

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi sudah menjadi kebutuhan penting manusia saat ini. Teknologi yang maju dapat memudahkan kehidupan manusia di segala bidang. Berakar dari berkembangnya ilmu pengetahuan, teknologi sudah menjadi identitas masyarakat modern. Teknologi merambah ke segala bidang dan memudahkan pekerjaan manusia baik itu dalam bidang industri, medis, transportasi, dan lainnya. Bidang transportasi menjadi salah satu bidang penting yang harus dikembangkan, karena digunakan untuk memindahkan manusia ataupun barang dari satu tempat ke tempat lain dalam waktu yang relatif cepat. Sarana transportasi yang sering menjadi pilihan adalah kereta, karena kereta lebih cepat dan mampu menghindari kemacetan. Perkembangan teknologi pada kereta pun cukup pesat, terbukti dengan diterapkannya prinsip kerja *magnetic levitation* pada kereta-kereta cepat di China, Jepang, dan Jerman.

Magnetic Levitation Ball merupakan proses pelayangan sebuah benda dengan memanfaatkan medan magnet. Gaya elektromagnetik digunakan untuk melawan efek dari gaya gravitasi. *Magnetic Levitation Ball* dapat didefinisikan sebagai proses melayangkan benda di ruang bebas dengan menangkal gaya gravitasi yang bekerja padanya. Obyek yang akan dilayangkan ditempatkan di bawah sebuah elektromagnet. Dengan kekuatan medan magnet yang dihasilkan oleh elektromagnet yang dikendalikan dengan tepat akan melawan gaya gravitasi pada objek yang dilayangkan [1]. Masalah utamanya adalah *Magnetic Levitation Ball* adalah sistem yang non linear, sehingga menimbulkan fenomena respon yang tidak stabil. Posisi objek yang dilayangkan juga rentan terhadap gangguan, sehingga dibutuhkan pengendalian agar posisi objek tetap stabil dan mampu beradaptasi dari gangguan.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengendalikan posisi objek pada *Magnetic Levitation Ball* ini antara lain ; penelitian yang berjudul “ Pemodelan dan Simulasi Sistem *Control Magnetic Levitation Ball* “. Pada penelitian ini dilakukan pengendalian posisi bola baja dari *solenoid* menggunakan pengendali *Proportional Integral Derivative* (PID) pada posisi bola 0.0032 m. Hasil penelitian menunjukkan kestabilan respon sistem pada pemberian K_p sebesar 1.5×10^{10} , K_d sebesar 495, dan K_i sebesar 9×10^7 . Kestabilan sistem dicapai pada waktu 3.5 detik. Namun adanya gangguan

pada sistem menyebabkan respon kembali tidak stabil sehingga PID harus di *tuning* ulang [2].

Penelitian berikutnya berjudul “Pengendalian Posisi Sistem *Magnetic Levitation Ball* Menggunakan PID *Gain Scheduling*”. Pada penelitian ini dilakukan pengendalian menggunakan PID *Gain Scheduling* pada posisi 0.01 m, 0.0125 m dan 0.015 m. Hasil penelitian masih menunjukkan adanya kekurangan yaitu respon yang lambat, karena *rise time* yang didapat adalah 4 detik dari 10 detik waktu simulasi. Penyebabnya adalah perubahan pada posisi pelayangan mempengaruhi nilai Kp, Ki dan Kd dari PID yang sudah dijadwalkan menggunakan *gain scheduling*, sehingga perlu di *tuning* ulang [3].

Penelitian berikutnya berjudul “Perancangan Pengendali *Sliding Mode* dengan Optimasi PID untuk Pengendalian Posisi pada Sistem *Magnetic Levitation Ball*”. Inti dari penelitian ini adalah merancang pengendali *hybrid sliding mode* dengan optimasi PID pada *Magnetic Levitation Ball*. Metode yang digunakan adalah *trial and error* dengan menarik nilai IAE. Dari hasil penelitian didapat *error steady state* sebesar 0.00190 dan masih menunjukkan adanya osilasi pada responnya, sehingga penelitian ini masih memiliki kekurangan [4].

Penelitian selanjutnya berjudul “Aplikasi Kendali Optimal Dengan Metode *Linear Quadratic Regulator* (LQR) Untuk Pengendalian Posisi Pada Sistem *Magnetic Levitation Ball*”. Penelitian ini menggunakan pengendali LQR sebagai pengendali posisi *Magnetic Levitation Ball*. Hasil penelitian menunjukkan respon yang bagus dengan nilai IAE sangat kecil yaitu 0.0002449, Namun ketika diberi gangguan, respon menunjukkan pengurangan performa dimana terdapat *error steady state* sebesar 0.00190. Kekurangan penelitian ini juga terdapat pada masih besarnya *maximum overshoot* yaitu 2.1052% [5].

Penelitian selanjutnya berjudul “Perancangan Kendali Optimal Metode *Linear Quadratic Gaussian* (LQG) Untuk Pengendalian Posisi Pada Sistem *Magnetic Levitation Ball*”. Penelitian ini menunjukkan performansi yang paling baik dari pengendali lain di penelitian sebelumnya. Dengan mengkombinasikan LQR dan Kalman *Filter* masalah kestabilan sistem dapat diselesaikan dengan baik [6]. Namun, diperlukannya metode khusus untuk mendapatkan empat parameter utama yaitu Q dan R untuk pengendali LQR serta Qf dan Rf untuk Kalman *Filter* menimbulkan kelemahan pada penelitian ini. Terbukti saat diberi gangguan berupa sinyal *gaussian*, muncul *error steady state* sebesar 0.0222. Sehingga jika menggunakan metode *trial and error*, maka nilai dari empat parameter tersebut belum optimal.

