

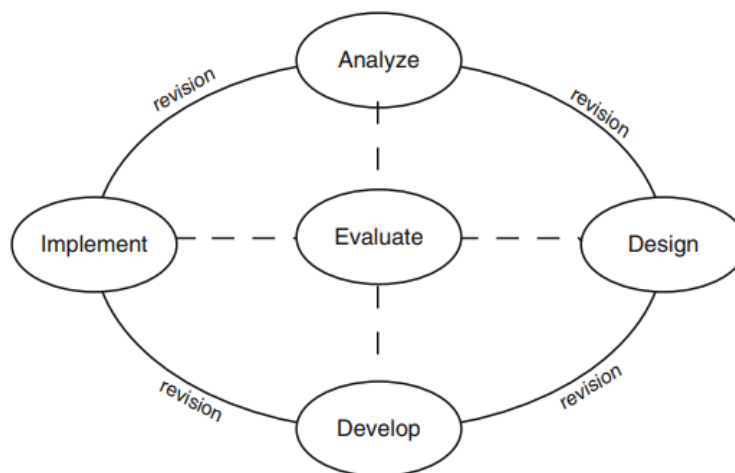
BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai alur teknis dari proses penelitian, meliputi metode perencanaan dan perancangan sistem. Selain dari itu, bab ini memuat perencanaan pengujian fungsionalitas dari sistem yang akan di implementasikan.

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini memakai metode *Research and Development* (R&D) dengan model atau pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) [44]. Model ADDIE digunakan agar pengembangan dari sistem akuarium multi fitur dengan menggunakan *fuzzy logic* berbasis IoT dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Konsep ADDIE terdapat lima tahapan sesuai singkatannya, tahapan- tahapan tersebut seperti pada Gambar 3.1.



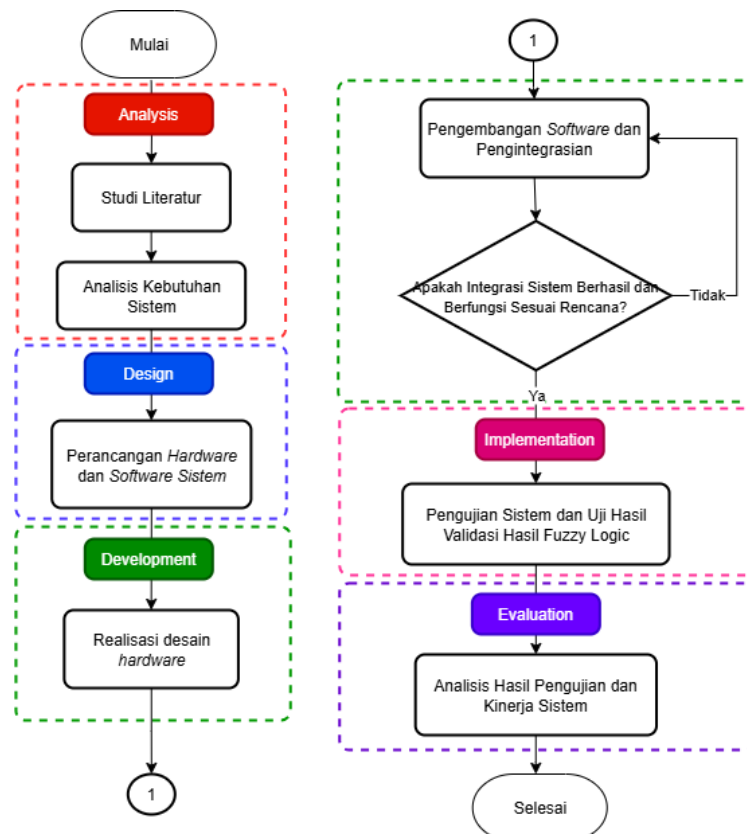
Gambar 3. 1 Konsep Model ADDIE

(*Instructional Design; The ADDIE Approach*, 2017)

Model ADDIE terdapat *revision* di setiap tahapan- tahapannya. Revisi ini dilakukan apabila ditemukan kekurangan atau ketidaksesuaian pada hasil suatu tahap sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Kelima tahapan dari ADDIE akan diterapkan pada perancangan sistem pengembangan akuarium multi fitur berbasis *Internet of Things* dengan kontrol *fuzzy logic Mamdani* pada penelitian ini.

