

## ABSTRAK

Meningkatnya kasus pencurian dan rendahnya tingkat keamanan pada loker konvensional yang mengandalkan kunci mekanis telah menjadi ancaman serius bagi keamanan barang berharga di berbagai area publik. Sistem tradisional ini memiliki kelemahan fundamental karena sangat rentan terhadap teknik penggandaan kunci manual serta tidak memiliki kemampuan pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengatasi celah keamanan tersebut melalui rancang bangun sistem loker pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memberikan perlindungan aktif dan responsif. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama yang mengintegrasikan metode autentikasi ganda (*two-factor authentication*) melalui sensor *fingerprinth* biometrik dan *matrix keypad* 4x4. Pendekatan ini bertujuan untuk meminimalisir risiko akses ilegal yang diakibatkan oleh kebocoran kode PIN maupun pencurian identitas fisik pengguna.

Metodologi rancang bangun ini mengintegrasikan komunikasi nirkabel terenkripsi dengan sensor *magnetic switch* dan *proximity* untuk deteksi intrusi fisik. Infrastruktur IoT dioptimalkan agar responsif dalam mengolah input biometrik dan digital secara simultan. Jika terdeteksi akses ilegal, sistem secara otomatis mengaktifkan *buzzer* dan mengirimkan notifikasi *real-time* melalui Telegram Bot API untuk pengawasan jarak jauh yang efisien.

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan sistem mencapai akurasi validasi akses sebesar 100% dengan rata-rata waktu tunda (*delay*) pengiriman notifikasi hanya 0,86 detik. Meskipun terdapat kendala minor pada pembacaan sidik jari akibat kondisi jari yang lembap, integritas keamanan tetap terjaga melalui fitur *monitoring* IoT dan metode autentikasi cadangan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi biometrik, deteksi intrusi, dan notifikasi IoT berhasil meningkatkan standar keamanan aset dengan efektivitas 100% dibandingkan sistem konvensional, sehingga layak menjadi referensi teknologi pengamanan modern yang adaptif.

**Kata Kunci:** *Smart Locker, IoT, ESP32, Autentikasi Ganda, Telegram API, Deteksi Intrusi*

## **ABSTRACT**

*The increasing incidence of theft and the low level of security in conventional lockers that rely on mechanical keys have become a serious threat to the safety of valuables in public areas. These traditional systems possess fundamental weaknesses, as they are highly vulnerable to manual key duplication and lack real-time remote monitoring capabilities. This research was conducted to address these security gaps by designing an Internet of Things (IoT)-based smart locker system capable of providing active and responsive protection. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the central control unit, integrating a two-factor authentication method through a biometric fingerprint sensor and a 4x4 matrix keypad. This approach aims to minimize the risk of illegal access resulting from PIN code leaks or physical identity theft.*

*The design methodology integrates encrypted wireless communication with magnetic switch and proximity sensors for physical intrusion detection. The IoT infrastructure is optimized to remain responsive while simultaneously processing biometric and digital security inputs. If unauthorized access is detected, the system automatically triggers a buzzer as a local alarm and sends real-time notifications via the Telegram Bot API for efficient remote monitoring.*

*Laboratory testing results indicate that the system achieved 100% access validation accuracy, with an average notification delivery delay of only 0.86 seconds. Despite minor obstacles in fingerprint reading due to external factors such as moist fingers, the system's security integrity remains maintained through IoT monitoring features and stable backup authentication methods. This research concludes that the integration of biometric authentication, intrusion detection, and IoT-based notifications successfully enhances asset security standards with 100% effectiveness compared to conventional systems, making it a viable reference for modern, adaptive security technology.*

**Keywords:** *Smart Locker, IoT, ESP32, Two-Factor Authentication, Telegram API, Intrusion Detection.*