2.2.4 Internet of Things (IoT)

Konsep *Internet of Things* (IoT) untuk membuat internet semakin berkembang dan meluas yang selanjutnya akan mempermudah akses interaksi seperti peralatan rumah tangga, CCTV, sistem monitoring, dan lain sebagainya. Cara kerja dari IoT setiap benda harus memiliki alamat *Internet Protocol* (IP), selanjutnya benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet. Dengan demikian pengguna dapat memantau atau memonitoring bahkan memberi perintah (*remote control*) pada benda tersebut yang terkoneksi internet. Setelah benda memiliki alamat IP dan koneksi internet maka terdapat juga sensor pada benda tersebut. Sensor pada benda tersebut berguna untuk mendapatkan input informasi yang kemudian diolah dan terjadi pertukaran informasi pengolahan antara benda tersebut. Kemudian alat tersebut dapat bekerja dengan sendirinya secara otomatis atau berdasarkan perintah

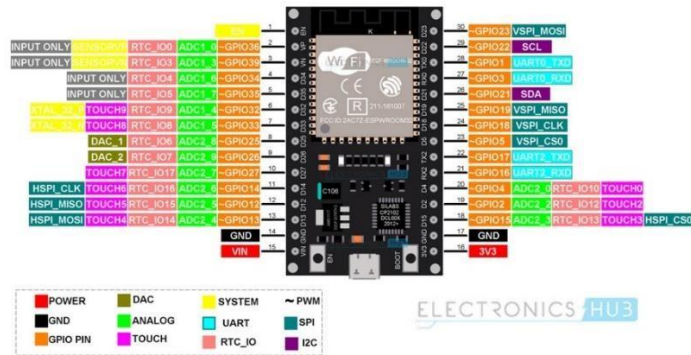
Pada gambar 2.3 merupakan gambaran mengenai teknologi IoT sedangkan berbagai komponen dapat dikendalikan dengan internet maupun [11].



Gambar 2.3 IoT [11]

2.2.5 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah Mikrokontroler System on Chip (SoC) berbiaya rendah dari Espressif Systems, yang juga sebagai pengembang dari SoC ESP8266 yang terkenal dengan NodeMCU. ESP32 adalah penerus SoC ESP8266 dengan menggunakan Mikroprosesor Xtensa LX6 32-bit Tensilica dengan Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi. Gambar 2.4 merupakan pin *input output* yang terdapat pada NodeMCU ESP32 [12].



Gambar 2.4 Pin *Input Output* NodeMCU ESP32 [12]

Pada tabel 2.2 mengenai spesifikasi dari NodeMCU ESP32 yang memiliki tegangan masukan sebesar 2,3-3,6V, tegangan operasi sebesar 3,3V, memiliki pin DAC sebanyak 2 pin, pin ADC sebanyak 15 pin, I2C memiliki 2 pin, *flash memory* sebesar 4MB, *SRAM* sebesar 520KB, dan *clock speed* memiliki kecepatan hingga 80-240 MHz [13].

Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP32 [13]

Mikrokontroler	NodeMCU ESP32
Tegangan operasi	3,3 Volt
Tegangan masukan	2,3-3,6 Volt
Pin digital (DAC)	2
Pin analog (ADC)	18
<i>I2C</i>	2
<i>Flash memory</i>	4 MB
<i>SRAM</i>	520 KB
<i>Clock speed</i>	80-240 MHz

2.2.6 Analog Digital Converter (ADC) pada NodeMCU ESP 32

Pembacaan nilai analog pada ESP 32 berarti mengukur tingkat tegangan yang bervariasi antara 0 V sampai dengan 3,3 V.

Tegangan yang diukur memiliki ketetapan nilai antara 0 sampai 4096, dimana 0 V sesuai dengan 0 sedangkan 3,3 V sesuai dengan 4096. Setiap tegangan akan memiliki nilai yang bervariasi tergantung tegangan yang diberikan oleh sensor terhadap ESP 32 [14].

