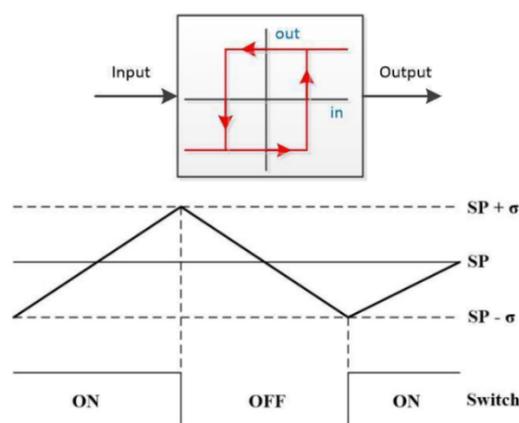


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kendali Histeresis

Sistem kendali histeresis merupakan salah satu metode pengendalian yang digunakan untuk menjaga ketinggian air dalam batas tertentu dengan menggunakan prinsip histeresis. Prinsip histeresis dalam sistem kendali bisa di artikan bahwa sistem tersebut mempunyai nilai acuan antara batas atas dan batas bawah, yang akan mengaktifkan atau menonaktifkan tindakan kendali tergantung pada posisi ketinggian air sesuai dengan nilai setpoint yang diberikan. Ada banyak metode kendali yang dapat dirancang untuk sistem ini, mulai dari linier hingga non-linier. Salah satu metode kendali yang mudah diterapkan pada sistem ini adalah metode kendali non-linier histeresis. Kendali histeresis merupakan sistem kendali on-off dalam rentang nilai di sekitar batas referensi perpindahan sakelar (Alawiah & Rafi Al Tahtawi, 2017).



Gambar 2.1 Kendali Histeresis
Sumber : (Alawiah & Rafi Al Tahtawi, 2017)

Gambar 2.1 menampilkan skema kontrol histeresis pada sebuah sistem. Kontrol ini dirancang dengan menambahkan pita histeresis pada nilai setpoint (SP). Besarnya lebar pita yang dirancang ditunjukkan oleh σ . Ketika pembacaan sensor meningkat dan berada di dalam pita histeresis, saklar akan berada dalam kondisi ON. Sebaliknya, jika pembacaan sensor menurun, saklar akan berada dalam kondisi OFF. Penjelasan lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\gamma = \begin{cases} 1, & \frac{dx}{dt} > 0 \\ 0, & \frac{dx}{dt} \leq 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

Dimana γ adalah output saklar dan $\frac{dx}{dt}$ merupakan sebuah bentuk perubahan nilai input seiring waktu. Kendali ini mencegah ketidakstabilan pembacaan sensor pada titik setpoint sehingga relai tidak mengalami efek perpindahan cepat (*chattering*).

2.2 Moving Average Filter (MAF)

Moving Average Filter adalah metode filter yang beroperasi dengan menghitung rata-rata dari sinyal input untuk menghasilkan setiap titik pada sinyal output. Ini adalah filter digital yang paling sering digunakan dalam Pemrosesan Sinyal Digital (DSP) karena kemudahannya dalam pemahaman dan penerapan. Meskipun sederhana, Moving Average Filter sangat efektif dalam mengurangi noise yang tidak diinginkan sambil mempertahankan respons yang akurat (Pambudi et al., 2022). Istilah rata-rata bergerak digunakan karena setiap kali data observasi baru

tersedia, rata-rata yang baru akan dihitung dan digunakan sebagai dasar untuk membuat ramalan. Secara umum, rumus dari moving average adalah :

$$MA = \frac{n1 + n2 + \dots n3}{n} \quad (2.2)$$

Keterangan :

MA = Moving Average

n 1 = data periode pertama

n 2 = data periode kedua

n 3 = data priode ketiga dan seterusnya

n = jumlah priode rata-rata bergerak

Tujuan penggunaan Moving Average Filter adalah untuk meredam noise dengan merata-ratakan sampel, sehingga nilai yang diproses merupakan hasil dari rata-rata sampel tersebut. Pada Moving Average Filter, semakin banyak jumlah sampel yang digunakan, semakin efektif filter tersebut dalam meredam noise (Rozikin et al., 2021).

2.3 Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan siklus kegiatan yang meliputi proses pengumpulan data, peninjauan ulang laporan dan tindakan berdasarkan informasi dari proses yang sedang berlangsung (Gracetantiono & Wasito, 2021). Biasanya data yang dikumpulkan merupakan data real-time. Secara umum tahapan sistem monitoring terbagi menjadi tiga proses, yaitu:

1. Proses di dalam pengumpulan data monitoring

2. Proses di dalam analisis data monitoring
3. Proses di dalam menampilkan data hasil monitoring

Proses yang terjadi dalam sistem monitoring dimulai dengan pengumpulan data, seperti data dari *network traffic*, *hardware information*, dan kemudian dianalisis data tersebut selama proses analisis data, sampai akhirnya data tersebut ditampilkan (Ramayasa & Arnawa, 2015).

