

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya vital yang tidak tergantikan bagi kelangsungan hidup manusia dan ekosistem. Ketersediaan air bersih yang berkualitas menjadi kebutuhan mendasar bagi masyarakat, baik untuk konsumsi sehari-hari, kebutuhan sanitasi, maupun kegiatan industri. Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM) memiliki peran yang sangat penting dalam menyediakan air bersih yang memenuhi standar kualitas bagi masyarakat, khususnya di wilayah pedesaan yang sumber airnya cenderung lebih terbatas dan rentan terhadap kontaminasi (Kartikasari & Sari, 2020). Kualitas air yang disalurkan oleh HIPPAM sangat bergantung pada kondisi sumber air baku yang digunakan, seperti danau atau air permukaan, yang dapat terpengaruh oleh faktor alam dan aktivitas manusia di sekitarnya (Uwais Alkarni et al., 2022).

Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM) menghadapi sejumlah tantangan dalam pengelolaan penyediaan air bersih, khususnya terkait dengan kualitas air dan sistem administrasi yang belum terintegrasi secara digital. Kualitas air pada sistem HIPPAM dapat dikategorikan menjadi tiga kondisi kritis: kondisi aman, waspada, dan bahaya, yang sangat dipengaruhi oleh parameter mikrobiologis, fisik, dan kimia. Kondisi aman dicirikan dengan air yang memenuhi standar baku mutu, memiliki kekeruhan di bawah 3 NTU, pH seimbang (6.5-8.5), tidak mengandung logam berat berbahaya, dan memenuhi parameter mikrobiologis. Kondisi waspada ditandai dengan fluktuasi kekeruhan, perubahan musiman, indikasi awal pencemaran, dan kandungan zat terlarut yang mendekati ambang batas maksimal. Sementara kondisi bahaya meliputi kekeruhan tinggi ( $>3$  NTU), pH tidak seimbang, keberadaan logam berat, zat terlarut melebihi ambang batas, dan potensi kontaminasi mikrobiologis (Kementrian Kesehatan Lingkungan, 2023). Meskipun air tersebut tidak sepenuhnya digunakan untuk konsumsi langsung, penggunaannya dalam aktivitas domestik tetap membawa potensi risiko. Tiga

faktor utama yang dapat mempengaruhi penggunaan air sehari-hari adalah kemungkinan terjadinya iritasi kulit dan gangguan kesehatan lainnya, terutama jika air mengandung logam berat atau memiliki pH yang tidak sesuai, kerusakan pada peralatan rumah tangga seperti mesin cuci, pemanas air, dan instalasi pipa akibat sifat air yang korosif atau mengandung partikel padat, serta penurunan efektivitas kegiatan sanitasi dan kebersihan rumah tangga, karena air yang keruh atau berbau mengurangi kualitas pencucian dan pembersihan. Permasalahan ini semakin memburuk pada musim penghujan, ketika terjadi peningkatan kekeruhan air akibat limpasan permukaan yang membawa sedimen dan kontaminan ke sumber air baku. Selain itu, kondisi jaringan distribusi yang mengalami korosi juga memengaruhi kualitas air yang disalurkan kepada pelanggan. Sistem pemantauan kualitas air yang masih bersifat manual dan tidak menyediakan data secara waktu nyata (real-time) menjadi kendala dalam merespons perubahan kondisi air secara cepat. Di sisi lain, HIPPAM di Dusun Medangan juga menghadapi permasalahan administratif yang cukup signifikan. Proses administrasi, seperti pencatatan pembayaran, dan pengelolaan data pelanggan, hingga saat ini masih dilakukan secara manual. Hal ini berisiko menyebabkan kesalahan pencatatan, kehilangan data, dan keterlambatan dalam pemrosesan informasi yang berdampak langsung terhadap efektivitas pengambilan keputusan. Salah satu permasalahan administratif yang semakin menonjol adalah keterbatasan dalam pencatatan volume penggunaan air pada setiap rumah atau unit pelanggan. Sistem pencatatan konsumsi air yang masih dilakukan secara manual dengan cara door-to-door menyulitkan pengumpulan data yang akurat dan tepat waktu. Ketidakakuratan data penggunaan ini tidak hanya menghambat evaluasi beban distribusi air dan efisiensi operasional, tetapi juga menyulitkan penerapan kebijakan tarif yang adil dan berbasis pada konsumsi aktual. Permasalahan ini menunjukkan perlunya pengembangan sistem administrasi dan pemantauan yang lebih modern, berbasis teknologi informasi, untuk meningkatkan efisiensi layanan dan akurasi pengelolaan data pelanggan secara keseluruhan.

