

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi simpulan dari hasil percobaan dan analisis data yang dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini.

#### V.1 Simpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis data yang dilakukan pada Tugas Akhir ini dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Implementasi TwinCAT 3 pada pengontrolan *mass spring damper virtual plant* dan *ball and beam virtual plant* berhasil dilakukan.
2. Pada pengontrolan *mass spring damper virtual plant*, berhasil menggunakan *PID controller* dengan metode *tuning* Ziegler-Nichols I.
3. Pada pengontrolan *ball and beam virtual plant*, *plant ball* berhasil menggunakan *PID controller* dengan metode *tuning* Ziegler-Nichols II dan *plant motor servo* berhasil menggunakan *PID controller* dengan kombinasi metode *model-based tuning* dan metode *tuning* Ziegler-Nichols II.
4. Proses *tuning* *PID controller* pada implementasi TwinCAT 3 dengan sistem kontrol dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Apabila diketahui persamaan *plant* yang akan dikontrol, maka lebih efisien menggunakan Simulink. Sebaliknya, apabila *plant* yang akan dikontrol tidak diketahui persamaannya, maka dapat di-*tuning* secara *real time*, namun proses *tuning* akan lebih lama karena diagram blok sistem harus di-*upload* ke dalam *embedded* PC Beckhoff CX-Series apabila terdapat perubahan parameter PID.
5. Pengontrolan *ball and beam virtual plant* dapat dilakukan dengan *double* *PID controller*. Dengan melakukan pengontrolan PID terpisah pada *plant ball* dan *plant motor servo*, dapat mempermudah menemukan parameter PID, sehingga dapat mengontrol *ball and beam virtual plant* tersebut.

6. Dengan parameter PID Kp sebesar 17, Ki sebesar 48, dan Kd sebesar 0.05, maka performansi yang dihasilkan *mass spring damper virtual plant* pada Tugas Akhir ini adalah *rise time* sebesar 0.666s, *settling time* sebesar 1.04s, dan *overshoot* 0.719%.
7. Dengan parameter PID Kp sebesar 5, Ki sebesar 0.05, dan Kd sebesar 27 pada *plant ball* dan Kp sebesar 8, Ki sebesar 0.01, dan Kd sebesar 2 pada *plant motor servo*, maka performansi yang dihasilkan *ball and beam virtual plant* pada Tugas Akhir ini adalah *rise time* sebesar 0.309s, *settling time* sebesar 0.552s, dan *overshoot* 1.27%.

## V.2 Saran

Saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan *embedded PC Beckhoff CX-Series* untuk suatu sistem selain sistem kontrol yang memerlukan data secara *real* dengan *input* berupa tegangan ataupun arus.