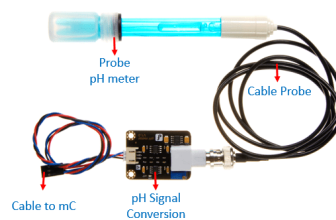
2.2.7 Perhitungan ADC Pembacaan Sensor pH pada ESP 32

Perhitungan nilai analog pada sensor pH untuk menghasilkan nilai pH yang sesungguhnya perlu diketahui nilai V referensi yaitu sebesar 3,3 V kemudian nilai adc dari ESP 32 mengacu pada sub bab 2.2.6 bahwa 3,3 V nilai nya setara 4096 pada ESP 32. Sebelum mendapatkan nilai pH yang sebenarnya, pertama-tama harus dicari terlebih dahulu nilai tegangan keluaran pH (V out pH) yang didapatkan dari output nilai ADC pada sensor pH dibagi dengan nilai ADC ESP 32 yaitu 4096 kemudian dikali kan dengan nilai tegangan referensi yaitu 3,3 V.

Setelah nilai tegangan keluaran pH didapatkan, dilanjutkan dengan mencari nilai pH yang sebenarnya dengan mengalikan nilai Tegangan keluaran pH dengan nilai konstanta pH yang sudah ditetapkan yakni -5,70 kemudian dikalikan lagi dengan nilai kalibrasi pH yang telah ditentukan yaitu sebesar 21,34 maka nilai pH akan didapatkan [14] [15].

2.2.8 Modul *Potential Hydrogen* (pH) Meter Sensor

Sensor pH memiliki fungsi mendeteksi tingkat pH air yang dimana memiliki output berupa tegangan analog. Pada gambar 2.5 merupakan modul pH sensor. Untuk spesifikasi modul pH meter sensor ditabel 2.3 [15].



Gambar 2.5 Modul pH meter sensor [15]

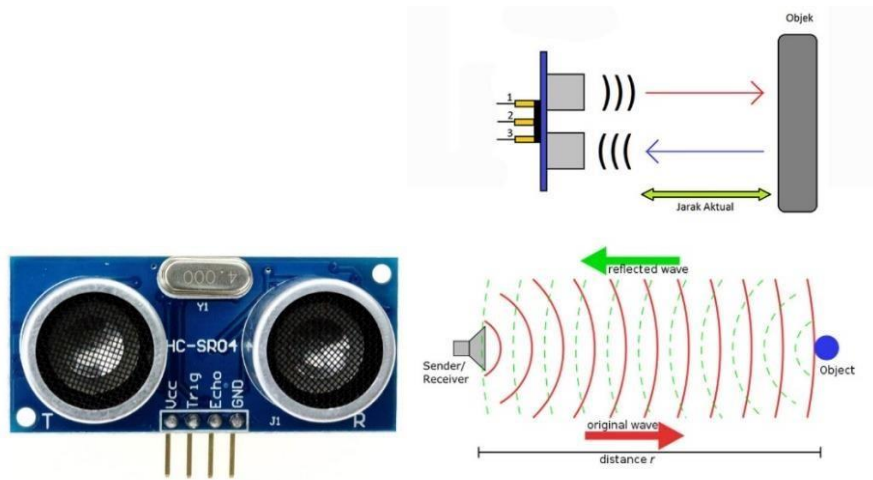
Pada tabel 2.3 merupakan spesifikasi dari modul pH sensor yang memerlukan tagengan operasi sebesar 3,3-5,5 V, *output* tegangan analog sebesar 0-3 V, dengan *range* deteksi kadar pH dari 0-14 dan berada pada titik netral 7.

Tabel 2.3 Spesifikasi Modul pH meter sensor [15]

Tegangan operasi	3,3-5,5 Volt
<i>Output</i> tegangan analog	0-3 Volt
Dimensi <i>board</i>	42mm x 32mm
<i>Range</i> deteksi pH	0-14
Suhu kerja	5-60° C
Titik netral pH	7
<i>Lifetime</i> probe	>0,5 tahun (tergantung penggunaan)
Panjang kabel probe	100 cm

2.2.9 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak atau kedalaman dari suatu objek. Cara kerja sensor ini berdasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara dengan frekuensi tertentu. Pada gambar 2.6 merupakan sensor ultrasonik tipe HC-SR04, untuk spesifikasi sensor ultrasonic HC-SR04 pada tabel 2.4 [16].



