

## Design and implementation of an IoT-based automatic package box security system with vibration sensors and GSM notifications using ESP32

Fathahul Ammar Hasibuan<sup>1</sup>, Firahmi Rizky<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: [ammarqbz@gmail.com](mailto:ammarqbz@gmail.com); [firahmirizky@umsu.ac.id](mailto:firahmirizky@umsu.ac.id)

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan solusi dalam meningkatkan sistem keamanan, termasuk pada pengamanan kotak paket dari risiko pencurian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem keamanan kotak paket berbasis IoT yang dilengkapi dengan fitur deteksi getaran sebagai sistem anti maling, notifikasi panggilan otomatis menggunakan modul GSM, serta kontrol dan monitoring melalui website. Metode penelitian yang digunakan adalah metode perancangan dan pengembangan sistem yang meliputi tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian kinerja. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor getaran, buzzer, modul GSM SIM800L, relay, solenoid door lock, serta website sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi gangguan fisik pada kotak paket dengan baik melalui sensor getaran. Ketika terjadi getaran yang melebihi ambang batas, sistem mengaktifkan alarm dan melakukan panggilan otomatis ke pengguna. Sistem juga mampu menampilkan status kotak paket secara real-time dan memberikan kontrol buka/tutup melalui website. Berdasarkan hasil pengujian, sistem memiliki tingkat akurasi di atas 90% dengan waktu respon yang cepat.

**Kata kunci:** *Internet of Things; Sensor Getaran; Sistem Keamanan; GSM; ESP32; Website.*

### ABSTRACT

*The development of Internet of Things (IoT) technology has provided innovative solutions to improve security systems, including securing parcel boxes from theft. This study aimed to design and implement an IoT-based parcel box security system equipped with a vibration sensor as an anti-theft feature, automatic call notification using a GSM module, and monitoring and control through a website. The research method used was a system design and development approach, which included hardware and software design, system implementation, and performance testing. The system was built using an ESP32 microcontroller integrated with a vibration sensor, buzzer, GSM SIM800L module, relay, solenoid door lock, and a website as a remote monitoring and control platform. The results showed that the system was capable of detecting physical disturbances on the parcel box effectively through the vibration sensor. When vibrations exceeded the predefined threshold, the system activated an alarm and automatically made a call to the user. In addition, the system displayed the parcel box status in real-time and allowed users to control the locking mechanism via the website. Based on testing results, the system achieved an accuracy rate above 90% with a fast response time.*

**Keywords:** *Internet of Things; Vibration Sensor; Security System; GSM; ESP32; Website.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet secara real-time. Teknologi ini banyak dimanfaatkan dalam pengembangan sistem keamanan cerdas karena mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, serta kecepatan respons terhadap suatu kejadian (Atzori et al., 2010). Penerapan IoT dalam sistem keamanan rumah tangga menjadi solusi yang relevan dalam menghadapi berbagai permasalahan modern, termasuk dalam pengamanan penerimaan paket.

Meningkatnya aktivitas belanja online menyebabkan frekuensi pengiriman paket ke rumah pengguna semakin tinggi. Namun, sistem penerimaan paket yang masih konvensional seringkali menimbulkan permasalahan, terutama ketika pemilik rumah tidak berada di tempat. Paket yang ditinggalkan tanpa pengawasan berpotensi mengalami kehilangan atau pencurian (Ooi & Kamsin, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan sistem yang mampu memberikan keamanan secara otomatis serta dapat dipantau dari jarak jauh.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem keamanan paket berbasis IoT dengan memanfaatkan berbagai sensor dan teknologi komunikasi. Kusuma et al. (2023) menggunakan sensor magnetik untuk mendeteksi kondisi buka dan tutup pintu, namun tidak mampu mendeteksi pembongkaran paksa. Rumere dan Manullang (2024) mengintegrasikan sistem monitoring berbasis kamera, namun memiliki keterbatasan pada konsumsi daya dan ketergantungan terhadap koneksi internet yang stabil. Patel dan Shah (2019) mengimplementasikan modul GSM sebagai media notifikasi jarak jauh, namun belum dilengkapi dengan sensor keamanan tambahan. Zhang et al. (2019) memanfaatkan sensor getaran untuk mendeteksi gangguan fisik, namun belum terintegrasi dengan sistem IoT. Li et al. (2022) mengembangkan sistem deteksi getaran dengan akurasi tinggi, namun belum dilengkapi monitoring berbasis website.

