

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesawat merupakan salah satu pilihan transportasi yang banyak digunakan saat ini. Alasan utama kepopuleran di dunia transportasi adalah lebih efisien dari segi waktu. Namun, tidak sedikit konsumen memiliki perasaan takut saat naik pesawat. Perasaan takut ini berhubungan dengan kestabilan pesawat saat *take off*, terbang maupun *landing*. Untuk menstabilkan kenyamanan pada konsumen, maka kestabilan gerak *vertikal* dan *horizontal* pesawat saat penerbangan harus dikendalikan dengan baik. Prinsip dasar kestabilan gerakan *vertikal* dan *horizontal* pesawat ini dapat diambil dari sistem *ball and beam*.

Sistem *ball and beam* merupakan salah satu contoh klasik pengendalian posisi, prinsip kerjanya bola dapat bergerak bebas pada sebuah batang dan posisi dari perpindahan bola tersebut dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. [1] Singkatnya, sifat sebuah bola akan bergerak ke tempat yang lebih rendah apabila bola tersebut ditaruh pada tempat yang miring. Besar jarak perpindahan bola tersebut tidak dapat kita prediksi tergantung besar kemiringan bidang tempat bola tersebut berada. Sistem *Ball and beam* banyak diaplikasikan terkait masalah pengendalian nyata seperti menstabilkan gerakan *vertikal* di roket, menstabilkan gerakan *horizontal* dan *vertikal* pesawat terbang selama pendaratan, dan lain sebagainya.

Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan sistem *ball and beam* diantaranya: pengendalian sistem *ball and beam* menggunakan pengendali PID. Pada penelitian tersebut menghasilkan kondisi kestabilan yang diinginkan tetapi terdapat *overshoot* sebesar 15% dan memerlukan waktu yang cukup lama dalam mencapai *setpoint* dari waktu sebesar 8 detik [2]. Kemudian penelitian tentang pengendalian posisi *ball and beam* menggunakan kombinasi PID-LQR. Hasil keluaran menunjukkan kestabilan yang diinginkan, tetapi masih terdapat *error* sebesar 11% didetik ke 3,958 [3]. Selanjutnya penelitian sistem *ball and beam* menggunakan *Coefficient Diagram Method* (CDM) - PID dan Ziegler Nicolas (ZN)-PID. Pada penelitian ini diterangkan bahwa pengendalian posisi menggunakan pengendali CDM-PID masih menghasilkan gangguan dalam waktu yang lebih lama. Hasil menunjukkan bahwa *overshoot* adalah 20 % dari waktu simulasi sebesar 40 detik [4]. Beberapa penelitian tersebut menunjukkan sistem *ball and beam* merupakan sistem yang

tidak stabil terbukti dari keluaran sistem yang memiliki *osilasi* yang besar, *error*, dan *overshoot*. Untuk mengatasi hal tersebut maka dipilih pengendali *sliding mode control* (SMC).

Pemilihan pengendali SMC didasari oleh keunggulan dalam kekokohan saat menghadapi gangguan. Sehingga dapat meredam *osilasi*, memperkecil *error* dan mengatasi *overshoot*. Hal ini ditunjukkan pada penelitian tentang perancangan kendali SMC untuk mengendalikan posisi laras meriam. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sistem dapat mengendalikan posisi sesuai dengan sudut yang diharapkan dan gangguan teratasi [5]. Penelitian selanjutnya, membahas tentang pengendalian posisi pada robot polar. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pengendali SMC pada robot polar kokoh terhadap gangguan luar dan dalam. [6]. Selanjutnya penelitian tentang perancangan *fuzzy* SMC pada pengendali posisi pada *magnetic ball suspension*. Pada penelitian ini hasil eksperimen menunjukkan SMC menghasilkan kestabilan yang baik dan juga lebih mudah diterapkan [7]. Untuk itu, dirancang pengendali SMC untuk mengendalikan posisi pada sistem *ball and beam* dan dilakukan pengujian dengan simulasi menggunakan Matlab.

Setelah dilakukan pengujian menggunakan pengendali SMC di sistem *ball and beam*, hasil keluarannya menunjukkan *overshoot* yang besar dan *setpoint* yang lambat dari 20 % dari waktu 40 detik. Hasil yang tidak memuaskan ini mungkin diakibatkan perbedaan karakteristik sistem. Sehingga, SMC yang menunjukkan performansi baik pada salah satu sistem belum tentu menunjukkan performansi yang baik pula di sistem lain. Selain itu, SMC memiliki kelemahan yaitu *chattering* yang harus diminimalisir. *Chattering* dapat menimbulkan *error steady state* [8]. Untuk mengurangi *error steady state* dan *overshoot* yang terjadi, SMC dapat dikombinasikan dengan PID (*Proportional Integral Derivative*). Hal ini disebabkan, PID memiliki tiga komponen yang memiliki fungsi yang berbeda antara lain : *Proportional* yang berfungsi untuk memperbaiki *rise time*, *Integral* berfungsi untuk menghilangkan *error steady state*, dan *Derivative* untuk memperbaiki *overshoot*. [8].

Berdasarkan studi literatur dan hasil pengujian secara simulasi akan dikombinasikan pengendali SMC dan PID menggunakan analisa IAE (*integral of absolute error*). Beberapa penelitian juga telah menunjukkan kombinasi SMC dan PID dapat saling meningkatkan performansi pada masing-masing pengendali dan berhasil meminimalisir efek *chattering*, sehingga *overshoot* dapat diatasi dengan baik dan waktu respon menjadi lebih cepat [9],[10],[11]. Dengan demikian penulis mengajukan judul tugas akhir “**Desain pengendali SMC dengan kombinasi PID untuk mengendalikan posisi pada sistem *ball and beam***”

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mendesain pengendali SMC dengan kombinasi PID untuk meredam *overshoot* dan membuat respon time terutama rise time menjadi lebih cepat.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang pengendali *sliding mode* dengan optimasi PID untuk pengendalian posisi pada *ball and beam system* agar mendapatkan performansi yang baik yaitu minimum overshoot dan respon waktu yang cepat.

1.4. Batasan Masalah

Pembahasan penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dikendalikan adalah posisi keseimbangan bola pada *ball and beam*
2. Pengendali yang digunakan hanyalah SMC dan PID
3. Aplikasi yang digunakan untuk simulasi adalah software MATLAB
4. Parameter PID ditentukan secara heuristik

1.5. Manfaat Penulisan

1. Sebagai referensi tambahan bagi peneliti-peneliti berikutnya.
2. Dapat memberikan pengetahuan tentang perancangan pengendali *sliding mode* dengan optimasi pengendali PID pada *system ball and beam*.
3. Diharapkan pengendalian posisi dari *system ball and beam* ini nantinya dapat diterapkan pada sistem yang sebenarnya.