

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

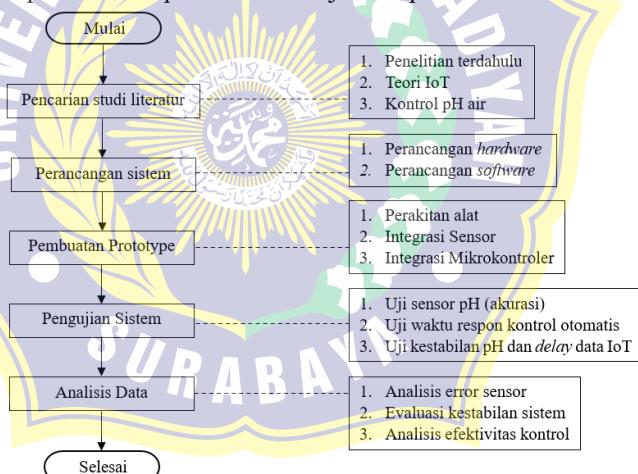
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan rancang bangun (*prototype*), yang bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem monitoring serta kontrol otomatis pH air pada akuarium ikan hias berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode *hysteresis*, ESP8266, sensor pH, dan aplikasi *Blynk*.

Pendekatan ini melibatkan tiga tahap utama :

1. Perancangan sistem (hardware dan software),
2. Implementasi alat secara nyata,
3. Pengujian dan analisis performa sistem.

#### 3.2. Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir

Tahapan pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Flowchart Tahapan Penelitian

Flowchart diatas menjelaskan tentang tahapan penelitian yang terdiri atas beberapa langkah utama, meliputi studi literatur, perancangan sistem, pembuatan prototipe, pengujian sistem, analisis data, dan penyusunan laporan. Setiap tahap dilakukan secara berurutan untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian diawali dengan tahap pencarian studi literatur,

yang bertujuan untuk memperoleh berbagai referensi dan teori pendukung yang relevan dengan topik penelitian. Pada tahap ini dilakukan penelusuran terhadap penelitian-penelitian terdahulu, kajian teori mengenai Internet of Things (IoT), serta konsep dasar mengenai sistem kontrol pH air. Hasil dari tahap ini digunakan sebagai landasan teoritis dalam perancangan sistem kontrol pH berbasis IoT.

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem, yang meliputi perancangan *hardware* dan *software*. Pada perancangan *hardware*, dilakukan pemilihan serta perancangan komponen yang digunakan, antara lain sensor pH, mikrokontroler ESP8266, relay, dan pompa dosing. Sedangkan pada perancangan *software*, dilakukan pembuatan program pengendali sistem serta integrasi dengan platform IoT (Blynk) agar sistem dapat dipantau dan dikendalikan secara jarak jauh melalui jaringan internet.

Tahap berikutnya adalah pembuatan prototype, yang merupakan implementasi dari rancangan sistem yang telah dibuat. Kegiatan pada tahap ini meliputi proses perakitan alat, integrasi sensor pH untuk membaca nilai pH larutan, serta integrasi mikrokontroler ESP8266 agar dapat terhubung dengan jaringan Wi-Fi dan platform Blynk. Tahap ini menghasilkan prototipe sistem kontrol pH otomatis yang siap untuk diuji.

Setelah prototipe selesai dirakit, dilakukan pengujian sistem untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan perancangan dan dapat bekerja secara optimal. Pengujian yang dilakukan meliputi uji akurasi sensor pH, uji waktu respon kontrol otomatis, serta uji kestabilan pH dan *delay* data pada sistem IoT. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk menilai tingkat keandalan serta performa sistem dalam mengendalikan pH secara otomatis.

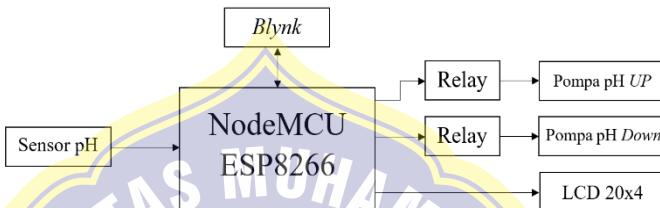
Tahap terakhir adalah analisis data, yang bertujuan untuk mengevaluasi hasil pengujian yang telah dilakukan. Analisis ini mencakup analisis tingkat kesalahan (error) pada sensor, evaluasi kestabilan sistem dalam menjaga nilai pH, serta analisis efektivitas sistem kontrol otomatis. Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diketahui sejauh mana sistem yang dikembangkan mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Seluruh rangkaian proses tersebut diakhiri dengan tahap selesai, yang menandakan bahwa penelitian telah dilaksanakan secara

menyeluruh mulai dari perancangan, implementasi, pengujian, hingga analisis hasil.

