

INTISARI

KENDALI KESEIMBANGAN BERJALAN ROBOT *HUMANOID* KETIKA BERHENTI MENDADAK MENGGUNAKAN LQR

Oleh :
Ophelia Kenes Rahardante

17/409379/PA/17686

Robot memiliki berbagai bentuk yang dioptimalkan untuk memenuhi fungsi dan tugas tertentu. Salah satu jenis robot berdasarkan bentuknya adalah robot humanoid dengan sosok mirip manusia. Secara struktural, robot humanoid terdiri dari kepala, dua tangan, dan dua kaki. Dengan kemiripan bentuk tubuhnya, robot humanoid memungkinkan untuk melakukan aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Robot humanoid memiliki berbagai kemampuan, seperti menari dan bermain sepak bola, yang bahkan menjadi kompetisi di berbagai belahan dunia. Saat berjalan, ada saatnya robot humanoid harus berhenti mendadak. Robot bisa terjatuh saat melakukan gerakan berhenti mendadak karena ada saatnya robot mengangkat kakinya. Kondisi ini terjadi karena ketika robot humanoid sedang berjalan dan kemudian tiba-tiba berhenti, robot dapat menjadi tidak seimbang karena adanya gangguan dari gaya internal robot. Robot yang berjalan yang melakukan gerakan berhenti tidak dapat mengatasi perbedaan kondisi kaki sehingga menyebabkan pusat massa (CoM) berada di luar *support polygon* sehingga keseimbangan robot terganggu dan menyebabkan jatuh.

Penelitian ini mengusulkan suatu metode robot berjalan dan berhenti mendadak menggunakan kendali *fullstate feedback* (FSF) dengan metode *Linear Quadratic Regulator* (LQR). Kendali FSF diterapkan pada servo pergelangan kaki untuk mempertahankan posisi kaki tumpuan robot saat berjalan dan saat berhenti. Pemberian kendali dapat meredam torsi yang berlebih berjalan dan saat berhenti mendadak. Besarnya redaman torsi didapatkan dengan penerapan nilai penguatan (**K**) FSF dari hasil variasi penalaan komponen matriks **Q** pada metode LQR. Semakin besar nilai variasi **Q** yang digunakan maka semakin besar nilai penguatan yang dihasilkan, sehingga redaman torsi yang dihasilkan pada servo robot juga semakin besar. Robot *humanoid* berhasil berjalan dan berhenti mendadak dengan stabil baik dengan kaki kiri maupun dengan kaki kanan, dengan nilai *gain K fullstate feedback* paling optimal.

Kata kunci: LQR, robot, *humanoid*, berhenti mendadak, *support polygon*

ABSTRACT

EMERGENCY STOP STABILIZATION CONTROL ON WALKING HUMANOID ROBOT USING LINEAR QUADRATIC REGULATOR METHOD

By:

Ophelia Kenes Rahardante

17/409379/PA/17686

Robots have various forms that are optimized to fulfill specific functions and tasks. One type of robot based on its shape is a humanoid robot with a human-like figure. Structurally, a humanoid robot consists of a head, two hands, and two legs. With the similarity of their body shape, humanoid robots make it possible to carry out activities carried out by humans. Humanoid robots have various abilities, such as dancing and playing soccer, which have even become competitions in different parts of the world. While walking, there are times when the humanoid robot must stop suddenly. The robot can fall when making a sudden stop motion because there are times when the robot is lifting its legs. This condition happens because when the humanoid robot is walking and then suddenly stops, the robot can become unbalanced due to interference from the robot's internal force. When making an emergency stop, the walking robot cannot overcome the difference in foot conditions when it stops, causing the Center of Mass (CoM) to be outside the support polygon so that the robot's balance is disturbed and causes it to fall.

This study proposes a method for the robot to walk and emergency stop using full-state feedback (FSF) control with the Linear Quadratic Regulator (LQR) method. FSF control is applied to the ankle servo to maintain the robot's foot position when walking and stopping. Giving control can reduce excessive torque during sudden stops. The amount of torque attenuation is obtained by applying the gain value (K) of the FSF from the tuning variation of the Q matrix component in the LQR method. If Q value increase, that affected gain increased too. Torque damping on the servo is also getting increase. The humanoid robot successfully performs a walking and emergency stopping with both the left and right feet with the most optimal full-state feedback gain K .

Keywords: *LQR, robot, humanoid, emergency stop, support polygon*