Permasalahan yang dihadapi oleh Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM) dalam pengelolaan kualitas air dan administrasi dapat diatasi dengan penerapan sistem berbasis teknologi yang terintegrasi dan otomatis. Untuk memantau kondisi air yang disalurkan secara lebih efektif, dibutuhkan sistem monitoring yang beroperasi secara real-time. Dalam hal ini, penggunaan sensor modern seperti sensor pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan sensor turbidity sangat penting untuk mengukur parameter kualitas air secara langsung dan akurat. Sensor pH dapat digunakan untuk mengukur tingkat keasaman air, yang menjadi faktor penting untuk mengetahui apakah air memenuhi standar kualitas air bersih. Sensor TDS mengukur jumlah zat terlarut dalam air yang bisa menjadi indikasi adanya kontaminasi dari zat kimia atau logam berat, yang berpotensi membahayakan kesehatan penggunaannya. Sementara itu, sensor turbidity mengukur tingkat kekeruhan air yang dapat mencerminkan adanya partikel tersuspensi, yang biasanya muncul akibat limpasan permukaan saat musim penghujan. Ketiga sensor ini bekerja secara sinergis untuk memberikan gambaran menyeluruh dan akurat mengenai kondisi air, sehingga memungkinkan pemantauan kualitas air yang lebih baik, mengurangi risiko gangguan kesehatan, dan mengatasi masalah terkait kerusakan peralatan rumah tangga dan penurunan kualitas sanitasi rumah tangga. Selain itu, untuk mengatasi tantangan ketidakpastian dan variabilitas parameter kondisi air yang kompleks, penerapan metode fuzzy logic Mamdani dalam sistem monitoring air menjadi solusi yang sangat efektif. Fuzzy logic Mamdani memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan secara cerdas dan adaptif berdasarkan data yang dikumpulkan dari sensor. Dengan sistem ini, HIPPAM dapat memprediksi perubahan kondisi air dan melakukan tindakan korektif secara lebih cepat dan tepat waktu, yang pada gilirannya dapat mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan dan kualitas hidup masyarakat. Sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan sistem informasi yang dapat menyediakan laporan secara waktu nyata, yang memudahkan HIPPAM dalam mengambil keputusan berdasarkan data terkini. Di sisi administrasi, penerapan sistem berbasis teknologi informasi yang terintegrasi dapat menggantikan metode pencatatan manual yang rentan

terhadap kesalahan dan keterlambatan. Dengan adanya sistem administrasi yang terkomputerisasi, HIPPAM dapat mengelola data pelanggan dengan lebih efisien, meningkatkan akurasi pencatatan konsumsi air, serta mempercepat proses pembayaran dan pelaporan. Dengan adanya sistem teknologi yang terintegrasi, HIPPAM dapat mengoptimalkan operasionalnya, mengurangi ketidakakuratan data, dan memperbaiki efektivitas pengambilan keputusan dalam menghadapi tantangan yang ada. Untuk implementasi sistem ini, peneliti menggunakan mikrokontroler ESP32 Devkit V1, yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan Arduino. Kinerja mikrokontroler Arduino Uno dan ESP32 memiliki perbedaan signifikan dalam hal kemampuan pengolahan data dan akurasi pengukuran. Selain itu, Arduino Uno memiliki keterbatasan dalam hal konektivitas WiFi, yang memerlukan tambahan modul eksternal. Sebaliknya, ESP32 memiliki modul WiFi yang terintegrasi. Keunggulan ini membuat ESP32 lebih unggul dalam hal pengolahan data, dengan hasil pengukuran yang lebih akurat dan stabil, serta kemampuan konektivitas yang lebih baik, yang sangat mendukung implementasi sistem monitoring air secara real-time.