3.2 Alur Penelitian

Perancangan dan pengembangan dari sistem yang akan dilakukan menerapkan metode ADDIE. Berdasarkan tahapan- tahapan dari model ADDIE, di setiap tahapan pada penelitian ini akan berisikan seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Alur Penelitian

Dari alur penelitian yang telah dibuat, alur akan dimulai dari tahap *Analysis*, dilanjutkan ke tahap *Design*, lalu tahap *Development*, setelah itu ke *Implementation*, dan diakhiri dengan tahap *Evaluation*. Setiap tahap dari model ADDIE pada penelitian ini, berisikan:

1. Tahap *Analysis*, melakukan pengumpulan informasi untuk mengetahui kebutuhan dari sistem yang akan dikembangkan. Analisis dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh teori serta referensi terkait teknologi dan metode yang mendukung, khususnya menentukan metode kontrol yang cocok untuk digunakan dalam pengendalian kualitas lingkungan akuarium.

Selain itu, dilakukan juga identifikasi kebutuhan sistem, meliputi sensor yang dibutuhkan dan aktuator yang akan dikontrol, serta *platform monitoring* yang sesuai.

2. Tahap *Design*, berfokus pada pembuatan rancangan *hardware* dan *software* yang akan digunakan. Pada sisi *hardware*, dilakukan pemetaan komponen dan aktuator yang digunakan. Sedangkan untuk *software*, melakukan desain *dashboard* dari *platform* IoT. Rancangan juga mencakup integrasi sistem dengan *platform* IoT agar data dapat dipantau dan dikendalikan secara *real time*.
3. Tahap *Development*, Setelah rancangan selesai, tahap selanjutnya yaitu merealisasikan desain. Pada bagian ini, komponen *hardware* dirakit sesuai skema yang telah dirancang dan *software* dikembangkan dengan memprogram sistem untuk mikrokontroler, serta pembuatan *dashboard* untuk *monitoring* dan kontrol dari sistem.
4. Tahap *Implementation*, sistem yang telah selesai dikembangkan akan dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk melihat hasil yang dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian atau tidak. Serta melakukan validasi hasil logika *fuzzy*, dengan cara membandingkan respon sistem terhadap kondisi dengan perhitungan dari simulasi MATLAB.
5. Tahap *Evaluation*, yaitu menganalisis hasil pengujian yang telah dilakukan. Analisis ini meliputi kinerja keseluruhan sistem dan keakuratan pengambilan keputusan *fuzzy logic*. Hasil evaluasi ini digunakan untuk menyimpulkan keberhasilan sistem yang telah dikembangkan.

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini difokuskan pada pengembangan akuarium multi fitur untuk penerapan kontrol secara otomatis dan sistem pemantauan untuk perawatan ikan mas koki. Perancangan sistem ini mencakup penyusunan alur kerja sistem yang akan dijalankan guna memastikan sistem yang dikembangkan dapat berjalan sesuai dengan perencanaan dan kebutuhan. Sistem ini memiliki fitur-fitur seperti kontrol penjadwalan pemberian pakan, *montitoring*, dan kontrol otomatis

menggunakan *fuzzy logic* untuk mengaktifkan pompa 12V untuk pergantian air, pompa mini 5V untuk pemberian cairan bakteri *starter* dan *heater* akuarium. Dalam pengambilan keputusan untuk mengontrol aktuator, metode *fuzzy logic* digunakan agar sistem dapat beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan di dalam akuarium. Dengan perancangan ini, mampu mempermudah pemahaman terhadap setiap bagian dari fitur yang akan dikembangkan. *Software* yang digunakan yaitu Arduino IoT *cloud* yang telah menyediakan wadah untuk memprogram mikrokontroler, pembuatan *dashboard* untuk *website* dan *mobile*.

