

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alat yang Digunakan**

Penggunaan alat dan bahan terbagi menjadi dua kategori, yakni perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut adalah daftar perangkat keras yang akan digunakan:

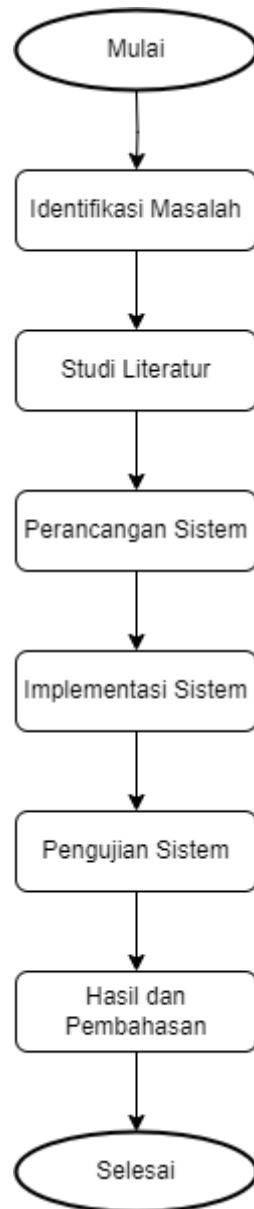
- a. Arduino Nano
- b. Sensor pH SKU: SEN0160
- c. Sensor suhu DS18B20
- d. Sensor *Turbidity*
- e. Relay
- f. Pompa air
- g. Modul GSM SIM800L
- h. Baterai 18650 (3,7 Volt)

Perangkat lunak yang digunakan:

- a. Sistem operasi Windows 10
- b. Arduino IDE
- c. *Blynk*

#### **3.2 Diagram Alur Penelitian**

Dalam pengembangan rancangan alat ini, terdapat beberapa proses dan tahapan yang harus dilalui untuk menghasilkan rancangan alat yang optimal. Tahapan dan proses tersebut dapat ditemukan dalam diagram alur tahapan penelitian yang tercantum dalam gambar 3.1. Diagram ini memberikan gambaran visual tentang urutan langkah-langkah yang harus diikuti dalam pengembangan rancangan alat, membantu memandu proses penelitian dan memastikan bahwa setiap tahapan dikerjakan dengan cermat dan efisien. Dengan ini merangkum semua proses dalam perancangan penelitian. Pada tahap ini bertujuan untuk menentukan topik penelitian dan mempelajari penelitian sebelumnya yang relevan penelitian mengenai sistem kontrol pH air secara otomatis pada kolam ikan mujair berbasis IoT menggunakan metode *fuzzy* Mamdani.



**Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian**

Gambar 3.1 adalah sebuah diagram alur yang mengilustrasikan seluruh tahapan dalam penelitian ini, dengan tahap awalnya adalah studi literatur. Diagram ini merangkum semua proses dalam perancangan penelitian. Tahap ini bertujuan untuk menentukan topik penelitian dan mempelajari penelitian sebelumnya yang relevan penelitian mengenai sistem kontrol pH air secara otomatis pada kolam ikan mujair berbasis IoT menggunakan metode *fuzzy* Mamdani. Sumber informasi yang digunakan dapat berasal dari berbagai jenis, termasuk buku, jurnal, dan artikel yang memiliki kepercayaan dan kredibilitas yang tinggi. Tahap kedua setelah mengumpulkan sumber yaitu pengumpulan data, informasi tentang persyaratan

