

INTISARI

KENDALI KESEIMBANGAN BERJALAN MENURUN ROBOT HUMANOID DI BIDANG MIRING MEGGUNAKAN LQR

Oleh

Deffa Rahadiyan

15/383127/PA/16787

Robot *humanoid* yang berjalan menurun di bidang miring mendapatkan gaya berat yang ditimbulkan oleh percepatan gravitasi dan kemiringan dari posisi awal berdiri robot *humanoid*. Gaya berat tersebut menyebabkan robot mengalami percepatan melangkah sehingga terdapat momen gaya atau torsi pada telapak kaki robot. Pusat massa yang berpindah melebihi batas kaki pendukungnya menghasilkan torsi yang dapat menyebabkan robot terjatuh. Sistem kendali dibutuhkan agar robot *humanoid* dapat melawan gaya berat sehingga pergerakan pusat massa lebih optimal.

Sistem kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah *fullstate feedback* dengan metode *Linear Quadratic Regulator* (LQR). Model matematika pendulum terbalik disimulasikan menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk melihat respons sistem kendali pada robot. Masukan sistem didapatkan dengan membaca posisi dari 12 servo pada kaki, sensor akselerometer, dan sensor giroskop. *Forward kinematics* digunakan untuk mendapatkan posisi pusat massa robot. Masukan kendali berupa torsi yang didapatkan dari selisih antara pusat massa saat ini dengan nilai referensi pola berjalan yang dikalikan dengan *gain K*. Nilai *gain K* optimal didapatkan dari penalaan komponen *Q*. Hasil kendali berupa torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan pusat massa yang dikonversi menjadi sudut dan kecepatan sudut *pitch* dan *roll* pada *ankle* robot. *Inverse kinematics* digunakan untuk menggerakkan servo kaki agar pergerakan pusat massa sesuai dengan referensi.

Hasil penelitian kendali keseimbangan berjalan menurun robot *humanoid* di bidang miring dengan metode LQR mampu meredam *overshoot* maupun *undershoot* pada sistem dan mempercepat waktu respon. *Maximum undershoot* yang dihasilkan pada penelitian ini masing-masing sebesar 5,83% untuk sumbu *x* dan 7,01% untuk sumbu *y*. Robot *humanoid* berhasil berjalan menurun di bidang miring tanpa terjatuh dengan periode langkah 2,00 s sebanyak 4 langkah hingga kemiringan -10° .

Kata kunci: *Fullstate Feedback*, Pendulum Terbalik, Denavit Hartenberg

ABSTRACT

HUMANOID ROBOT WALKING CONTROL ON SLOPE USING LQR

By

Deffa Rahadiyan

15/383127/PA/16787

When humanoid robot walking downhill on slope, it gets influenced by the gravity generated by the acceleration of the earth gravity and the slope from the initial position of the robot. Gravity accelerates the robot whenever it goes downhill so there is a moment of force or torque on the sole of the robot's foot. The center of mass that moves beyond the supporting leg limits produces torque which induce the robot to fall. The control system is needed so humanoid robots be able resist gravity so center of mass movement that more optimal.

The control system used in this research is a fullstate feedback with the Linear Quadratic Regulator (LQR) method. The inverse pendulum mathematical model is simulated using MATLAB software to view the control system response on robots. System input is obtained by reading the position of 12 servo on the foot, accelerometer sensor, and gyroscope sensor. Forward kinematics are used to obtain position of center of mass. Control input torque obtained by the difference between the center of the current mass with the current pattern reference value multiplied by gain K . The optimal K gain value is obtained from tuning the component Q . The control results in the form of torque needed to move the center of mass converted to angle and speed pitch and roll angle on the robot ankle. Inverse kinematics are used to move the foot servo so t movement of center of mass is in accordance with the reference.

The result of this research were able to reduce overshoot and undershoot on the system and speed up response time. The maximum undershoot produced in this study is 5.83% for the x axis and 7.01% for the y axis, respectively. Humanoid robots managed to walk down the inclined plane without falling with a step period of 2.00 s as much as 4 steps to a slope of -10° .

Tags: Fullstate Feedback, Inverted Pendulum, Denavit Hartenberg



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**KENDALI KESEIMBANGAN BERJALAN MENURUN ROBOT HUMANOID DI BIDANG MIRING
MEGGUNAKAN LQR**

DEFFA RAHADIYAN, Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si.; Dr. Andi Dharmawan, S.Si., M.Cs.

Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>