2.4 Kualitas Air

Kualitas air mengacu pada sifat air yang ada di dalamnya, termasuk organisme, zat, energi, atau komponen lainnya. Kualitas air seringkali dinyatakan dengan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau kebutuhan tertentu. Oleh karena itu kualitas air berbeda-beda antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya, misalnya kualitas air yang digunakan untuk keperluan irigasi berbeda dengan kualitas air yang digunakan untuk keperluan air minum (Rohmawati et al., 2018).

2.4.1 Parameter Kualitas Air

Lingkungan perairan dapat mempengaruhi pemeliharaan, pertumbuhan dan reproduksi ikan budidaya. Apabila kualitas air melebihi batas yang diijinkan maka akan menimbulkan penyakit pada ikan. Ada beberapa parameter kualitas air bagi kehidupan dan pertumbuhan ikan yaitu:

- a. Oksigen Terlarut

Ikan membutuhkan oksigen untuk proses pernapasan dan fisiologisnya dalam mengoksidasi karbohidrat dan melepaskan energi untuk memecah nutrisi dalam makanan. Oleh karena itu, jika pasokan oksigen kurang maka kemampuan ikan dalam menguraikan pakan juga terbatas sehingga mempengaruhi laju pertumbuhan dan konversi pakan. Berdasarkan SNI 7550:2009, kadar oksigen terlarut yang dianjurkan dalam kolam ikan selama proses produksi harus lebih dari 3 mg/L untuk memastikan lingkungan yang mendukung kesehatan dan pertumbuhan ikan secara optimal. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah merupakan penyebab utama terjadinya stres, berkurangnya nafsu makan, lambatnya pertumbuhan, rentan terhadap penyakit dan akhirnya kematian selama proses budidaya.

b. Ammonia

Ammonia merupakan hasil buangan (kotoran) dari hewan air dan bakteri bahkan ammonia dalam kolam lebih banyak terbentuk dari hasil proses dekomposisi protein yang berasal dari sisa pakan atau plankton yang mati. Berdasarkan SNI 7550:2009, kadar amonia yang dianjurkan dalam kolam ikan selama proses produksi adalah kurang dari 0,02 mg/L, guna menjaga kualitas air dan mencegah stres serta keracunan pada ikan.

c. Hydrogen Sulphide (H₂S)

Dasar kolam yang berlumpur hitam merupakan endapan bahan organik baik dari sisa-sisa pakan atau alge yang mati adalah sumber utama yang memproduksi hydrogen sulfide. Keberadaan gas ini sangat merugikan ikan atau udang yang

dipelihara. Pada kadar di atas 1 ppm sudah bersifat racun bagi hampir semua jenis ikan atau udang. Oleh karena itu sangat penting untuk menjaga kebersihan dasar kolam sebersih mungkin dan mendorong lumpur ke luar kolam. Hal ini disebabkan karena hydrogen sulphide sangat tidak stabil dan cepat berubah menjadi bentuk berbahaya.

d. Alkalinitas

Alkalinitas secara umum menunjukkan konsentrasi basa atau zat yang mampu menetralkan keasaman air. Secara khusus, alkalinitas sering dianggap sebagai besaran yang mewakili kapasitas penyangga ion bikarbonat, ion karbonat, dan hidroksida dalam air. Ketiga ion yang ada dalam air ini akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga menurunkan keasaman dan meningkatkan pH.

Alkalinitas dinyatakan dalam ppm (mg/l) kalsium karbonat (CaCO_3). Air dengan kandungan kalsium karbonat lebih besar dari 100 ppm disebut air alkalin, sedangkan air dengan kandungan kalsium karbonat kurang dari 100 ppm disebut air dengan tingkat alkalinitas sedang. basa sedikit atau sedang. Secara umum lingkungan yang baik bagi kehidupan ikan adalah nilai alkalinitas diatas 20 ppm CaCO_3 .

e. pH

Berdasarkan SNI 7550:2009 pada produksi ikan nila kelas pembesaran di kolam air tenang, pH yang direkomendasikan untuk kolam ikan selama proses produksi berada dalam kisaran 6,5 - 8,5, hal ini penting untuk memastikan kondisi lingkungan air yang optimal bagi kesehatan dan pertumbuhan ikan.

Fluktuasi pH pada kolam budidaya sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, yang menghasilkan banyak karbon dioksida. Pada kolam yang dipenuhi alga atau tumbuhan air lainnya, pH air pada pagi hari sering kali turun di bawah 6,5 dan bisa meningkat hingga 8 atau 9 pada sore hari, akibat aktivitas fotosintesis yang meningkat seiring dengan intensitas cahaya sepanjang hari.

Tabel 2.1 menunjukkan pengaruh derajat keasaman air (pH) di kolam ikan pada rentang pH 4-5, 5 - 6.5, 6.5 - 9, dan di atas 9, serta menggambarkan bagaimana pH memengaruhi kondisi lingkungan kolam. Pemahaman ini membantu petani ikan menjaga kualitas air yang optimal untuk kesehatan dan pertumbuhan ikan.

