

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada perancangan *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) menggunakan algoritma *inverse kinematics* dan metode *Proportional Integral Derivative* (PID) untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi gerakan dalam berbagai kondisi operasional bawah air. AUV dilengkapi dengan lima propeller yang digerakkan oleh motor *brushed*, dua di antaranya menghadap horizontal untuk menggerakkan AUV maju/mundur, dan tiga propeller menghadap vertikal untuk mengendalikan gerakan naik/turun. Sistem kendali AUV memanfaatkan sensor *Inertial Measurement Unit* (IMU) dan sensor tekanan untuk stabilisasi dan kontrol kedalaman, yang dioptimalkan melalui metode PID. Ditemukan bahwa perbedaan kecepatan putaran motor 402 rpm pada sudut kemiringan 5 derajat disebabkan oleh kesalahan pemasangan sensor IMU, sehingga diperlukan proses kalibrasi untuk meningkatkan akurasi pembacaan sudut. Dari pengujian gaya dorong diketahui bahwa gaya minimum sebesar 0,015 N cukup untuk menggerakkan robot ke arah bawah, yang menjadi dasar penting dalam merancang sistem propulsi yang efisien. Implementasi sistem *stabilizer* dengan kontrol PID menunjukkan keberhasilan dalam mempertahankan kestabilan *pitch* dan *roll* dengan nilai gain $K_p = 6$, $K_i = 0,04$ dan $K_d = 10$, pengujian dalam kestabilan kedalaman juga menunjukkan hasil yang baik menggunakan PID dengan parameter $K_p = 12$, $K_i = 0,04$, dan $K_d = 10$, meskipun begitu robot masih menunjukan ketidakstabilan saat diberi arus air dengan debit 1,15 liter/s. Sistem kestabilan yang diterapkan mampu meredam kemiringan hingga 7,5 derajat, menunjukan potensi sistem ini dalam menjaga orientasi robot pada kondisi lingkungan yang dinamis.

Kata kunci: *Autonomous Underwater Vehicle*, algoritma *inverse kinematics*, metode PID, sensor *Inertial Measurement Unit*, Kalibrasi sensor, Gaya dorong.

ABSTRACT

This study focuses on the design of an Autonomous Underwater Vehicle (AUV) using the Inverse Kinematics algorithm and the Proportional Integral Derivative (PID) method to improve the accuracy and efficiency of movement under various underwater operational conditions. The AUV is equipped with five propellers driven by brushed motors—two of which are horizontally oriented to drive the AUV forward/backward, and three are vertically oriented to control upward/downward motion. The AUV's control system utilizes an Inertial Measurement Unit (IMU) sensor and a pressure sensor for stabilization and depth control, optimized through the PID method. It was found that a rotational speed difference of 402 rpm at a 5-degree tilt angle was caused by a misaligned IMU sensor installation, necessitating a calibration process to improve angle reading accuracy. Thrust force testing revealed that a minimum force of 0.015 N was sufficient to move the robot downward, serving as a critical reference in designing an efficient propulsion system. The implementation of a stabilizer system with PID control demonstrated success in maintaining pitch and roll stability with gain values of $K_p = 6$, $K_i = 0.04$, and $K_d = 10$. Depth stability testing also yielded good results using PID with parameters $K_p = 12$, $K_i = 0.04$, and $K_d = 10$. However, the robot still exhibited instability when subjected to water flow at a rate of 1.15 liters/second. The applied stabilization system was capable of damping tilts up to 7.5 degrees, indicating the potential of this system in maintaining the robot's orientation in dynamic environmental conditions.

Keywords: Autonomous Underwater Vehicle, inverse kinematics algorithm, PID method, Inertial Measurement Unit sensor, sensor calibration, thrust force.