SKRIPSI

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN KOTAK PAKET OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN SENSOR GETARAN DAN NOTIFIKASI GSM MENGGUNAKAN ESP32

DISUSUN OLEH

FATHAHUL AMMAR HASIBUAN
2109020087

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN KOTAK PAKET OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN SENSOR GETARAN DAN NOTIFIKASI GSM MENGGUNAKAN ESP32

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

FATHAHUL AMMAR HASIBUAN

NPM. 2109020087

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi	:	PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN KOTAK PAKET OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN SENSOR GETARAN DAN NOTIFIKASI GSM MENGGUNAKAN EPS32
Nama Mahasiswa	:	FATHAHUL AMMAR HASIBUAN
NPM	:	2109020087
Program Studi	:	TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
An. Komisi Pembimbing

(Dr. Firahmi Rizky, S.Kom, M.Kom)
NIDN. 0128029302

Ketua Program Studi	Dekan
(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)	**(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)**
NIDN. 0117019301	**NIDN. 0127099201**

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN KOTAK PAKET OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN SENSOR GETARAN DAN NOTIFIKASI GSM MENGGUNAKAN ESP32

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Fathahul Ammar Hasibuan

NPM. 2109020087

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Fathahul Ammar Hasibuan
NPM	: 2109020087
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif *(Non-Exclusive Royalty free Right)* atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN KOTAK PAKET OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN SENSOR GETARAN DAN NOTIFIKASI GSM MENGGUNAKAN ESP32

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Fathahul Ammar Hasibuan

NPM. 2109020087

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap	: Fathahul Ammar Hasibuan
Tempat dan Tanggal Lahir	: Padangsidimpuan, 24 November 2002
Alamat Rumah	: Jl. H. Umar Nasution
Telepon/Faks/HP	: 082168173004
E-mail	: ammarqbz@gmail.com
Instansi Tempat Kerja	: -
Alamat Kantor	: -

DATA PENDIDIKAN

SD	: SDN 200121	TAMAT: 2015
SMP	: SMP N 4 Padangsidimpuan	TAMAT: 2018
SMA	: SMA N 4 Padangsidimpuan	TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN KOTAK PAKET OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN SENSOR GETARAN DAN NOTIFIKASI GSM MENGGUNAKAN ESP32". Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) di Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Rasa terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada orang tua tercinta, Bapak **Parlindungan Hasibuan** dan Ibu **Ramiati Panggabean**, atas doa, dukungan moril, material, serta semangat yang tak pernah putus. Penyelesaian skripsi ini juga tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akrim, M.Pd., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan FIKTI.
3. Ibu Dr. Firahmi Rizky, S.Kom.,M.Kom., selaku Wakil Dekan I sekaligus Dosen Pembimbing.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom., selaku Wakil Dekan III FIKTI.
5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi.

6. Bapak Okvi Nugroho, S.Kom., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
7. Seluruh civitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada kakak yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
9. Kepada teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Informasi penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan motivasi yang telah diberikan.
10. Dan penulis juga menyampaikan apresiasi kepada diri sendiri atas usaha, ketekunan, dan komitmen dalam menyelesaikan skripsi ini. Proses yang dilalui tidak selalu mudah, namun dengan semangat dan tanggung jawab, penulis mampu menyelesaikan penelitian ini hingga tahap akhir.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Namun demikian, penulis telah berupaya semaksimal mungkin dalam proses penyusunan agar hasil yang diperoleh dapat memberikan kontribusi yang baik dan memenuhi harapan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 15 April 2026

Penulis

Fathahul Ammar Hasibuan

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 akan mengaktifkan alarm dan melakukan panggilan otomatis ke pengguna. Selain itu, 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.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi keamanan kotak paket yang efektif, responsif, dan dapat dikontrol secara jarak jauh.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), sensor getaran, sistem keamanan, GSM, 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 aims 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 is a system design and development approach, which includes hardware and software design, system implementation, and performance testing. The system is 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 show that the system is capable of detecting physical disturbances on the parcel box effectively through the vibration sensor. When vibrations exceed the predefined threshold, the system activates an alarm and automatically makes a call to the user. In addition, the system can display the parcel box status in real-time and allow users to control the locking mechanism via the website. Based on testing results, the system achieves an accuracy rate above 90% with a fast response time. Therefore, the developed system can serve as an effective, responsive, and remotely controllable solution for parcel box security.

Keywords: Internet of Things (IoT), vibration sensor, security system, GSM, website.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN ORISINALITAS ii
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
BAB II LANDASAAN TEORI 7
2.1 Internet of Things (IoT) 7
2.1.1 Mikrokontroler ESP32 8
2.1.2 Sensor Getaran 9
2.1.3 Modul GSM SIM800L 9
2.1.4 Relay 10
2.1.5 Solenoid Door Lock 11
2.1.6 Buzzer 12
2.1.7 LCD 16X2 Berbasis I2C 12
2.1.8 Website sebagai Sistem Monitoring dan Kontrol 13
2.2 Penelitian Terdahulu 13
2.3 Posisi Penelitian 15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian 16
3.2 Alat dan Bahan 18
3.3 Diagram Blok Sistem 20
3.4 Diagram Alir (Flowchart) 22
3.5 Skema Rancangan Sistem 25
3.6 Prosedur Pengujian Sistem 27

3.7 Evaluasi Komponen Sistem 29
3.8 Jadwal Penelitian 30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Hasil Implementasi Sistem 31
4.2 Hasil Pengujian Sistem 32
4.2.1 Pengujian Sensor Getaran 32
4.2.2 Pengujian Buzzer (Alarm) 33
4.2.3 Pengujian Modul GSM (SIM800L) 33
4.2.4 Pengujian Solenoid Door Lock 34
4.2.5 Pengujian Website Monitoring dan Kontrol 34
4.3 Analisis Kuantitatif Sistem 35
4.4 Pembahasan 37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 40
5.1 Kesimpulan 40
5.2 Saran 40
DAFTAR PUSTAKA 42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu..... 14
Tabel 3. 1 Prosedur Pengujian Sistem Kotak Keamanan Paket 28
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Getaran 33
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Buzzer 33
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Modul GSM 33
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Solenoid Door Lock 34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32 8
Gambar 2. 2 Sensor Getaran 9
Gambar 2. 3 Modul GSM SIM800L 10
Gambar 2. 4 Relay 11
Gambar 2. 5 Solenoid Door Lock 12
Gambar 2. 6 Buzzer 12
Gambar 2. 7 LCD 16X2 I2C 13
Gambar 3. 1 Contoh Prototype 17
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem 22
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem 24
Gambar 3. 4 Skema Rancangan Sistem 27
Gambar 4. 1 Hasil Prototype Keamanan Kotak Paket Otomatis 32
Gambar 4. 2 Pintu Kotak Paket Saat Pengambilan Paket 32
Gambar 4. 3 Dashboard Website 35
Gambar 4. 4 Grafik Akurasi Sistem 36
Gambar 4. 5 Grafik Waktu Respon 37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

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; Tabim et al., 2024). 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. Penelitian oleh Kusuma et al. (2023) menggunakan sensor magnetik untuk mendeteksi kondisi buka dan tutup pintu, sedangkan penelitian oleh Rumere dan Manullang (2024) mengintegrasikan sistem monitoring berbasis kamera. Selain itu, penggunaan modul GSM juga telah diterapkan untuk memberikan notifikasi

kepada pengguna (Patel & Shah, 2019). Namun demikian, sistem-sistem tersebut masih memiliki keterbatasan karena hanya berfokus pada deteksi akses normal dan belum mampu mendeteksi tindakan pembongkaran paksa atau gangguan fisik pada perangkat.

Dalam kondisi nyata, tindakan pencurian sering dilakukan dengan cara merusak atau mengguncang kotak penyimpanan paket. Oleh karena itu, diperlukan sistem tambahan yang mampu mendeteksi aktivitas abnormal tersebut. Sensor getaran (vibration sensor) dapat digunakan untuk mendeteksi adanya getaran atau benturan yang mengindikasikan upaya perusakan (Li et al., 2022). Dengan adanya sensor ini, sistem dapat memberikan peringatan dini terhadap potensi tindakan kriminal.

Selain kemampuan deteksi, sistem keamanan modern juga harus memiliki mekanisme respons yang cepat dan efektif. Notifikasi berbasis aplikasi memiliki keterbatasan apabila pengguna tidak sedang aktif memantau perangkat. Oleh karena itu, diperlukan sistem notifikasi tambahan berupa panggilan otomatis menggunakan modul GSM agar pengguna dapat segera mengetahui kondisi darurat secara langsung (Stolojescu-Crisan et al., 2021).