Tabel 2.1 Pengaruh derajat keasaman air (pH) di kolam

Kisaran pH	Pengaruh Terhadap Ikan
4 – 5	Tingkat keasaman yang mematikan dan tidak ada reproduksi
5 – 6,5	Pertumbuhan lambat
6,5 – 9	Baik untuk produksi
>11	Tingkat alkalinitas mematikan

f. Suhu

Berdasarkan SNI 7550:2009, suhu ideal yang direkomendasikan untuk kolam ikan selama proses produksi berada dalam rentang 25 - 32 derajat Celsius, hal ini bertujuan untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan secara optimal. Perubahan suhu yang ekstrim dapat mengganggu ritme pernapasan, metabolisme, dan aktivitas lainnya pada ikan. Suhu tinggi dapat menyebabkan kekurangan oksigen, serta menghambat fungsi normal sistem enzim, sehingga menimbulkan stres pada ikan. Kondisi ini seringkali mempercepat perkembangan

penyakit, terutama yang disebabkan oleh bakteri yang hidup di lingkungan bersuhu tinggi. Mempertahankan kedalaman air antara 1 hingga 1,20 meter merupakan cara efektif untuk menjaga suhu air tetap normal dan stabil, sehingga dapat mencegah gangguan tersebut.

2.5 Ketinggian Air

Ketinggian air mengacu pada tinggi atau level air di suatu waduk, sungai, danau, laut, atau tempat lain di permukaan bumi. Ketinggian air merupakan parameter penting dalam pemantauan banjir, pengelolaan sumber daya air, pemantauan air laut, dan kelestarian lingkungan.

2.6 Sumur Bor

Sumur bor adalah sumur yang digali ke lapisan tanah yang lebih dalam atau jauh dari permukaan sehingga tidak mudah terkontaminasi. Secara umum air ini tidak mengandung kotoran mikroba dan dapat digunakan secara langsung. Sumur ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu jumlah air nya yang terbatas. Apabila terjadi masalah jangka panjang pada sumur, seperti aliran air berkurang secara tiba-tiba maka sumur akan sulit kembali ke kondisi normal (Simpn et al., 2021).

2.7 Internet Of Things (IOT)

Internet of Things dapat disingkat IoT merupakan sebuah konsep dalam memperluas manfaat koneksi Internet yang selalu terhubung, memungkinkan kita menghubungkan mesin, perangkat, dan objek fisik lainnya dengan sensor dan aktuator jaringan untuk memperoleh data dan mengelolanya, sehingga

memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi yang baru diperoleh. Perangkat Internet of Things pada dasarnya terdiri dari sensor yang berfungsi sebagai pengumpul data, koneksi internet untuk media berkomunikasi, dan server yang mengumpulkan dan menganalisis data yang diterima oleh sensor (Efendi, 2018).

2.8 Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras adalah suatu benda atau perangkat yang mempunyai fungsi untuk melakukan proses transfer data (input), pengolahan data (proses), dan keluaran (hasil). Perangkat keras merupakan suatu komponen yang dapat disentuh secara fisik atau langsung yang digunakan dalam bentuk konkrit. Fungsinya mengumpulkan, menginput, mengolah, menyimpan data hasil pengolahan dan mempublikasikannya sebagai informasi hasil pengolahan data (Nadya Dwinnia Putri et al., 2022).

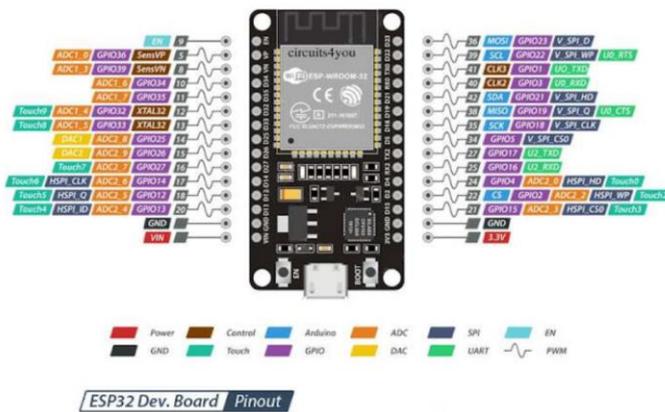
2.8.1 ESP32 Dev Kit V1

ESP32 adalah keluarga mikrokontroler yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh Espressif System. ESP32 merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini kompatibel dengan Arduino IDE. Mikrokontroler ini telah memiliki modul WiFi dan sudah terintegrasi dengan Bluetooth pada chipnya, sehingga mempunyai dukungan yang kuat dan dapat menjadi pilihan yang baik untuk membuat sistem aplikasi IoT. Selain itu, kelebihan

mikrokontroler ini mengkonsumsi daya yang lebih sedikit dibandingkan pendahulunya yaitu ESP8266 (Prastyo, 2019).



