

## ABSTRAK

SMK Negeri 3 Lhokseumawe terletak di daerah dengan aktivitas tinggi yang dikelilingi oleh hotel, bengkel, dan pemukiman penduduk. Berdasarkan data internal sekolah, keluhan siswa terkait gangguan pernapasan meningkat secara signifikan dari 8% pada tahun 2020 menjadi 30% pada tahun 2024. Kondisi ini menunjukkan urgensi kebutuhan akan sistem pemantauan kualitas udara yang adaptif, efisien, dan dapat beroperasi secara *real-time* di lingkungan sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan dan deteksi dini pencemaran udara berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan integrasi metode *fuzzy* Takagi Sugeno Kang (TSK). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor MQ-135 (CO<sub>2</sub>), MQ-7 (CO), GP2Y1010AU0F (PM10), dan DHT22 (suhu dan kelembaban). Berbeda dengan pendekatan konvensional yang hanya membaca data mentah atau mengandalkan ambang batas yang tetap, metode *fuzzy* TSK mampu secara adaptif memproses data multivariat dan menghasilkan klasifikasi kualitas udara yang lebih tepat. Data dikirim secara *real-time* ke *server* dan ditampilkan melalui situs web dan LCD. Pengujian dilakukan selama 7 jam dengan 100 sampel dalam kondisi lingkungan yang relatif terkontrol. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan stabil dan akurat, salah satunya adalah pengukuran CO 8,26 ppm, CO<sub>2</sub> 587 ppm, PM10 36,34 µg/m<sup>3</sup>, temperatur 29,60°C, dan kelembaban 76,50%, yang diklasifikasikan sebagai “Cukup” berdasarkan nilai *fuzzy* 2,303735. Penelitian ini mengisi gap literatur dengan mengoptimalkan metode *fuzzy* TSK pada perangkat terbatas sumber daya (ESP32), serta menawarkan kebaruan dalam penyajian informasi kualitas udara secara cepat dan kontekstual untuk mendukung mitigasi risiko kesehatan di lingkungan pendidikan.

Kata Kunci : *Internet of Things*, Sekolah, *Fuzzy*, *Real-Time*, Mikrokontroler

## **ABSTRACT**

*SMK Negeri 3 Lhokseumawe is located in a high activity area surrounded by hotels, workshops and residential areas. Based on internal school data, student complaints related to respiratory problems increased significantly from 8% in 2020 to 30% in 2024. This condition shows the urgency of the need for an air quality monitoring system that is adaptive, efficient, and can operate in real-time in the school environment. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based air pollution monitoring and early detection system with the integration of Takagi Sugeno Kang (TSK) fuzzy method. The system uses an ESP32 microcontroller connected to MQ-135 (CO<sub>2</sub>), MQ-7 (CO), GP2Y1010AU0F (PM10), and DHT22 (temperature and humidity) sensors. In contrast to conventional approaches that only read raw data or rely on fixed thresholds, the TSK fuzzy method is able to adaptively process multivariate data and produce more precise air quality classifications. Data is sent in real-time to the server and displayed via website and LCD. Tests were conducted for 7 hours with 100 samples under relatively controlled environmental conditions. The implementation results show that the system runs stably and accurately, one of which is the measurement of CO 8.26 ppm, CO<sub>2</sub> 587 ppm, PM10 36.34 µg/m<sup>3</sup>, temperature 29.60°C, and humidity 76.50%, which is classified as “Fair” based on a fuzzy value of 2.303735. This research fills the literature gap by optimizing the TSK fuzzy method on a resource-limited device (ESP32), and offers novelty in the presentation of air quality information quickly and contextually to support health risk mitigation in educational environments.*

*Keyword: Internet of Things, School, Fuzzy, Real-time, Microcontroller*