

**ANALISA AKURASI POSISI ROBOT *LIQUID HANDLING SYSTEM*
MENGUNAKAN PID**

TUGAS AKHIR

Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu
(S-1) di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Oleh:

Ridho Wahyudi

NIM. 1910952033



Pembimbing (Utama)

Aulia, M.Eng., Ph.D

NIP. 196804231997021001

Pembimbing Pendamping 1

Heru Dibyo Laksono, M.T.

NIP. 197701072005011002

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
2024**

Judul	ANALISA AKURASI POSISI ROBOT <i>LIQUID HANDLING</i> SYSTEM MENGGUNAKAN PID	Ridho Wahyudi
Program Studi	Teknik Elektro	1910952033
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
Abstrak		
<p>Teknologi otomasi dan robotika mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu penerapan teknologi ini adalah untuk mendukung kinerja peneliti di bidang kesehatan, seperti biologi molekuler, pengujian obat, dan pengembangan vaksin. Pemanfaatan teknologi otomasi dan robotika di laboratorium didukung oleh penggunaan robot <i>Liquid Handling System</i> (LHS), yang dirancang khusus untuk melakukan proses manipulasi cairan seperti pemipetan, pencampuran, dan transfer cairan dalam volume mikroliter hingga nanoliter dengan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi. Kelemahan dari sistem ini umumnya terdapat pada ketidakpastian posisi lengan robot saat bergerak yang disebabkan oleh gesekan pada sumbu gerak, yang mengakibatkan posisi lengan robot kurang akurat dan menyebabkan perbedaan posisi antara kedua sumbu X (X1 dan X2). Untuk mengatasi masalah ini, dirancang sebuah sistem kontrol <i>closed-loop</i> PID untuk meningkatkan akurasi posisi dan presisi gerakan pada sumbu X robot LHS. Sistem ini memungkinkan kontrol posisi yang tepat dan menyertakan fitur untuk memasukkan titik setel dan nilai parameter PID untuk tujuan eksperimental. Parameter pengontrol PID terbaik untuk sumbu X1 ditemukan $K_p = 1000$, $K_i = 0,0002$, dan $K_d = 0,1$, menghasilkan waktu naik 1s 299,661ms, lewatan maksimum 0%, dan kesalahan kondisi tunak 0,24%. Untuk sumbu X2, parameter terbaik adalah $K_p = 1000$, $K_i = 0,0001$, dan $K_d = 0,15$, dengan waktu naik 1s 289,621ms, lewatan maksimum 0%, dan kesalahan kondisi tunak 0,26%. Tanpa kontrol PID, perbedaan posisi maksimum dan minimum untuk sumbu X1 dan X2 masing-masing adalah 0,17 mm dan 0,03 mm, sedangkan dengan kontrol PID, perbedaan ini berkurang menjadi 0,03 mm dan 0,003 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan kontrol PID meningkatkan akurasi posisi sebesar 50% dibandingkan tanpa kontrol PID. Evaluasi tersebut menghasilkan pergerakan yang stabil sekalipun diuji menggunakan keseluruhan posisi target secara bergantian dalam lima menit pengujian.</p> <p>Kata Kunci : Otomasi dan Robotika, <i>Liquid handling system</i>, PLC, Kontrol <i>closed-loop</i> PID</p>		

Title	POSITIONING ACCURACY ANALYSIS OF LIQUID HANDLING SYSTEM ROBOT USING PID	Ridho Wahyudi
Mayor	Electrical Engineering	1910952033
Engineering Faculty Universitas Andalas		
Abstract		
<p><i>Automation and robotics technology has developed very rapidly in recent years. One application of this technology is to support the performance of researchers in the health sector, such as molecular biology, drug testing, and vaccine development. The utilization of automation and robotics technology in the laboratory is supported by the use of Liquid Handling System (LHS) robots, which are specifically designed to perform liquid manipulation processes such as pipetting, mixing, and transferring liquids in microliter to nanoliter volumes with a high level of accuracy and precision. The weakness of this system is generally found in the uncertainty of the position of the robot arm when moving caused by friction in the motion axis, which results in less accurate positioning of the robot arm and causes a difference in position between the two X axes (X1 and X2). To overcome this problem, a closed-loop PID control system is designed to improve the positioning accuracy and motion precision in the X axis of the LHS robot. The system enables precise position control and includes a feature to enter set points and PID parameter values for experimental purposes. The best PID controller parameters for the X1 axis were found to be $K_p = 1000$, $K_i = 0.0002$, and $K_d = 0.1$, resulting in a 1s rise time of 299.661ms, 0% maximum overshoot, and 0.24% steady state error. For the X2 axis, the best parameters were $K_p = 1000$, $K_i = 0.0001$, and $K_d = 0.15$, with a rise time of 1s 289.621ms, maximum overshoot of 0%, and steady-state error of 0.26%. Without PID control, the maximum and minimum position differences for the X1 and X2 axes were 0.17 mm and 0.03 mm, respectively, while with PID control, these differences were reduced to 0.03 mm and 0.003 mm. These results show that the use of PID control improves the positioning accuracy by 50% compared to no PID control. The evaluation resulted in stable movement even when tested using the entire target position alternately in five minutes of testing.</i></p> <p>Keywords : Automation and Robotics, Liquid handling system, PLC, Closed-loop PID control</p>		