

## INTISARI

Sistem Robot *Inverted* Pendulum Beroda Dua (RIPBD) merupakan sistem nonlinier yang bersifat tidak stabil. Robot ini bergerak menggunakan aktuator berupa motor DC yang juga berfungsi untuk mempertahankan robot tetap berdiri tegak. Sistem kendali dengan sensor umpan balik yang tepat diterapkan pada sistem robot ini untuk mempertahankan kestabilannya. Stabilitas sistem ini sangat bergantung pada akurasi dan kecepatan respon sensor, serta kemampuan motor DC dalam menyesuaikan pergerakan untuk menjaga keseimbangan.

Penelitian ini memaparkan implementasi logika *fuzzy* untuk menentukan parameter kendali PID pada RIPBD secara simulasi menggunakan Simscape Multibody. Aturan *fuzzy* dibuat dengan memanfaatkan *error* ( $e$ ) dan turunan pertamanya ( $\dot{e}$ ) sebagai *input* untuk menghasilkan skema penjadwalan penguat (*gain scheduling*). Pemanfaatan *error* dan turunan pertamanya sebagai masukan memungkinkan sistem untuk lebih adaptif dalam menanggapi perubahan kondisi, sehingga pengendalian yang dilakukan lebih presisi dan responsif.

Logika *fuzzy* yang digunakan dalam sistem RIPBD berhasil menghasilkan parameter-parameter PID yang dinamis sesuai dengan aturan *fuzzy* yang ditetapkan. Sistem kendali *fuzzy*-PID mampu menjaga kestabilan RIPBD dengan baik. Kendali *fuzzy*-PID ini mampu melakukan *tuning* PID secara *on-line*, dengan model yang menunjukkan performa terbaik adalah MF7. *Fuzzy*-PID MF7 mengalami *rise time* pada waktu 1,0450 detik dan *settling time* pada waktu 1,3290 detik, yang menandakan bahwa desain kendali *fuzzy*-PID ini menghasilkan respon yang paling cepat. Selain itu, kendali *fuzzy*-PID MF7 juga memiliki *peak* sebesar 1,0910 dan *overshoot* sebesar 0,0910%, yang mana adalah paling rendah dibanding dengan desain kendali yang lainnya.

Kata kunci: Logika *fuzzy*, Pendulum terbalik, Robot mobil, PID.

## ABSTRACT

The Two-Wheeled Inverted Pendulum Robot (TWIPR) system is a nonlinear system that is inherently unstable. This robot moves using actuators in the form of DC motors, which also function to maintain the robot's upright position. A control system with appropriate feedback sensors is applied to the robot system to maintain stability. The stability of this system greatly depends on the accuracy and response speed of the sensors, as well as the ability of the DC motors to adjust movements to keep balance.

This study presents the implementation of fuzzy logic to determine the PID control parameters in TWIPR through simulations using Simscape Multibody. The fuzzy rules are created by utilizing error ( $e$ ) and its derivative ( $\dot{e}$ ) as inputs to generate a gain scheduling scheme. Utilizing error and its derivative as inputs allows the system to be more adaptive in responding to changing conditions, resulting in more precise and responsive control.

The fuzzy logic used in the TWIPR system successfully produces dynamic PID parameters according to the established fuzzy rules. The fuzzy-PID control system is able to maintain the stability of the TWIPR effectively. This fuzzy-PID control can perform online PID tuning, with the model showing the best performance being MF7. The fuzzy-PID MF7 experiences a rise time of 1.0450 seconds and a settling time of 1.3290 seconds, indicating that this fuzzy-PID control design produces the fastest response. Additionally, the fuzzy-PID MF7 control has a peak of 1.0910 and an overshoot of 0.0910%, which is the lowest compared to other control designs.

Key words: Fuzzy logic, Inverted pendulum, Mobile robot, PID.