

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pengerjaan tugas akhir dan percobaan tersebut dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Robot menggunakan sistem PID sebagai sistem penyeimbang robot dan juga menggunakan strain-gauge sebagai penentuan set-point PID.
2. Penggunaan modul Bluetooth tidak bisa berjalan lebih dari 2 devices, maka dari itu dilakukan pergantian menggunakan modul wifi nrf-24 yang lebih fleksibel.
3. Metode Ziegler-Nichols hanya dapat digunakan sebagai patokan nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  dan diperlukan fine-tuning untuk mencari nilai sebenarnya.
4. MPU-6050 mempunyai 2 sensor dalam pengukuran sudut yaitu Accelerometer dan Gyroscope dan mempunyai karakteristiknya masing-masing, dimana nilai sudut gabungan dari dua sensor tersebut digunakan sebagai variable input pada PID dan diproses oleh microcontroller untuk menghasilkan output yang mengatur arah dan kecepatan motor stepper.
5. Dari penelitian ini diketahui bahwa nilai  $K_{cr}$  (Penguatan Proporsional Kritis) adalah 50, yang berarti nilai  $K_p$  adalah 30, namun nilai  $K_p$  tersebut masih menjadi nilai  $K_p$  semu karena jika nilai tersebut dimasukkan dalam program, maka robot menjadi tidak stabil, oleh karena itu dibutuhkan fine tuning dan didapatkan

nilai  $K_p$  hasil fine-tuning dengan nilai  $K_p$  adalah 46,  $K_i$  adalah 2.2 dan  $K_d$  adalah 12. PID pada system robot masih memiliki sedikit guncangan namun masih bisa ditolerir untuk menjaga kestabilan robot.

6. Dengan memangkas badan forklift, gerakan forklift menjadi lebih fleksibel karena hanya menggunakan sedikit ruang dalam pergerakannya dan juga mungkin jika prototype ini diterapkan dalam model kendaraan asli, maka penelitian ini mampu mengurangi penggunaan lahan parkir pada kendaraan forklift.

## 5.2 Saran

Penelitian yang telah dilakukan masih dapat dikembangkan dan disempurnakan lebih lanjut. Berikut saran penulis sebagai acuan pengembangan :

1. Perlu dilakukan penyempurnaan nilai PID untuk meminimalisir guncangan yang dihasilkan.
2. Dalam penggunaan sistem full-bridge jembatan wheatstone mungkin bisa menggunakan 4 strain-gauge yang dipasang kiri dan kanan gagang forklift untuk mendapat nilai pembacaan beban yang lebih stabil.