

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan manusia, tidak hanya untuk konsumsi, tetapi juga untuk kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, pertanian, dan industri (Triono, 2018). Pemenuhan kebutuhan air dilakukan dengan memanfaatkan berbagai sumber yang tersedia di lingkungan, seperti sumur, sungai, dan waduk (Tanjung *et al.*, 2023). Waduk menjadi salah satu sumber air yang paling banyak digunakan karena memiliki kapasitas besar dan ketersediaannya cenderung stabil sepanjang tahun (Marselina & Sabar, 2017).

Pemanfaatan waduk yang sangat luas menjadikan kualitas air di dalamnya sebagai aspek krusial yang perlu dijaga. Kualitas air waduk menentukan sejauh mana air tersebut layak digunakan untuk berbagai keperluan. Air yang tidak memenuhi standar kualitas dapat berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat, mengganggu ekosistem perairan, serta menurunkan fungsi waduk sebagai penyedia air bersih (Akbar *et al.*, 2019). Pengawasan terhadap kualitas air menjadi hal penting untuk mencegah dan mengendalikan pencemaran yang dapat terjadi akibat aktivitas domestik maupun industri di sekitar perairan (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2022).

Penilaian kualitas air dilakukan dengan mengukur tujuh parameter utama, yaitu pH, *Total Suspended Solids* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), *Total Phosphates*, dan *Fecal Coliform* (Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, 2019). Parameter tersebut memiliki baku mutu yang telah ditetapkan

oleh pemerintah, sehingga hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan nilai baku mutu untuk menjadi dasar dalam menentukan klasifikasi kualitas air ke dalam empat kategori, yaitu Memenuhi Baku Mutu (MBM), Tercemar Ringan (TR), Tercemar Sedang (TS), dan Tercemar Berat (TB) (Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021).

Klasifikasi kualitas air umumnya dilakukan secara manual menggunakan rumus Indeks Pencemaran sehingga memerlukan waktu yang lama dan rentan terhadap kesalahan, Keterbatasan tersebut menimbulkan kebutuhan akan sistem yang mampu melakukan klasifikasi secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi (Pritalia, 2022). Teknologi klasifikasi menawarkan solusi yang lebih andal dan praktis menggunakan algoritma seperti *Naive Bayes*, *SVM*, *Decision Tree*, *Fuzzy*, dan *Random Forest* untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi (Oktaviyani *et al.*, 2024).

Berdasarkan Rahman *et al.*, (2022), algoritma *Decision Tree* terbukti mampu mengklasifikasikan kualitas air dengan tingkat akurasi mencapai 94,94%. Selain itu, akurasi algoritma *Random Forest* mampu mencapai 99,5%, dengan mempertimbangkan pengaruh distribusi dan jumlah data (L. Ningsih *et al.*, 2024). Oleh karena itu, kedua algoritma ini digunakan dan dibandingkan performanya untuk mengklasifikasi kualitas air waduk. Model yang paling optimal diimplementasikan pada mikrokontroler ESP32 dalam bentuk kalkulator indeks pencemaran yang mampu menampilkan hasil klasifikasi kualitas air waduk secara *real-time*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana membandingkan kinerja model algoritma *Decision Tree* dan *Random Forest* dalam mengklasifikasikan kualitas air waduk, serta bagaimana mengimplementasikan model algoritma yang paling optimal ke dalam mikrokontroler ESP32 untuk menghasilkan sistem yang dapat mengklasifikasikan kualitas air berupa kalkulator indeks pencemaran.

C. Batasan Masalah

1. Model algoritma yang digunakan adalah *Decision Tree* (DT) dan *Random Forest* (RF) , tanpa melibatkan algoritma lain seperti *Naive Bayes*, SVM, atau K-NN.
2. Data yang digunakan bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Bintan pada 7 waduk (Sei Pulai, Dam Gesek, Dam Kolong Enam, Sei Jago, Das Kawal, Muka Kuning, dan Sei Ladi) dengan total 164 data.
3. Parameter yang diklasifikasi adalah *Total Suspended Solids* (TSS), *Power of Hydrogen* (pH), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), *Total Phosphates*, dan *Fecal Coliform*.
4. Proses klasifikasi dan analisis data dilakukan secara otomatis menggunakan *Google Colab* sebagai *platform*.
5. Implementasi hasil model algoritma terbaik dilakukan menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk membangun kalkulator indeks pencemaran air.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja model algoritma *Decision Tree* dan *Random Forest* dalam klasifikasi kualitas air waduk, serta mengimplementasikan model algoritma yang paling optimal ke dalam mikrokontroler ESP32 untuk menghasilkan sistem yang dapat mengklasifikasikan kualitas air berupa kalkulator indeks pencemaran.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat secara akademis dengan memperluas wawasan penerapan algoritma *Decision Tree* (DT) dan *Random Forest* (RF) dalam klasifikasi dan prediksi kualitas air, serta mendukung pengembangan teknologi untuk pengelolaan sumber daya air. Secara praktis, penelitian ini dapat membantu instansi atau masyarakat untuk menghitung tingkat pencemaran air secara efisien melalui kalkulator indeks pencemaran berbasis mikrokontroler ESP32. Alat ini mempermudah visualisasi kategori kualitas air dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.