

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian pertama yang dilakukan oleh (Bukhori, 2023) akuarium pintar berbasis teknologi IoT menunjukkan berbagai inovasi dalam pemeliharaan akuarium dan perikanan. Beberapa studi mengembangkan sistem pemberian pakan dan penggantian air otomatis menggunakan mikrokontroler ATMEGA328P serta pemantauan kualitas air berbasis IoT yang mampu mendeteksi kondisi lingkungan perairan dan mengurangi biaya tenaga kerja. Sistem berbasis Raspberry Pi dan webcam memungkinkan kendali jarak jauh melalui aplikasi Telegram, sementara penelitian lain memanfaatkan geobiofilter untuk efisiensi penggunaan air. Teknologi WiFi juga digunakan untuk kendali akuarium dengan konsumsi daya rendah dan kecepatan transmisi data tinggi. Penelitian pada akuarium pintar berbasis NodeMCU ESP8266 yang Anda sajikan mengintegrasikan kendali otomatis pompa air, lampu, aerator, serta pemberian pakan ikan dengan penjadwalan waktu dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi smartphone, memberikan solusi efektif dan efisien untuk pemeliharaan akuarium secara modern.

Penelitian kedua yang dilakukan oleh (Wahyuningsih et al., 2020), menunjukkan bahwa amonia menjadi faktor pembatas dalam budidaya ikan, terutama dalam bentuk tidak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ) yang lebih toksik pada pH tinggi (Hargreaves & Tucker, 2004). Ebeling et al. (2006) menyebutkan bahwa amonia dari metabolisme pakan dapat diolah melalui nitrifikasi oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Sinha et al. (2012) menemukan bahwa paparan amonia tinggi menyebabkan gangguan metabolisme dan stres pada ikan, sementara Losordo et al. (1998) menekankan pentingnya sistem resirkulasi untuk mengelola konsentrasi amonia secara efisien.

Penelitian ketiga yang dilakukan oleh (Rohmawati, 2020) menunjukkan bahwa sistem akuaponik merupakan teknologi efektif untuk meningkatkan kualitas air dalam budidaya ikan, termasuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Limbah organik dari feses dan sisa pakan sering menjadi masalah utama, terutama

tingginya kadar amonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), dan nitrat ( $\text{NO}_3$ ), yang dapat bersifat toksik bagi ikan. Tanaman air seperti kangkung, pakcoy, dan bayam merah digunakan sebagai filter biologis dalam sistem akuaponik untuk menyerap senyawa tersebut, dengan bayam merah terbukti paling efektif. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan analisis statistik seperti ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan dengan tanaman bayam merah menghasilkan kualitas air terbaik, dengan kadar amonia, nitrit, dan nitrat yang lebih rendah, sehingga mendukung keberlanjutan budidaya ikan nila.

Penelitian keempat yang dilakukan oleh (Prasetyo Bagus et al., 2021), menunjukkan pentingnya teknologi dalam menjaga kualitas air untuk akuakultur dan akuarium. Prasetyo et al. (2021) merancang sistem akuarium pintar berbasis Arduino Uno dengan sensor turbidity dan ultrasonik yang secara otomatis memantau dan mengganti air berdasarkan tingkat kekeruhan, menjaga kualitas air optimal bagi ikan. Studi lain mengintegrasikan teknologi IoT, seperti Raspberry Pi, untuk pemantauan *real time* parameter air seperti salinitas dan kekeruhan, yang terbukti meningkatkan efisiensi perawatan dan keberhasilan budidaya. Analisis menggunakan sensor turbidity menjadi standar dalam mendeteksi kualitas air, memastikan air bersih dengan nilai NTU rendah, sehingga mendukung pertumbuhan ikan dan mengurangi risiko kematian.