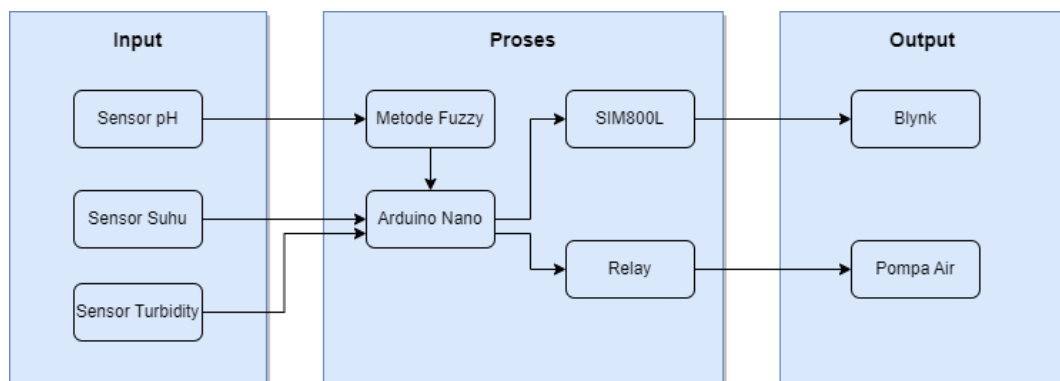
kualitas air pada kola mikan mujair selama penelitian. Data yang terkumpul mencakup *setpoint* pH dan *error* pH yang akan digunakan untuk analisis. Data yang telah diperoleh akan diolah memanfaatkan logika *fuzzy* untuk mengidentifikasi variable yang diterapkan guna memperoleh hasil yang tepat. Selanjutnya yaitu menentukan metode penelitian. Penerapan Metode *Prototype* yang melibatkan serangkaian langkah. Tahapannya meliputi pengumpulan kebutuhan untuk pembangunan *prototype*, evaluasi *prototype*, pengembangan sistem melalui pemrograman, pengujian sistem, evaluasi kinerja sistem, serta penerapan sistem dalam situasi lapangan. Tahap keenam adalah pengujian keseluruhan sistem, setelah sistem sudah diimplementasikan, maka dilakukan pengujian sistem untuk mengetahui apakah sistem (*hardware* dan *software*) dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diinginkan. Tahap selanjutnya adalah implementasi sistem, setelah semua sistem baik itu perangkat keras dan perangkat lunak sudah berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan maka sistem yang dirancang sudah bisa diimplementasikan di lapangan yaitu kolam ikan mujair. Tahap terakhir adalah Evaluasi dan kesimpulan.

### 3.3 Perancangan Sistem

Pada tahap ini bertujuan untuk merencanakan seperti apa perancangan sistem kontrol pH air secara otomatis pada kolam ikan mujair yang akan dibuat.

#### 3.3.1 Blok Diagram

Perangkat ini memiliki tiga komponen utama, yaitu *input*, proses, dan *output*. Berikut ini ialah diagram blok yang menggambarkan sistem tersebut:

