

ABSTRAK

Salah satu tantangan utama dalam pengoperasian *autonomous mobile robot* adalah fitur *docking* otonom ke stasiun pengisian daya, yang mana memerlukan perencanaan trajektori yang akurat untuk memastikan robot dapat bergerak menuju stasiun pengisian dengan tepat, sekaligus menjaga kontinuitas operasi tanpa intervensi manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan algoritma perencanaan trajektori pada sistem *docking* otonom untuk *autonomous mobile robot* menggunakan deteksi penanda ArUco secara *real-time* berbasis LSTM, serta menganalisis kinerja sistem secara menyeluruh. Algoritma ini mengandalkan deteksi penanda ArUco untuk lokalisasi, dan menggunakan model LSTM untuk membuat trajektori serta mengintegrasikannya dengan sistem untuk memastikan manuver yang presisi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi penanda ArUco dengan akurasi mencapai 99,34% dengan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 3,24 cm. Selain itu, sistem ini mampu melakukan pergerakan otomatis menuju stasiun pengisian daya dengan waktu pemrosesan sebesar 220 ms pada setiap data, sehingga mendukung pergerakan *real-time* tanpa penundaan signifikan. Akurasi model saat pelatihan menunjukkan hasil akurasi sebesar 87% pada kecepatan linear dan 92% pada kecepatan angular dengan nilai *Mean Squared Error* (MSE) kecepatan linear sebesar 0,00031 m/s dan MSE untuk kecepatan angular sebesar 0,12063 rad/s. Sebagai tambahan, sistem dilengkapi dengan fitur keamanan, yang secara otomatis menghentikan robot ketika penanda ArUco tidak terdeteksi, mencegah terjadinya tabrakan atau kerusakan pada objek yang ada di depan robot. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan algoritma LSTM dapat digunakan sebagai perencanaan trajektori untuk *docking* otonom.

Kata kunci: *Autonomous Mobile robot*, *docking* otonom, algoritma LSTM, deteksi ArUco, perencanaan trajektori.



ABSTRACT

One of the primary challenges in operating autonomous mobile robots is the autonomous docking feature at charging stations, which requires accurate trajectory planning to ensure the robot can navigate precisely to the charging station while maintaining operational continuity without human intervention. This research aims to design and implement a trajectory planning algorithm for autonomous docking systems in autonomous mobile robots using real-time ArUco marker detection based on Long Short-Term Memory (LSTM), as well as to comprehensively analyze the system's performance. The algorithm relies on ArUco marker detection for localization and employs an LSTM model to generate trajectories, integrating it with the system to ensure precise maneuvering. Experimental results demonstrate that the system successfully detected ArUco markers with an accuracy of 99.34% and a Root Mean Squared Error (RMSE) of 3.24 cm. Furthermore, the system was able to perform automatic movement toward the charging station with a processing time of 220 ms per data point, supporting real-time operation without significant delays. Model accuracy during training achieved 87% for linear velocity and 92% for angular velocity, with a Mean Squared Error (MSE) of 0.00031 m/s for linear velocity and 0.12063 rad/s for angular velocity. Additionally, the system includes a safety feature that automatically halts the robot when the ArUco marker is not detected, preventing collisions or damage to objects in front of the robot. Overall, the findings indicate that the use of the LSTM algorithm is feasible for trajectory planning in autonomous docking systems.

Keywords: *Autonomous Mobile robot, autonomous docking, LSTM algorithm, ArUco detection, trajectory planning.*