Penelitian kelima yang dilakukan oleh (Adolph, 2016), tentang akuarium pintar berbasis IoT mencakup inovasi seperti sistem pemberian pakan dan penggantian air otomatis menggunakan mikrokontroler, pemantauan kualitas air, serta kendali jarak jauh melalui internet. Sistem berbasis NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk mengontrol aerator secara otomatis, sementara Raspberry Pi memungkinkan pemberian pakan via Telegram. Teknologi lain termasuk geobiofilter untuk efisiensi air dan alat penebar pakan otomatis berbasis mikrokontroler, menunjukkan kemajuan dalam mendukung otomatisasi pemeliharaan akuarium dan budidaya ikan. Penelitian keenam yang dilakukan oleh (Aerator et al., 2023), mengenai sistem pemantauan dan pengendalian akuarium berbasis IoT menunjukkan perkembangan signifikan dalam otomasi perikanan. Beberapa penelitian memanfaatkan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk untuk mengontrol aerator secara otomatis, sementara

sensor MQ-135 digunakan untuk memantau kadar amonia pada budidaya ikan lele dengan aktivasi aerator saat kadar amonia tinggi. Sistem pemantauan tingkat kekeruhan air dan pemberian pakan otomatis menggunakan NodeMCU juga diterapkan untuk mendukung efisiensi budidaya. Selain itu, penggunaan Arduino dan Raspberry Pi memungkinkan pemantauan kualitas udara dan kontrol kadar amonia serta pH air guna menjaga kondisi optimal bagi pertumbuhan ikan. Teknologi ini menunjukkan efektivitas IoT dalam mendukung otomatisasi pengelolaan akuarium dan perikanan.

Penelitian ketujuh yang dilakukan oleh (Lestari et al., 2024), telah memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan sistem monitoring kualitas air dan pemberian pakan ikan secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian yang dilakukan oleh Bintara Putra (2021) berfokus pada rancangan alat ukur untuk memonitor pH, temperatur, dan kelembapan akuarium ikan hias menggunakan sensor DS18B20, sensor pH modul, dan sensor DHT11, dengan hasil pengukuran ditampilkan pada LCD. Duski Saad (2020) mengembangkan sistem monitoring pemberi pakan ikan otomatis menggunakan sensor HC-SR04 dan Arduino sebagai pengendali. Alat ini memungkinkan pemberian pakan secara otomatis sesuai jadwal atau secara manual melalui sistem kendali SMS.

Penelitian kedelapan yang dilakukan oleh (Utami et al., 2024), telah memberikan dasar untuk pengembangan sistem monitoring dan pengendalian kualitas air berbasis IoT. Andi Subagyo et al. (2021) merancang sistem kontrol pH dan suhu air menggunakan metode fuzzy yang memanfaatkan pompa dan pemanas untuk menjaga parameter kualitas air pada budidaya ikan hias. Kusuma et al. (2021) mengembangkan sistem filtering air berbasis sensor turbidity, yang memberikan peringatan melalui buzzer saat air dalam kondisi keruh. Sementara itu, Chuzaini et al. (2022) merancang sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor suhu, pH, dan TDS, yang memungkinkan pemantauan secara *real time* melalui perangkat mobile. Penelitian-penelitian ini menjadi dasar bagi pengembangan alat yang lebih efektif dan efisien dalam menjaga kualitas air, khususnya melalui integrasi teknologi IoT.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

| Nama Penelitian           | Judul Penelitian                          | Variabel yang Diteliti                                                    | Metode yang Digunakan                                           | Kekurangan                                                                             |
|---------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Bukhori, 2023             | Akuarium Pintar Berbasis IoT              | Sistem pemberian pakan, penggantian air otomatis, pemantauan kualitas air | Mikrokontroler ATMEGA328P, Raspberry Pi, IoT, aplikasi Telegram | Tidak ada pembahasan mendalam tentang biaya operasional dan pemeliharaan perangkat     |
| Wahyuningsih et al., 2020 | Pengaruh Amonia dalam Budidaya Ikan       | Amonia, pH, nitrifikasi, bakteri Nitrosomonas, Nitrobacter                | Studi literatur, eksperimen pada ikan, analisis data statistik  | Fokus terbatas pada amonia, tidak membahas solusi untuk faktor lain seperti nitrat     |
| Rohmawati, 2020           | Sistem Akuaponik dalam Budidaya Ikan Nila | Limbah organik, kadar amonia, nitrit, nitrat, tanaman filter              | Eksperimen, RAL, ANOVA                                          | Batasan pada tanaman yang diuji, tidak mencakup solusi untuk budidaya ikan selain nila |
| Prasetyo                  | Sistem                                    | Kekeruhan,                                                                | Arduino Uno,                                                    | Tidak                                                                                  |

