

## INTISARI

### SISTEM KENDALI KESEIMBANGAN BERDIRI ROBOT HUMANOID PADA PERMUKAAN BIDANG MIRING

Oleh

Dimas Fajrian Nugroho

13/347550/PA/15300

Pada saat berdiri robot humanoid harus dapat mempertahankan keadaannya agar tidak terjatuh. Hal ini disebabkan tingkat kemiringan permukaan yang berbeda-beda dapat mempengaruhi keadaan robot saat berdiri. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem kendali yang dapat mencegah robot humanoid terjatuh.

Robot humanoid menggunakan sistem MIMO. *Linear Quadratic Regulator* atau LQR merupakan kendali yang dapat diimplementasikan pada sistem MIMO. Oleh karena itu LQR merupakan salah satu sistem kendali yang dapat digunakan untuk mempertahankan keadaan robot agar dapat berdiri dengan stabil diatas permukaan bidang miring.

Nilai *gain K* didapatkan dengan simulasi MATLAB menggunakan metode LQR dengan memanfaatkan model sistem yang dinamis. Sistem yang dinamis tersebut didapatkan dengan menjabarkan persamaan dari pemodelan pendulum terbalik dua dimensi menggunakan pendekatan Newton-Euler.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, robot humanoid dapat mempertahankan keseimbangannya pada kemiringan sudut *pitch* dengan nilai *risetime* 0,53 detik, *settling time* 1,12 detik, *steady-state error* 0,3  $\theta$ , *overshoot* sebesar 0,6  $\theta$ . Robot dapat mempertahankan keseimbangannya pada kemiringan sudut *roll* dengan nilai *risetime* 0,84 detik, *settling time* 1,72 detik, *steady-state error* 0,2  $\theta$ , *overshoot* sebesar 0,3  $\theta$ .

Robot dapat mempertahankan keseimbangannya pada kemiringan sudut *roll* dengan kecepatan perubahan kemiringan 0,12 rad/s dan 0,07 rad/s pada kemiringan sudut *pitch* dengan maksimal kemiringan sebesar  $40^0$  pada kedua sudut rotasi.

Kata kunci: Humanoid, LQR, Pendulum

## ***ABSTRACT***

### ***HUMANOID ROBOT STANDING BALANCE CONTROL SYSTEM ON THE INCLINED SURFACE***

***By***

Dimas Fajrian Nugroho

13/347550/PA/15300

*At the time when the humanoid robot stand, it must be in order for the situation so as not to fall. This brings different levels of surface tilt to bring up the robot state when standing. Therefore we need a control system that can save the humanoid robot from falling down.*

*Humanoid robot uses MIMO system. From many control systems, LQR is a control that can be implemented on a MIMO system. Therefore Linear Quadratic Regulator or LQR is one control system that can be used to maintain the robot state in order to stand on the inclined surface.*

*The gain value of K is obtained by simulation on MATLAB using LQR method by utilizing dynamic system model. The dynamic system is obtained by describing the equations of two-dimensional inverted pendulum modeling using the Newton-Euler approach.*

*Based on the research that has been done, humanoid robot can maintain its balance at pitch angle with 0.53 seconds risetime, settling time 1.12 seconds, steady-state error 0.38, overshoot of 0.66. In addition, the robot can maintain its balance at a roll angle with a risetime of 0.84 seconds, settling time 1.72 seconds, steady-state error 0.26, overshoot of 0.36.*

*The robot can maintain its balance at a roll angle with an angular velocity up to 0.12 rad / s and up to 0.07 rad / s at the pitch angle with a maximum slope of  $40^{\circ}$  at both angles of rotation.*

*Tags: LQR, Humanoid, Pendulum*