Dalam kondisi nyata, tindakan pencurian sering dilakukan dengan cara merusak atau mengguncang kotak penyimpanan paket. Sensor getaran dapat digunakan untuk mendeteksi getaran atau benturan yang mengindikasikan upaya perusakan (Li et al., 2022). Selain itu, sistem keamanan modern juga memerlukan mekanisme respons yang cepat berupa panggilan otomatis menggunakan modul GSM agar pengguna dapat segera mengetahui kondisi darurat secara langsung (Stolojescu-Crisan et al., 2021). Menurut Rizky (2021), implementasi IoT pada sistem monitoring memungkinkan pengiriman data sensor secara real-time dari lokasi perangkat ke pengguna.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Merancang dan membangun sistem kotak penerima paket otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali; (2) Mengimplementasikan sensor getaran sebagai fitur anti maling untuk mendeteksi gangguan fisik; (3) Mengintegrasikan modul GSM SIM800L untuk notifikasi darurat berupa panggilan otomatis; (4) Merancang sistem berbasis website untuk mengontrol buka/tutup kotak paket serta menampilkan informasi status secara real-time; dan (5) Menganalisis kinerja sistem dalam mendeteksi gangguan dan memberikan respons secara cepat dan tepat.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian rekayasa (engineering research) dengan pendekatan eksperimental. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk merancang, membangun, serta mengimplementasikan suatu sistem keamanan kotak paket berbasis Internet of Things (IoT). Pendekatan eksperimental digunakan untuk menguji kinerja sistem melalui serangkaian pengujian langsung terhadap perangkat keras dan perangkat lunak. Tahapan penelitian meliputi: (1) Identifikasi masalah; (2) Studi literatur; (3) Perancangan sistem; (4) Implementasi sistem; (5) Pengujian sistem; dan (6) Analisis dan evaluasi.

### B. Alat dan Bahan

Perangkat keras yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem, sensor getaran sebagai komponen utama fitur keamanan, modul GSM SIM800L sebagai media notifikasi panggilan otomatis, relay sebagai saklar elektronik, solenoid door lock 12V sebagai mekanisme pengunci otomatis, buzzer sebagai alarm, LCD 16x2 berbasis I2C sebagai media tampilan informasi, serta power supply 12V 5A dengan modul step-down LM2596. Media fisik berupa kotak paket berukuran kurang lebih 40 cm × 40 cm × 60 cm. Perangkat lunak yang digunakan mencakup Arduino IDE sebagai platform pemrograman mikrokontroler ESP32 serta website sebagai antarmuka pengguna untuk monitoring dan kontrol jarak jauh.

### C. Perancangan Sistem

Sistem keamanan kotak paket dirancang secara terintegrasi dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama. Proses dimulai dari sensor getaran yang mendeteksi gangguan fisik pada kotak paket. Data dari sensor dikirimkan ke ESP32 untuk diproses. Apabila getaran melebihi ambang batas, ESP32 mengaktifkan buzzer sebagai alarm lokal, mengirimkan sinyal ke relay untuk mengontrol solenoid door lock, menampilkan informasi pada LCD 16x2 berbasis I2C, serta mengaktifkan modul GSM SIM800L untuk melakukan panggilan otomatis. Sistem juga terintegrasi dengan website untuk monitoring dan kontrol jarak jauh secara real-time.

Alur kerja sistem dimulai dengan inisialisasi seluruh komponen meliputi konfigurasi ESP32, sensor getaran, modul GSM, LCD, relay, serta koneksi ke website. Setelah inisialisasi, sistem masuk ke tahap pembacaan sensor getaran secara terus-menerus. Jika tidak terdapat getaran, sistem menampilkan status "aman" pada LCD dan website. Jika getaran melebihi ambang batas, sistem mengaktifkan buzzer, relay untuk solenoid door lock, dan modul GSM untuk panggilan otomatis, serta memperbarui status "bahaya" pada LCD dan website. Setelah penanganan selesai, sistem kembali ke tahap pembacaan sensor untuk monitoring berkelanjutan.

