

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem kendali adalah bagian penting dalam dunia teknik, terutama di industri dan otomasi. Secara sederhana, sistem kendali adalah suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem (Amin dan Syahputra Novelan, 2020). Misalnya, dalam mengatur suhu, tekanan, kecepatan, atau posisi, sistem kendali memastikan bahwa nilai yang diatur tetap berada dalam batasan yang telah ditentukan. Seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan industri yang semakin rumit, sistem kendali kini digunakan tidak hanya pada perangkat sederhana, tetapi juga pada sistem yang lebih kompleks seperti robot, pesawat, dan proses manufaktur otomatis. Ini membuat sistem kendali harus mampu beradaptasi dan menghadapi berbagai tantangan, seperti ketidakpastian lingkungan, gangguan, dan perubahan karakteristik sistem yang dikendalikan.

Penerapan sistem kendali dalam pendidikan mahasiswa telah menjadi penting untuk meningkatkan kualitas, efisiensi, dan kinerja dalam proses belajar dan manajemen akademik. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurangnya penggunaan media pembelajaran interaktif dan teknologi kendali dalam proses belajar, yang seharusnya membantu mahasiswa memahami dan menerapkan konsep tersebut secara praktis. Selain itu, tidak semua institusi pendidikan memiliki infrastruktur teknologi yang memadai untuk mendukung penerapan sistem kendali yang efektif. Keterbatasan anggaran dan sumber daya sering menjadi penghalang

dalam menyediakan perangkat lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan. Akibatnya, banyak mahasiswa yang tidak mendapatkan kesempatan belajar dengan teknologi terbaru, yang bisa mempengaruhi kesiapan mereka menghadapi tantangan di dunia kerja. Selain itu, tidak semua mahasiswa memiliki tingkat literasi teknologi yang memadai, yang bisa menyebabkan kesulitan dalam menggunakan sistem yang ada. Perbedaan akses terhadap teknologi, terutama di antara mahasiswa dari latar belakang ekonomi yang berbeda, juga dapat menciptakan kesenjangan dalam proses pembelajaran. Di sisi lain, penerapan sistem kendali yang efektif dalam pendidikan memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Dengan sistem kendali yang terintegrasi, proses belajar mengajar bisa lebih terstruktur dan efisien. Penggunaan media pembelajaran dapat menghemat waktu persiapan mengajar, meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dan mengurangi kesalahfahaman mahasiswa terhadap penjelasan yang diberikan (Ali, 2004). Mahasiswa dapat memantau kemajuan mereka secara real-time, mendapatkan umpan balik langsung, dan menyesuaikan strategi belajar sesuai kebutuhan. Untuk mengatasi tantangan ini, perlu ada investasi dalam infrastruktur teknologi di institusi pendidikan tinggi. Selain itu, pendekatan yang lebih inklusif dalam penerapan teknologi harus dilakukan agar semua mahasiswa dapat mengakses dan memanfaatkan sistem kendali dengan baik. Dengan demikian, pendidikan mahasiswa akan lebih relevan dengan kebutuhan industri, dan lulusan akan lebih siap menghadapi tantangan di dunia kerja yang semakin kompleks dan berbasis teknologi.

Pada penelitian ini berfokus pada salah satu metode yaitu adalah penggunaan sistem kendali *Proportional-Integral-Derivative* (PID). Sistem kendali PID bekerja dengan mengatur output sistem berdasarkan kesalahan antara posisi yang diinginkan dan posisi aktual objek. Dengan kombinasi dari tiga komponen utama, yaitu *proportional* (P), *integral* (I), dan *derivative* (D), sistem ini mampu memberikan respons yang adaptif terhadap perubahan kondisi di dalam sistem levitasi udara. Namun, implementasi sistem kendali PID yang optimal memerlukan tuning parameter yang tepat serta pengujian yang menyeluruh. Proses tuning parameter PID sangat penting untuk memastikan sistem beroperasi dengan stabil dan responsif. Tanpa tuning yang tepat, sistem bisa menjadi terlalu lambat atau terlalu agresif dalam merespons perubahan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan ketidakstabilan.