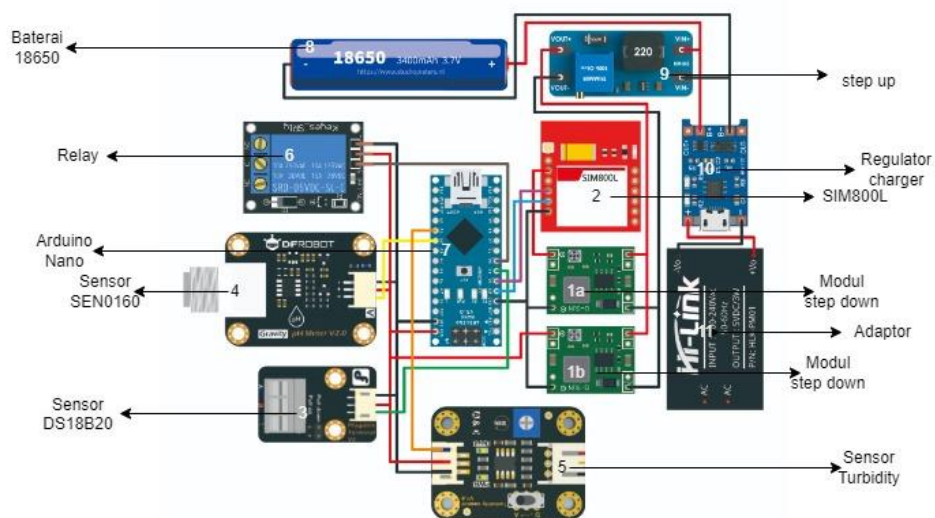


**Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem**

Gambar 3.2 adalah representasi diagram blok keseluruhan sistem, yang mencakup 3 jenis sensor: sensor pH, sensor suhu, dan sensor turbidity. Sensor pH digunakan untuk mengukur kadar pH, sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu air, dan sensor turbidity digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Selanjutnya, data yang dihasilkan oleh ketiga sensor ini akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Nano. Pada Arduino digunakan untuk mengolah informasi dari setiap sensor dengan tujuan menghasilkan respon yang tepat pada *output*. Selain itu, Arduino ini juga bertanggung jawab dalam menjalankan program perhitungan *fuzzy* serta program tambahan untuk mendukung sistem secara keseluruhan. Pada bagian *output*, terdapat sebuah relay yang berfungsi untuk mengendalikan aliran listrik menuju pompa air. Pompa air ini digunakan untuk mengatur tingkat pH air. Selain itu, sistem ini juga menggunakan teknologi *Blynk* untuk memantau hasil deteksi sensor pH, suhu, dan kekeruhan dari jarak jauh. Koneksi jaringan internet untuk tujuan ini diimplementasikan melalui modul SIM800L.

### 3.3.2 Perancangan Perangkat Keras

Tahap ini adalah merancang skematik perangkat keras pada penelitian sistem kontrol pH air secara otomatis pada kolam ikan mujair berbasis IoT menggunakan metode *fuzzy* mamdani. Penulis membuat rancangan skematik perangkat keras pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Wiring Diagram

Perancangan ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano yang berfungsi sebagai pengendali sensor pH, sensor suhu, dan *relay* yang berfungsi sebagai konektivitas jaringan ke aplikasi Blynk dengan menggunakan SIM800L.

**Tabel 3. 1 Pin Alat Pada Sensor pH**

<b>pH Sensor</b>	<b>Arduino Nano</b>
A (Analog)	A2
VCC	VIN
GND	GND

Tabel 3.1 menunjukkan sensor SEN0160 berfungsi sebagai sensor pendeteksi pH air pada kolam ikan mujair. Sensor SEN0160 memiliki 3 kaki pin. Pada sensor ini memiliki pin analog dan mempunyai kabel data yang terhubung ke pin A2 mikropengendali. Pada sensor ini menggunakan protokol komunikasi *one wire* (kabel tunggal). Sensor ini mempunyai kabel daya positif yang terhubung ke sensor suhu, *relay*, modul *step/down* dan juga terhubung ke pin Vin pada mikropengendali. Sedangkan untuk kabel daya negatif pada sensor ini terhubung sensor suhu, *relay* dan juga terhubung ke pin GND pada mikropengendali.

**Tabel 3. 2 Pin Alat Pada Sensor Suhu**

<b>Sensor Suhu</b>	<b>Arduino Nano</b>
D (Digital)	D4
VCC	VIN
GND	GND

Tabel 3.2 menunjukkan sensor DS18B20 berfungsi sebagai sensor pendeteksi suhu pada kolam ikan mujair. Sensor DS18B20 memiliki 3 kaki pin. Kabel data yang terdapat pada sensor ini terhubung ke pin D4 mikropengendali, kabel daya 36 positif terhubung ke pin Vin mikropengendali, keseluruhan sensor, *relay* dan modul *step/down* yang terletak pada kanan bawah sedangkan untuk kabel daya negatif terhubung ke seluruh sensor, *relay* dan pin GND mikropengendali. Kabel data yang terdapat pada sensor DS18B20 memiliki satu kabel data fungsinya hanya untuk mengirimkan data dan menggunakan protokol komunikasi *one wire* (kabel tunggal).