Gambar 2.6 Konsep kerja sensor ultrasonik [16]

Pada tabel 2.4 merupakan spesifikasi dari sensor ultrasonik memerlukan tegangan operasi sebesar 5 V dengan konsumsi arus sebesar 15 mA, frekuensi operasi 40 KHz, dengan minimum jarak 0,02 meter dan maksimum jarak 4 meter, dengan sudut pantul gelombang 15°.

Tabel 2. 4 Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 [16]

Tegangan operasi	5 Volt
Konsumsi arus	15 mA
Frekuensi operasi	40 KHz
Minimum jarak	0,02 m (2 cm)
Maksimum jarak	4 m
Sudut pantul gelombang	15°
Dimensi	45x20x15 mm

2.2.10 Perhitungan pada Pembacaan Sensor

Perhitungan pada pembacaan sensor diantaranya untuk mendapatkan nilai selisih, error dan akurasi. Untuk perhitungan selisih didapatkan pada persamaan :

$$\text{Selisih} = \text{Nilai alat ukur} - \text{Nilai pada sensor} \quad \dots 2.3$$

Pada persamaan nilai selisih 2.3, nilai selisih didapatkan dari perbandingan antara alat ukur yang digunakan untuk patokan kalibrasi dengan nilai pada sensor yang digunakan pada alat monitoring. Contoh mendapatkan nilai selisih pada pengukuran nilai pH, berarti nilai pH pada pH meter digital dikurangi dengan nilai pH sensor pada alat monitoring yang dibuat.

Kemudian untuk perhitungan mendapatkan nilai error didapatkan pada persamaan 2.4 :

$$Error (\%) = \frac{\text{selisih}}{\text{Nilai alat ukur}} \times 100 \quad \dots 2.4$$

Pada persamaan nilai error 2.4, nilai error didapatkan dari pembagian antara nilai selisih yang telah didapatkan dari persamaan 2.3 dengan nilai pada alat ukur yang kemudian dikali kan dengan 100 maka didapatkan nilai error. Contoh mendapatkan error pada pengukuran pH, berarti nilai selisih yang telah didapat dibagi dengan nilai pada alat ukur kemudian dikali kan dengan 100 kemudian akan didapatkan nilai error dengan simbol (%) untuk menunjukkan presentase.

Dan untuk perhitungan mendapatkan nilai akurasi didapatkan pada persamaan 2.5 :

$$Akurasi (\%) = 100 - error \times 100 \quad \dots 2.5$$

Pada persamaan nilai akurasi 2.5, nilai akurasi didapatkan dari pengurangan antara nilai 100 dikurangi dengan nilai error yang didapatkan pada persamaan 2.4 yang kemudian dikalikan dengan nilai 100 maka didapatkan nilai akurasi. Contoh mendapatkan nilai akurasi pada pengukuran pH, berarti nilai 100 dikurangi dengan nilai error dari pengukuran pH kemudian dikali kan dengan nilai 100 kemudian akan didapatkan nilai akurasi dengan simbol (%) untuk menunjukkan presentase [17].

2.2.11 Modul Relay

Relay merupakan sebuah saklar (*switch*) yang yang dioperasikan dengan listrik terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontrak saklar). Apabila menjadi magnet, inti besi tersebut akan menarik pelatuk besi sehingga kontak saklar akan terhubung dan arus listrik dapat mengalir dan pada saat arus listrik lemah maka saklar akan terputus. Pada gambar 2.7 merupakan contoh komponen *relay* atau *switch 4 channel*[17] [18].