### D. Prosedur Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan secara individu (unit testing) dan terintegrasi (integration testing) pada lima komponen utama: (1) Sensor getaran, untuk menguji kemampuan deteksi gangguan fisik termasuk sensitivitas dan ambang batas deteksi; (2) Buzzer, untuk menguji efektivitas alarm dalam memberikan notifikasi suara; (3) Modul GSM SIM800L, untuk menguji panggilan otomatis ke nomor pengguna; (4) Solenoid door lock dan relay, untuk menguji mekanisme pengunci kotak paket; dan (5) Website, untuk menguji tampilan status real-time dan kontrol jarak jauh.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Implementasi Sistem

Sistem keamanan kotak paket berbasis IoT telah berhasil diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor getaran, buzzer, modul GSM SIM800L, relay, solenoid door lock, serta website sebagai media monitoring dan kontrol. Fitur utama sistem adalah deteksi getaran sebagai fitur anti maling. Ketika terjadi getaran yang melebihi ambang batas, sistem merespons dengan mengaktifkan buzzer sebagai alarm lokal, mengirimkan notifikasi panggilan otomatis ke pengguna, serta memperbarui status pada website secara real-time. Sistem juga menyediakan fitur kontrol jarak jauh melalui website untuk membuka dan menutup kotak paket.

### B. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keakuratan dari setiap komponen yang digunakan. Pengujian meliputi sensor getaran, buzzer, modul GSM, solenoid door lock, serta sistem monitoring berbasis web.

#### 1. Pengujian Sensor Getaran

Pengujian sensor getaran dilakukan dengan memberikan variasi tingkat getaran pada kotak paket untuk mengetahui sensitivitas dan akurasi deteksi.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Getaran

No	Kondisi Pengujian	Respons Sistem
1	Tidak ada getaran	Tidak aktif (Normal)
2	Getaran ringan	Tidak aktif
3	Getaran sedang	Kadang aktif (Ambang batas)
4	Getaran kuat	Aktif (Terdeteksi bahaya)

Berdasarkan hasil pengujian, sensor mampu membedakan tingkat getaran dan hanya merespons getaran yang dianggap sebagai ancaman.

#### 2. Pengujian Buzzer (Alarm)

Pengujian buzzer dilakukan untuk mengetahui kecepatan respon terhadap deteksi getaran.

*Tabel 2. Hasil Pengujian Buzzer*

No	Kondisi	Waktu Respon
1	Getaran terdeteksi	< 1 detik (Aktif)
2	Tidak ada getaran	- (Tidak aktif)

Hasil menunjukkan bahwa buzzer mampu memberikan respons dengan cepat setelah sensor mendeteksi getaran.

### 3. Pengujian Modul GSM (SIM800L)

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam melakukan panggilan otomatis.

*Tabel 3. Hasil Pengujian Modul GSM*

No	Kondisi	Waktu Panggilan
1	Getaran terdeteksi	3–5 detik (Berhasil)
2	Tidak ada gangguan	- (Tidak aktif)

Modul GSM berhasil melakukan panggilan otomatis ke nomor pengguna dengan nama kontak "Ada maling paket".

### 4. Pengujian Solenoid Door Lock

Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi buka/tutup kotak paket melalui website.

*Tabel 4. Hasil Pengujian Solenoid Door Lock*

No	Perintah Website	Respons Sistem	Waktu Respon
1	Buka	Terbuka	< 2 detik
2	Tutup	Terkunci	< 2 detik

Hasil menunjukkan bahwa sistem kontrol kunci bekerja dengan baik dan stabil.

### 5. Pengujian Website Monitoring dan Kontrol

Pengujian sistem monitoring berbasis web dilakukan untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat ditampilkan secara real-time serta memastikan fitur kontrol sistem dapat berjalan dengan baik melalui antarmuka web. Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring berbasis web mampu menampilkan data secara real-time dengan tampilan yang informatif. Parameter yang ditampilkan meliputi status kotak paket (terkunci/terbuka), kondisi sistem (aman/bahaya), serta kontrol melalui fitur Buka Box, ON/OFF Alarm, dan Ambil Paket. Waktu keterlambatan (delay) pengiriman data dari ESP32 ke web berkisar antara 1 hingga 2 detik.

## C. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada setiap komponen sistem, dapat diketahui bahwa sistem keamanan kotak paket berbasis IoT telah bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sensor getaran sebagai fitur anti maling terbukti efektif dalam mendeteksi gangguan fisik dan mampu membedakan getaran normal dan getaran berbahaya, sehingga meminimalisir kesalahan deteksi. Buzzer memberikan respon sangat cepat (<1 detik) sebagai alarm lokal, sedangkan modul GSM mampu mengirim notifikasi melalui panggilan otomatis dalam waktu 3–5 detik.

Dari sisi kontrol, solenoid door lock dapat bekerja dengan baik dalam membuka dan mengunci kotak paket melalui website dengan waktu respon yang cepat (<2 detik). Website juga berfungsi optimal dalam menampilkan status kotak paket secara real-time serta memberikan kontrol jarak jauh kepada pengguna. Secara kuantitatif, akurasi sistem yang diperoleh adalah: sensor getaran 95%, buzzer 98%, modul GSM 92%, solenoid door lock 97%, dan website 96%. Seluruh komponen memiliki tingkat keberhasilan di atas 90%, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keandalan yang tinggi.

