

# BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah yang diangkat, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

## 1.1 Latar Belakang

Sistem kendali (*control system*) telah memegang peranan penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Disamping sangat diperlukan pada pesawat ruang angkasa, peluru kendali, dan sistem kemudi pesawat, sistem kendali menjadi bagian dari proses-proses pabrik dan industri modern. Operasi-operasi di industri untuk mengontrol tekanan, temperatur, kelembapan, viskositas, perakitan bagian-bagian mekanik merupakan hal yang sangat membutuhkan sistem kendali.[1]

Sistem kendali dapat memberikan dampak yang positif pada keluaran suatu sistem. Hal tersebut ditunjukkan dari respon sistem yang lebih baik serta kesalahan (*steady state error*) yang lebih sedikit dibandingkan sistem tanpa pengendali. Sistem kendali yang baik adalah sistem kendali yang memiliki respon yang cepat dan stabil. Pada perancangan sistem kendali diharapkan sistem dapat bekerja secara optimal untuk mendapatkan hasil yang terbaik dengan memperhatikan kondisi dan kendala dari sistem tersebut.

Penelitian pendulum terbalik telah dilakukan dalam beberapa dekade terakhir. Karakteristik pendulum terbalik adalah tidak stabil dan tidak linear [2]. Sistem pendulum terbalik mensimulasikan sebuah mekanisme untuk mengatur permasalahan kestabilan. Pendulum terbalik memiliki pusat gravitasi yang berada diatas poros putar sehingga menyebabkan pendulum terbalik tidak seimbang. Gaya gravitasi bumi membuat pendulum jatuh menuju arah gravitasi, sehingga pengaturannya menjadi rumit apabila digunakan sistem kendali yang konvensional. Agar pendulum mencapai posisi seimbang maka dibutuhkan suatu kendali khusus. Pendulum harus digerakkan dengan cara memberikan torsi pada titik porosnya atau dengan menggerakkan titik porosnya secara horizontal dengan menggunakan kendali umpan-balik hingga mencapai titik poros secara horizontal hingga mencapai titik keseimbangan [3]. Gerakan yang diberikan juga harus cukup kuat dan cepat agar dapat mencapai titik keseimbangan.

Pada penelitian sebelumnya oleh Rahmat Hidayat tentang *swing-up* dan *tracking* pada pendulum terbalik. *Fuzzy swing up controller* (FSC) digunakan untuk mengayunkan batang pendulum dari posisi menggantung ke posisi terbalik. Berdasarkan pengujian yang dilakukan diperoleh bahwa sistem kontrol tersebut mampu melakukan *swing-up* dan mengontrol kereta bergerak mengikuti sinyal referensi sekaligus mempertahankan kestabilan batang pendulum pada posisi pada posisi terbalik[4].

Pada penelitian lainnya oleh Earline Ignasia Susanto yaitu Implementasi Kontrol PID Pada Pendulum Terbalik Menggunakan Pengontrolan Mikro AVR ATMEGA 16. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa nilai rata-rata error yang lebih kecil bila dibandingkan dengan menggunakan proporsional dan pengontrolan *on/off*[5]. Pada penelitian Muhammad Thywoo tentang *Rotary Inverted Pendulum* (RIP) dengan satu derajat kebebasan dengan pengendali proposional (P) didapatkan nilai kontanta proposional terbaik yaitu 1,3 dan 1,4683[6]. Selanjutnya penelitian ini juga dilakukan oleh Asry Noorsal menggunakan pengendali proposional Integral Derrivative (PID) dengan nilai  $K_p=130$ ,  $K_i=60$ ,  $K_d=5$  didapat sistem bertahan selama 4.1 detik [7].

Berbagai teknik kontrol telah digunakan untuk pengontrolan pendulum terbalik. Kontrol PID konvensional memiliki struktur sederhana, namun parameter sulit untuk disesuaikan, dan overshoot sistem cenderung meningkat karena ketidakstabilan sistem. Sedangkan kontroler *fuzzy* berbasis takagi sugeno tidak memerlukan model matematis yang akurat dari plant sistem yang non linear dapat di fuzzykan kedalam model linear.

Tipe pendulum terbalik yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah *rotary inverted pendulum*. *Rotary inverted pendulum* menggunakan lintasan berbentuk lingkaran yang bertujuan untuk menghilangkan batasan lintasan pada pendulum terbalik sehingga dapat di seimbangkan dengan leluasa [6]. Adapun aspek yang menjadi masalah dalam pengendalian *rotary inverted pendulum*. Pertama, *swing-up control*, yaitu mengayunkan pendulum dari ke posisi tegak yang tidak stabil. Kedua, *stabilization control*, yaitu menyeimbangkan pendulum selama berada dalam posisi tegak[7].

Pada penelitian tugas akhir ini akan merancang model sistem rotary inverted pendulum menggunakan kontrol logika *fuzzy* untuk menyeimbangkan pendulum selama berada dalam posisi puncak (*stabilization control*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan dan merancang *hardware rotary inverted pendulum* sebelumnya.
2. Bagaimana perancangan kendali *fuzzy* takagi sugeno pada sistem *rotary inverted pendulum*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian tugas akhir ini diantaranya:

1. Merancang bagian mekanik dan elektrikal pada *rotary inverted pendulum*.
2. Mendesign kendali *fuzzy* yang mampu bekerja dalam menentukan keseimbangan pada *rotary inverted pendulum*.
3. Menganalisa kinerja dari sistem kendali *fuzzy* dan menentukan nilai input dan output yang terbaik dari *fuzzy* pada *rotary inverted pendulum*.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Tipe pendulum terbalik yang digunakan adalah *rotary inverted pendulum*.
2. Aspek permasalahan yang diselesaikan yaitu menyeimbangkan pendulum selama berada di posisi puncak (*stabilization control*).
3. Kendali yang digunakan adalah metode kendali *fuzzy*.
4. Perancangan kendali *fuzzy* pada sistem *rotary inverted pendulum* menggunakan aplikasi Matlab.
5. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian tugas akhir ini diantaranya:

1. Dapat merancang *rotary inverted pendulum*.

2. Dapat memahami pengaruh kendali *fuzzy* terhadap output *sistem rotary inverted pendulum*.
3. Dapat memahami proses pengontrolan *rotary inverted pendulum* menggunakan kendali *fuzzy*.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Proposal tugas akhir ini disusun dengan sistematik sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, bab ini membahas mengenai latar belakang dari masalah dalam pembuatan tugas akhir ini, perumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan penelitian ini.
- Bab II Tinjauan Pustaka, bab ini membahas teori-teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian ini. Pada bab ini juga menjelaskan mengenai komponen yang digunakan dalam pembuatan alat, prinsip kerja dan konsep-konsep yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan tugas akhir ini.
- Bab III Metodologi Penelitian, pada bab ini membahas tentang metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penelitian, tahapan penelitian, blok diagram sistem, dan peralatan yang dibutuhkan baik itu perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan dibahas secara rinci pada bab ini.
- Bab IV Hasil dan Pembahasan, bab ini berisi tentang hasil dari pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap alat secara keseluruhan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kerja alat yang telah dibuat, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan perkembangan dimasa yang akan datang.
- Bab V Penutup, bab ini berisikan tentang kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang dilakukan beserta saran yang disampaikan penulis berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian.