

BAB I

PENDAHULUAN

Atmosfer bumi tersusun atas campuran gas-gas yang dikenal sebagai udara, yang memiliki peran vital dalam mendukung kehidupan dan fenomena alam. Komposisinya terutama terdiri dari nitrogen (sekitar 78%) dan oksigen (sekitar 21%), dengan jumlah kecil gas lain seperti argon, karbon dioksida, neon, helium, metana, hidrogen, dan ozon. Selain gas-gas utama, udara juga mengandung uap air, debu, serta zat pencemar dengan kadar yang berbeda-beda, tergantung pada kondisi lingkungan, termasuk pencemaran udara. Dengan berkembangnya teknologi modern, transportasi, dan industri manufaktur, terjadi peningkatan emisi partikel (PM) dalam konsentrasi tinggi, yang dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan bagi manusia..[1]

Polusi udara diketahui dapat menyebabkan dampak kesehatan pada masyarakat umum[2]

Polutan udara dapat dihasilkan oleh aktivitas manusia atau dari beberapa sumber alami, yang berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan. Partikel padat, gas, maupun tetesan cairan dapat berperan sebagai substansi pencemar udara [3]

Gas, partikel, jamur, bakteri, serta berbagai kontaminan lainnya dapat memengaruhi kualitas udara di dalam ruangan. Beberapa sumber polusi bertanggung jawab atas buruknya kualitas udara dalam ruangan, baik di dalam maupun di luar ruangan. Sumber polusi udara di luar ruangan seperti emisi kendaraan bermotor dan industri, dapat masuk ke dalam gedung melalui pintu, jendela, dan sistem ventilasi. [4]

Telah menjadi pandangan umum bahwa polusi udara di wilayah perkotaan memiliki dampak langsung terhadap kesehatan manusia, terutama di negara-negara berkembang dan negara industri yang belum memiliki upaya memadai untuk memperbaiki kualitas udara [5]

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa lebih dari 80% warga yang tinggal di lingkungan perkotaan yang kualitas udaranya dipantau terpapar pada tingkat kualitas udara yang melebihi batas pedoman WHO. WHO juga memperkirakan bahwa 4,2 juta kematian setiap tahun terkait dengan paparan polusi udara luar ruangan [6] Oleh karena itu, Memprediksi kualitas udara secara akurat beberapa jam ke depan merupakan tugas yang menantang dalam beberapa tahun terakhir [7]

Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi metode yang paling efektif dalam memprediksi kualitas udara dengan menggunakan berbagai teknik machine learning [8]

Salah satu model pembelajaran mendalam yang sering digunakan dalam prediksi deret waktu adalah Long Short-Term Memory (LSTM). Model ini mampu menganalisis pola dalam data waktu dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode tradisional [9]

LSTM merupakan teknik pembelajaran mesin yang dirancang untuk memahami hubungan jangka panjang dalam data deret waktu [10]

Pendekatan lain yang efektif untuk melakukan prediksi ini adalah dengan menggunakan algoritma machine learning, seperti Random Forest, Salah satu metode regresi yang sangat efektif untuk fitur dengan hubungan non-linear adalah Random Forest (RF). Algoritma ini dikenal karena kemampuannya menghasilkan prediksi dengan akurasi tinggi, mengurangi risiko overfitting, serta mempertahankan kinerja yang baik. [11]

Di antara berbagai metode yang diterapkan metode pembelajaran mendalam seperti jaringan saraf sering diterapkan pada tugas peramalan deret waktu karena kemampuannya dalam mengenali pola kompleks dan hubungan nonlinier. [12]

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja tiga model prediksi, yaitu LSTM, Random Forest, dan CNN-GRU, dalam memprediksi kualitas udara yang diukur menggunakan perangkat NodeMCU ESP 8266 di ruang rektorat Universitas Prima Indonesia. Hasil akurasi dari masing-masing model menjadi dasar untuk menentukan model terbaik. Berdasarkan evaluasi kinerja, **Random Forest** menunjukkan performa terbaik dengan nilai **R²** sebesar **0,9073**, **MAE** sebesar **123,31**, dan **RMSE** sebesar **274,45**. Sementara itu, **LSTM** mencapai **R²** **0,8341**, **MAE** **175,64**, dan **RMSE** **330,98**, sedangkan **CNN-GRU** memperoleh **R²** **0,8714**, **MAE** **176,07**, dan **RMSE** **296,83**.