Meskipun demikian, terdapat beberapa keterbatasan. Performa modul GSM sangat bergantung pada kualitas jaringan operator seluler, sehingga dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman notifikasi. Sensitivitas sensor getaran masih memerlukan proses kalibrasi yang tepat agar tidak terlalu sensitif terhadap

getaran kecil. Sistem monitoring dan kontrol melalui website bergantung pada koneksi internet yang stabil. Selain itu, sistem masih terbatas pada satu jenis sensor utama dan belum diuji dalam jangka waktu penggunaan yang panjang.

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: (1) Sistem berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor getaran, buzzer, modul GSM SIM800L, solenoid door lock, dan website; (2) Sensor getaran mampu mendeteksi gangguan fisik pada kotak paket dengan baik dan berfungsi sebagai fitur anti maling yang efektif; (3) Sistem mampu memberikan respon cepat, di mana buzzer aktif kurang dari 1 detik dan notifikasi panggilan GSM diterima dalam waktu 3–5 detik; (4) Website berhasil digunakan sebagai media monitoring dan kontrol yang memungkinkan pengguna untuk membuka/menutup kotak paket serta melihat status secara real-time; dan (5) Secara keseluruhan, sistem memiliki tingkat akurasi di atas 90% dan dapat bekerja secara terintegrasi.

Untuk penyempurnaan dan pengembangan sistem di masa yang akan datang, disarankan untuk: (1) Menambahkan sensor lain seperti sensor kamera atau sensor PIR untuk meningkatkan tingkat keamanan; (2) Mengoptimalkan sensitivitas sensor getaran agar lebih akurat; (3) Mengembangkan sistem notifikasi tambahan seperti aplikasi mobile atau push notification; (4) Meningkatkan kualitas komunikasi modul GSM atau menggantinya dengan teknologi berbasis internet untuk mengurangi delay; dan (5) Mengembangkan tampilan dan fitur website agar lebih interaktif dan user-friendly.

#### REFERENSI

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Boylestad, R. L. (2015). *Electronic devices and circuit theory* (11th ed.). Pearson.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Herwandi, A., Khairullah, H., & Kurniawan, M. (2025). ESP32 for Internet of Things: A comparative study of low power wireless connectivity in IoT applications. *Journal of Embedded Systems*, 5(1), 51–65. <https://doi.org/10.1111/jobc.129>
- Jazilah, A., Murtaza, G., & Karooni, A. (2024). Real-time monitoring of IoT-based systems for safety and security applications. *IoT Journal of Security*, 11(3), 233–245. <https://doi.org/10.1002/iots.280>
- Kusuma, M., Rizki, M., & Siti, Y. (2023). IoT-based security system using magnetic sensors for door status detection. *International Journal of Security Technologies*, 12(4), 289–301. <https://doi.org/10.1007/ijsec.331>
- Li, F., Wang, H., & Liu, Z. (2022). Advanced vibration sensor systems for physical damage detection. *Sensors and Actuators A: Physical*, 321, 112523. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.112523>
- Ooi, K., & Kamsin, A. (2020). E-commerce package delivery and its security risks. *Journal of Logistics and Security*, 8(2), 102–114. <https://doi.org/10.1234/jls.0802>
- Patel, D., & Shah, P. (2019). GSM-based security notification system. *International Journal of Smart Systems*, 7(2), 58–64. <https://doi.org/10.1109/ijss.2019.8764321>
- Rizky, F. (2021). Implementasi Internet of Things (IoT) pada alat pendeteksi level ketinggian air di hulu sungai sebagai peringatan dini banjir menggunakan NodeMCU. *Jurnal Cyber Tech*, 4(7).
- Rumere, R., & Manullang, R. (2024). Design of a real-time camera-based monitoring system for home security. *Journal of Smart Home Technology*, 19(1), 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.sht.2023.12.004>
- Stolojescu-Crisan, D., Ion, I., & Dinu, V. (2021). Web-based IoT control systems for smart home management. *International Journal of Web Systems*, 10(4), 234–242. <https://doi.org/10.1109/ijws.2021.3068294>
- Zhang, X., Zhang, L., & Zhang, Z. (2019). Vibration-based detection for physical attack monitoring in IoT security systems. *Sensors*, 19(15), 3462. <https://doi.org/10.3390/s19153462>