3.3.1 Perancangan Sistem Berdasarkan Kebutuhan Pengguna

Perancangan sistem ini, baik dalam pemilihan jenis ikan sebagai objek penelitian maupun dalam penentuan fitur kontrol seluruh aktuator, dilakukan berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pembudidaya ikan hias, serta diperkuat dengan studi literatur untuk menjamin kesesuaian antara kebutuhan lapangan dengan teori dan teknologi yang akan dikembangkan.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan pada tanggal 21 Februari 2025 dengan bapak Yadi sebagai pelaku usaha budidaya ikan hias, didapat dari sisi jenis ikan yang memiliki permintaan pasar tinggi, diperoleh informasi bahwa ikan mas koki merupakan salah satu jenis ikan hias yang paling diminati konsumen. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem perawatan ikan mas koki, dengan menyesuaikan karakteristik khususnya. Ikan mas koki hidup secara berkelompok dalam satu akuarium dan cenderung menyebabkan air menjadi mudah keruh. Pada skala budidaya yang memiliki banyak akuarium, pengguna mengalami kesulitan dalam melakukan pemantauan rutin, terutama saat terjadi cuaca ekstrem. Perubahan cuaca yang tidak menentu dapat memengaruhi parameter kualitas air seperti suhu dan pH, sehingga menjadi tidak terkontrol. Kondisi ini berpotensi menyebabkan ikan mengalami stres, bahkan kematian mendadak.

Pengguna juga mengungkapkan bahwa pemberian pakan ikan mas koki harus dilakukan lima kali sehari dalam porsi kecil. Hal ini disebabkan ikan mas koki tidak memiliki organ lambung sehingga akan lebih baik pemberian pakan dilakukan dengan porsi sedikit namun dengan frekuensi yang sering. Dalam hal pergantian

air, pengguna menunjukkan bahwa metode konvensional masih dilakukan secara manual berdasarkan jadwal, misalnya seminggu sekali, tanpa memperhatikan kondisi aktual air. Metode ini kurang efektif karena kualitas air dapat berubah sewaktu-waktu, misalnya pH yang tiba-tiba terlalu asam atau basa sebelum jadwal pengurasan tiba atau air keruh yang tidak terpantau. Proses pengurasan seharusnya dilakukan ketika kadar pH dan air keruh berada di luar batas aman ikan mas koki. Pengurasan air yang dilakukan sebaiknya tidak melebihi 70% dari volume akuarium, agar ikan tidak mengalami stres akibat perubahan lingkungan yang drastis. Pengurasan di sesuaikan berdasarkan parameter pH dan kekeruhan air sehingga pengurasan minimal air sekitar 20% dari volume air pada akuarium.

Selain itu, pada akuarium yang telah dikuras, umumnya pengguna menggunakan bakteri *starter* untuk menguraikan sisa pakan dan zat-zat berbahaya di dalam akuarium sehingga membuat akuarium terlihat bersih. Penggunaan bakteri *starter* tidak membahayakan ikan sehingga pemberian cairan bakteri *starter* dapat disesuaikan dengan volume air pada akuarium. Setiap akuarium umumnya dilengkapi dengan *heater* untuk menjaga kestabilan suhu air. Namun, *heater* idealnya hanya beroperasi ketika suhu berada di bawah batas yang telah ditentukan, dan harus berhenti ketika kondisi sudah mencapai rentang ideal. Dalam praktiknya, keterbatasan pengguna dalam melakukan pemantauan menyebabkan *heater* sering tetap menyala meskipun suhu sudah berada pada kondisi aman bagi ikan.

Secara keseluruhan, hasil observasi akan dikembangkan untuk sistem akuarium multi fitur dengan kebutuhan riil pembudidaya ikan mas koki, mulai dari pemberian pakan otomatis, pemantauan kualitas air, hingga pengaturan *heater* dan pengurasan air.