### 3.3. Diagram Blok Sistem

Gambar 3.2 menunjukkan diagram blok lengkap sistem yang menggambarkan aliran data dan kontrol dari sensor hingga pompa otomatis melalui mikrokontroler dan aplikasi *Blynk*.



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Monitoring dan Kontrol pH Akuarium Berbasis IoT

#### Alur Data :

Alur data tersebut menggambarkan sistem pengendalian pH otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Proses dimulai dari sensor pH yang mendekripsi nilai pH pada larutan atau media tertentu. Data hasil pengukuran ini kemudian dikirim ke mikrokontroler ESP8266, yang berfungsi sebagai otak sistem untuk memproses dan mengirimkan data ke jaringan Wi-Fi. Melalui koneksi Wi-Fi, data tersebut dikirim ke Cloud Blynk, yaitu platform IoT yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dan aplikasi pengguna. Dari Cloud Blynk, informasi nilai pH dapat ditampilkan pada smartphone, sehingga pengguna dapat memantau kondisi pH secara real-time.

Sebaliknya, ketika pengguna ingin mengatur pH melalui aplikasi Blynk, perintah dari smartphone dikirim kembali ke ESP8266 melalui Cloud Blynk. Mikrokontroler kemudian meneruskan sinyal tersebut ke relay, yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan pompa dosing. Pompa ini akan menyalurkan cairan pH Up atau pH Down sesuai kebutuhan, sehingga nilai pH dapat disesuaikan secara otomatis. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian pH jarak jauh secara efisien dan *real-time*.

### Keterangan :

1. **Sensor pH:** Mendeteksi tingkat keasaman air dalam akuarium dan mengirim sinyal analog ke mikrokontroler.
2. **ESP8266 (NodeMCU):** Mengolah data dari sensor, mengirimkan nilai pH ke aplikasi Blynk, pengontrolan pH secara otomatis menggunakan metode *hysteresis*, serta mengontrol relay untuk pompa.
3. **Relay Driver:** Sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan pompa pH Up atau pH Down.
4. **Pompa Dosing:** Memasukkan larutan asam atau basa untuk menyeimbangkan pH.
5. **Aplikasi Blynk:** Menampilkan data pH real-time, status pompa, serta memberikan notifikasi dan kontrol jarak jauh.
6. **Koneksi Wi-Fi:** Media komunikasi antara mikrokontroler dan server Blynk.

### 3.4. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

#### 3.4.1 Komponen Utama

Tabel 3.1 Komponen Utama

No	Komponen	Fungsi
1	ESP8266 (NodeMCU)	Pengendali utama sistem dan komunikasi IoT
2	Sensor pH	Mengukur nilai keasaman air akuarium
3	Pompa Dosing pH Up & Down 12V	Mengatur larutan basa dan asam untuk menyeimbangkan pH
4	Relay 2 Channel	Saklar elektronik pengendali pompa dosing
5	LCD 20x4 I2C	Menampilkan nilai pH dan status sistem secara lokal
6	Power Supply 5V / 12V	Sumber daya untuk sistem dan pompa
7	Wi-Fi Router / Hotspot	Media komunikasi IoT antara ESP8266 dan Blynk

### 3.4.2 Prinsip Kerja Sistem

1. Sensor pH membaca nilai keasaman air dan menghasilkan tegangan analog.
2. Mikrokontroler mengubah tegangan tersebut menjadi nilai pH melalui proses kalibrasi.
3. Nilai pH dikirim ke aplikasi Blynk secara *real-time* melalui Wi-Fi.
4. Jika pH keluar dari batas normal ( $pH < 6.5$  atau  $> 7.5$ ), mikrokontroler secara otomatis mengaktifkan pompa penyeimbang pH.
5. Setelah pH kembali normal, pompa berhenti dan sistem kembali ke mode monitoring.
6. Pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem secara manual melalui aplikasi Blynk.

### 3.4.3 Desain Akuarium

Dibawah ini merupakan desain alat sistem monitoring serta kontrol otomatis pH air pada akuarium ikan hias berbasis *Internet of Things* (IoT) yang ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3. Desain Alat

#### Keterangan :

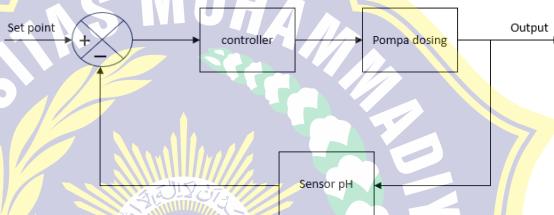
1. Panel control
2. Sensor pH 4502C
3. Akuarium dengan kapasitas 15 Liter
4. Pompa air / airator
5. Pompa pH Up 12V 5-40mL/menit
6. Pompa pH Down 12V 5-40mL/menit
7. Cairan pH Up
8. Cairan pH Down

### 3.5. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Tahap ini merupakan penerapan dari perancangan perangkat lunak. Dalam tugas akhir ini menggunakan *software Arduino Ide* sebagai program ESP8266, dan aplikasi *Blynk* sebagai alat monitoring dan kontrol jarak jauh.

