

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem kontrol posisi untuk robot Liquid Handling System (LHS) yang menggunakan pengontrol PID telah dikembangkan dan dievaluasi. 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, overshoot 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, overshoot 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.
2. Terjadi durasi henti yang lebih panjang di posisi 0mm pada beberapa siklus gerakan, antara 2000ms—11s400ms yang disebabkan oleh pembulatan nilai posisi aktual sumbu X1 dan X2. Hal ini menyebabkan selisih posisi X1 dan X2 sebesar 1mm pada posisi 0mm serta kondisi untuk dapat bergerak maju dari posisi 0mm tidak terpenuhi, yang membuat durasi henti lebih panjang.
3. Terdapat selisih posisi yang cukup besar saat perubahan posisi dari 136mm menuju 0mm yaitu sebesar 4,953mm yang disebabkan oleh perbedaan posisi terjadi tepat saat kedua sumbu akan bergerak. Pada saat ini kontroler PID tidak bekerja untuk menurunkan selisih posisi karena kontroler PID hanya bekerja untuk mengevaluasi error berdasarkan *setpoint* yang diberikan yaitu pada kasus pengujian ini hanya pada *setpoint* 0mm dan 136mm.

5.2 Saran

Setelah penelitian ini dilakukan, saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut adalah:

1. Mengganti tipe data yang digunakan menjadi REAL dan menyesuaikan kembali alur program untuk perpindahan posisi sumbu gerak LHS.
2. Menerapkan referensi trajektori pergerakan robot sebagai input *setpoint* dari PID sehingga kontroler PID tidak hanya bekerja saat titik awal dan akhir gerakan robot.
3. Melakukan pengembangan konstruksi robot LHS menggunakan sumbu gerak paralel dengan satu motor penggerak sehingga dinamika dan kendali robot lebih sederhana serta mudah untuk dioptimalkan.