**Tabel 3. 3 Pin Alat Pada Relay**

<b>Relay Module</b>	<b>Arduino Nano</b>
S (signal)	D5
VCC	VIN
GND	GND

Tabel 3.3 menunjukkan *relay* melakukan fungsi memutuskan atau menghubungkan satu jaringan elektronik ke jaringan elektronik lainnya. *Relay* memiliki 3 kaki pin. Pada sensor ini memiliki kabel data yang dipasangkan ke pin D5 pada mikropengendali. Selain itu juga *relay* mempunyai kabel daya positif yang terhubung ke seluruh sensor, modul *step/down* kanan bawah dan terhubung 37 ke pin Vin pada mikropengendali. Sedangkan untuk kabel daya negatif terhubung ke seluruh sensor dan juga terhubung ke pin GND pada mikropengendali.

**Tabel 3. 4 Pin Alat Pada SIM800L**

<b>SIM800L</b>	<b>Arduino Nano</b>
TX	D2
RX	D3

**Tabel 3. 5 Pin Alat Pada SIM800L**

<b>SIM800L</b>	<b>MP1584</b>
VCC	VCC
GND	GND

Tabel 3.4 dan tabel 3.5 menunjukkan pin alat pada SIM800L. SIM800L fungsinya sebagai sarana komunikasi antara pemantau utama dengan handphone melalui SMS dan sarana lainnya. Modul SIM800L memiliki 4 kaki pin. Kabel daya positif dihubungkan ke pin modul *step/down* dan dihubungkan juga ke pin GND mikropengendali. Kabel daya negatif dihubungkan pin GND pada mikropengendali dan kedua modul *step/down*. Kabel data pada modul SIM800L yang terletak pada pin RX dihubungkan ke pin D3 mikropengendali dan kabel data yang terletak pada pin TX dihubungkan ke pin D2 mikropengendali. Pada modul SIM800L ini mempunyai kabel data yang berfungsi untuk berkomunikasi dengan mikropengendali yang didalamnya terdapat protokol serial.

**Tabel 3. 6 Pin Alat Pada Arduino Nano**

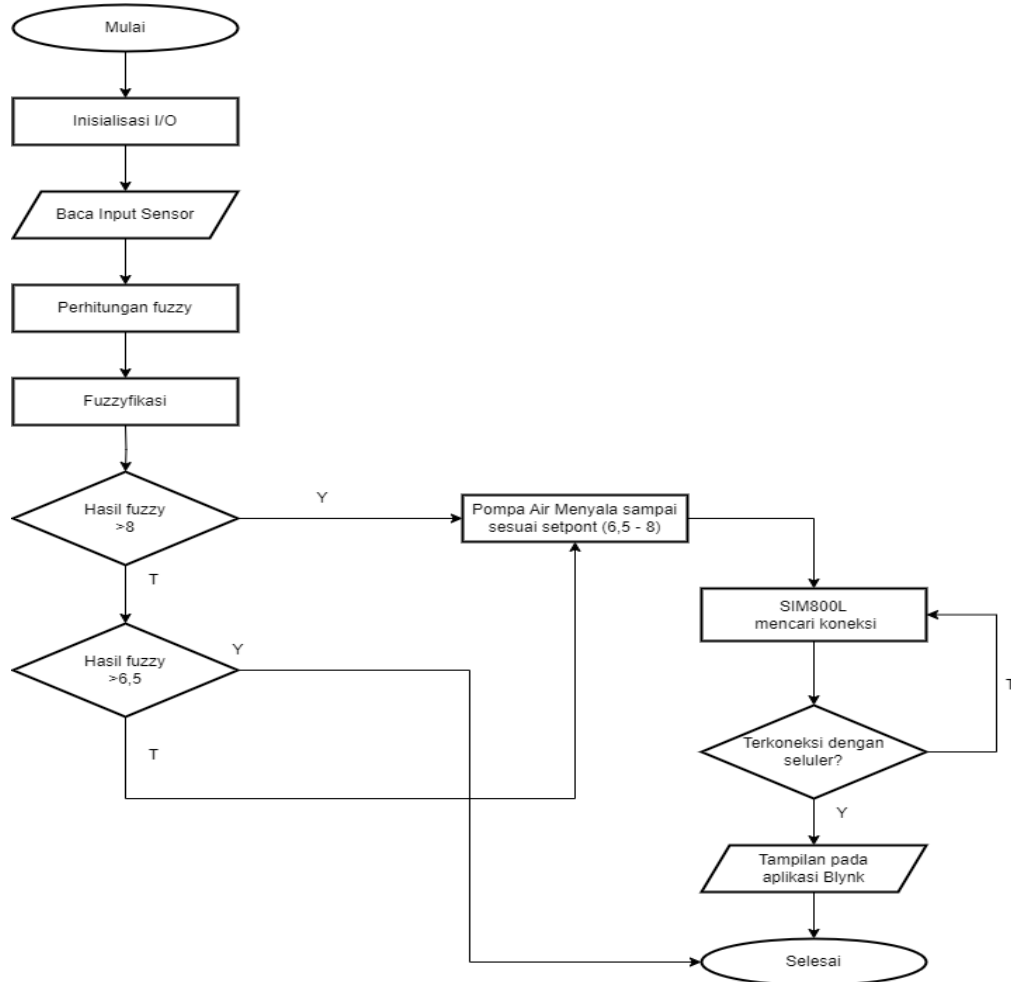
<b>Arduino Nano</b>	<b>MP1584</b>
VIN	VCC
GND	GND

