

**ANALISIS PENGARUH ENKRIPSI SIMETRIS CHACHA20
TERHADAP RESPON SISTEM KENDALI *ONLINE* PID PADA
PENGATURAN POSISI SUDUT MOTOR DC**

TUGAS AKHIR

Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu
(S-1) di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

Oleh:

Egi Rahman

NIM. 2110952042

Pembimbing:

Dr. Darmawan, S.T, M. Sc

NIP. 197708162005011001



Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Andalas

2025

Judul	Analisis Pengaruh Enkripsi Simetris Chacha20 Terhadap Respon Sistem Kendali <i>Online</i> Pid Pada Pengaturan Posisi Sudut Motor DC	Egi Rahman
Program Studi	Sarjana Teknik Elektro	2110952042
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
Abstrak Perkembangan teknologi digital meningkatkan kerentanan sistem kendali nirkabel terhadap serangan siber, seperti penyadapan data (eavesdropping). Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini menerapkan algoritma enkripsi simetris ChaCha20 pada sistem pengendali PID daring untuk pengaturan posisi sudut motor DC. ChaCha20 dipilih karena desainnya yang ringan, kecepatan tinggi, dan kemampuannya bekerja tanpa dukungan akselerasi perangkat keras, sehingga sesuai untuk sistem kendali waktu nyata berbasis tertanam. Sistem ini menggunakan LabJack T7 sebagai perangkat akuisisi data dan terdiri dari dua komputer yang saling berkomunikasi melalui protokol TCP dan UDP. Salah satu komputer berfungsi sebagai pengendali PID, sedangkan yang lain mengendalikan motor dan memberikan umpan balik sudut posisi. Pengujian dilakukan dalam tiga kondisi: <i>offline</i> (tuning PID), <i>online</i> tanpa enkripsi, dan <i>online</i> dengan enkripsi ChaCha20. Evaluasi kinerja sistem dilakukan dengan mengukur parameter respon transien, meliputi <i>delay time</i>, <i>rise time</i>, <i>peak time</i>, <i>settling time</i>, maksimum overshoot, dan steady-state error. Hasil menunjukkan bahwa pada komunikasi TCP terjadi penurunan performa yang cukup signifikan, di mana <i>settling time</i> pada <i>setpoint</i> 360° meningkat dari 0,954 detik (<i>offline</i>) menjadi 1,556 detik (tanpa enkripsi), dan menjadi 1,549 detik (dengan enkripsi). <i>Delay time</i> juga meningkat dari 0,839 detik menjadi 0,893 detik. Meskipun demikian, error keadaan tunak tetap rendah. Di sisi lain, komunikasi UDP menunjukkan performa yang lebih stabil. <i>Settling time</i> pada <i>setpoint</i> 90° hanya meningkat dari 0,724 detik (<i>offline</i>) menjadi 0,702 detik (tanpa enkripsi) dan 0,832 detik (dengan enkripsi). <i>Delay time</i> pada <i>setpoint</i> 180° meningkat dari 0,294 detik (tanpa enkripsi) menjadi 0,330 detik (dengan enkripsi), yang menunjukkan pengaruh minimal. Dengan demikian, penerapan enkripsi ChaCha20 terbukti mampu meningkatkan keamanan komunikasi tanpa memberikan dampak signifikan terhadap performa sistem kendali, khususnya pada penggunaan protokol UDP untuk aplikasi kendali nirkabel waktu nyata. Kata kunci: Enkripsi, ChaCha20, Pengendali PID, Motor DC, Komunikasi Nirkabel, Keamanan Siber, Sistem Kendali.		

<i>Title</i>	<i>Analysis of ChaCha20 Symmetric Encryption's Impact on Online PID Control System Response in DC Motor Angular Position Regulation</i>	Egi Rahman
<i>Mayor</i>	<i>Bachelor of Electrical Engineering</i>	2110952042
<i>Engineering Faculty Andalas University</i>		
<i>Abstract</i> The advancement of digital technology increases the vulnerability of wireless control systems to cyberattacks such as eavesdropping. To address this issue, this study implements ChaCha20 symmetric encryption on an online PID controller for angular position control of a DC motor. ChaCha20 is selected due to its lightweight design, high-speed performance, and ability to operate without hardware acceleration, making it suitable for real-time embedded control systems. The system utilizes a LabJack T7 for data acquisition and operates with two computers communicating over TCP and UDP protocols. One computer functions as the PID controller while the other controls the motor and provides feedback. The performance is evaluated under three conditions: offline (PID tuning), online without encryption, and online with ChaCha20 encryption. Key transient response parameters, including delay time, rise time, peak time, settling time, maximum overshoot, and steady-state error, are measured to assess the impact of encryption. The results show that TCP communication leads to a noticeable performance drop, with settling time at a 360° setpoint increasing from 0.954 seconds (offline) to 1.556 seconds (online without encryption), and to 1.549 seconds with ChaCha20 encryption. Meanwhile, delay time at the same setpoint increased from 0.839 seconds (unencrypted) to 0.893 seconds (encrypted), while maintaining a low steady-state error. In contrast, UDP communication demonstrates greater stability, with the settling time at a 90° setpoint increasing only slightly from 0.724 seconds (offline) to 0.702 seconds (unencrypted) and 0.832 seconds (encrypted). The delay time at a 180° setpoint with UDP increased from 0.294 seconds (unencrypted) to 0.330 seconds (encrypted), showing minimal impact. These findings suggest that ChaCha20 encryption enhances communication security with negligible degradation in control system performance, particularly when using the UDP protocol for real-time wireless applications. Keywords: Encryption, ChaCha20, PID Controller, DC Motor, Wireless Communication, Cybersecurity, Control System.		