*Fuzzy logic* Mamdani terbukti lebih dipilih dibandingkan metode STORET dalam menentukan kualitas air karena memiliki akurasi yang tinggi, kemampuan untuk menangani ketidakpastian serta variabilitas data kualitas air, serta fleksibilitas dalam mengklasifikasikan kualitas air ke dalam beberapa kategori. Selain itu, *fuzzy logic* dapat diintegrasikan dalam sistem otomatis untuk pemantauan real-time (Hermansyah, 2022). Oleh karena itu, *fuzzy logic* mamdani dapat menjadi pilihan untuk sistem monitoring air yang dapat beroperasi secara real-time, karena kemampuannya dalam memberikan respons yang cepat dan adaptif terhadap perubahan kondisi air. Menurut (Wahyu Widyatmika et al., 2021) kinerja mikrokontroler Arduino Uno dan ESP32, memiliki perbedaan signifikan dalam hal kemampuan pengolahan data dan akurasi pengukuran. Arduino Uno, yang menggunakan mikrokontroler berbasis ATmega328, memiliki ADC 10-bit, yang menghasilkan rentang nilai konversi dari 0 hingga 1023. Namun, Arduino Uno memiliki keterbatasan

dalam hal konektivitas WiFi, yang memerlukan tambahan modul eksternal jika dibutuhkan. Sebaliknya, ESP32 menawarkan banyak keunggulan, termasuk modul WiFi yang terintegrasi dan ADC 12-bit, yang memungkinkan rentang konversi dari 0 hingga 4095. Hal ini membuat ESP32 lebih unggul dalam hal pengolahan data, dengan hasil pengukuran yang lebih akurat dan stabil dibandingkan Arduino Uno. Dalam pengujian pengukuran tegangan dan arus, ESP32 menunjukkan rata-rata kesalahan pengukuran tegangan sebesar 0,312% dan arus 0,195%, sementara Arduino Uno memiliki kesalahan pengukuran yang lebih tinggi, dengan rata-rata kesalahan tegangan 0,388% dan arus 3,095%.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan sistem administrasi berbasis IOT dalam pengelolaan HIPPAM di Dusun Medangan?
2. Bagaimana penerapan metode *fuzzy logic* mamdani dalam sistem monitoring air HIPPAM berbasis IoT di Dusun Medangan?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah ditetapkan untuk mencegah pembahasan yang terlalu luas, sehingga penelitian ini akan difokuskan pada aspek-aspek tertentu.

Sistem yang dikembangkan hanya berfokus pada administrasi dan monitoring air menggunakan *IoT*.

1. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan pada bulan April 2025, dengan fokus pada musim penghujan selama periode satu bulan, untuk menganalisis perubahan parameter kualitas air yang dipengaruhi oleh tingginya curah hujan.
2. Penelitian ini akan difokuskan pada Dusun Medangan sebagai lingkungan penelitian, sehingga hasil dan analisis yang diperoleh tidak dapat digeneralisasi untuk daerah lain tanpa penelitian lebih lanjut.

3. Penelitian ini akan membatasi pengukuran air pada parameter tertentu, seperti *NTU (Nephelometric Turbidity Units)*, *pH*, *TDS (Total Dissolved Solids)*, dan tidak akan mencakup parameter air lainnya seperti suhu, warna dan bau.
4. Sistem yang dikembangkan akan menggunakan perangkat *IoT* tertentu, seperti sensor turbidity, sensor *ph* air, sensor *tds* dan mikrokontroler, yang terhubung ke jaringan internet untuk pengumpulan data secara real-time. Penelitian ini tidak akan membahas teknologi *IoT* lainnya yang mungkin relevan tetapi tidak digunakan dalam sistem ini.
5. Penelitian ini akan menerapkan metode *fuzzy logic* mamdani untuk menganalisis dan memproses data kekeruhan air yang dikumpulkan secara real-time dari sensor.
6. Penelitian akan mencakup aspek administrasi terkait penggunaan air, seperti pencatatan data penggunaan air pelanggan, dan sistem pembayaran tagihan air. Tidak akan mencakup aspek administrasi lain di luar penggunaan air, seperti kebijakan atau regulasi yang lebih luas.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menciptakan sistem administrasi berbasis *IoT* yang dapat memantau konsumsi air secara real-time, menggantikan metode pencatatan manual yang rentan kesalahan. Dengan sistem ini, pencatatan konsumsi air dapat dilakukan secara otomatis, tanpa perlu petugas mengunjungi setiap meteran rumah. Konsep *door-to-door* dalam hal ini memungkinkan data penggunaan air dicatat langsung dari perangkat *IoT* yang terpasang di rumah-rumah pelanggan, meningkatkan efisiensi pengelolaan dan akurasi data. Selain itu, sistem ini dapat mengotomatiskan proses pengelolaan tagihan dan pelaporan, sehingga pelayanan kepada masyarakat menjadi lebih cepat, transparan, dan efisien.