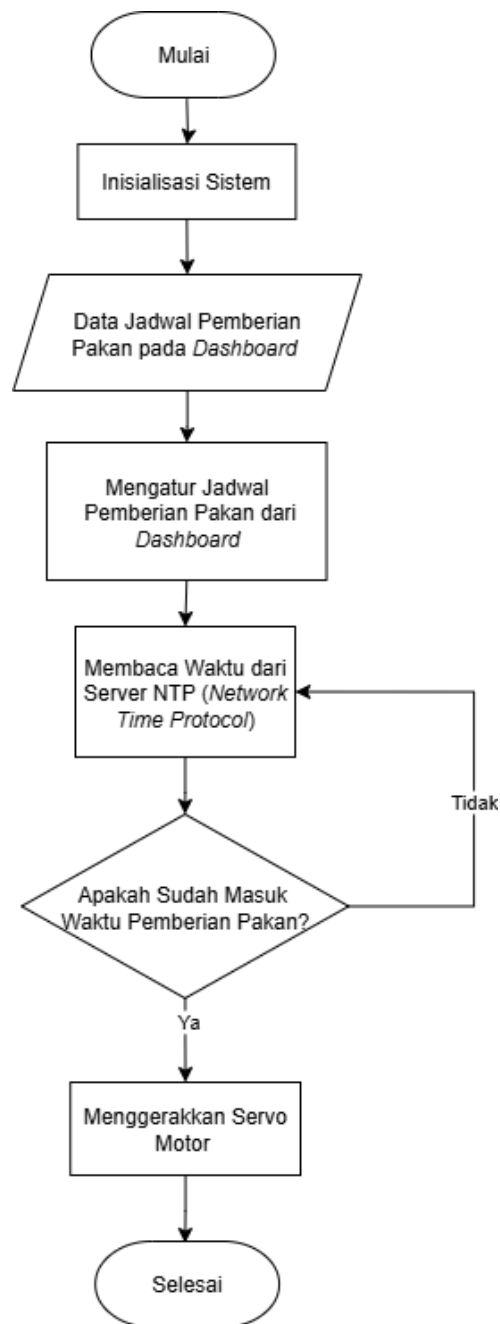
3.3.2 Perancangan Fitur Penjadwalan Pemberian Pakan

Penjadwalan pemberian pakan dirancang untuk ikan mas koki supaya diberikan pakan secara teratur dan sesuai kebutuhan. *Flowchart* pada Gambar 3.3 menjelaskan alur kerja sistem penjadwalan otomatis pemberian pakan ikan mas koki pada akuarium dengan menggunakan *platform* Arduino IoT Cloud. Proses inisialisasi sistem memeriksa koneksi internet, apabila sudah tersambung pada *dashboard*, jadwal pemberian pakan yang telah ditentukan sebelumnya

ditampilkan sebagai antarmuka pengguna untuk mengatur dan memantau jadwal pakan. Sistem mengatur fitur *scheduler* pemberian pakan yang telah dikonfigurasi pada *platform* arduino IoT *cloud*.

Untuk memastikan akurasi waktu, sistem melakukan sinkronisasi dengan waktu server melalui NTP (*Network Time Protocol*). Informasi waktu dari NTP digunakan untuk mencocokkan waktu saat ini dengan jadwal pemberian pakan yang telah diatur oleh pengguna pada *dashboard*. Apabila waktu saat ini telah sesuai dengan salah satu jadwal yang telah ditentukan, maka *scheduler* akan aktif, dan sistem secara otomatis akan mengirim perintah untuk menggerakkan servo motor yang berfungsi sebagai aktuator pemberian pakan ikan mas koki.

Melalui *dashboard* pada arduino IoT *cloud*, pengguna bisa menentukan jadwal pemberian pakan ikan sesuai kebutuhan. Pemberian pakan untuk ikan mas koki dapat dilakukan sebanyak 3 hingga 5 kali dalam sehari, tergantung pada dosis atau takaran yang diadaptasi. Untuk memaksimalkan pertumbuhan ikan mas koki, pakan dapat diberikan sebanyak 5 kali sehari dengan takaran yang lebih kecil pada setiap waktu pemberian. Alternatif lainnya yaitu memberikan pakan 3 kali sehari dengan jumlah pakan yang lebih banyak pada setiap waktu keluar, sehingga total asupan harian tetap mencukupi kebutuhan ikan mas koki. Dengan demikian, seluruh proses berjalan secara terjadwal dan terkontrol, memastikan pemberian pakan dilakukan tepat waktu.