Levitasi adalah proses di mana suatu objek digantung melawan gravitasi oleh suatu kekuatan fisik (Cholodowicz dan Orłowski, 2017). Banyak metode yang dapat digunakan sebagai medium mengapung, termasuk repulsi magnet, cairan kental, gelombang suara, dan arus udara (Tootchi, Amirkhani dan Chaibakhsh, 2019). Contoh menarik dari levitasi didasarkan pada aliran udara. Levitasi udara menggunakan aliran udara yang dihasilkan oleh kipas untuk mendapatkan gaya levitasi pada bola ping-pong. Sistem kendali levitasi udara dianggap sebagai perangkat yang menarik dan mengesankan untuk tujuan pendidikan. Penelitian ini cocok digunakan di dalam laboratorium, tetapi memerlukan biaya yang besar. Penelitian ini adalah alat pengajaran yang baik dan membantu dalam mengajarkan teori kendali. Selain itu, sistem ini sederhana dan kecil sehingga sangat mudah

dibawa dari kelas ke kelas. Namun, tantangan utama dalam sistem levitasi udara adalah menjaga stabilitas objek yang melayang di udara. Ketika objek berada di udara, ia cenderung mengalami gangguan eksternal, seperti perubahan kecepatan aliran udara, yang dapat menyebabkan ketidakstabilan. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali yang mampu merespons perubahan ini dengan cepat dan tepat, sehingga objek dapat tetap berada di posisi yang diinginkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis memutuskan membuat alat dan penelitian dengan judul “Sistem Kendali PID pada Tabung Levitasi Udara” yang bertujuan dari sistem ini adalah untuk memungkinkan implementasi sistem kendali yang beragam secara menyeluruh oleh mahasiswa. Ini mencakup penerapan identifikasi sistem yang canggih, optimasi, pengendali PID, serta levitasi khususnya sistem levitasi udara dan pengaruhnya terhadap stabilitas, kecepatan respon.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dari permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan untuk merancang alat pengajaran yang efektif, mudah diakses oleh mahasiswa untuk memperkuat pengalaman laboratorium dalam mempelajari kendali PID dan sistem levitasi udara.
2. Sistem levitasi udara menghadapi kesulitan menjaga stabilitas objek melayang karena gangguan seperti perubahan aliran udara atau beban.
3. Implementasi sistem kendali PID membutuhkan tuning parameter yang tepat agar sistem beroperasi dengan stabil dan responsif.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya bisa mendeteksi bola pingpong, tetapi saat bola pingpong mendekati sensor, deteksi tersebut bisa terganggu.
2. Perancangan pendeteksian bola pingpong dilakukan secara manual dengan mencari masing-masing dari nilai K_p , K_i , dan K_d .
3. Penelitian ini hanya akan membahas implementasi sistem kendali PID pada tabung levitasi udara menggunakan bola ping-pong sebagai objek uji.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat levitasi udara yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang efektif bagi mahasiswa?
2. Bagaimana sensor dapat mendeteksi bola pingpong dengan hasil akurasi tepat dan cepat?
3. Bagaimana menentukan nilai K_p , K_i dan K_d melalui *tuning* parameter kendali PID pada sistem tabung levitasi udara?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat modul, merancang dan mengembangkan alat levitasi udara berbiaya rendah yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam pendidikan teknik, khususnya untuk mempelajari kendali PID dan prinsip levitasi udara.
2. Melakukan kalibrasi sensor ultrasonik untuk mencari nilai jarak dengan akurasi yang tepat.
3. Menggunakan metode *trial and error* untuk menentukan nilai K_p , K_i dan K_d pada PID.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan implementasi alat pengajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang sistem kendali *Proportional Integral Derivative* (PID) dan levitasi udara.
2. Mencari solusi untuk mendeteksi bola pingpong dengan menggunakan kendali PID.
3. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi kendali otomatis dan levitasi, serta menyediakan referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.