2. Mengimplementasikan metode *fuzzy logic* mamdani untuk menganalisis data kekeruhan air, sehingga dapat memantau tingkat kekeruhan air secara real-time dengan bantuan teknologi *IoT*, sehingga dapat memberikan informasi yang cepat.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Membantu petugas HIPPAM dalam memantau dan menganalisis tingkat kekeruhan air secara real-time, sehingga dapat mengambil tindakan yang tepat untuk menjaga kondisi air.
2. Meningkatkan efisiensi administrasi penggunaan air, seperti pencatatan data pelanggan, dan pengelolaan tagihan.
3. Memungkinkan masyarakat untuk memantau sendiri penggunaan air mereka dan mengetahui tingkat kekeruhan air secara real-time.

### 1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam perancangan sistem meliputi:

1. Studi Literatur  
Studi ini dilakukan untuk memperoleh informasi dengan mengumpulkan dan mengkaji literatur dari buku, jurnal, dan sumber lain yang berkaitan dengan *IoT*, *fuzzy logic Mamdani*, sistem administrasi, serta pemantauan kekeruhan air.
2. Pengumpulan Data  
Data dikumpulkan melalui studi pustaka dan observasi lapangan. Sensor *IoT* digunakan untuk mengukur parameter seperti penggunaan air, dan kekeruhan air.
3. Pengolahan Data (*Preprocessing*)  
Data mentah dari sistem administrasi dan monitoring air diolah untuk memastikan kualitas dan konsistensi informasi yang diperoleh, sehingga meningkatkan akurasi analisis menggunakan metode *fuzzy logic mamdani*.

#### 4. Analisis Sistem

Analisis dilakukan untuk merancang sistem berdasarkan hasil pengamatan dan data yang telah dikumpulkan, termasuk identifikasi parameter-parameter penting yang diperlukan untuk monitoring air.

#### 5. Implementasi

Sistem ini dikembangkan dengan menggunakan React JS, Framework Laravel, dan MySQL. Untuk perangkat keras, sistem ini melibatkan *Turbidity Sensor*, *Water Flow Sensor* dan modul ESP32 sebagai kontrol utama.

#### 6. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan keakuratan penggunaan air dan kinerja sistem monitoring air. Hasil pengukuran yang diperoleh dari sensor akan dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan untuk mengevaluasi efektivitas dan keandalan sistem administrasi dan monitoring yang telah dikembangkan

#### 7. Penyusunan Laporan

Setelah implementasi dan pengujian, laporan penelitian disusun untuk mendokumentasikan seluruh proses dan hasil yang telah dicapai.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini disusun dalam beberapa bab, di mana setiap bab terdiri atas beberapa subbab. Struktur penulisan skripsi ini dirancang untuk mempermudah pemahaman terhadap maksud dan tujuan penelitian. Adapun sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan skripsi.

#### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini menguraikan teori-teori dasar yang relevan dengan permasalahan yang diteliti, termasuk konsep fuzzy logic Mamdani, sistem administrasi, serta teknologi IoT yang digunakan dalam pemantauan kekeruhan air.

### **BAB III : ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini menjelaskan analisis kebutuhan dan perancangan sistem, mencakup analisis sistem, penyusunan Diagram Konteks, Data Flow Diagram (DFD), serta langkah-langkah yang diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan dan mencapai tujuan penelitian.

### **BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM**

Bab ini memaparkan pengujian sistem secara keseluruhan maupun secara terperinci guna mengevaluasi hasil penerapan sistem pada objek penelitian.

### **BAB V : KESIMPULAN**

Bab ini menyajikan kesimpulan dan saran berdasarkan keseluruhan pembahasan yang telah dikaji dalam penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Bagian ini memuat seluruh referensi yang diperoleh dari buku, jurnal, sumber internet, dan referensi lainnya yang digunakan dalam penelitian ini.