#### 3.5.1 Blok Diagram *closed loop*

*closed loop system* merupakan sistem kontrol dimana sinyal keluaran mempunyai pengaruh langsung terhadap sinyalkontrol (aksi kontrol). Pada sistem kontrol loop tertutup terdapat jaringan umpan balik (*feedback*) karenanya sistem tertutup seringkali disebut sebagai sistem kontrol umpan balik.

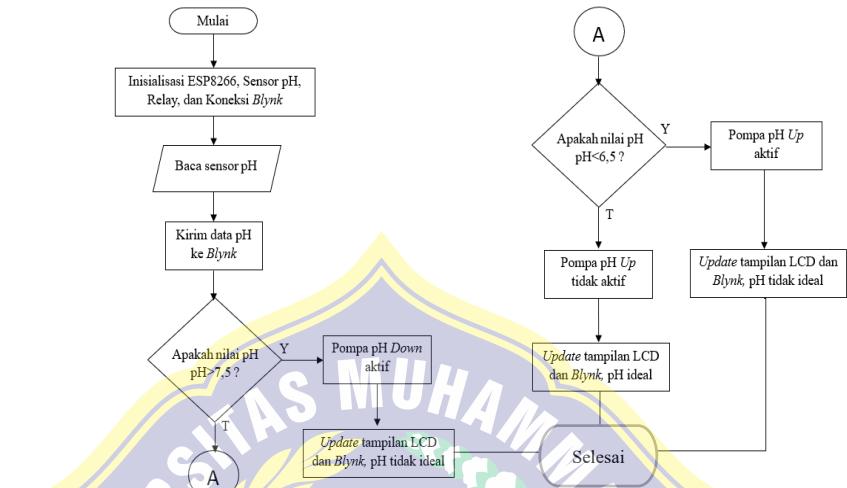


Gambar 3.4. Blok Diagram *closed loop*

Pada blok diagram diatas dimulai dengan nilai set point yang diinginkan (6,5 – 7,5 pH) kemudian di proses oleh controller, jika nilai kurang dari 6,5 atau lebih 7,5 maka selanjutnya mengaktifkan pompa dosing up maupun pompa dosing down, lalu menghasilkan output dengan meng-update ke tampilan lcd dan Blynk, sistem ini dengan closed loop.

#### 3.5.2 Flowchart Sistem

Dibawah ini merupakan *flowchart system*. Dengan dibuatnya *flowchart system* diharapkan dapat lebih memahami prinsip kerja dari alat yang akan dirancang yang ditunjukkan pada Gambar 3.4



Gambar 3.5. Flowchart system

Pada flowchart system diatas dimulai pada menginisialisasi ESP8266, sensor pH, relay, dan koneksi ke *Blynk*. Kemudian membaca nilai pH air melalui sensor pH dan nilai yang di peroleh dari sensor pH akan dikirim ke *blynk* lalu di tanya apakah nilai pH berada di rentang 6,5 – 7,5 jika iya maka semua pompa tidak aktif dan *update* tampilan LCD serta *blynk*, jika nilai pH kurang 6,5 maka pompa pH *up* aktif serta *update* tampilan LCD dan *blynk*, begitu juga dengan nilai pH yang lebih dari 7,5 maka pompa pH *down* aktif serta *update* tampilan LCD dan *blynk*, dan berulang sampai nilai pH benar stabil sesuai dengan yang diinginkan.

### 3.5.3 Desain Program

- Bahasa pemrograman: Arduino IDE (C++)
- Library yang digunakan:
  - *ESP8266WiFi.h* (koneksi Wi-Fi)
  - *BlynkSimpleEsp8266.h* (komunikasi dengan server *Blynk*)
  - *LiquidCrystal\_I2C.h* (tampilan LCD)
- Logika kontrol: menggunakan metode *hysteresis control* dengan batas atas ( $pH < 7,5$ ) dan batas bawah ( $pH > 6,5$ ).

### **3.6. Prosedur Pengujian Sistem**

Seluruh prosedur pengujian disusun untuk menghasilkan data yang dapat dianalisis secara kuantitatif, meliputi pengujian akurasi sensor pH, waktu respon sistem, kestabilan pH, dan delay komunikasi IoT.

