

ABSTRAK

Free Space Optic (FSO) merupakan teknologi komunikasi nirkabel berbasis cahaya yang mampu mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi dan efisiensi biaya. Namun, sistem ini sangat rentan terhadap gangguan atmosfer seperti kabut, hujan, dan turbulensi udara, yang dapat menyebabkan peningkatan *Bit Error Rate* (BER) dan menurunkan kualitas transmisi. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu memprediksi nilai BER secara akurat untuk menjaga keandalan komunikasi dalam kondisi cuaca yang dinamis.

Penelitian ini menghasilkan sistem prediksi bernama FSOPredict, yang dirancang untuk memperkirakan nilai BER pada jaringan komunikasi FSO secara *real-time*. Sistem ini menggabungkan pendekatan *machine learning* menggunakan algoritma *Random Forest*, simulasi optik dari *OptiSystem*, serta antarmuka web interaktif berbasis *Next.js* dan *Flask*. Model dioptimasi menggunakan metode *hyperparameter tuning Optuna*, dan sistem dilengkapi dengan fitur autentikasi menggunakan *JSON Web Token* (JWT). Website ini tidak hanya menyediakan prediksi BER, tetapi juga klasifikasi cuaca, rekomendasi teknis sistem FSO, dan penyimpanan riwayat prediksi.

Hasil pengujian menunjukkan performa model yang sangat baik dengan nilai R^2 sebesar 1.0000, MAE sebesar 0.0052, MSE sebesar 0.0786, dan RMSE sebesar 0.2803. Sedangkan untuk klasifikasi kondisi cuaca, model yang menggunakan optimasi *optuna* juga menunjukkan performa yang sesuai spesifikasi untuk metrik dengan beban (*weighted*) yang mendapatkan nilai akurasi mencapai 0.84, *precision* 0.86, *recall* 0.84, dan *F1-score* 0.84. Waktu inferensi yang rendah (< 0.5 detik) membuktikan sistem ini cocok digunakan untuk pengambilan keputusan adaptif di lapangan. Dari sisi antarmuka, skor *Google Lighthouse* mencapai 97 (*desktop*) dan 82 (*mobile*) untuk performa, serta 100 untuk *Best Practices* dan *SEO*, dan 91 untuk *Accessibility*. Survei pengguna juga menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi dengan rata-rata nilai antara 4,68 hingga 4,72. Dengan kombinasi akurasi prediksi, efisiensi sistem, dan kemudahan penggunaan, FSOPredict menjadi solusi yang efektif dan aplikatif untuk mendukung keandalan sistem komunikasi optik berbasis cuaca.

Kata kunci: *Bit Error Rate*, *Free Space Optic*, *Machine Learning*, *Random Forest*, *Optuna*, *Web Interaktif*, JWT.