Sistem *Magnetic Levitation Ball* merupakan sistem non linear yang cukup sulit untuk dikendalikan. Terbukti dengan digunakannya beberapa pengendali seperti PID, *Gain Scheduling*, *Sliding Mode Control* (SMC), *Linear Quadratic Regulator* (LQR), dan *Linear Quadratic Gaussian* (LQG) masih menunjukkan respon yang kurang baik dengan *error* yang relatif besar terutama saat diberi gangguan. Sehingga dibutuhkan pengendali yang mampu beradaptasi terhadap gangguan yaitu pengendali adaptif. Pengendali adaptif terdiri dari dua jenis yaitu *Self Tuning Controller* (STC) dan *Model Reference Adaptive Control* (MRAC).

Penulis memilih *Model Reference Adaptive Control* (MRAC) dalam penelitian ini, karena performansi keluaran sistem mengikuti performansi keluaran model referensi yang sudah ditetapkan. Pada MRAC ini, respon sistem sudah di buat sebagus mungkin untuk dijadikan model referensi yang nantinya akan diikuti oleh *plant*, sehingga respon keluaran *plant* akan mendekati respon model referensinya. MRAC juga dapat beradaptasi terhadap perubahan parameter yang dapat mengganggu keluaran, sehingga cukup baik untuk mengatasi gangguan. Beberapa penelitian lain menunjukkan bahwa MRAC dapat digunakan dalam pengendalian posisi objek dan mengatasi gangguan [7][8][9]. Untuk merancang pengendali MRAC, ada dua metode yang digunakan yaitu metode *MIT Rule* dan metode kestabilan *lyapunov*. Metode *MIT Rule* dipilih karena memiliki turunan matematis yang lebih sederhana dibandingkan metode kestabilan *lyapunov*.

Berdasarkan studi literatur dan hasil pengujian secara simulasi, pengendali MRAC mengalami kesulitan dalam melakukan tugasnya. Terbukti dengan adanya respon yang lambat, *error* yang besar, dan berosilasi. Untuk itu, akan dirancang dan dipadukan pengendali MRAC dengan pengendali PID. Diharapkan dengan adanya *Proportional* (P) respon sistem menjadi cepat, *Integral* (I) mengurangi *error*, dan *Derivative* (D) mengurangi *overshoot* dari respon keluaran *plant*, agar dapat mencapai respon kestabilan yang diinginkan. Sehingga judul tugas akhir ini adalah “**Desain Pengendali MRAC-PID Untuk Mengendalikan Posisi Pada Sistem *Magnetic Levitation Ball***”.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara mendapatkan respon yang bagus pada sistem *Magnetic Levitation Ball* dengan kriteria respon yaitu *rise time* yang cepat, *error* dan *overshoot* yang kecil, serta bagaimana agar sistem tetap terjaga kestabilannya walaupun diberi gangguan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain pengendali MRAC-PID untuk pengendalian posisi pada *Magnetic Levitation Ball* dengan fokus penelitian yaitu mendapatkan respon yang bagus dengan *rise time* yang cepat, *error* dan *overshoot* yang kecil, serta saat diberi gangguan, sistem tetap mempertahankan kestabilannya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan agar pembahasan tidak terlalu luas, maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut :

1. Model yang dipakai adalah model dari sistem matematika yang diturunkan dari persamaan dinamik dari rujukan Mohamed S.Abu Nasr;
2. Aplikasi yang digunakan untuk mensimulasikan model matematis dari sistem *Magnetic Levitation Ball* dan hasil perancangan dari pengendali MRAC-PID adalah Matlab R2013a;
3. Tidak membahas *hardware*;

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu :

1. Menghasilkan rancangan pengendalian posisi *Magnetic Levitation Ball* menggunakan pengendali MRAC-PID.
2. Dapat dijadikan referensi untuk pengaplikasian sistem kendali pada proses industri.
3. Menjadi referensi tambahan untuk penelitian-penelitian berikutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, dijelaskan mengenai hal umum dari Tugas Akhir ini, yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi mengenai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan pengetahuan dasar yang berhubungan dengan Tugas Akhir yang peneliti lakukan. Teori yang akan I-6 dibahas pada

Tugas Akhir ini yaitu : sistem kendali posisi, *Magnetic Levitation Ball*, permodelan matematis *plant*, perangkat lunak MATLAB, pengendali optimal MRAC dan MRA-PID.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi penjelasan mengenai tahapan dalam proses penelitian Tugas Akhir yang penulis lakukan. Dimulai dari identifikasi serta perumusan masalah, pengumpulan data, analisa dan perancangan, pengujian sistem, serta kesimpulan dan saran.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tentang pengujian performansi pengendali, identifikasi sistem dari setiap pengendali, dan analisa dari hasil uji performasi pengendali.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil analisa, dan saran yang akan dilakukan untuk penelitian selanjutnya dengan tema yang sama.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.