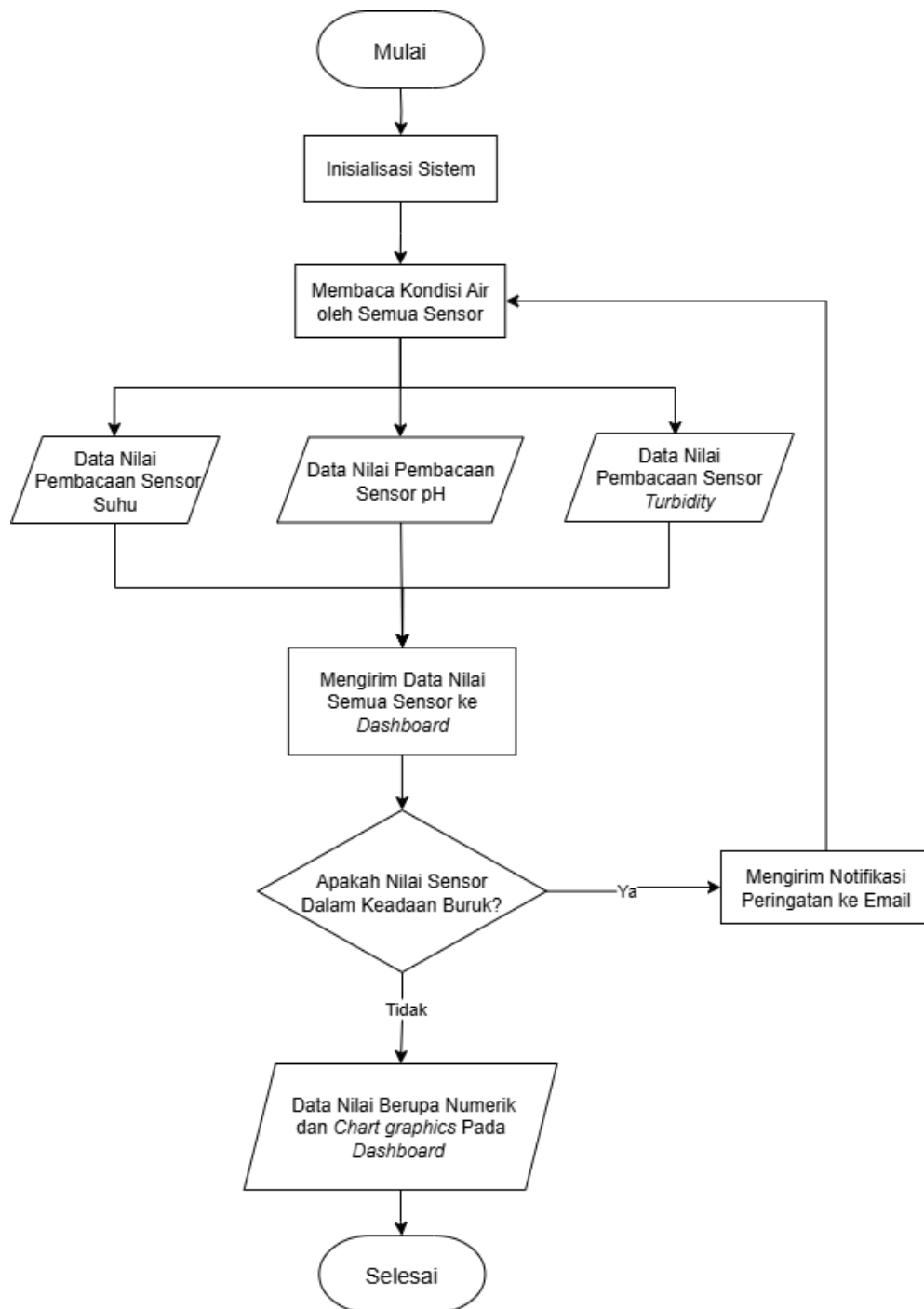
Gambar 3. 3 Alur Fitur Penjadwalan Pemberian Pakan