Tabel 3.6 menunjukkan pin pada Arduino nano. Arduino nano berfungsi sebagai mikropengendali yang menjadi otak dari program yang akan dirancang pada Arduino IDE. Penulis memilih menggunakan Arduino nano adalah selain

harganya terjangkau, arduino nano juga bentuk fisiknya kecil dan juga sebagai bahan pembelajaran secara detail.

### 3.3.3 Perancangan Alur Sistem

Untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan prosedur, maka diterapkan perancangan alur sistem. Berikut Perancangan alur sistem yang diterapkan sistem:



**Gambar 3. 4 Perancangan Alur Sistem**

Gambar 3.4 menggambarkan alur kerja dari sistem yang telah dirancang. Alur sistem terdiri dari 3 sensor, yaitu sensor pH, suhu dan kekeruhan air. Kemudian Arduino Nano menjalankan program untuk memproses masukan. Selanjutnya SIM800L mencari koneksi untuk terhubung ke seluler, jika terkoneksi maka data dari tiap sensor ditampilkan pada *platform blynk* jika tidak maka sistem mengulang mencari koneksi. Apabila nilai keasaman sesuai dengan *setpoint* maka

sistem selesai bekerja. Namun jika keasaman tidak sesuai dengan *setpoint*, maka pompa menyala sesuai dengan hasil *defuzzy*.

### 3.3.4 Perancangan Arsitektur Blynk

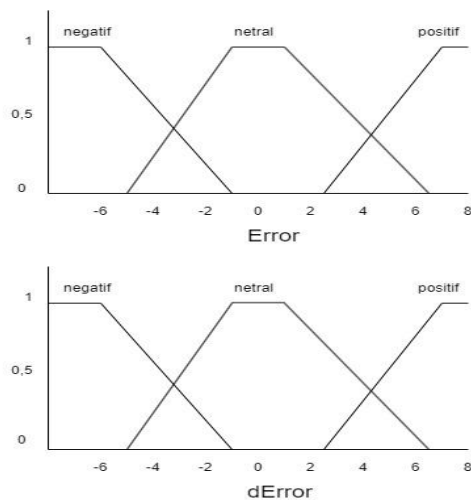
Pada sistem yang akan dirancang pada penelitian ini membutuhkan arsitektur dari blynk. Berikut penjelasannya, data yang diterima dari parameter tiap sensor telah diolah oleh Arduino Nano dan dikirimkan dengan menggunakan modul GSM SIM800L. Kemudian melalui jaringan internet dikirimkan dan diterima dan disimpan oleh platform blynk libraries sebagai cloud storage atau database yang nantinya dapat ditampilkan melalui aplikasi blynk yang terdapat pada ponsel pengguna sebagai monitoring.

### 3.3.5 Perancangan Metode *Fuzzy Mamdani*

*Fuzzy mamdani* digunakan dalam penentuan kadar keasaman air kolam ikan mujair dalam sistem kendali.

