

ABSTRAK

Perkembangan teknologi robotika mendorong pengembangan sistem kendali yang mampu menjaga kestabilan pergerakan *mobile robot* pada berbagai kondisi lintasan, khususnya lintasan bidang miring. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kendali kecepatan berbasis *Proportional-Integral-Derivative* (PID) pada Differential Drive Mobile Robot (DDMR) menggunakan mikrokontroler ESP32 agar robot mampu mempertahankan kecepatan konstan sebesar 6 m/s saat melintasi lintasan datar, belokan, tanjakan, dan turunan. Sistem terdiri atas ESP32 sebagai pengendali utama, sensor MPU6050 sebagai pendeteksi kemiringan, sensor TCS3200 sebagai pendeteksi warna lintasan, driver motor L298N, motor DC sebagai aktuator, dan LCD sebagai media tampilan. Proses pengendalian dilakukan dengan membandingkan kecepatan aktual terhadap nilai setpoint sehingga diperoleh nilai *error* yang digunakan sebagai masukan algoritma PID untuk menghasilkan sinyal PWM pengendali motor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kecepatan robot mendekati nilai setpoint pada berbagai kondisi lintasan, dengan rata-rata kecepatan aktual sebesar 5,20 m/s terhadap *setpoint* 6 m/s. Parameter PID terbaik menghasilkan rata-rata *error* sebesar 0,80 m/s dengan tingkat keberhasilan pengendalian mencapai 86,67%, sehingga robot mampu menyelesaikan 5 putaran lintasan dengan kecepatan yang relatif stabil meskipun terjadi perubahan beban akibat tanjakan, turunan, dan belokan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan kendali PID pada *mobile robot* berbasis ESP32 efektif dalam meningkatkan kestabilan kecepatan serta menjaga performa pergerakan robot pada lintasan bidang miring.

Kata Kunci: *Mobile Robot*, Kestabilan, Jalan Miring, PID, MPU6050, Sensor TCS3200.

ABSTRACT

Advancements in robotics technology have driven the development of control systems capable of maintaining the movement stability of mobile robots across various path conditions, particularly on inclined surfaces. This research aims to design and implement a Proportional-Integral-Derivative (PID)-based speed control system for a Differential Drive Mobile Robot (DDMR) using an ESP32 microcontroller, enabling the robot to maintain a constant speed of 6 m/s across flat sections, turns, inclines, and declines. The system comprises an ESP32 as the main controller, an MPU6050 sensor for inclination detection, a TCS3200 sensor for track color detection, an L298N motor driver, DC motors as actuators, and an LCD for data display. Control is achieved by comparing the actual speed against the setpoint to determine the error value; this error serves as input for the PID algorithm to generate the PWM signal for motor control. Test results demonstrate that the system successfully maintains the robot's speed close to the setpoint across various path conditions, achieving an average actual speed of 5.20 m/s against a 6 m/s setpoint. The optimal PID parameters yielded an average error of 0.80 m/s and a control success rate of 86.67%, allowing the robot to complete five laps with relatively stable speed despite load variations caused by inclines, declines, and turns. These results indicate that implementing PID control on an ESP32-based mobile robot is effective in enhancing speed stability and maintaining movement performance on inclined paths.

Keywords: Mobile Robot, Stability, Slope, PID, MPU6050, TCS3200 Sensor.