

Jaringan jalan adalah infrastruktur krusial yang mendukung aktivitas ekonomi dan memiliki dampak signifikan terhadap aspek lalu lintas, termasuk keselamatan dan biaya operasional kendaraan. Menurut Badan Pusat Statistik, pada tahun 2022 tercatat sebanyak 139.258 kecelakaan, di mana, menurut Kementerian Perhubungan, 30% di antaranya disebabkan oleh faktor prasarana dan lingkungan. Kondisi jalan yang optimal menjadi sangat penting demi mengurangi dampak negatif tersebut. Pendeteksian kondisi jalan merupakan langkah dini dalam pemeliharaan jalan agar optimal. Standar internasional seperti *International Roughness Index* (IRI) digunakan sebagai parameter dalam mengidentifikasi kondisi suatu jalan. Namun, pengukuran IRI secara konvensional memerlukan waktu, biaya, dan sumber daya yang tidak sedikit. Oleh karena itu, pengembangan teknologi dapat dipertimbangkan untuk mengatasi masalah ini.

Implementasi teknologi yang diusulkan adalah sistem pendeteksi kerusakan jalan menggunakan *Inertial Measurement Unit* (IMU) 9 *Degree of Freedom* (DOF) dan *Global Positioning System* (GPS) berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mencakup subsistem *hardware*, *firmware*, *backend*, dan *frontend*. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan subsistem *backend* dengan tujuan mengimplementasi *backend* secara efektif dan mengevaluasi spesifikasi *backend* berdasarkan performa. *Backend* memanfaatkan teknologi Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), WebSocket, Representational State Transfer Application Programming Interface (REST API), dan bahasa pemrograman C# untuk memfasilitasi pengiriman data sensor secara *realtime*, menghitung IRI, dan menyediakan akses data melalui API. Arsitektur *backend* didesain dengan prinsip monolitik untuk mendukung sistem dengan *response time* rendah. Pengelolaan data menggunakan PostgreSQL dengan TimescaleDB untuk menangani data *time series* dari sensor. Hasil pengujian simulasi dan *black box* menunjukkan keberhasilan implementasi *backend* yang efektif. Pengujian performa dilakukan untuk mengevaluasi spesifikasi performa dari *backend* yang dikembangkan menggunakan Apache JMeter.

Kata kunci : *Backend*, deteksi kondisi jalan, *International Roughness Index* (IRI), *Internet of Things* (IoT), *Inertial Measurement Unit* (IMU).

ABSTRACT

Road networks are crucial infrastructure supporting economic activities and significantly impact traffic aspects, including safety and vehicle operational costs. According to the Central Statistics Agency, in 2022 there were a total of 139,258 accidents, with 30% attributed to infrastructure and environmental factors according to the Ministry of Transportation. Optimal road conditions are essential to mitigate these negative impacts. Early detection of road conditions is a key step in road maintenance for optimal performance. International standards such as the International Roughness Index (IRI) are used as parameters to identify road conditions. However, conventional IRI measurements require considerable time, cost, and resources. Therefore, technological advancements can be considered to address these challenges.

The proposed technology implementation is a road damage detection system using a 9 Degree of Freedom (DOF) Inertial Measurement Unit (IMU) and GPS-based Internet of Things (IoT), encompassing hardware, firmware, backend, and frontend subsystems. This research focuses on developing backend subsystems with the aim of implementing backends effectively and evaluating backend specifications based on performance. The backend utilizes Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), WebSocket, Representational State Transfer Application Programming Interface (REST API), and C# programming language to facilitate real-time sensor data transmission, calculate IRI, and provide data access via APIs. The backend architecture is designed with a monolithic principle to support low-response time systems. Data management utilizes PostgreSQL with TimescaleDB to handle time-series sensor data. The results of the simulation and black box testing indicate the successful implementation of an effective backend. Performance testing was conducted to highlight the performance specifications of the developed backend utilizing Apache JMeter.

Keywords: Backend, road condition detection, International Roughness Index (IRI), Internet of Things (IoT), Inertial Measurement Unit (IMU).