| Nama Penelitian      | Judul Penelitian                                     | Variabel yang Diteliti                                  | Metode yang Digunakan                                         | Kekurangan                                                            |
|----------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Bagus et al., 2021   | Akuarium Pintar Berbasis Arduino Uno                 | kualitas air, sensor turbidity, ultrasonik              | sensor turbidity, IoT, Raspberry Pi                           | membahas pengaruh dari perubahan suhu atau pH dalam pemeliharaan      |
| Adolph, 2016         | Akuarium Pintar Berbasis IoT                         | Pemberian pakan otomatis, penggantian air, kualitas air | Mikrokontroler, NodeMCU ESP8266, aplikasi Blynk, Raspberry Pi | Tidak membahas masalah kestabilan sistem atau potensi gangguan teknis |
| Aerator et al., 2023 | Pemantauan dan Pengendalian Akuarium Berbasis IoT    | Kadar amonia, kekeruhan air, pemberian pakan otomatis   | NodeMCU ESP8266, aplikasi Blynk, sensor MQ-135                | Tidak mencakup kontrol suhu atau pH air secara bersamaan              |
| Lestari et al., 2024 | Monitoring Kualitas Air dan Pemberian Pakan Otomatis | pH, temperatur, kelembapan, pemberian pakan             | Sensor DS18B20, DHT11, pH modul, LCD, Arduino                 | Tidak membahas integrasi dengan sistem pengolahan                     |
| Utami et             | Pengendali                                           | pH, suhu,                                               | Sensor                                                        | Penggunaan                                                            |

| Nama Penelitian | Judul Penelitian             | Variabel yang Diteliti | Metode yang Digunakan                                    | Kekurangan                                                                        |
|-----------------|------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| al., 2024       | an Kualitas Air Berbasis IoT | turbidity, filter air  | turbidity, fuzzy logic, pompa, pemanas, perangkat mobile | sensor turbidity dapat terbatas dalam pengukuran kualitas air secara komprehensif |

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Internet of Things (IoT)

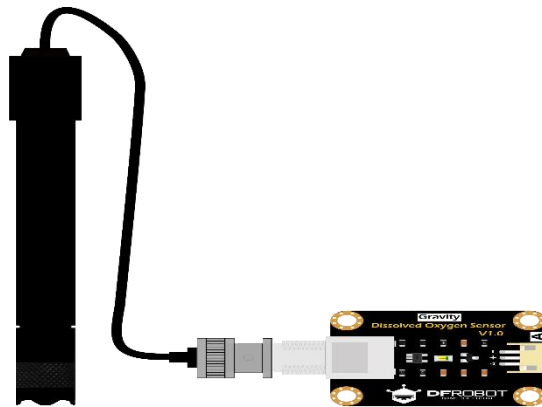


Gambar 2. 1 *Internet of Things*

Pada Gambar 2.1 (*Internet of Things*) IoT merupakan konsep teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat melalui jaringan internet sehingga memungkinkan pertukaran data secara *real time* tanpa intervensi manusia. IoT digunakan untuk meningkatkan efisiensi, otomatisasi, dan pengelolaan perangkat dalam berbagai bidang, termasuk sistem rumah pintar, industri, dan pertanian. Dalam konteks Smart Aquarium, IoT memungkinkan pemantauan kualitas air secara jarak jauh melalui sensor yang terhubung ke perangkat pengguna.

