

INTISARI

Kualitas udara dalam ruangan memiliki pengaruh signifikan terhadap kesehatan dan kenyamanan manusia, terutama pada parameter suhu dan kelembapan. Saat ini, pemantauan secara manual sering kali rawan *human error* dan kurang efisien dalam merekam pola perubahan secara temporal. Perkembangan *Internet of Things* telah mengatasi keterbatasan ini dengan memungkinkan akuisisi data secara *real-time* dan penyajian informasi melalui visualisasi sederhana. Namun, sebagian besar implementasi yang ada masih terbatas pada pemantauan dan pencatatan, tanpa adanya integrasi dengan model prediktif. Kesenjangan ini menunjukkan bahwa sistem yang ada belum mampu memproyeksikan kondisi udara di masa depan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan solusi terintegrasi yang mampu menggabungkan pemantauan data *real-time* dengan peramalan deret waktu yang akurat, khususnya untuk variabel suhu dan kelembapan.

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem *Internet of Things* yang terintegrasi. Sistem menggunakan perangkat keras ESP32 serta sensor BME280, MQ135, dan GP2Y1010AU0F yang mentransmisikan data melalui protokol HTTP ke *platform* ThingSpeak. Data yang terkumpul kemudian diakses oleh *website* pemantauan dan digunakan sebagai masukan untuk model prediksi yang di-*deploy* pada layanan Railway. Peramalan deret waktu dilakukan dengan membandingkan kinerja tiga model yaitu ARIMA, SARIMA (statistik) dan SVR (*machine learning*). Pemilihan parameter terbaik pada model statistik didasarkan pada nilai AIC terendah, sementara kinerja seluruh model dievaluasi menggunakan metrik MAE, MAPE, RMSE, dan R^2 .

Implementasi sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* berhasil mengumpulkan dan mengirimkan data secara *real-time*. Pengujian akurasi sensor BME280 menunjukkan kinerja yang baik, dengan rata-rata persentase kesalahan masing-masing 2,53% (suhu) dan 6,11% (kelembapan). Evaluasi kinerja model peramalan menunjukkan bahwa SVR adalah model yang paling optimal, mengungguli ARIMA dan SARIMA, baik untuk peramalan suhu maupun kelembapan. Pada data uji suhu, SVR mencapai MAE 0,179°C, MAPE 0,6%, RMSE 0,265°C, dan R^2 0,961. Sementara itu, pada data uji kelembapan, SVR menghasilkan MAE 1,265%, MAPE 2,0%, RMSE 1,689%, dan R^2 0,920. Seluruh hasil pemantauan dan peramalan disajikan secara komprehensif melalui antarmuka *website* yang dapat diakses secara *online*.

Kata kunci: *Internet of Things*, Kualitas Udara Dalam Ruangan, ARIMA, SARIMA, SVR, Peramalan Deret Waktu

ABSTRACT

Indoor air quality significantly influences human health and comfort, especially concerning the parameters of temperature and humidity. Currently, manual monitoring is often prone to human error and is less efficient at recording temporal change patterns. The development of Internet of Things has overcome this limitation by enabling real-time data acquisition and presenting information through simple visualizations. However, most existing implementations are still limited to monitoring and recording, lacking integration with predictive models. This gap indicates that current systems are unable to project future air conditions. Therefore, this research aims to present an integrated solution capable of combining real-time data monitoring with accurate time series forecasting, specifically for the temperature and humidity variables.

This research designs and implements an integrated Internet of Things system. The system utilizes ESP32 hardware along with BME280, MQ135, and GP2Y1010AU0F sensors, which transmit data via the HTTP protocol to the ThingSpeak platform. The collected data is then accessed by the monitoring website and used as input for the predictive model deployed on the Railway service. Time series forecasting is performed by comparing the performance of three models: ARIMA, SARIMA (statistical), and SVR (machine learning). The selection of the best parameters for the statistical models is based on the lowest AIC value, while the performance of all models is evaluated using the MAE, MAPE, RMSE, and R^2 metrics.

The implementation of the IoT-based monitoring system successfully collected and transmitted data in real-time. The accuracy testing of the BME280 sensor showed good performance, with average percentage errors of 2.53% (temperature) and 6.11% (humidity), respectively. The evaluation of the predictive model performance indicated that SVR is the most optimal model, outperforming ARIMA and SARIMA, for both temperature and humidity prediction. For the temperature test data, SVR achieved an MAE of 0.179°C, MAPE of 0.6%, RMSE of 0.265°C, and R^2 of 0.961. Meanwhile, for the humidity test data, SVR yielded an MAE of 1.265%, MAPE of 2.0%, RMSE of 1.689%, and R^2 of 0.920. All monitoring and prediction results are comprehensively presented through an online-accessible website interface.

Key words: Internet of Things, Indoor Air Quality, ARIMA, SARIMA, SVR, Time Series Forecasting