

ABSTRAK

Kualitas udara dalam ruangan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kesehatan dan kenyamanan manusia. Penggunaan *air purifier* secara manual memiliki keterbatasan karena belum mampu menyesuaikan kondisi kualitas udara dan keberadaan penghuni secara otomatis. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan *Smart Air Purifier* berbasis ESP-32 dengan kombinasi kontrol logika *Fuzzy Sugeno* dan algoritma YOLO v11n untuk mengoptimalkan kualitas udara dalam ruangan. Sistem menggunakan sensor MQ-7 untuk mengukur CO, GP2Y1010AU0F untuk partikulat PM_{2,5}, DHT-22 untuk suhu dan kelembapan, serta *webcam* dengan YOLO v11n untuk mendeteksi keberadaan dan jumlah orang. Pemurnian udara menggunakan HEPA filter dan lampu UVC, sedangkan *Fuzzy Sugeno* menentukan respons kecepatan kipas berdasarkan kondisi udara dan jumlah penghuni. Pengujian dilakukan pada ruangan tertutup berukuran 3 × 3 m dengan pengambilan data setiap 5 menit. Hasil pengujian menunjukkan nilai koefisien determinasi sensor di atas 0,94, mAP YOLO v11n sebesar 95,56%. Pada kondisi polusi tinggi, sistem mampu menurunkan CO dari 100 PPM menjadi 1 PPM dalam 10 menit dan PM_{2,5} dari 185 µg/m³ menjadi 25 µg/m³ dalam 55 menit. Berdasarkan hasil tersebut, sistem mampu melakukan pemantauan dan pengendalian kualitas udara secara adaptif.

Kata kunci: *Smart Air Purifier*, ESP-32, *Fuzzy Sugeno*, YOLO v11n, kualitas udara, PM_{2,5}.



ABSTRACT

Indoor air quality is one of the factors that affects human health and comfort. The manual use of air purifiers has limitations because it cannot automatically adapt to changes in air quality and room occupancy. This study aims to design and implement an ESP-32-based Smart Air Purifier integrated with Sugeno Fuzzy Logic control and the YOLO v11n algorithm to optimize indoor air quality. The system uses an MQ-7 sensor to measure CO, a GP2Y1010AU0F sensor to measure PM2.5 particulate matter, a DHT-22 sensor to measure temperature and humidity, and a webcam with YOLO v11n to detect the presence and number of people. Air purification is performed using a HEPA filter and a UVC lamp, while Sugeno Fuzzy Logic determines the fan speed response based on air quality conditions and room occupancy. Testing was conducted in a 3×3 m enclosed room with data collected every 5 minutes. The results showed that the sensors achieved coefficients of determination above 0.94, YOLO v11n achieved a mean Average Precision (mAP) of 95.56%, and the implemented Sugeno Fuzzy Logic produced an error of 0%. Under high-pollution conditions, the system reduced CO from 100 PPM to 1 PPM within 10 minutes and PM2.5 from $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ to $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ within 55 minutes. Based on these results, the system is capable of monitoring and controlling indoor air quality adaptively.

Keywords: Smart Air Purifier, ESP-32, Sugeno Fuzzy, YOLO v11n, indoor air quality, PM_{2.5}.