### 2.2.2 Sensor pH meter

Pada Gambar 2.2 (Sensor pH Meter) merupakan suatu perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan berdasarkan konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terkandung di dalamnya. Nilai pH dinyatakan dalam skala 0 hingga 14, di mana nilai pH kurang dari 7 menunjukkan sifat asam, nilai pH sama dengan 7 menunjukkan kondisi netral, dan nilai pH lebih dari 7 menunjukkan sifat basa. Pengukuran pH merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air karena dapat memengaruhi berbagai proses fisika, kimia, maupun biologis yang terjadi dalam suatu lingkungan perairan.



Gambar 2. 2 Sensor pH meter

Prinsip kerja sensor pH meter didasarkan pada perbedaan potensial listrik yang terbentuk antara elektroda pengukur dan elektroda referensi ketika sensor dicelupkan ke dalam larutan yang akan diukur. Elektroda kaca yang bersifat sensitif terhadap ion hidrogen akan menghasilkan sinyal tegangan yang besarnya berbanding lurus dengan konsentrasi ion  $H^+$  dalam larutan. Sinyal tegangan tersebut kemudian diproses oleh rangkaian pengkondisi sinyal dan dikonversi menjadi nilai pH yang dapat ditampilkan pada perangkat pengukuran atau diolah lebih lanjut oleh sistem mikrokontroler.

Sensor pH meter memiliki peranan yang sangat penting dalam berbagai bidang, seperti pengolahan air bersih, pengolahan limbah, industri manufaktur, laboratorium penelitian, sektor pertanian, serta budidaya perikanan. Dalam bidang pengolahan air, pengukuran pH digunakan untuk memastikan bahwa kualitas air berada dalam rentang yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pada sektor perikanan dan akuakultur, nilai pH yang stabil sangat diperlukan untuk menjaga kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme akuatik. Sementara itu, dalam bidang pertanian dan hidroponik, pH berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman.

Selain itu, dalam penerapan sistem monitoring kualitas air berbasis mikrokontroler, sensor pH meter berfungsi sebagai perangkat akuisisi data yang mengukur nilai pH secara kontinu. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh mikrokontroler dan dapat disimpan maupun dikirim ke server atau platform cloud untuk keperluan pemantauan dan analisis lebih lanjut. Oleh karena itu, sensor pH meter menjadi salah satu instrumen yang penting dalam pengembangan sistem monitoring kualitas air yang efektif, akurat, dan berbasis teknologi modern. Dalam penerapannya pada sistem Smart Aquarium, sensor pH meter digunakan untuk memantau kondisi keasaman air secara berkala sehingga perubahan nilai pH dapat diketahui secara lebih cepat. Nilai pH yang diperoleh dari sensor dibaca oleh mikrokontroler dan dibandingkan dengan batas nilai yang telah ditentukan. Apabila nilai pH berada di luar rentang yang ditetapkan, sistem dapat memberikan respons berupa pengaktifan perangkat pengendali, seperti aerator, serta memberikan informasi kepada pengguna melalui sistem pemantauan. Dengan mekanisme tersebut, kondisi kualitas air dapat dipantau secara lebih teratur tanpa harus melakukan pengukuran secara manual.

### 2.2.3 Sensor Kekeruhan (Turbidity)



Gambar 2. 3 Sensor Kekeruhan

Pada Gambar 2.3 (Sensor kekeruhan) yang digunakan dalam akuarium ini berfungsi untuk mengukur tingkat kejernihan air dengan mendeteksi jumlah partikel tersuspensi, seperti kotoran, sisa makanan, dan limbah organik. Semakin tinggi jumlah partikel dalam air, semakin keruh air tersebut, yang ditunjukkan oleh nilai kekeruhan. Prinsip kerja sensor ini melibatkan pemancar cahaya (seperti LED atau laser) yang memancarkan cahaya ke dalam air, serta penerima cahaya (fotodioda) yang mengukur intensitas cahaya yang sampai. Jika air jernih, sebagian besar cahaya akan diteruskan ke penerima, sedangkan pada air keruh, cahaya akan tersebar, sehingga intensitas cahaya yang diterima akuarium menurun.