3.3.3 Perancangan Fitur Pemantauan Air

Sistem pemantauan kondisi air pada akuarium dapat dilakukan melalui *platform* arduino IoT *cloud*. Proses dari sistem *monitoring* yang dirancang untuk akuarium multi fitur ditunjukkan pada *flowchart* Gambar 3.4. *Flowchart* tersebut

menggambarkan alur kerja sistem *monitoring* kualitas air pada akuarium yang dikembangkan menggunakan *platform* Arduino IoT Cloud.

Proses dimulai dengan inisialisasi sistem, yaitu ketika perangkat melakukan persiapan awal sebelum pembacaan data dari sensor dilakukan. Setelah sistem berhasil diinisialisasi, seluruh sensor yang terpasang terdiri atas sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan (*turbidity*), dan sensor pH secara bersamaan memulai membaca kondisi air di dalam akuarium. Jika pembacaan suhu, pH, dan kekeruhan berhasil, maka nilai-nilai tersebut dikirim dan ditampilkan pada *dashboard* arduino IoT cloud sebagai pemantauan berbasis internet. Setelah itu, sistem melakukan pengecekan terhadap nilai parameter air yang telah diterima. Jika hasil yang dibaca terdapat salah satu atau lebih dari nilai sensor berada dalam kategori buruk atau tidak sesuai ambang batas yang ditentukan, maka sistem mengirimkan notifikasi peringatan melalui email kepada pengguna secara otomatis. Pembacaan seluruh nilai sensor ditampilkan visualisasi data dalam bentuk grafik (*chart graphics*) pada *dashboard* arduino IoT cloud. Proses ini akan terus berjalan secara berkala guna memastikan kondisi air tetap stabil dan sesuai untuk ikan mas koki.



Gambar 3. 4 Alur Fitur Sistem *Monitoring*

Sistem *monitoring* ini memastikan pemelihara ikan mas koki selalu mendapatkan gambaran kondisi air secara *real time* dan Perlu diketahui bahwa ikan

mas koki hidup pada kondisi ideal dengan suhu 26-29°C, dengan kadar pH 6,5-8 dan kekeruhan < 15 NTU untuk memastikan kualitas akuarium terjaga [7].

