

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Meningkatnya aktivitas industrialisasi yang membawa dampak terhadap lingkungan khusus air waduk di daerah Kepulauan Riau. Sumber daya air waduk selalu bergerak dan berubah, serta pengelolaan sumber daya air waduk akan mempengaruhi kondisi sumber daya alam lainnya, dan sebaliknya. Sumber daya air waduk memiliki peran dan fungsi yang penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Oleh karena itu, sumber daya air harus dikelola dengan baik agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan oleh makhluk hidup. Pengelolaan sumber daya air harus mencakup upaya pelestarian dan pengendalian kerusakan air (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Upaya pengelolaan sumber daya dapat dilakukan dengan pembangunan waduk dan bendungan untuk menampung air sungai dan air hujan, agar air waduk yang dikelola harus terus-menerus terjaga kualitasnya sesuai dengan standart baku mutu, maka diperlukan pemantauan atau monitoring agar dapat mengatasi dan mengenali masalah mendesak disebabkan memburuknya kualitas air waduk (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2022).

Teknologi *monitoring* dan peringatan kualitas air waduk tradisional menggunakan model teoritis untuk klasifikasi kualitas air waduk. Model-model ini menggunakan persamaan matematika untuk menggambarkan dan klasifikasi perubahan parameter kualitas air waduk. Persamaan matematika ini didasarkan pada pemahaman tentang proses fisika dan kimia yang mempengaruhi kualitas air waduk (X. Wang, *et al.*, 2023). Model mekanisme yang umum digunakan dalam teknologi

pemantauan kualitas air waduk tradisional meliputi model ekologi, model kualitas air, dan model hidrodinamik. Model-model ini menawarkan keuntungan tertentu, yaitu: akurasi yang lebih tinggi, kemampuan untuk klasifikasi data peristiwa kualitas air yang tidak diharapkan dan kemampuan untuk mengklasifikasi perubahan kualitas air (Liu *et al.*, 2022). Namun, model mekanisme tradisional memiliki beberapa keterbatasan, yaitu memerlukan input data dan parameter yang luas, memerlukan pengetahuan profesional yang mendalam dan data terukur dalam jumlah besar, dan mungkin melibatkan penyederhanaan dan idealisasi (Rand *et al.*, 2022).

Pada beberapa tahun belakangan ini, penelitian dan penerapan teknologi pembelajaran mesin untuk klasifikasi kualitas air telah berkembang pesat. Dalam konteks klasifikasi, pembelajaran mesin menggunakan data historis kualitas air waduk untuk melatih model klasifikasi yang dapat menganalisis kualitas air waduk. Model ini dapat digunakan untuk memberikan pemahaman dan pengetahuan tentang kualitas air waduk (Zhu *et al.*, 2022).

Model yang dipertimbangkan dalam penelitian ini meliputi *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Random Forest*. *LSTM* sebagai varian dari *Recurrent Neural Network (RNN)* yang cocok untuk memproses data deret waktu, menunjukkan kinerja unggul dalam klasifikasi kualitas air dilihat dari beberapa penelitian terdahulu bahwasanya dengan dengan model *LSTM* kita mengklasifikasi kualitas air dengan akurasi 88% - 89% dibandingkan dengan model seperti *Multilayer Perceptron (MLP)*, *XGBoost* dan model-model terdahulu lainnya.

Selain itu, model pembelajaran mesin *Random Forest* memanfaatkan konsep

ensemble membangun sejumlah besar pohon keputusan (*Decision Tree*) yang saling independen. Setiap pohon dalam *forest* ini digunakan untuk melakukan klasifikasi data, dan metode *Random Forest* memiliki nilai *Confusion Matrix* tinggi. Hal ini dapat dilihat dari penelitian-penelitian terdahulu dengan menggunakan model *Random Forest* kita bisa mengklasifikasikan kualitas air dengan akurasi 78% – 82% untuk tingkat akurasi klasifikasinya ini lebih baik dari model *Support Vector Machine (SVM)*, *Multilayer Perceptron (MLP)*, *Naïve Bayes (NB)*, *Artificial Neural Networks (ANN)* dan model-model terdahulu lainnya. Dari hasil dari kedua model data input tidak berpengaruh terhadap akurasi klasifikasi pembelajaran mesin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan teknik pembelajaran mesin, untuk klasifikasi yang mencapai akurasi presisi tinggi terhadap indikator utama kualitas air waduk, seperti Padatan Terlarut Total (TDS), Padatan Tersuspensi Total (TSS), pH, Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD), Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD), Oksigen Terlarut (DO), Total Fosfat, Nitrat dan *Fecal Coliform*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian terdahulu belum adanya analisis mendalam tentang klasifikasi kualitas air waduk yang dibagi ke dalam empat kelas menggunakan model *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Random Forest (RF)* dan membandingkan kinerja dari kedua model tersebut.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan penelitian, agar topik terfokus pada permasalahan

yang diangkat maka diperlukan batasan masalah yaitu:

1. Model pembelajaran mesin yang digunakan adalah *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Random Forest (RF)*.
2. Indikator kualitas air waduk yang digunakan untuk mengklasifikasi adalah Oksigen Terlarut (DO), Padatan Terlarut Total (TDS, Padatan Tersuspensi Total (TSS), pH, Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD), Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD), Total Phosphat, *Nitrate* dan *Fecal Coliform*.
3. Data yang di klasifikasi adalah data historis kualitas air waduk (Muka Kuning, Sei Jago, Sei Pulai dan Sei Ladi) dalam bentuk data deret waktu (pengukuran tahun 2020, 2021 dan 2022), data berasal dari pengukuran PT. Unilab Perdana dengan 324 sampel data.
4. Akurasi klasifikasi diukur secara otomatis menggunakan metrik akurasi dengan program aritmatika (Pemograman Bahasa Python).
5. Klasifikasi data dilakutan secara otomatis menggunakan model *machine learning* (Pemograman Bahasa Python).
6. *Platform* yang digunakan untuk klasifikasi adalah *Google Colab*.

D. Tujuan penelitian

Berdasarkan penelitian terdahulu yang belum mendalam, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam klasifikasi kualitas air waduk yang dibagi ke dalam empat kelas menggunakan pembelajaran mesin dan menganalisis perbandingan kinerja model pembelajaran mesin *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Random Forest (RF)* yang diterapkan untuk klasifikasi kualitas air waduk.

E. Manfaat penelitian

Penelitian klasifikasi kualitas air waduk menggunakan model pembelajaran mesin *LSTM* dan *RF* memiliki potensi manfaat yang signifikan. Model ini dapat membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi pemantauan kualitas air, mendukung pengambilan keputusan yang lebih terinformasi oleh para pemangku kepentingan. Selain itu, penelitian ini dapat berkontribusi pada kemajuan dalam bidang pembelajaran mesin dan bermanfaat bagi berbagai disiplin ilmu seperti ilmu komputer, teknik lingkungan, dan ilmu data. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya menjaga kelestarian dan pemanfaatan sumber daya air waduk secara berkelanjutan.