Penggunaan sensor kekeruhan sangat bermanfaat untuk menjaga kesehatan ikan dan memantau kebersihan air. Air yang keruh dapat mengandung zat berbahaya seperti amonia, nitrit, atau bakteri yang dapat membahayakan ikan. Dengan sensor ini, pemilik akuarium dapat mengetahui kapan air perlu diganti atau filter dibersihkan, sehingga ekosistem akuarium tetap sehat. Nilai kekeruhan ideal untuk akuarium ikan hias biasanya kurang dari 5 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*), yang mencerminkan air yang cukup jernih untuk kesehatan ikan dan estetika.

Sensor kekeruhan dapat diintegrasikan ke dalam sistem akuarium pintar dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Sistem ini dapat memberikan notifikasi melalui aplikasi, seperti Blynk, jika nilai kekeruhan air melebihi

ambang batas. Selain itu, sensor ini dapat mengotomasi proses seperti mengaktifkan filter. Dengan biaya yang relatif terjangkau dan manfaat besar, sensor kekeruhan sangat membantu dalam menjaga kualitas air akuarium secara efisien.

#### *2.2.4 Pompa Air*

Pada Gambar 2.4 (Pompa Air) aquarium merupakan perangkat yang dirancang khusus untuk mengalirkan air di dalam aquarium. Pompa ini memiliki berbagai ukuran dan daya, yang fungsi utamanya adalah memastikan sirkulasi air yang baik guna menjaga kualitas air dan menciptakan lingkungan yang ideal bagi ikan dan organisme akuatik yang berada pada aquarium.



Gambar 2. 4 Pompa Air

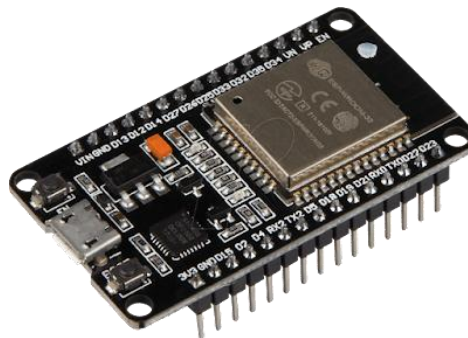
Jika sensor pH meter mendeteksi bahwa nilai pH air akuarium berada di luar rentang ideal yang telah ditentukan, mikrokontroler akan mengirimkan perintah untuk mengaktifkan pompa air melalui modul relay. Pompa air kemudian bekerja untuk membantu proses sirkulasi atau pergantian air sebagai upaya menjaga kondisi kualitas air agar kembali sesuai dengan parameter yang ditetapkan. Setelah kondisi air kembali berada pada rentang yang diinginkan, mikrokontroler akan memberikan perintah untuk mematikan pompa air secara otomatis sehingga penggunaan energi dapat diminimalkan dan sistem dapat bekerja secara efisien tanpa memerlukan intervensi manual dari pemilik akuarium.

Dengan kemampuannya dalam membantu proses sirkulasi dan pengelolaan air, pompa air menjadi salah satu komponen penting dalam sistem Smart Aquarium. Penggunaan pompa air mendukung proses pengendalian kualitas air

berdasarkan hasil pembacaan sensor pH meter, sehingga kondisi lingkungan akuarium dapat dipantau dan dikendalikan secara lebih teratur.

#### 2.2.5 Modul Wi-Fi ESP32

Pada Gambar 2. 5 (Wi-Fi ESP32) adalah komponen penting dalam sistem IoT yang berfungsi untuk menghubungkan perangkat ke jaringan internet. Dalam Smart Aquarium, modul Wi-Fi biasanya sudah terintegrasi dengan mikrokontroler seperti ESP32 atau dipasang secara terpisah. Fungsinya adalah memungkinkan transfer data antara perangkat keras di akuarium dengan aplikasi pengguna secara *real time*.



Gambar 2. 5 WI-FI ESP32

Dengan modul Wi-Fi, data dari sensor pH meter, seperti nilai tingkat keasaman air, dapat dikirimkan ke server cloud atau langsung ke aplikasi pengguna. Hal ini memungkinkan pemilik akuarium untuk memantau kondisi kualitas air dari jarak jauh melalui perangkat seperti ponsel atau komputer. Selain itu, modul Wi-Fi juga memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi akuarium melalui aplikasi berbasis IoT serta mengendalikan perangkat pendukung, seperti pompa air, sesuai dengan rancangan sistem.

