

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kualitas air merupakan faktor penting yang berpengaruh besar terhadap berbagai aktivitas manusia, baik dalam bidang industri, pertanian, maupun kebutuhan rumah tangga [1]. Air yang digunakan harus memenuhi standar tertentu agar aman dan sesuai dengan peruntukannya. Salah satu indikator utama kualitas air adalah nilai pH, suhu, dan tingkat kekeruhan (turbiditas) [2]. Sistem monitoring yang tepat dapat membantu memastikan bahwa air yang digunakan memenuhi persyaratan kualitas, termasuk pH antara 6,5 hingga 8,5 dan kekeruhan maksimal 25 NTU [3]. Sistem ini juga dapat memberikan informasi real-time mengenai kondisi air, sehingga pengguna dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kualitas air yang aman [3] [4].

Sayangnya, pemantauan kualitas air di lapangan masih banyak dilakukan secara manual dengan menggunakan alat uji sederhana. Metode ini membutuhkan waktu, tenaga, dan sering kali menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan ketika terjadi perubahan kualitas air yang cepat [5]. Parameter seperti pH dapat berubah secara bertahap dalam jangka waktu tertentu akibat faktor lingkungan dan aktivitas biologis. Fluktuasi nilai pH yang signifikan dapat diamati melalui pengukuran secara berkala dan menunjukkan bahwa perubahan kualitas air dapat terjadi setiap saat. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, sistem monitoring dalam penelitian ini dirancang untuk melakukan pembacaan data sensor setiap 15 menit, sehingga mampu menangkap perubahan nilai pH dan kualitas air secara bertahap dengan akurasi yang baik.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Y. Sreeja dkk. (2024) membahas perancangan dan pengembangan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. Peneliti menyoroti bahwa pencemaran air dan keterbatasan akses terhadap air bersih masih menjadi permasalahan serius, khususnya di wilayah pedesaan dan daerah dengan infrastruktur terbatas. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan kualitas air yang mampu bekerja secara real-time, berbiaya rendah, dan mudah diakses. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor pH, suhu, dan kekeruhan untuk mengukur parameter fisik dan kimia air. Data hasil pengukuran diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan melalui jaringan internet

sehingga dapat dipantau secara daring [6]. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengakses informasi kualitas air kapan pun dan di mana pun tanpa perlu melakukan pemeriksaan manual. Namun, sistem monitoring pasif saja belum cukup. Diperlukan kemampuan prediktif dan pengambilan keputusan otomatis agar alat mampu memberikan respons cerdas ketika parameter air melewati batas aman [7].

Dalam hal ini, algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) digunakan sebagai metode klasifikasi sederhana namun efektif untuk menentukan kondisi kualitas air berdasarkan data sensor yang diperoleh. K-NN bekerja dengan cara membandingkan data baru dengan data historis yang telah dikategorikan sebelumnya untuk menentukan status air [7], seperti “baik”, “sedang”, atau “buruk”. Selain akurat, K-NN juga ringan secara komputasi sehingga cocok diterapkan pada sistem IoT berbasis mikrokontroler seperti ESP32 [8].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pendeteksi kualitas air otomatis berbasis IoT yang mampu membaca nilai pH, suhu, dan kekeruhan setiap 15 menit, kemudian mengklasifikasikan kondisi air menggunakan algoritma K-NN [9]. Hasil klasifikasi tersebut akan menjadi dasar untuk memberikan peringatan atau tindakan otomatis jika kualitas air berada di luar batas normal. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Dengan menggabungkan teknologi IoT, algoritma K-NN, dan sistem automasi, penelitian ini diharapkan dapat menjadi inovasi dalam pengembangan alat pendeteksi kualitas air yang cerdas dan efisien, sehingga membantu pengguna dalam menjaga mutu air secara berkelanjutan, praktis, dan real-time [10].

Dalam hal ini, algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) hadir sebagai solusi sederhana namun efektif untuk pengambilan keputusan berbasis data. K-NN melakukan klasifikasi berdasarkan kedekatan antara data sensor terbaru dengan data historis yang telah dikategorikan sebelumnya [8]. Algoritma K-NN yang dikombinasikan dengan PCA mampu mengklasifikasikan kualitas air dengan tingkat akurasi tinggi [9]. Menunjukkan bahwa K-NN efektif dalam memprediksi kategori kualitas air berdasarkan parameter pH dan suhu. Selain itu, metode K-NN memiliki keunggulan karena tidak memerlukan pelatihan model kompleks, sehingga cocok diimplementasikan pada sistem berbasis mikrokontroler dan IoT yang memiliki keterbatasan komputasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang mampu memantau parameter pH, suhu, dan kekeruhan secara real-time?
2. Bagaimana penerapan algoritma K-NN dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi kualitas air berdasarkan data yang diperoleh dari sensor?
3. Bagaimana sistem dapat melakukan automasi dalam penyesuaian nilai pH berdasarkan hasil klasifikasi agar kualitas air tetap berada pada kondisi ideal?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, peneliti menetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya difokuskan untuk monitoring kualitas air, dengan parameter yang diukur meliputi pH, suhu, dan kekeruhan.
2. Algoritma K-NN digunakan untuk menganalisis data historis dan memberikan keputusan prediktif terhadap penyesuaian pH.
3. Platform penyimpanan data menggunakan Firebase Realtime Database sebagai media integrasi antara sistem IoT dan antarmuka web pengguna.
4. Sistem monitoring ini diimplementasikan dalam skala prototipe dan belum diterapkan pada lingkungan atau sistem pengelolaan air skala besar.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem monitoring kualitas air yang mampu bekerja secara real-time dengan memanfaatkan teknologi IoT. Sistem ini dirancang untuk menghubungkan berbagai sensor dengan mikrokontroler sehingga data kualitas air seperti pH, suhu, dan tingkat kekeruhan dapat dipantau secara terus-menerus dan dikirimkan ke database berbasis cloud untuk disimpan dan dianalisis.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menerapkan metode K-NN sebagai algoritma klasifikasi dalam menganalisis data yang diperoleh dari sensor. Algoritma tersebut digunakan untuk memprediksi kondisi kualitas air berdasarkan parameter yang

terukur, sehingga sistem dapat menentukan apakah kondisi air berada dalam keadaan normal atau memerlukan tindakan penyesuaian.

Tujuan lainnya adalah mengembangkan sistem automasi yang mampu melakukan penyesuaian nilai pH air secara otomatis melalui aktuator seperti pompa cairan atau katup solenoid. Dengan adanya mekanisme ini, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau, tetapi juga mampu melakukan tindakan korektif secara langsung ketika terjadi perubahan kondisi air.

Melalui penelitian ini, diharapkan sistem yang dirancang dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam proses pemantauan kualitas air dibandingkan dengan metode manual. Selain itu, sistem ini juga diharapkan mampu memberikan informasi yang akurat dan mudah diakses melalui antarmuka berbasis web, sehingga pengguna dapat memantau kondisi air kapan saja dan dari mana saja. Dengan demikian, pengelolaan kualitas air dapat dilakukan secara lebih optimal, efektif, dan berkelanjutan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi IoT yang dipadukan dengan algoritma K-NN untuk sistem monitoring kualitas air secara real-time sehingga dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem pemantauan berbasis sensor.
2. Membantu pengguna memantau kondisi kualitas air dengan lebih mudah, cepat, dan efisien karena data seperti pH, suhu, dan kekeruhan dapat diketahui secara langsung tanpa pemeriksaan manual.