2.2.14 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang cara kerjanya mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* sering digunakan pada alat-alat yang memerlukan notifikasi atau pemberitahuan seperti ketinggian dari level air. Pada gambar 2.10 merupakan komponen *buzzer* yang digunakan untuk notifikasi [17] [21].



Gambar 2.10 *Buzzer* [21]

2.3 Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-*upload* ke *board* yang ditentukan, dan meng-*coding* program tertentu. Pada gambar 2.11 merupakan tampilan awal pada *software* Arduino IDE [22].

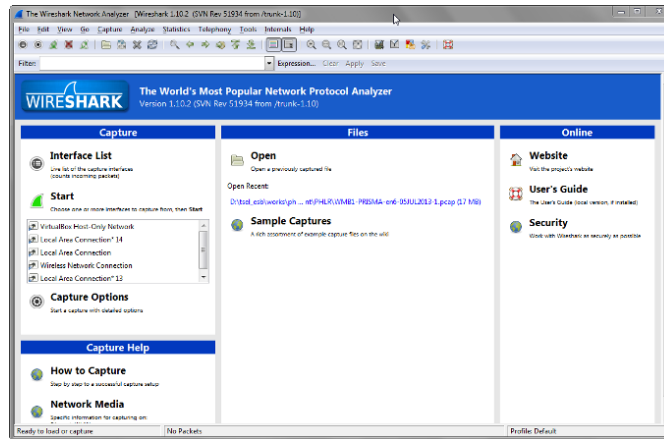


Gambar 2.11 *Software* Arduino IDE [22]

2.4 Software Wireshark

Wireshark merupakan sebuah *software* atau disebut juga disebut juga *Network packet analyzer* yang digunakan untuk menganalisa dan menampilkan suatu

masalah paket data pada jaringan, sehingga penggunaan aplikasi ini dapat mengetahui ada atau tidaknya permasalahan pada jaringan menampilkan semua informasi dengan sedetail mungkin. Pada gambar 2.12 merupakan tampilan awal *software* wireshark [23].



Gambar 2.12 Tampilan awal wireshark [23]

2.4.1 *Quality of Servis* (QoS)

QoS yaitu menampilkan kualitas pada suatu jaringan dalam memberikan layanan pada trafik data tertentu. Tujuan dari QoS mengukur seberapa baik jaringan dan untuk mendefinisikan karakteristik dari sebuah layanan. Parameter yang diamati pada QoS diantaranya *delay*, *throughput* dan *packet loss* [24].

2.4.2 *Delay*

Delay yakni waktu yang perlukan untuk proses pengiriman data dari pengirim ke penerima. Faktor yang mempengaruhi *delay* diantaranya proses pemaketan data yang lama, jarak media fisik dan banyaknya komponen yang mengakses [25]. Perhitungan *delay* pada persamaan 2.3 [26] :

$$Delay = \frac{\text{waktu antar paket}}{\text{jumlah paket}} \quad \dots(2.3)$$

2.4.3 *Throughput*

Throughput yakni kecepatan transfer data yang diukur dalam satuan (*bit per second*) bps. *Throughput* merupakan kondisi *bandwidth* yang sebenarnya. Apabila pengiriman data lebih cepat dari pada *bandwidth* yang ada maka dapat terjadinya *congestion*/proses yang lama sehingga mempengaruhi proses data yang diterima [25]. Perhitungan *throughput* seperti pada persamaan 2.4 :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad \dots(2.4)$$

2.4.4 Packet loss

Packet loss yakni kegagalan transmisi paket ketika mencapai tujuan atau sisi penerima. Ada beberapa faktor kegagalan atau hilangnya paket di sisi penerima yaitu karena *overload* trafik didalam sebuah jaringan, *congestion*/proses yang lama pada jaringan, dan *overflow* pada kapasitas *buffer* [24] [25] . Perhitungan *packet loss* seperti pada persamaan 2.5 [26] :

$$\text{Packet loss (\%)} = \frac{\text{Paket data dikirim} - \text{paket data diterima}}{\text{Paket data yang dikirim}} \times 100\% \quad \dots(2.5)$$