Kelebihan modul Wi-Fi adalah kemudahan dalam instalasi dan kompatibilitasnya dengan berbagai protokol komunikasi IoT. Dengan komponen ini, sistem akuarium menjadi lebih fleksibel, modern, dan responsif terhadap kebutuhan pengguna, bahkan ketika pengguna tidak berada di dekat akuarium.

#### 2.2.6 Relay

Pada Gambar 2.6 (Relay) adalah komponen elektronik yang digunakan sebagai saklar otomatis untuk mengontrol perangkat seperti aerator dalam sistem Smart Aquarium. Komponen ini bekerja dengan menerima sinyal dari mikrokontroler untuk menghidupkan atau mematikan perangkat listrik berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor



Gambar 2. 6 Relay

Dalam sistem ini, relay mengaktifkan pompa air ketika pH dalam akuarium berada di bawah ambang batas ideal. Ketika kondisi kembali normal, mikrokontroler mengirimkan sinyal untuk mematikan pompa air melalui relay. Dengan cara ini, sistem dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan menjaga agar pompa air hanya bekerja saat diperlukan.

Relay memiliki keunggulan dalam pengendalian perangkat listrik berdaya tinggi menggunakan sinyal elektronik berdaya rendah. Dengan sifat ini, relay memungkinkan integrasi sistem otomatis yang aman dan andal untuk menjaga kualitas air di akuarium

#### 2.2.7 Sensor Suhu DS18B20

Pada Gambar 2.7 (Sensor DS18B20) merupakan sensor suhu digital yang digunakan untuk mengukur suhu air pada akuarium secara *real time*. Sensor ini memiliki probe berbahan stainless steel yang bersifat tahan air (waterproof), sehingga aman digunakan untuk pengukuran suhu di dalam akuarium. DS18B20 bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-Wire, sehingga hanya memerlukan satu pin data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, seperti ESP32.



Gambar 2. 7 Sensor Suhu DS18B20

Data suhu yang diperoleh dari sensor dikirim ke mikrokontroler untuk diproses dan selanjutnya ditampilkan pada aplikasi Blynk sebagai informasi kondisi suhu air. Pada penelitian ini, sensor DS18B20 digunakan sebagai parameter pendukung untuk memastikan suhu air tetap berada pada kisaran yang sesuai bagi kehidupan ikan hias cupang, sehingga dapat membantu menjaga kestabilan kualitas air di dalam akuarium.

#### 2.2.8 Kipas Fan Dc

Pada Gambar 2.8 (Kipas Fan DC) Brushless Fan merupakan komponen aktuator yang digunakan untuk membantu menjaga kestabilan suhu air pada sistem Smart Aquarium.



Gambar 2. 8 Kipas Fan Dc

Kipas bekerja dengan mengalirkan udara ke permukaan air sehingga mempercepat proses pelepasan panas (heat dissipation) melalui penguapan. Pada

penelitian ini, kipas dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 berdasarkan data yang diperoleh dari sensor suhu DS18B20. Apabila suhu air melebihi batas yang telah ditentukan, ESP32 akan mengaktifkan kipas melalui modul relay. Sebaliknya, ketika suhu air kembali berada pada rentang normal, kipas akan dimatikan secara otomatis. Dengan demikian, penggunaan kipas DC dapat membantu menjaga suhu air tetap stabil sehingga mendukung kesehatan dan kenyamanan ikan hias cupang.

#### *2.2.9 Aerator*

Pada Gambar 2.9 (Aerator) merupakan perangkat yang berfungsi untuk menyuplai udara ke dalam air sehingga meningkatkan kadar oksigen terlarut (dissolved oxygen) yang dibutuhkan oleh ikan dan mikroorganisme di dalam akuarium.



