

INTISARI

SISTEM KENDALI ROBOT ZMP ROBOT *HUMANOID* DENGAN METODE LQR UNTUK MENGURANGI KEMIRINGAN JALAN ROBOT

Oleh:

Agung Puji Raharjo

19/442364/PA/19113

Robot *humanoid* merupakan robot yang memiliki bentuk menyerupai manusia dan memiliki tugas seperti manusia. Robot *humanoid* harus dapat mempertahankan keseimbangannya ketika bergerak. Setiap kali berjalan, robot akan mengalami fase *double support* dan fase *single support*. Ketika fase *double support*, robot dapat dengan mudah mempertahankan keseimbangannya karena luas area *support polygon* yang besar. Namun ketika robot berada pada fase *single support*, robot sulit untuk mempertahankan keseimbangan karena luas area *support polygon* yang mengecil. Salah satu titik acuan yang digunakan untuk mendeteksi keseimbangan robot adalah titik ZMP. Oleh karena itu, untuk menjaga keseimbangan robot ketika wilayah *support polygon* berubah-ubah adalah dengan memastikan titik ZMP selalu berada didalam wilayah *support polygon*. Dengan mengendalikan titik ZMP tetap berada dalam *support polygon*, maka kemiringan badan robot ketika bergerak akan bisa lebih tegak.

Penelitian ini melakukan suatu metode untuk mengurangi kemiringan robot dalam upaya menjaga keseimbangan ketika wilayah *support polygon* mengecil. Untuk menjaga keseimbangan robot, titik ZMP harus selalu berada didalam *support polygon*. Hal itu dilakukan dengan menggunakan kendali *full state feedback* (FSF) dengan metode *Linear Quadratic Regulator* (LQR). Pelacakan titik ZMP dilakukan dengan mengonversi nilai COM robot selama bergerak. Kendali yang dibuat diterapkan pada pergerakan pusat massa robot. Pengimplementasian kendali pada sistem dilakukan dengan menerapkan nilai penguatan (K) FSF dari hasil penalaan matriks Q pada metode LQR. Semakin besar variasi nilai Q yang digunakan, semakin besar pula nilai penguatan yang diterapkan pada sistem. Pengujian kendali titik ZMP dan pengaruhnya terhadap kemiringan robot dilakukan pada gerak jalan ditempat.

Robot *humanoid* dapat melakukan gerak jalan ditempat dengan tetap menjaga keseimbangan. Dengan menambahkan kendali stabilisasi titik ZMP pada robot *humanoid*, dapat mengurangi kemiringan robot ketika berjalan.

Kata Kunci: ZMP, LQR, robot, *humanoid*, kemiringan, *support polygon*

ABSTRACT

HUMANOID ROBOT ZMP CONTROL SYSTEM WITH LQR METHOD TO REDUCE ROBOT ROAD TILT

By:

Agung Puji Raharjo

19/442364/PA/19113

Humanoid robots are robots that have a human-like shape and have human-like tasks. Humanoid robots must be able to maintain their balance when moving. Every time it walks, the robot will experience a double support phase and a single support phase. During the double support phase, the robot can easily maintain its balance due to the large support polygon area. However, when the robot is in the single support phase, it is difficult for the robot to maintain balance because the area of the support polygon area is shrinking. One of the reference points used to detect robot balance is the ZMP point. Therefore, to maintain the robot's balance when the support polygon area changes is to ensure that the ZMP point is always inside the support polygon area. By controlling the ZMP point to stay within the support polygon, the tilt of the robot body when moving will be more upright.

This research proposes a method to reduce the tilt of the robot in an effort to maintain balance when the support polygon region shrinks. To maintain the robot's balance, the ZMP point must always be inside the support polygon. This is done by using full state feedback control with Linear Quadratic Regulator (LQR) method. Tracking the ZMP point is done by converting the COM value of the robot during movement. The created control is applied to the movement of the robot's center of mass. Implementation of control on the system is done by applying the FSF gain value (K) from the results of the Q matrix tuning in the LQR method. The greater the variation of Q value used, the greater the gain value applied to the system. Testing of ZMP point control and its effect on robot tilt is carried out on the road in place.

The humanoid robot can walk in place while maintaining balance and reducing its tilt to 22.0548mm.

Keywords: ZMP, LQR, robot, humanoid, tilt, support polygon