3.3.4 Perancangan Fitur Kontrol dengan Metode *Fuzzy Logic*

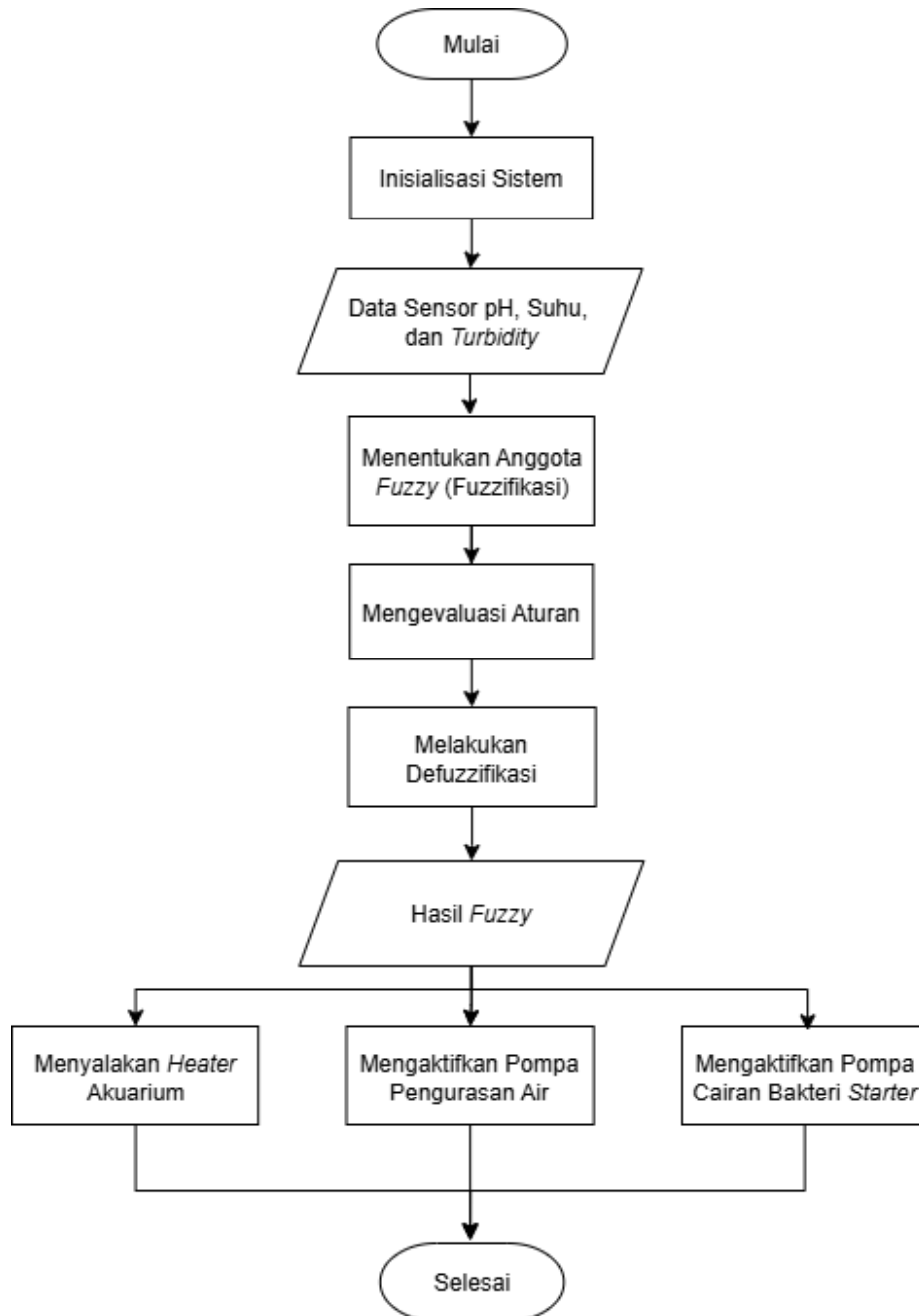
Pada penerapan *fuzzy logic* penelitian ini, menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS) metode *Mamdani*. Metode *mamdani* digunakan dalam pengambilan keputusan berbasis aturan linguistik. Alur sistem logika *fuzzy logic mamdani* dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Sistem otomatisasi ini dirancang untuk menjaga parameter kualitas air akuarium secara otomatis menggunakan metode logika *fuzzy mamdani*. Parameter yang dikontrol meliputi suhu, pH, dan tingkat kekeruhan air. Rentang kondisi ideal untuk ikan mas koki adalah suhu antara 26-29 °C, tingkat kekeruhan (*turbidity*) 0-15 NTU, dan pH antara 6,5-8. Proses dimulai dengan melakukan pembacaan data dari sensor suhu, sensor pH, dan sensor *turbidity*. Nilai-nilai sensor tersebut kemudian diolah melalui proses fuzzifikasi, yaitu mengubah data numerik (*crisp*) menjadi nilai linguistik sesuai dengan derajat keanggotaan *fuzzy*. Keanggotaan *fuzzy* pada sensor suhu dibagi menjadi tiga kategori, yaitu “Dingin”, “Normal”, dan “Panas”; sedangkan sensor pH dikategorikan menjadi “Asam”, “Netral”, dan “Basa”. Untuk sensor *turbidity*, kategori keanggotaan *fuzzy* dibagi menjadi dua, yaitu “Keruh” dan “Jernih”.

