

ABSTRAK

IMPLEMENTASI KENDALI STABILITAS TEGANGAN DENGAN PID *ZIEGLER NICHOLS – TUNING FUZZY* MAMDANI PADA HASIL TEGANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO

Oleh

ANANDA SAPUTRI

Permasalahan kestabilan tegangan pada sistem pembangkit listrik skala kecil seperti Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) menjadi tantangan dalam menjamin keandalan suplai energi di daerah terpencil. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kendali tegangan berbasis kombinasi PID yang dituning menggunakan metode Ziegler-Nichols dan logika fuzzy Mamdani sebagai tuning adaptif terhadap parameter K_p , K_i , dan K_d . Metode osilasi berkelanjutan digunakan untuk memperoleh parameter awal PID, yaitu $K_p = 1,05$, $K_i = 1,05$, dan $K_d = 0,255$. Sistem diuji dalam kondisi tanpa beban dan dengan beban bertingkat (5W, 10W, dan 15W) untuk mengevaluasi respons sistem terhadap perubahan beban mendadak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan tegangan output mendekati setpoint 12V dengan waktu pemulihan maksimum 1,1 detik dan tanpa overshoot. Waktu naik (rise time) berada pada rentang 1,15–1,21 detik. Selain itu, sistem menunjukkan respons servo yang proporsional terhadap variasi beban, serta penyesuaian parameter PID secara real-time untuk menghindari ketidakaturan tegangan. Kesimpulannya, kombinasi PID dan fuzzy Mamdani mampu meningkatkan performa sistem kendali tegangan PLTPH secara signifikan, dengan karakteristik yang cepat, stabil, dan adaptif. Sistem ini berpotensi besar untuk diimplementasikan pada pembangkit listrik skala kecil di wilayah yang belum terjangkau jaringan listrik utama.

Kata kunci: Kendali PID, Fuzzy Mamdani, Ziegler-Nichols, Tegangan Stabil, PLTPH

ABSTRACT

IMPLEMENTASI KENDALI STABILITAS TEGANGAN DENGAN PID ZIEGLER NICHOLS – TUNING FUZZY MAMDANI PADA HASIL TEGANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO

By

ANANDA SAPUTRI

Voltage stability in small-scale power generation systems such as Pico-Hydro Power Plants (PLTPH) remains a challenge in ensuring reliable energy supply in remote areas. This study aims to design and implement a voltage control system based on a combination of PID controller tuned using the Ziegler-Nichols method and an adaptive Mamdani fuzzy logic controller for adjusting the PID parameters (K_p , K_i , K_d) in real time. The continuous oscillation method was used to obtain the initial PID parameters: $K_p = 1.05$, $K_i = 1.05$, and $K_d = 0.255$. The system was tested under no-load and various load conditions (5W, 10W, and 15W) to evaluate its dynamic response. The results showed that the system successfully maintained output voltage near the 12V setpoint with a maximum recovery time of 1.1 seconds and no overshoot. The rise time ranged from 1.15 to 1.21 seconds. The servo motor responded proportionally to load variations, and the PID parameters were adjusted adaptively to prevent instability. In conclusion, the integration of classical PID control with Mamdani fuzzy logic significantly improved the control system's performance by delivering fast, stable, and adaptive voltage regulation. This control strategy demonstrates strong potential for application in small-scale renewable energy systems, particularly in areas beyond the reach of national grid infrastructure.

Keywords: *PID Control, Mamdani Fuzzy, Ziegler-Nichols, Voltage Stability, PLTPH*