

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penelitian dan perkembangan teknologi di bidang robotika sudah berkembang dengan sangat pesat. Pemanfaatan teknologi di bidang robotika memberikan kemajuan dari segi kualitas di berbagai bidang seperti industri, pendidikan dan transportasi. Selain itu juga sistem kendali juga memegang peranan yang sangat penting, karena menjadi salah satu bagian proses perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang robotika. *Self balancing* robot adalah salah satu robot yang banyak dijadikan objek penelitian untuk proses pengendalian pada sebuah sistem.

*Self balancing* robot merupakan robot beroda dua yang memiliki prinsip kerja seperti *inverted pendulum* yakni mampu menyeimbangkan dirinya pada posisi vertikal pada permukaan yang horizontal. *Inverted pendulum* adalah sebuah *pendulum* yang mempunyai titik berat diatas titik tumpunya. Konsep sederhana dari *inverted pendulum* adalah saat mencoba menyeimbangkan posisi sebuah tongkat diatas telapak tangan. Saat posisi tongkat akan terjatuh, tangan akan merespon gerakan dari tongkat dan menyeimbangkan posisi tongkat tersebut [1]. Untuk dapat mempertahankan keseimbangan, robot ini memerlukan suatu sistem kendali yang baik dan andal agar robot dapat mempertahankan posisi dan kondisinya sendiri tanpa bantuan dari luar saat dikenai gangguan.

Kendali PID adalah strategi kendali yang telah berhasil digunakan selama bertahun-tahun. Kesederhanaan, ketahanan, dan kinerja yang hampir mendekati optimal memberikan alasan yang membuat kendali PID begitu populer di bidang akademik dan industri [2]. Konfigurasi standar kendali PID memiliki parameter parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  yang dapat ditentukan agar karakteristik *plant* sesuai dengan kriteria desain yang diharapkan. Spesifikasi umum dalam desain adalah *rise-time*, *settling-time*, *maximum overshoot* dan *error steady state* terhadap masukan yang diberikan [3].

Agar sistem yang menggunakan kontrol PID dapat bekerja dengan baik, sistem harus dilakukan sebuah proses tuning. Tuning adalah suatu proses untuk mendapatkan nilai parameter yang sesuai agar sistem dapat bekerja secara optimal. Metode *trial and error* adalah salah satu metoda tuning pengontrol konvensional yang dilakukan berdasarkan pengalaman dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Salah satu metode yang dikembangkan dari metode *trial and error* adalah metode *Zigler – Nichlos*. Metode Zigler-Nichols menggunakan karakteristik respon transien dari suatu *plant* untuk mendapatkan nilai parameter  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$  [4].

GY-521 MPU 6050 adalah sebuah modul yang berbasis *Inertial Measurement Unit* (IMU) yang mengkombinasikan pengukuran antara sensor *gyroscope* dan *accelerometer* yang mampu memperkirakan kecepatan, akselerasi, dan posisi dari gerakan dari suatu objek yang diukurnya [5]. Pembacaan nilai data keluaran dari sensor tidaklah sepenuhnya akurat terlebih lagi banyaknya *noise*. Algoritma Kalman Filter dapat digunakan pada sensor yang mempunyai karakteristik respon sangat sensitif terhadap perubahan nilai pembacaan dari objek yang di ukurnya. Filter ini mampu mengurangi bahkan mengeliminasi *noise* yang terdapat pada pembacaan data keluaran serta memperbaiki nilai pembacaan dari data keluaran [6].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis bertujuan untuk merancang bangun *self balancing* robot sebagai aplikasi nyata dari tugas akhir ini. Hal ini dikarenakan *self balancing* robot adalah objek penelitian yang cukup mudah untuk diamati dan dinilai unjuk kerja dari sistemnya. Sedangkan, sistem kendali yang digunakan pada robot ini adalah PID. Hal ini disebabkan kemudahan dalam penerapannya karena seorang praktisi tidak dituntut mengetahui pengetahuan matematika yang rumit, melainkan hanya pengalaman dilapangan dan sedikit pengetahuan tentang teori kendali. Penulis menggunakan arduino nano sebagai kontroler utama, GY-521 MPU 6050 sebagai sensor yang berbasis *Inertial Measurement Unit* (IMU) dan motor DC *encoder* sebagai aktuator. Judul yang akan diambil penulis pada tugas akhir

ini adalah “**Kendali *Self Balancing Robot Dengan PID Menggunakan Tuning Ziegler-Nichols Berbasis Kalman Filter***”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang dapat diangkat dari latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang robot *self balancing* dengan kendali PID menggunakan tuning Ziegler-Nichols berbasis Kalman Filter?
2. Bagaimana menguji hasil perancangan robot *self balancing* dengan kendali PID menggunakan tuning Ziegler-Nichols berbasis Kalman Filter?
3. Bagaimana menganalisis hasil pengujian *self balancing* dengan kendali PID menggunakan tuning Ziegler-Nichols berbasis Kalman Filter?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam memperjelas rumusan masalah pada penelitian ini , maka diperlukan ruang lingkup batasan pembelajaran sebagai berikut :

1. Sebagai kontroler atau pengendali utama dalam sistem ini adalah Arduino Nano.
2. GY-521 MPU 6050 merupakan modul yang akan digunakan sebagai sensor keseimbangan yang telah dilengkapi dengan sensor *accelerometer* dan *gyroscope*.
3. Motor DC *encoder* akan digunakan sebagai penggerak robot dan encoder digunakan sebagai umpan balik untuk mendapatkan nilai posisi, kecepatan, dan arah dari motor DC.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Dapat merancang dan mengaplikasikan sistem Kendali PID, Kalman filter dan tuning Ziegler-Nichols pada *self balancing* robot

2. Dapat melakukan pengujian terhadap sistem *self balancing* robot yang mengaplikasikan sistem Kendali PID, Kalman filter dan tuning Ziegler-Nichols.
3. Dapat menganalisis hasil pengujian pada *self balancing* robot yang mengaplikasikan sistem Kendali PID, Kalman filter dan tuning Ziegler-Nichols pada *self balancing* robot

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Perancangan dan pembuatan alat pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Dapat mengetahui dan memahami cara perancangan *self balancing robot* dengan aplikasi Kalman Filter , kendali PID dan tuning Ziegler-Nichols.
2. Dapat mengetahui cara melakukan pengujian sistem *self balancing* robot berbasis Kalman Filter dan kendali PID menggunakan tuning Ziegler-Nichols.
3. Dapat mengetahui cara melakukan analisis pada hasil pengujian sistem *self balancing* robot berbasis Kalman Filter dan kendali PID menggunakan tuning Ziegler-Nichols.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang dimaksudkan dalam penelitian ini digunakan untuk memberikan keterangan serta gambaran yang jelas tentang apa yang disusun dalam pokok bahasan. Adapun susunan sistematikanya masing-masing sebagai berikut :

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi tentang uraian sistematis tentang informasi penelitian yang telah disajikan sebelumnya yang kemudian dikaitkan dengan

penelitian yang sedang diteliti saat ini. Di dalam bab ini juga akan memuat teori-teori tentang sistem kendali yang diperlukan dan juga penjelasan *hardware* untuk pembahasan bab-bab berikutnya.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan detail dan juga kerangka konsep dari penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang proses perancangan sistem, hasil pengujian, serta hasil analisis.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengujian pada saat penelitian selesai dilakukan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**