Nilai-nilai linguistik tersebut kemudian dievaluasi melalui tahapan evaluasi aturan (*inference*) menggunakan metode *fuzzy Mamdani*. Pada tahap ini, sistem mencocokkan *input* terhadap aturan *IF-THEN* yang telah ditentukan untuk menghasilkan *output* yang sesuai. Evaluasi aturan ini mempertimbangkan hubungan antar variabel dan menentukan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan. Setelah evaluasi selesai, sistem melakukan defuzzifikasi guna mengubah *output fuzzy* menjadi nilai *crisp* yang dapat diinterpretasikan oleh mikrokontroler.

Hasil defuzzifikasi ini digunakan untuk mengaktifkan aktuator yang terdiri dari pompa penguras air, pompa pengisi air, *heater* akuarium, dan pompa cairan bakteri *starter*, sesuai dengan kondisi parameter air yang terdeteksi. Proses ini

berlangsung secara otomatis dan berulang, sehingga kualitas air dalam akuarium dapat dijaga secara optimal.



Gambar 3. 5 Alur Sistem *Fuzzy Logic* Mamdani

3.4 Pengujian Fungsionalitas

Tahap pengujian dilakukan untuk membuktikan kinerja sistem secara menyeluruh. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem

akuarium multi fitur dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian mencakup secara keseluruhan fitur dari akuarium multi fitur. Setelah proses pengujian dirancang dan dilaksanakan, diharapkan sistem mampu beroperasi sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan.

Pengujian perangkat lunak dilakukan menggunakan pendekatan *Black Box Testing*, berfokus pada hubungan antara *input* yang diberikan dan *output* yang dihasilkan, guna memastikan bahwa setiap fitur berjalan sesuai dengan rancangan yang ditentukan.

Tabel 3. 1 Skenario Pengujian Fungsionalitas Sistem

Fitur yang Diuji	Fungsi	Hasil yang Diharapkan	Status
Pembacaan Sensor	Menampilkan hasil pembacaan sensor pada <i>serial monitor</i>	Berhasil membaca sensor pada <i>serial monitor</i>	
Visualisasi pada <i>Dashboard Arduino IoT Cloud</i>	Mengirim hasil pembacaan sensor dan ditampilkan pada <i>dashboard Arduino IoT Cloud</i>	Dapat menampilkan nilai serta grafik dari sensor secara <i>real time</i>	
<i>Scheduler</i> Pemberian pakan pada <i>Arduino IoT Cloud</i>	Mengatur penjadwalan pemberian pakan pada <i>dashboard Arduino IoT Cloud</i>	Penjadwalan berhasil aktif sesuai dengan waktu dan durasi yang telah ditentukan	
Kontrol servo pemberian pakan pada <i>dashboard Arduino IoT Cloud</i>	Mengontrol pakan ikan otomatis melalui tombol pada <i>dashboard Arduino IoT Cloud</i>	Servo motor berhasil digerakkan menggunakan tombol	

Fitur yang Diuji	Fungsi	Hasil yang Diharapkan	Status
Status aktuator pada <i>dashboard</i> Arduino IoT Cloud	Menampilkan indikator status pompa, servo dan <i>heater</i> saat dalam kondisi aktif maupun nonaktif	Status pompa, servo dan <i>heater</i> ditampilkan dengan warna hijau untuk kondisi aktif dan merah untuk kondisi nonaktif. Status servo hanya saat <i>scheduler</i> aktif	
Notifikasi peringatan kondisi buruk Email	Mengirim notifikasi ketika kondisi air akuarium dalam keadaan buruk ke Email	Notifikasi terkirim melalui email apabila kualitas air akuarium berada dalam kondisi tidak ideal.	
Notifikasi aktuator aktif Email	Mengirim notifikasi apabila pompa, <i>heater</i> dan servo aktif	Notifikasi terkirim ke email apabila pompa, <i>heater</i> , atau servo dalam kondisi aktif.	

Proses pengujian fungsionalitas alat bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Beberapa aspek yang diuji meliputi kinerja sensor, keakuratan sistem kontrol dalam merespons kondisi yang telah ditentukan, serta berfungsinya setiap komponen dalam sistem. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam menjalankan fungsi sistem secara keseluruhan.