Gambar 2.2 Modul ESP32
Sumber : (Prastyo, 2019)



Gambar 2.3 Pin Output Modul ESP32
Sumber : (Arduitek, 2020)

Berikut bagian dari pin ESP32 yang terdapat pada gambar 2.2 dapat diketahui sebagai berikut:

1. 15 kanal ADC (Analog to Digital Converter)
2. 2 kanal DAC (Digital to Analog Converter)
3. 16 kanal output PWM
4. 3 antarmuka SPI

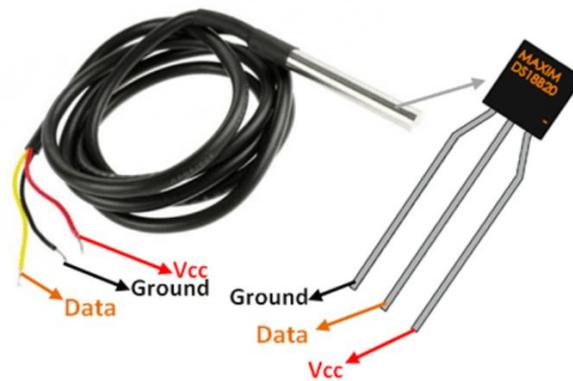
5. 3 antarmuka UART

6. 2 antarmuka I2C

Pin ADC maupun DAC pada ESP32 tidak dapat diubah, sedangkan pin PWM dapat dideklarasikan sesuai kebutuhan percobaan.

2.8.2 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor dengan output digital. Sensor ini memiliki akurasi yang cukup tinggi yaitu $0,5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Pada pengaplikasian nya sensor suhu DS18B20 hanya menggunakan 1 kabel yang terhubung ke mikrokontroler (Nurazizah et al., 2017).



Gambar 2.4 Sensor Suhu DS18B20
Sumber : (Prastyo, 2020)

Pada Gambar 2.4 menunjukkan sensor suhu digital DS18B20 beserta pengkabelannya. Sensor DS18B20 memiliki tiga pin yang dihubungkan sebagai berikut:

1. Pin Vcc: Terhubung ke sumber daya (Vcc)
2. Pin Ground: Terhubung ke ground.

3. Pin Data (DQ): Terhubung ke pin I/O pada mikrokontroler untuk komunikasi data.

Dalam konfigurasi ini, kabel merah menghubungkan Vcc, kabel hitam menghubungkan ground, dan kabel kuning menghubungkan pin data. Sensor ini mengeluarkan data suhu dalam bentuk digital dengan ketelitian $0,5^{\circ}\text{C}$, yang kemudian dapat dibaca dan diproses oleh mikrokontroler.

2.8.3 Sensor PH4502C

Sensor pH merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman atau pH meter berbasis elektronik. Digunakan untuk mengukur tingkat keasaman benda berbentuk cair. Alat ukurnya terdiri dari modul yang dilengkapi dengan probe yang dihubungkan ke rangkaian pengkondisi sinyal. Probe mengukur beda potensial dalam cairan dengan membandingkan nilai pengukuran dari elektroda kerja dan elektroda referensi. Sedangkan pengkondisi sinyal merupakan bagian dari preamplifier dan memiliki impedansi masukan yang tinggi. Keluaran dari preamplifier berupa sinyal yang dapat diproses dan dianalisis. Preamplifier juga membuat sinyal pengukuran lebih stabil dan melindunginya dari gangguan sinyal yang tidak diinginkan (Diharja et al., 2021).

Tabel 2.2 menggambarkan hubungan antara nilai pH air dan tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Dengan ini, kita dapat memantau perubahan tingkat keasaman air dengan pH 4.01, 6.86 dan 9.18 secara akurat berdasarkan fluktuasi tegangan yang terukur.

Tabel 2.2 Relasi Antara pH dengan Tegangan

No	Derajat Keasaman (pH)	Tegangan (V)
1	4,01	4,82
2	6,86	4,02
3	9,18	3,35



Gambar 2.5 Sensor PH4502C
 Sumber : (Chuzaini et al., 2022)

Pada gambar 2.5 menunjukkan komponen dari sistem pengukuran pH yang terdiri dari dua bagian utama berupa elektroda E201 dan pH modul pH-4502C.

1. Elektroda E201: Merupakan probe pH yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan dalam suatu larutan. Elektroda ini bekerja dengan mencelupkan ujung sensornya ke dalam larutan dan menghasilkan sinyal listrik yang sesuai dengan nilai pH larutan tersebut.
2. pH Modul DIY More pH-4502C: Modul ini digunakan untuk memproses sinyal dari elektroda E201. Modul ini menguatkan dan mengkondisikan sinyal agar bisa dibaca oleh mikrokontroler atau perangkat elektronik lainnya. Koneksi antara modul dan elektroda dilakukan melalui port BNC, yang memastikan koneksi yang stabil dan minim gangguan.

Kombinasi elektroda E201 dan modul pH-4502C memungkinkan pengukuran pH yang akurat dan andal. Sistem ini sering digunakan di berbagai aplikasi seperti pengujian air, penelitian lab, dan kontrol kualitas air di industri.

2.8.4 Relay

Relay adalah sebuah saklar elektronik yang bisa dikendalikan secara elektrik. Saat relay menerima sinyal listrik, kontaknya akan membuka atau menutup, memungkinkan arus listrik mengalir atau terputus. Biasanya, modul relay ini dihubungkan ke papan Arduino melalui pin digital (Prastyo, 2024).



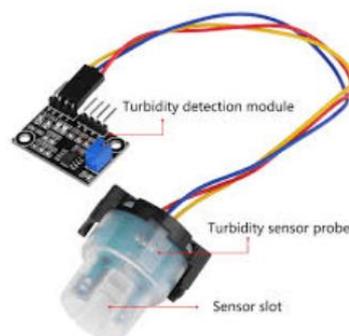
Gambar 2.6 Modul Relay
Sumber : (Prastyo, 2024)

Dapat dilihat pada gambar 2.6 bahwa relay terdiri dari kumparan dan kontak. Kumparan merupakan lilitan kawat yang dialiri arus listrik, sedangkan kontak adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil (Rahardi et al., 2018).

2.8.5 Sensor Kekeruhan Air SEN0189

Sensor turbidity adalah perangkat yang dirancang untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Sensor ini menggunakan cahaya untuk mendeteksi padatan

tersuspensi dalam air, dengan mengukur tingkat transmisi dan penghamburan cahaya yang berubah sesuai dengan jumlah padatan tersuspensi total (TTS). Pada sensor turbidity, tegangan keluaran akan berubah seiring dengan peningkatan kekeruhan air (Prastyo, 2020).



Gambar 2.7 Sensor Kekeruhan Air SEN0189
Sumber : (Prastyo, 2020)

Pada gambar 2.7 sensor SEN0189 memiliki tiga pin: dua pin untuk tegangan VCC dan Ground, serta satu pin untuk mengirimkan data kekeruhan ke MCU (Micro Chip Unit) dalam bentuk tegangan (Tansa et al., 2024).

2.8.6 Pompa Submersible

Submersible Pump (pompa benam) disebut juga dengan electric submersible pump (ESP) atau biasa disebut dengan pompa jumbo. Pompa jenis ini rentan rusak jika dijalankan terus menerus tanpa air. Dalam menjamin masa pakai yang lama, pompa harus dioperasikan dengan ketinggian air minimum yang merupakan persyaratan saat bekerja dengan pompa jenis ini. Pompa submersible tergolong pompa sentrifugal yang berfungsi mengubah energi kinetis (kecepatan)

fluida menjadi energi potensial (dinamis) melalui impeller yang berputar di dalam casing (Utama & Wibowo, 2018).



Gambar 2.8 Pompa Submersible

Pada gambar 2.8 terdapat beberapa komponen di dalamnya atau bagian-bagian dari pompa submersible beserta fungsinya, yaitu:

1. Drive atau motor penggerak, yang merupakan penggerak utama pompa.
2. Casing suction, yang berfungsi sebagai pelindung dan penyaring air yang masuk ke dalam pompa.
3. Impeller, yang mendorong air dengan prinsip sentrifugal, menciptakan energi kinetik melalui putaran.
4. Volute, yang berfungsi sebagai tempat terciptanya energi karena adanya putaran dari impeller.
5. Shaft, tempat impeller terpasang.
6. Diffuser, yang berfungsi sebagai penghubung antara output impeller ke impeller selanjutnya.

2.9 Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak adalah serangkaian instruksi atau program yang memungkinkan komputer melakukan fungsi tertentu. Ini mencakup berbagai program, termasuk aplikasi smartphone, perangkat lunak pengolah kata, program komputer, dan bahkan sistem operasi. Contoh perangkat lunak yang banyak digunakan antara lain Google Chrome, Android, Adobe Photoshop, dan Microsoft Office (Annisa Medina Sari, 2023).

2.9.1 Arduino IDE

Integrated Development Environment (IDE) merupakan sebuah software yang dapat menulis program, meng-compile menjadi kode biner, dan mengunggah ke dalam memori mikrokontroler. Arduino IDE dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Selain itu, Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang dikenal sebagai wiring, yang memudahkan input dan output.

2.9.2 XAMPP

XAMPP adalah perangkat lunak yang bebas biaya dan kompatibel dengan beberapa sistem operasi. Xampp ini adalah kumpulan berbagai program dan fungsi utamanya sebagai server yang berdiri sendiri (localhost). Server ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu program Apache HTTP Server, database MySQL, dan penerjemah bahasa yang ditulis dalam PHP dan Perl. Nama XAMPP merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi apapun), Apache, MySQL, PHP dan Perl (Laisina et al., 2018).

2.9.3 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman yang banyak digunakan untuk membuat dan mengembangkan website dan dapat digunakan dalam HTML. PHP, singkatan dari “PHP: Hypertext Preprocessor”, adalah bahasa yang disertakan dalam dokumen HTML, sekaligus bekerja di sisi server (server-side HTML-embedded scripting) artinya sintaks dan perintah yang diberikan akan dieksekusi sepenuhnya di server tetapi disertakan ke dalam halaman HTML standar, sehingga script tidak terlihat di klien. PHP dirancang untuk bekerja dengan server database dan dibuat dengan cara yang sangat sederhana untuk membuat dokumen HTML yang dapat diakses database (Susilo, 2018).

2.9.4 MySQL

MySQL adalah server database open source yang cukup populer keberadaannya. Dengan berbagai kelebihannya, software database ini banyak digunakan oleh para praktisi untuk membangun proyek. Fasilitas API (Application Programming Interface) MySQL memungkinkan berbagai aplikasi komputer yang ditulis dalam berbagai bahasa pemrograman dapat mengakses database MySQL (Laisina et al., 2018).