#### **3.6.1 Pengujian fungsi Sensor pH**

- Tujuan: untuk memastikan apakah sensor mampu membaca nilai dari pH air dengan benar.
- Langkah :
  1. Air akan di tambahkan larutan hingga menjadi tiga kondisi, air asam dengan nilai pH kurang dari 6,5, air netral dengan nilai pH antara 6,8-7,2, air basa dengan nilai pH lebih dari 7,5.
  2. Analisis hasil pengujian fungsi sensor pH.

#### **3.6.2 Pengujian funsi pompa dosing**

- Tujuan: Memastikan sistem otomatis mampu mengaktifkan pompa pH Up dan pH Down secara tepat sesuai dg nilai pH yang terbaca sensor.
- Langkah :
  1. Nilai pH air diturunkan secara bertahap menggunakan larutan pH Down hingga berada di bawah 6,5.
  2. Nilai pH air dinaikkan menggunakan larutan pH Up hingga berada di atas 7,5.
  3. Perilaku sistem diamati berdasarkan status pompa dosing dan tampilan pada LCD.
  4. Analisis hasil pengujian fungsi pompa dosing.

#### **3.6.3 Pengujian akurasi Sensor pH**

- Tujuan: Mengetahui akurasi sensor terhadap alat ukur pH standar.
- Langkah :
  1. Kalibrasi sensor menggunakan larutan buffer pH 4 dan pH 6,86.
  2. Bandingkan hasil pembacaan sensor dengan pH meter standar.

3. Hitung error menggunakan rumus:

$$\text{Error (\%)} = \frac{|pH_{sensor} - pH_{standar}|}{pH_{standar}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

#### 3.6.4 Pengujian waktu respon sistem

- Tujuan: mengetahui kecepatan sistem dalam merespon perubahan nilai pH.
- Langkah :
  1. Nilai pH di ubah secara sengaja hingga berada kurang 6,5 dan lebih 7,5.
  2. Amati waktu perubahan nilai pH abnormal dan waktu aktifnya pompa dosing,
  3. Hitung selisih waktu keduanya sebagai waktu respon sistem :  $T = t_{pompa\ aktif} - t_{deteksi}$  ..... (4)

#### 3.6.5 Pengujian kesetabilan pH

- Tujuan: Mengetahui kemampuan kontrol otomatis dalam menjaga nilai pH
- Langkah :
  1. Pengujian dilakukan selama 12 jam secara kontinu dengan setiap 1 jam sekali dicatat nilai perubahan pH.
  2. Hitung selisih fluktuasi dengan nilai pH maksimum dikurangi nilai pH minimum.
  3. Analisis hasil pengujian kesetabilan pH.

#### 3.6.6 Pengujian Sistem Kontrol Otomatis

- Tujuan: Mengukur waktu respon sistem dan kesetabilan pH.
- Langkah :
  1. Ubah pH air secara buatan dengan menambahkan larutan asam atau basa.
  2. Catat waktu yang diperlukan sistem untuk menstabilkan pH ke rentang ideal.
  3. Ukur selisih waktu antara deteksi pH abnormal hingga pompa aktif (waktu respon).

### **3.6.7 Pengujian Komunikasi IoT**

- Tujuan: Menguji kecepatan dan kestabilan pengiriman data ke aplikasi Blynk.
  - Parameter :
    - Delay pengiriman data (dari sensor ke *Blynk*)
    - rumus delay komunikasi IoT:  
$$\text{Delay} = T_{\text{tampil}} - T_{\text{kirim}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$Delay = T_{tampil} - T_{kirim} \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

$$Delay_{rata-rata} = \frac{\sum Delay}{n} \quad \dots \dots \dots (6)$$

### 3.7. Analisis Data

Data hasil pengujian akan dianalisis berdasarkan :

1. Akurasi sensor pH dibandingkan alat standar.
  2. Waktu respon sistem dalam menstabilkan pH.
  3. Kestabilan sistem kontrol otomatis (fluktuasi pH).
  4. Efisiensi komunikasi IoT dalam menampilkan data real-time.

### **3.8. Jadwal Kegiatan Penelitian**

Dalam mengerjakan tugas akhir dengan judul Rancang Bangun dan Analisis Kinerja Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis pH Air pada Akuarium Ikan Hias Berbasis *Internet of Things* (IoT) ini maka disusunlah jadwal kegiatan tugas akhir sebagai berikut:

Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan

Kegiatan	Okt	Nov	Des	Jan
Studi literatur				
Perancangan sistem				
Pembuatan prototype				
Pengujian sistem				
Analisis data				
Penyusunan laporan				