

ABSTRAK

Perusahaan nasional Indonesia memproduksi transformator toroid yang berfungsi sebagai penurun atau penaik tegangan listrik, sehingga membutuhkan proses penggulangan lilitan kawat yang presisi demi menjaga kualitas kinerja. Pada penelitian ini dirancang sebuah mesin penggulang transformator toroid berbasis mikrokontroler Arduino Mega yang mengintegrasikan motor stepper NEMA23 sebagai penggerak inti toroid, motor DC sebagai pengguler kawat, serta sensor *encoder* sebagai umpan balik kecepatan secara *real-time*. Metode kontrol *Proportional-Integral-Derivative* (PID) diterapkan untuk menjaga *setpoint* kecepatan penggulangan tetap stabil meskipun terjadi perubahan beban mekanis selama proses berlangsung. Alat ini dirancang menggunakan ukuran kern diameter luar 12 cm, diameter dalam 7 cm, tinggi 3 cm, dan menggunakan kawat email tembaga berdiameter 0,45 mm, *error absolute* adalah selisih langsung antara nilai target dan nilai terukur, sedangkan *error relative* yaitu persentase besar kesalahan dibandingkan nilai target. *Revolutions Per Minute* (rpm) merupakan satuan yang menunjukkan banyaknya putaran motor dalam satu menit, sehingga digunakan untuk menilai kestabilan kecepatan putaran selama proses penggulangan. Berdasarkan hasil pengujian pada beberapa skenario lilitan primer dan sekunder, rata-rata nilai *error absolute* kecepatan berada pada rentang 1,02–1,14 rpm, serta *error relative* sebesar 1,02%–1,14%. Hasil tersebut membuktikan bahwa respon PID mampu menjaga penyimpangan kecepatan pada level rendah sehingga kualitas penggulangan meningkat, lebih konsisten, dan sesuai standar desain.

Kata kunci: Penggulang Transformator, Kontrol PID, Pengendali Kecepatan

ABSTRACT

Indonesian national company produces toroid transformers that function as a voltage reducer or increaser, so it requires a precise wire winding process to maintain performance quality. In this study, a toroid transformer winding machine based on an Arduino Mega microcontroller was designed that integrates a NEMA23 stepper motor as a toroid core driver, a DC motor as a wire roller, and an encoder sensor as real-time speed feedback. The Proportional-Integral-Derivative (PID) control method is applied to maintain a stable winding speed setpoint despite changes in mechanical loads during the process. This tool is designed using a kern size of 12 cm outer diameter, 7 cm inner diameter, 3 cm height, and uses 0.45 mm diameter copper enamel wire, the absolute error is the direct difference between the target value and the measured value, while the relative error is the percentage of the error compared to the target value. Revolutions Per Minute (rpm) is a unit that indicates the number of motor rotations in one minute, so it is used to assess the stability of the rotation speed during the winding process. Based on test results across several primary and secondary winding scenarios, the average absolute speed error ranged from 1.02–1.14 rpm, with a relative error of 1.02%–1.14%. These results demonstrate that the PID response is capable of maintaining low speed deviations, improving winding quality, making it more consistent and meeting design standards.

Keywords: Transformer Winder, PID Control, Speed Controller