2.9.5 HTTP

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) adalah protokol yang digunakan untuk meminta dan merespons data antara client seperti web browser pada user atau pada sebuah web server di suatu jaringan. Protokol ini bekerja di atas *Transmission*

Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP). *Client* pada HTTP biasanya memulai permintaan dengan membuat koneksi TCP/IP ke port tertentu (biasanya port 80). HTTP juga mendefinisikan bagaimana pesan diformat dan dikirim dari *client* ke server atau dari server ke *client*. Selain itu, HTTP juga mengatur tindakan yang harus diambil oleh browser web dan server web sebagai respons terhadap perintah protocol HTTP (Yunior & Kusrini, 2019).

2.9.6 Website

Website didefinisikan sebagai sekumpulan dari halaman web yang sudah dipublikasikan di jaringan internet dan dapat diakses oleh siapa saja di internet dengan menginput domain/URL (Uniform Resource Locator). Halaman website biasanya disusun dalam format penulisan yang disebut Hyper Text Markup Language (HTML). Halaman-halaman ini dapat dilihat dengan menggunakan Hypertext Transfer Protocol (HTTP). HTTPS adalah protokol komunikasi yang mengirimkan data dari server website ke browser web pengguna, menyediakan sarana pertukaran data yang aman (Nofyat et al., 2018).

2.9.7 Sublime Text

Sublime Text adalah aplikasi yang dirancang untuk mengedit kode dan teks yang dapat berjalan pada berbagai sistem operasi berkat teknologi Python API. Pembuatan aplikasi ini terinspirasi dari aplikasi Vim, aplikasi ini sangat mudah beradaptasi dan powerfull dimana kemampuannya dapat dikembangkan dengan menggunakan sublime-packages (Syifani & Dores, 2018).

2.10 Penelitian Terkait

Ada banyak penelitian yang mengkaji dalam pemantauan kualitas air dan pengendalian ketinggian air menggunakan internet. Namun, penelitian tersebut mempunyai fitur dan hasil yang berbeda - beda. Penelitian yang relevan dengan kajian yang dilakukan sebagai berikut.

Tabel 2.3 Penelitian Terkait

No	Judul Jurnal	Penulis, Tahun	Pembahasan
1	Purwarupa Sistem Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Aplikasi Web Mobile	(Supriyanto et al., 2019)	Penelitian ini membahas mengenai purwarupa sistem monitoring kualitas air pada kolam ikan air tawar berbasis aplikasi <i>web mobile</i> . Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sensor-sensor yang digunakan memiliki akurasi yang baik dan masih dapat ditoleransi karena nilai <i>offsite</i> masih kurang dari 1. Penelitian ini menggunakan arduino uno, modul wifi ESP8266, sensor pH, sensor suhu, sensor turbidity dan sensor TDS meter. Data dari hasil pengukuran dikirimkan ke <i>website</i> melalui media transmisi <i>wireless</i> menggunakan modul wifi.
2	Sistem Monitoring dan Kontrol Budidaya Ikan Nila Berbasis IoT dengan Bioflok (Studi kasus: Kelompok Budidaya Ikan Sadewa Mandiri, Pringsewu)	(Ashari et al., 2022)	Penelitian ini membahas mengenai sistem monitoring dan kontrol budidaya ikan nila berbasis IoT pada kolam biofloc. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian akurasi sensor suhu DS18B20 dan sensor DF Robot PH Meter V 1.1 memiliki akurasi yang baik yaitu masing-masing 95,87% dan 98,28%. Sedangkan pada sensor Gravity TDS Meter V 1.0 masih belum cukup baik dimana persentase akurasi yang diperoleh adalah 93,44%. Penelitian ini dirancang berbasis IoT menggunakan arduino uno, modul wifi ESP8266, sensor pH, sensor suhu dan sensor TDS meter.

			Adapun hasil dari pengolahan data akan ditampilkan pada aplikasi mobile.
3	Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan	(Pramana, 2018)	Penelitian ini membahas mengenai perancangan sistem kontrol dan monitoring kualitas air dan suhu air pada kolam budidaya ikan. Sistem ini dirancang menggunakan Arduino Uno, sensor suhu, sensor salinitas dan sensor kesadahan kemudian untuk hasil pengukuran sensor dikirimkan ke web local host melalui Ethernet Shield. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan suhu sebesar 0,1 °C pada kolam berkapasitas 10 liter membutuhkan waktu 18 detik, dan untuk menurunkan suhu sebesar 1 °C membutuhkan waktu 180 detik (3 menit). Untuk menaikkan suhu 0,1 °C dibutuhkan waktu 264 detik atau 4,4 menit, dan untuk menaikkan suhu sebesar 1 °C dibutuhkan waktu 2640 detik atau 44 menit. Adapun persentase <i>error</i> dari pembacaan sensor berkisar 2,4%- 3,9%.
4	Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Sumur Bor di Kabupaten Pulang Pisau Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet Of Things (IOT)	(Putri, 2022)	Penelitian ini membahas mengenai implementasi sistem monitoring kualitas air sumur bor menggunakan aplikasi blynk berbasis internet of things. Sistem ini menggunakan koneksi internet dengan perpaduan aplikasi Blynk, dimana aplikasi blynk digunakan sebagai remote control dan membaca data ESP8266. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air sumur bor dari beberapa lokasi yang dijadikan sampel memiliki pH yang baik dan layak digunakan karena mendekati standar mutu Dinas Kesehatan. dikarenakan pH nya sesuai dengan standar mutu, yang berkisar antara 5-9, air ini dapat digunakan sebagai air pemandian umum.