#### 1. Fuzzifikasi

Ada tiga variabel *fuzzy* yang dimasukkan ke dalam sistem kendali saat ini, terdiri dari dua masukan dan satu keluaran. Pada bagian masukan, terdapat dua variabel yaitu *error* dan *dError*, sedangkan pada bagian keluaran terdapat sebuah variabel durable (durasi pompa air) yaitu air yang ditambahkan untuk menjaga pH air pada kolam ikan mujair.

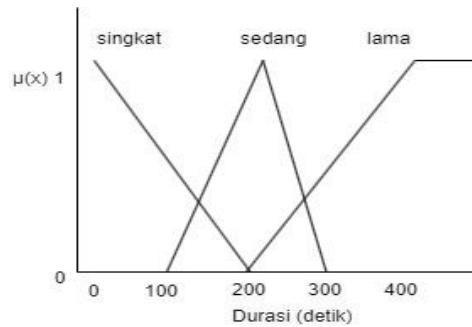


**Gambar 3. 5 Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan**

Gambar 3.5 mendeskripsikan variabel masukan terdiri dari dua komponen, yaitu *error* dan *delta error*. Untuk kedua variabel tersebut,



fungsi keanggotaan terbagi ke dalam tiga kategori linguistik, yaitu negatif, netral, dan positif. Fungsi keanggotaan ini akan direpresentasikan dengan menggunakan kurva trapesium



**Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotaan Variabel Keluaran**

Gambar 3.6 mendeskripsikan fungsi keanggotaan variabel keluaran yang digunakan untuk mengatur durasi pompa. Fungsi keanggotaan ini terdiri dari tiga kategori bahasa, yaitu singkat, sedang, dan lama. Selanjutnya, fungsi keanggotaan ini direpresentasikan dengan menggunakan kurva segitiga.

2. Aturan *Fuzzy* (*Fuzzy Rule*)

Langkah berikutnya yaitu menggunakan aturan *fuzzy* yang digunakan untuk sistem penandaan pH. Ketentuan yang ada saat ini berfungsi sebagai penalti terhadap nilai masukan sensor agar dapat digabungkan menjadi satu kesatuan informasi. Jumlah ini disusun dalam sistem yang telah dirancang dengan 9 aturan berdasarkan jumlah himpunan dan variabel. Aturan ini dibuat berdasarkan kombinasi dari dua variabel, yaitu *error* dan *dError*, yang menentukan waktu pompa akan menyala. Tabel 3.6 menampilkan aturan-aturan yang akan diterapkan pada sistem yang dirancang untuk mengendalikan tingkat keasaman pH air:

**Tabel 3. 7 Aturan *Fuzzy* Kendali Keasaman pH**

<i>Error</i>	<b>Negatif</b>	<b>Netral</b>	<b>Positif</b>
<i>dError</i>			
<b>Negatif</b>	Lama	Singkat	Sedang
<b>Netral</b>	Sedang	Singkat	Sedang
<b>Positif</b>	Sedang	Singkat	Lama

Tabel 3.7 menunjukkan aturan yang diterapkan pada sistem ini sebagai berikut, dengan lama durasi berkisar 200 – 400 detik, untuk durasi sedang antara 100 – 300 detik dan untuk singkat berkisar antara 0 - 200 detik.

- (R1) *IF Error is Negative AND dError is Negative THEN Durasi is Lama.*
- (R2) *IF Error is Negative AND dError is Netral THEN Durasi is Sedang.*
- (R3) *IF Error is Negative AND dError is Positive THEN Durasi is Sedang.*
- (R4) *IF Error is Netral AND dError is Negative THEN Durasi is Singkat.*
- (R5) *IF Error is Netral AND dError is Netral THEN Durasi is Singkat.*
- (R6) *IF Error is Netral AND dError is Positive THEN Durasi is Singkat.*
- (R7) *IF Error is Positive AND dError is Negative THEN Durasi is Sedang.*
- (R8) *IF Error is Positive AND dError is Netral THEN Durasi is Sedang.*
- (R9) *IF Error is Positive AND dError is Positive THEN Durasi is Lama.*

