



## INTISARI

### SISTEM KENDALI ROBOT *HUMANOID* PADA SAAT BERJALAN BELOK

oleh

Curie Habiba

14/364111/PA/15897

Pada saat robot berjalan belok, pusat massa robot bergerak mengikuti perputaran badan robot sehingga menyebabkan adanya momen gaya atau torsi pada telapak kaki robot yang menyebabkan robot tidak setimbang. Jika proyeksi pusat massa terhadap telapak kaki robot humanoid berpindah melebihi batas kaki pendukungnya, maka torsi yang dihasilkan dapat menyebabkan robot terjatuh. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu kendali untuk mengoptimalkan pergerakan pusat massa pada robot.

Sistem kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah *full state feedback* dengan metode Linear Quadratic Regulator (LQR). Model matematika pendulum terbalik disimulasikan menggunakan MATLAB untuk melihat respons sistem kendali pada robot. Masukan kendali didapatkan dengan membaca posisi dari 12 servo pada kaki dan menggunakan *forward kinematics* untuk mendapatkan posisi pusat massa robot. Posisi pusat massa robot terkini dibandingkan dengan nilai referensi pola berjalan sebagai *state* masukan kendali. Nilai  $Q$  ditelaah sehingga mendapatkan nilai gain  $-K$  optimal yang di unggah ke mikrokontroler pada robot sebagai *full state feedback*. Hasil kendali merupakan torsi keluaran yang dikonversi menjadi sudut dan kecepatan sudut *pitch* dan *roll* pada *ankle* robot. *Inverse kinematics* digunakan untuk menghitung sudut setiap servo kaki dan membuat gerak berjalan belok dari keluaran kendali.

Hasil penelitian kendali robot humanoid ketika berjalan belok dengan metode LQR mampu meredam overshoot pada sistem dan mempercepat waktu respon (*rise time*) sistem dibandingkan dengan respon sistem tanpa kendali. Hasil penelitian ini adalah *humanoid* berhasil berjalan belok hingga  $20^\circ$  setiap langkahnya tanpa terjatuh dengan periode langkah 1,5 s.

**Kata kunci** – *Humanoid*, Berjalan belok, LQR



## **ABSTRACT**

### **HUMANOID ROBOT TURNING CONTROL**

by

Curie Habiba

14/364111/PA/15897

*Turning is one of the basic components of a humanoid robot to be able to walk in all directions. Inverted pendulum modeling is used to make a walking pattern of the humanoid. When the robot turns, the center of mass transfer follows the rotation of the robot body, causing a torque on the robot's sole which causes the robot to be unbalanced and has a tendency to fall. If the projection of the center of mass against the foot of a humanoid robot moves beyond the supporting leg, then the torque produced can cause the robot to fall. Therefore, a control is needed to optimize the movement of the center of mass in the robot.*

*The control system used in this study is a full state feedback with the Linear Quadratic Regulator (LQR) method. The inverted pendulum mathematical model is simulated using MATLAB to see the control system response in the robot. The system response of the robot is observed by reading the position of 12 servos on the foot and using forward kinematics to get the position of the center of the robot's mass. The current position of the robot's center of mass compared to the reference walking pattern as the control input state. The value of  $Q$  is reviewed so that it gets the optimal  $-K$  gain value uploaded to the microcontroller on the robot as a full state feedback. The control result is the output torque which is converted into the angle and speed of the pitch angle and roll on the robot ankle. Inverse kinematics are used to calculate the position of 12 servos and make the motion turning from output control.*

*The results of the control of humanoid robots when turning with the LQR method are able to reduce the system overshoot and speed up the response time (rise time) of the system compared to the response of the system without control. The result of this study is that the humanoid managed to walk up to  $20^\circ$  each step without falling with a step period of 1.5 s.*

**Keywords** - Humanoid, turning, LQR