5	Sistem Pemantauan Kualitas dan Kendali Ketinggian Air pada Kolam Budidaya Ikan Nila berbasis Internet of Things	(Fernandez et al., 2022)	Penelitian ini membahas mengenai sistem pemantauan kualitas dan kendali ketinggian air pada kolam budidaya ikan nila berbasis internet of things. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik, sensor pH1, dan sensor pH2. Ketiga sensor memiliki tingkat akurasi pembacaan sensor diatas 96% dibandingkan dengan alat ukur pembanding. Ini membuktikan akurasi sensor sudah sesuai keinginan dan dapat digunakan pada sistem yang dibuat.
6	Sistem Kontrol Pompa Air pada Sumur Berbasis Sensor Ultrasonik dan Sensor Aliran Air	(Hidayat, 2020)	Penelitian ini membahas mengenai sistem kontrol pompa air pada sumur berbasis sensor ultrasonik dan sensor aliran air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mengukur secara akurat kurang dari 30 cm, pada pengukuran 60 cm hingga 400 cm kurang akurat karena mempunyai selisih 2 cm yang melebihi tingkat ketelitian sensor sebesar 0,3 cm dan untuk pengukuran 500 cm, sensor tidak dapat mengukur lagi karena selisih pengukuran mencapai 1891 cm. pengukuran sensor aliran air menunjukkan pada kecepatan 5 liter/menit sensor tidak dapat mengukur secara akurat dengan selisih pengukuran 0,2 liter/menit melebihi tingkat ketelitian sensor sebesar 3%.
7	Rancang Bangun Proteksi dan Monitoring Pompa Summersible 1 Phasa di PT Mahakam Beta Farma	(Mughtar & Rohman, 2022)	Penelitian ini membahas tentang rancang bangun proteksi dan monitoring pompa submersible. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa saat laju aliran air tidak ada maka nilai arus bernilai nol dan suhu nya stabil di 30,56 °C. Akan tetapi jika kondisi flow sensor membaca ada perubahan dari laju aliran air maka nilai arus dan suhu akan meningkat seiring perubahan dari laju aliran air.

8	<i>Water Quality Monitoring System Based on IOT</i>	(Vaishnavi et al., 2017)	Penelitian ini membahas mengenai sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT. Penelitian ini menggunakan Arduino Atmega 328, modul wifi ESP8266, flow sensor, sensor pH, sensor suhu dan sensor turbidity. Data dari hasil pengukuran dikirimkan ke server melalui media transmisi wireless menggunakan modul wifi kemudian ditampilkan pada aplikasi Blynk.
9	<i>Design and Implementation of Water Quality Monitoring System (Temperature, pH, TDS) in Aquaculture Using IoT at Low Cost</i>	(Susanti et al., 2022)	Penelitian ini membahas mengenai perancangan dan Implementasi sistem pemantauan kualitas air berupa suhu, pH, TDS pada budidaya perikanan menggunakan IoT dengan biaya rendah. Hasil dari penelitian ini sistem pemantauan kualitas air dapat diterapkan pada budidaya perikanan dimana sistem dapat membaca suhu air, TDS dan pH air. Pengujian sensor dapat dilakukan sebanyak 10 kali dalam jangka waktu 5 jam, antara pukul 08.00 hingga 13.00.
10	<i>IoT Based Water Level Control System</i>	(Sachio et al., 2018)	Penelitian ini membahas mengenai pengendalian ketinggian air berbasis IoT. Hasil dari penelitian ini sistemnya menggunakan pengontrol ESP8266, sensor ultrasonic dan layanan Blynk IoT yang kemudian digabungkan dengan pemrograman web PHP dalam menyediakan pemantauan dan pengendalian ketinggian air.

Penelitian terkait berfungsi untuk menganalisa dan menambah pembahasan penelitian, serta membedakannya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Pada penelitian ini, terdapat 7 jurnal nasional dan 3 jurnal internasional yang berhubungan dengan sistem pemantauan kualitas air dan pengendalian ketinggian air berbasis Internet of Things. Dari hasil analisis terhadap 10 jurnal tersebut, dapat

disimpulkan bahwa terdapat beberapa keterbaharuan yang ditawarkan oleh penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 1 menggunakan interface berupa web mobile berbasis *Arduino Uno* dan modul *WiFi ESP8266*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan modul *ESP32* untuk menghubungkan sistem ke internet. Pada penelitian yang sudah dilakukan hanya menggunakan sensor *pH*, sensor *DS18B20*, dan sensor *turbidity* dan sensor *TDS* untuk memantau kualitas air kolam ikan, sedangkan penelitian ini menambahkan sensor ultrasonic untuk mengendalikan ketinggian air pada kolam. Hal ini penting karena ketika ketinggian ikan diluar standar maka akan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan.
2. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 2 menggunakan aplikasi mobile berbasis *Arduino Uno* dan modul *WiFi ESP8266*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan interface berupa *website* yang terhubung pada modul *ESP32*. Pada penelitian yang sudah dilakukan hanya menggunakan sensor *pH*, sensor *DS18B20* dan sensor *TDS* untuk memantau kualitas air kolam ikan, sedangkan penelitian ini menambahkan sensor *turbidity* untuk mengetahui tingkat kekeruhan air dan sensor *ultrasonic* untuk mengendalikan ketinggian air pada kolam. Hal ini penting karena tingkat kekeruhan air dan ketinggian air diluar standar maka akan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan.

3. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 3 menggunakan interface berupa web berbasis *Arduino Uno* dan terhubung ke *Ethernet Shield*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan modul *ESP32* untuk menghubungkan sistem ke internet. Pada penelitian sebelumnya, hanya ada beberapa sensor yang digunakan untuk memantau kualitas air kolam ikan seperti sensor salinitas, sensor kesadahan, dan sensor suhu. Sedangkan, penelitian ini menambahkan sensor turbidity untuk mengetahui tingkat kekeruhan air, sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan dan sensor ultrasonik untuk mengendalikan ketinggian air pada kolam.
4. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 4 menggunakan aplikasi *blynk* berbasis *ESP8266*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan modul *ESP32* dengan interface berupa website. Pada penelitian yang sudah dilakukan hanya menggunakan sensor *pH*, sensor *turbidity* dan sensor *DS18B20* untuk memantau kualitas air kolam ikan, sedangkan penelitian ini menambahkan sensor ultrasonic untuk mengendalikan ketinggian air pada kolam. Hal ini penting karena ketinggian air diluar standar akan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan.
5. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 5 menggunakan interface berupa aplikasi mobile berbasis *ESP32*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan interface berupa *website*. Pada penelitian yang sudah dilakukan hanya menggunakan sensor *pH* dan sensor *ultrasonic* untuk memantau kualitas dan kedali ketinggian air kolam ikan nila, sedangkan penelitian ini

menambahkan sensor suhu untuk memantau suhu air dan sensor *turbidity* untuk mengetahui tingkat kekeruhan air. Hal ini penting karena apabila suhu air pada kolam ikan terlalu tinggi atau terlalu rendah maka ikan dapat stres bahkan mati dan kekeruhan air tinggi akan mempengaruhi pertumbuhan ikan.

6. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 6 menggunakan interface berupa aplikasi mobile berbasis *ESP8266*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan *interface* berupa *website* yang terhubung pada modul *ESP32*. Pada penelitian yang sudah dilakukan menggunakan sensor *ultrasonic* dan *flow* sensor untuk kontrol pompa air pada sumur, apabila jarak permukaan air kurang dari setpoint 10 cm, pompa akan hidup dan jika kecepatan aliran air kurang dari 10 liter per menit, pompa akan mati. Sehingga penelitian tersebut akan dijadikan referensi dan teori dalam melakukan penelitian.
7. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 7 menggunakan interface berupa aplikasi *blynk* berbasis *Arduino Nano* dan *raspberry pi*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan interface berupa *website* yang terhubung pada modul *ESP32*. Pada penelitian yang sudah dilakukan menggunakan sensor SCT 0813, sensor DS18B20, sensor YF-S201 untuk proteksi dan monitoring pompa sumersible 1 phasa. Sehingga penelitian tersebut akan dijadikan referensi dan teori dalam melakukan penelitian.
8. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 8 menggunakan *interface* berupa aplikasi *blynk* berbasis *Arduino Atmega328* dan modul *Wifi ESP8266*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan interface berupa *website* yang

terhubung pada modul *ESP32*. Pada penelitian yang sudah dilakukan menggunakan sensor *pH*, sensor DS18B20, sensor *turbidity* dan *flow* sensor untuk memantau kualitas air kolam ikan, sedangkan pada penelitian ini menambahkan sensor ultrasonik untuk mengendalikan ketinggian air pada kolam. Hal ini penting karena ketinggian air diluar standar akan mempengaruhi pertumbuhan ikan.

9. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 9 menggunakan aplikasi *blynk* berbasis *Arduino Atmega328* dan *modul Wifi ESP8266*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan modul *ESP32* dengan interface berupa website. Pada penelitian yang sudah dilakukan menggunakan sensor *pH*, sensor DS18B20, sensor *TDS* untuk memantau kualitas air kolam ikan, sedangkan penelitian ini menambahkan sensor *turbidity* untuk mengetahui tingkat kekeruhan air dan sensor ultrasonic untuk mengendalikan ketinggian air pada kolam. Hal ini penting karena tingkat kekeruhan air dan ketinggian air diluar standar akan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan.
10. Penelitian pada Tabel 2.3 nomor 10 menggunakan aplikasi *blynk* berbasis modul *ESP8266*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan modul *ESP32* dengan interface berupa website. Pada penelitian yang sudah dilakukan menggunakan sensor ultrasonic untuk pengendalian ketinggian air. Sehingga penelitian tersebut akan dijadikan referensi dan teori dalam melakukan penelitian.