

ABSTRAK

Penggunaan robot dalam skenario penyelamatan bencana menjadi solusi efektif untuk menjangkau area berbahaya yang sulit diakses oleh manusia. Penelitian ini mengembangkan sistem *gesture controlled* robot menggunakan sensor *gyroscope* MPU6050 dan modul komunikasi nirkabel NRF24L01, dengan implementasi Kalman Filter untuk meningkatkan akurasi data sensor. Sistem ini dirancang agar mampu mengenali *gesture* tangan pengguna seperti maju, mundur, belok kiri, dan belok kanan, kemudian mengubahnya menjadi perintah kendali robot secara *real-time*. Kalman Filter digunakan untuk menyaring *noise* yang sering terjadi pada data *gyroscope*, sehingga menghasilkan estimasi gerakan yang lebih stabil. Perancangan sistem dilakukan melalui integrasi perangkat keras dan lunak berbasis Arduino Uno, meliputi sensor, aktuator, serta modul komunikasi. Hasil pengujian visualisasi rute robot menunjukkan bahwa Kalman Filter mampu mengurangi fluktuasi data sensor, misalnya pada *gesture* "mundur" estimasi berubah dari -766 menjadi -170, dan *gesture* "belok kanan" dari 102 menjadi 426. Selain itu, rata-rata delay sistem berada pada kisaran 3–8 ms, menunjukkan respon yang cepat terhadap *input gesture*. Nilai RMSE sebesar 339,59 mengindikasikan tingkat akurasi estimasi yang cukup baik. Sistem ini dinilai responsif, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan fungsional serta nonfungsional yang ditentukan. Dengan demikian, sistem *gesture control* berbasis Kalman Filter ini memiliki potensi besar dalam mendukung operasi robot penyelamat di area bencana.

Kata kunci: Kalman Filter, *Gesture Control*, Gyroscope, NRF24L01, Robot.



ABSTRACT

The use of robots in disaster rescue scenarios has become an effective solution for reaching hazardous areas that are difficult for humans to access. This study develops a gesture-controlled robot system utilizing an MPU6050 gyroscope sensor and NRF24L01 wireless communication module, with the implementation of a Kalman Filter to improve the accuracy of sensor data. The system is designed to recognize user hand gestures such as forward, backward, turn left, and turn right, and convert them into real-time robot control commands. The Kalman Filter is applied to reduce noise in the gyroscope readings, producing smoother and more reliable gesture estimations. The system is built on an Arduino Uno platform, integrating hardware components including sensors, actuators, and wireless modules. Experimental results demonstrate that the Kalman Filter effectively minimizes data fluctuations; for instance, in the "backward" gesture, the estimated value improved from -766 to -170, and for the "turn right" gesture, from 102 to 426. Additionally, the average system delay ranges between 3–8 ms, indicating a fast response to gesture input. The Root Mean Square Error (RMSE) value of 339.59 reflects a reasonably accurate estimation performance. Overall, the system performs responsively, stably, and meets both the functional and non-functional requirements of the design. Therefore, the gesture-controlled robot system enhanced with Kalman Filter shows great potential in supporting rescue robot operations in disaster-prone environments.

Keywords: Kalman Filter, Gesture Control, Gyroscope, NRF24L01, Robot.

