

ABSTRAK

Roly Anis Siregar

Pengujian Metode Cohen-Coon pada Sistem Kontrol Centrifuge

xix + 78 Halaman + 14 Tabel + 9 Lampiran

Centrifuge merupakan perangkat kritis dalam laboratorium medis dimana kestabilan kecepatan putarnya sangat menentukan kualitas pemisahan sampel biologis, seperti serum dan plasma. Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah perlunya sistem kontrol kecepatan yang andal untuk mengatasi ketidakstabilan dan *error* yang signifikan pada operasional centrifuge konvensional. Penelitian ini bertujuan menganalisis performa sistem kontrol tersebut dengan membandingkan tiga konfigurasi: tanpa kontrol PID, PID dengan metode Ziegler-Nichols (ZN), dan PID dengan metode Cohen-Coon (CC) pada rentang kecepatan 1000 hingga 6000 RPM. Kontribusi yang diharapkan dari penelitian ini adalah terciptanya sebuah sistem kontrol centrifuge yang lebih stabil dan akurat dengan memanfaatkan metode tuning Cohen-Coon untuk mengoptimalkan parameter PID. Pengujian menggunakan motor Hettich E1855 yang dikendalikan ESP32 dengan umpan balik dari sensor Hall effect. Parameter kinerja yang diukur meliputi *Rise Time*, *Overshoot*, *Settling Time*, dan *Steady-State Error*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi tanpa kontrol PID gagal mencapai *set point* pada semua RPM, dengan *steady-state error* sangat signifikan (hingga 25% pada 2000 RPM). *Settling time* tidak terdefinisi karena sistem tidak pernah stabil, dan *rise time* sangat lambat (hingga 21,5 detik). Sebaliknya, metode Ziegler-Nichols menunjukkan peningkatan signifikan dengan *rise time* yang lebih cepat dan *steady-state error* yang hampir nol. Namun, kelemahan utama metode ini adalah *overshoot* yang sangat tinggi (hingga 50%) dan *settling time* yang relatif lama. Metode ini tidak hanya mempertahankan kelebihan ZN, seperti *rise time* yang cepat dan *steady-state error* mendekati nol, tetapi juga berhasil meminimalkan *overshoot* (<20%) dan menghasilkan *settling time* tercepat serta paling konsisten di seluruh rentang kecepatan. Metode Cohen-Coon terbukti unggul secara keseluruhan. Kesimpulannya, implementasi kontroler PID metode Cohen-Coon menghasilkan respon yang lebih cepat, *overshoot* lebih rendah, dan waktu stabilisasi lebih singkat. Keseimbangan kinerja ini krusial untuk mencegah hemolisis sampel darah dan memastikan hasil pemisahan optimal. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan metode Cohen-Coon sebagai strategi *tuning* yang unggul untuk sistem kontrol kecepatan centrifuge laboratorium.

Kata Kunci: Centrifuge, Kontrol PID, Cohen-Coon, Ziegler-Nichols, ESP32, Stabilitas Kecepatan, Elektromedis.

ABSTRACT

Roly Anis Siregar

Testing of the Cohen-Coon Method on a Centrifuge Control System

xix + 78 Pages + 14 Tables + 9 Appendix

A centrifuge is a critical device in medical laboratories where the stability of its rotational speed greatly determines the quality of biological sample separation, such as serum and plasma. The issue raised in this study is the need for a reliable speed control system to overcome instability and significant errors in conventional centrifuge operations. This study aims to analyze the performance of the control system by comparing three configurations: without PID control, PID with the Ziegler-Nichols (ZN) method, and PID with the Cohen-Coon (CC) method at speeds ranging from 1000 to 6000 RPM. The expected contribution of this research is the creation of a more stable and accurate centrifuge control system by utilizing the Cohen-Coon tuning method to optimize PID parameters. Testing was conducted using a Hettich E1855 motor controlled by ESP32 with feedback from a Hall effect sensor. The performance parameters measured include Rise Time, Overshoot, Settling Time, and Steady-State Error. The results show that the configuration without PID control fails to reach the set point at all RPMs, with a very significant steady-state error (up to 25% at 2000 RPM). The settling time was undefined because the system never stabilized, and the rise time was very slow (up to 21.5 seconds). In contrast, the Ziegler-Nichols method showed significant improvement with a faster rise time and near-zero steady-state error. However, the main drawbacks of this method were very high overshoot (up to 50%) and a relatively long settling time. This method not only retains the advantages of ZN, such as fast rise time and steady-state error close to zero, but also successfully minimizes overshoot (<20%) and produces the fastest and most consistent settling time across the entire speed range. The Cohen-Coon method proves to be superior overall. In conclusion, the implementation of the Cohen-Coon PID controller method produces a faster response, lower overshoot, and shorter stabilization time. This balance of performance is critical to prevent blood sample hemolysis and ensure optimal separation results. Therefore, this study recommends the Cohen-Coon method as a superior tuning strategy for laboratory centrifuge speed control systems.

Keywords: *Centrifuge, PID Control, Cohen-Coon, Ziegler-Nichols, ESP32, Speed Stability, Electromedical.*