

## RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan sensor berbiaya rendah, *Winsen ZH03B*, untuk mendeteksi konsentrasi polusi partikulat halus  $PM_{2.5}$  di udara ambien. Sensor ZH03B diintegrasikan dengan *mikrokontroler* dan dikonfigurasi dalam platform IoT untuk memungkinkan pemantauan data secara *real-time*, sehingga memudahkan pengguna dalam mengakses informasi kualitas udara kapan saja dan di mana saja. Data dari sensor dikirimkan dan divisualisasikan melalui antarmuka *web* pada *server ThingSpeak*. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development (R&D)* yang mengacu pada model pengembangan instruksional ADDIE, yang mencakup lima tahap sistematis, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Melalui pendekatan ini, sistem dikembangkan secara bertahap untuk memastikan fungsionalitas dan keandalannya. Pengujian pengukuran sensor ZH03B dibandingkan dengan beberapa alat referensi, yaitu FD-VAPE-8100 pada skala lab dan Alat BAM-1020 BMKG di lapangan, untuk mengevaluasi keakuratan hasil pengukuran. Selama delapan hari pengukuran di lapangan, antara Sensor ZH03B dengan alat BAM-1020 BMKG berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring yang telah dilakukan, diperoleh bahwa sensor ZH03B memiliki potensi yang cukup baik untuk pengembangan lebih lanjut dalam pengukuran konsentrasi  $PM_{2.5}$  kedepannya. Hal ini terlihat dari periode pengukuran hari ke-3 hingga hari ke-5, di mana nilai *Error* dan RMSE menunjukkan penurunan yang konsisten serta tingkat akurasi meningkat secara signifikan, dengan mayoritas nilai berada di atas 80%. Ini mengindikasikan adanya kestabilan performa sensor dalam rentang waktu tersebut. Namun demikian, pada hari ke-1, ke-2, ke-7, dan ke-8, terjadi lonjakan signifikan pada nilai *Error* dan RMSE, serta penurunan akurasi yang mencerminkan ketidakstabilan kinerja sensor. Fluktuasi ini menunjukkan bahwa sensor ZH03B masih memiliki keterbatasan dalam menjaga konsistensi pembacaan, terutama pada kondisi tertentu. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan perangkat kelembapan (*humidity trap*) berguna mereduksi interferensi partikel air terhadap akurasi pengukuran, serta menambahkan sensor suhu dan kelembapan tambahan untuk mendukung kinerja sensor ZH03B secara lebih optimal.

**Kata Kunci:** Ambien  $PM_{2.5}$ , *Internet of Things*, *Low-Cost Sensor*

## **SUMMARY**

*This study aims to design and develop an air quality monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using a low-cost sensor, the Winsen ZH03B, to detect fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) concentrations in ambient air. The ZH03B sensor is integrated with a microcontroller and configured within an IoT platform to enable real-time data monitoring, allowing users to access air quality information anytime and anywhere. Sensor data is transmitted and visualized via a web interface on the ThingSpeak server. The research follows the Research and Development (R&D) approach using the ADDIE instructional development model, which includes five systematic phases: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. This approach ensures the system is developed step by step to guarantee functionality and reliability. The ZH03B sensor's measurement accuracy was evaluated against reference instruments, namely the FD-VAPE-8100 in a laboratory setting and BMKG's BAM-1020 in field measurements. Over eight days of field testing, results showed that the ZH03B sensor demonstrated promising potential for further development in PM<sub>2.5</sub> monitoring, particularly during days 3 to 5, where consistent decreases in error and RMSE values and significant accuracy improvements (mostly above 80%) indicated stable performance. However, significant spikes in error and RMSE and drops in accuracy on days 1, 2, 7, and 8 revealed performance instability under certain conditions. Therefore, future research is recommended to integrate a humidity trap to reduce water particle interference and include additional temperature and humidity sensors to enhance the ZH03B sensor's overall performance.*

**Keywords:** Ambient PM<sub>2.5</sub>, Internet of Things, Low-Cost Sensor