*Gambar 2. 9 Aerator*

Aerator bekerja dengan cara menghisap udara dari lingkungan menggunakan diafragma, kemudian menyalurkannya melalui selang menuju batu aerasi (air stone) sehingga menghasilkan gelembung-gelembung udara di dalam air. Gelembung udara tersebut meningkatkan proses pertukaran gas antara air dan udara, sehingga membantu menjaga kestabilan kualitas air dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat bagi ikan hias.

Pada penelitian ini, aerator digunakan sebagai aktuator yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 melalui modul relay berdasarkan hasil pembacaan sensor pH meter. Apabila sensor mendeteksi nilai pH berada di luar rentang ideal yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan aerator secara otomatis sebagai upaya untuk meningkatkan proses aerasi dan sirkulasi oksigen di dalam air. Proses aerasi

membantu mengurangi akumulasi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dapat memengaruhi tingkat keasaman air, sehingga dalam jangka panjang dapat membantu menjaga kestabilan kualitas air. Selain mengaktifkan aerator, sistem juga mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Blynk agar tindakan perawatan, seperti penggantian sebagian air atau penyesuaian pH, dapat segera dilakukan.

Meskipun demikian, aerator bukan merupakan alat yang secara langsung mengatur nilai pH air, melainkan berfungsi meningkatkan proses pertukaran gas dan menjaga kondisi lingkungan akuarium tetap optimal. Oleh karena itu, perubahan nilai pH tetap dipengaruhi oleh berbagai faktor lain, seperti kualitas air, sisa pakan, limbah organik, dan proses metabolisme ikan.

#### *2.2.10 Buzzer*

Pada Gambar 2.10 (Buzzer) merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai perangkat output berupa suara (alarm).



*Gambar 2. 10 Buzzer*

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai perangkat output berupa suara (alarm). Pada penelitian Smart Aquarium Berbasis IoT, buzzer digunakan sebagai indikator peringatan ketika kondisi suhu air melebihi batas normal yang telah ditentukan. Buzzer akan aktif dan mengeluarkan bunyi apabila sensor suhu mendeteksi temperatur air di atas  $30^{\circ}\text{C}$ . Alarm ini bertujuan untuk memberikan notifikasi kepada pengguna agar segera melakukan

tindakan, seperti menurunkan suhu air atau memeriksa kondisi sistem, sehingga suhu akuarium tetap berada pada kisaran yang aman bagi ikan. Selain berfungsi sebagai indikator suara, buzzer pada sistem Smart Aquarium digunakan sebagai bagian dari mekanisme peringatan otomatis. Ketika mikrokontroler menerima data dari sensor suhu dan mendeteksi bahwa temperatur air telah melewati batas yang ditentukan, mikrokontroler akan memberikan sinyal kepada buzzer untuk menghasilkan bunyi peringatan. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui adanya kondisi suhu yang tidak sesuai tanpa harus terus-menerus mengamati nilai suhu pada perangkat pemantauan.

Penggunaan buzzer memberikan keuntungan dalam memberikan peringatan secara langsung di sekitar perangkat. Berbeda dengan notifikasi yang dikirim melalui jaringan internet, buzzer dapat memberikan informasi secara lokal sehingga pengguna yang berada di dekat sistem dapat segera mengetahui adanya perubahan kondisi. Hal ini menjadikan buzzer sebagai salah satu komponen pendukung dalam meningkatkan respons pengguna terhadap kondisi lingkungan akuarium. Dalam penerapan berbasis Internet of Things (IoT), buzzer dapat digunakan bersama dengan perangkat indikator lainnya, seperti kipas dan sistem notifikasi Telegram. Ketika suhu melebihi batas yang telah ditentukan, sistem dapat mengaktifkan buzzer sebagai peringatan lokal, mengaktifkan kipas untuk membantu menurunkan temperatur, serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui jaringan internet. Kombinasi beberapa mekanisme tersebut membuat sistem Smart Aquarium tidak hanya mampu melakukan pemantauan, tetapi juga memberikan respons otomatis dan peringatan ketika terjadi perubahan kondisi suhu air.