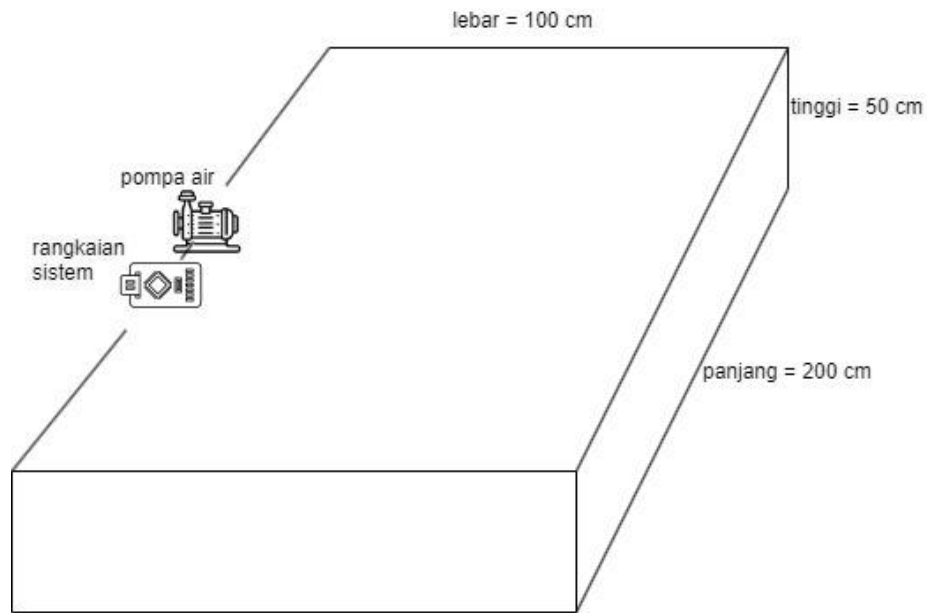
Setelah aturan *fuzzy* kendali keasaman pH dipahami, langkah selanjutnya dalam penerapan metode mamdani dalam implikasi pada akhirnya adalah memahami fungsi yang terkandung dalam masing-masing hukum. Aturan dalam metode mamdani untuk mengimplementasikan fungsi yaitu mengimplementasikan fungsi MIN dengan AND menjadi operator guna menetapkan jumlah terkecil dari entitas yang terhubung.

### 3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah langkah akhir dari perhitungan dalam metode *fuzzy* yang bertujuan untuk menentukan nilai titik pusat ( $z$ ). Proses ini menjadi sangat penting karena nilai hasil *defuzzifikasi* akan digunakan untuk mengkalibrasi sistem pengukuran kadar pH air.

Proses defuzzifikasi yang diterapkan adalah metode centroid atau Center of Area (COA). Metode ini tidak hanya menghitung nilai (momentum) berdasarkan ruang bidang yang tersedia, tetapi juga menentukan luas daerah. Momentum total kemudian dibagi oleh seluruh daerah untuk mendapatkan nilai keluaran hasil *defuzzifikasi*.

### 3.3.6 Perancangan Penempatan Alat



**Gambar 3. 7 Perancangan Penempatan Alat**

Perancangan penempatan rangkaian alat yang digunakan untuk sistem yang akan dibangun berupa *prototype* dengan dimensi kolam panjang 200 cm, lebar 100 cm dan tinggi 50 cm. Rangkaian alat yang akan dirancang diletakkan di tempat yang aman dan dapat dijangkau, sehingga ketika melakukan pengecekan pH air yang berkaitan juga dengan suhu dapat dilakukan dengan baik. Selain itu juga ada keluaran dari sistem ini yaitu pompa air, yang diletakkan tidak jauh dari rangkaian alat. Air tersebut nantinya akan mengalir melalui pompa air tersebut untuk memperbaiki kadar pH pada air kolam sesuai dengan kebutuhan ikan mujair.