Di sisi lain, kebutuhan akan sistem monitoring dan kontrol jarak jauh juga menjadi aspek penting dalam pengembangan IoT. Pengguna tidak hanya membutuhkan informasi, tetapi juga kemampuan untuk mengendalikan perangkat secara langsung. Oleh karena itu, sistem yang dirancang dalam penelitian ini dilengkapi dengan antarmuka berbasis website yang memungkinkan pengguna untuk membuka dan menutup kotak paket serta memantau status kondisi kotak paket secara real-time melalui jaringan internet.

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem kotak penerima paket otomatis berbasis IoT yang mengintegrasikan berbagai perangkat, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor getaran sebagai pendeteksi aktivitas mencurigakan, modul GSM SIM800L sebagai media notifikasi panggilan otomatis, relay sebagai pengendali aktuator, serta solenoid door lock 12V sebagai sistem pengunci. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan buzzer sebagai alarm dan LCD 16x2 berbasis I2C sebagai media tampilan informasi.

Sistem bekerja dengan mengintegrasikan proses input, pemrosesan, dan output. Sensor getaran akan mendeteksi adanya gangguan fisik, kemudian diproses oleh ESP32 untuk menentukan kondisi sistem. Apabila terdeteksi aktivitas mencurigakan, maka buzzer akan aktif dan sistem akan melakukan panggilan otomatis ke nomor pengguna yang telah disimpan dengan nama "Ada maling paket". Selain itu, pengguna juga dapat mengontrol sistem melalui website untuk membuka atau menutup kotak paket dari jarak jauh serta memantau status sistem, seperti kondisi kotak (terkunci atau terbuka) dan adanya gangguan yang terdeteksi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keamanan paket yang tidak hanya mampu mendeteksi dan memberikan notifikasi, tetapi juga menyediakan fitur monitoring dan kontrol secara real-time. Dengan demikian, sistem yang dirancang diharapkan mampu meningkatkan keamanan serta memberikan kemudahan dalam pengelolaan penerimaan paket secara modern.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem kotak penerima paket otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali?
2. Bagaimana mengimplementasikan sensor getaran sebagai fitur anti maling untuk mendeteksi gangguan atau pembongkaran paksa?
3. Bagaimana mengintegrasikan modul GSM SIM800L untuk menghasilkan notifikasi darurat berupa panggilan otomatis?
4. Bagaimana merancang sistem berbasis website untuk mengontrol buka/tutup kotak paket serta menampilkan informasi status secara real-time?
5. Bagaimana kinerja sistem dalam mendeteksi gangguan dan memberikan respons secara cepat dan tepat?

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor getaran sebagai pendeteksi aktivitas mencurigakan.
3. Sistem notifikasi menggunakan modul GSM SIM800L dalam bentuk panggilan otomatis.
4. Output sistem meliputi buzzer, relay, dan solenoid door lock 12V.
5. Sistem dilengkapi dengan antarmuka berbasis website untuk fungsi kontrol dan monitoring.
6. Website digunakan untuk membuka/menutup kotak paket serta menampilkan status sistem.

7. Sistem difokuskan pada deteksi getaran dan respons terhadap potensi pencurian.
8. Sistem tidak membahas keamanan jaringan lanjutan dan pengolahan citra.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem kotak penerima paket otomatis berbasis IoT.
2. Mengimplementasikan sensor getaran sebagai fitur anti maling.
3. Mengintegrasikan modul GSM SIM800L untuk notifikasi panggilan otomatis.
4. Mengembangkan sistem berbasis website untuk kontrol dan monitoring kotak paket secara real-time.
5. Menganalisis kinerja sistem dalam mendeteksi dan merespons gangguan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem keamanan berbasis IoT, khususnya dalam integrasi sensor getaran dan sistem notifikasi darurat berbasis GSM.

2. Manfaat Praktis
   a. Meningkatkan keamanan paket dari risiko pencurian.
   b. Memberikan peringatan cepat melalui alarm dan panggilan otomatis.
   c. Memungkinkan pengguna mengontrol kotak paket dari jarak jauh melalui website.
   d. Memberikan informasi kondisi kotak paket secara real-time.

e. Mempermudah pengguna dalam proses penerimaan paket meskipun tidak berada di lokasi.

BAB II

LANDASAAN TEORI

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan objek fisik untuk terhubung, berkomunikasi, dan bertukar data melalui jaringan internet secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. IoT memanfaatkan kombinasi sensor, aktuator, perangkat komunikasi, serta platform pengolahan data untuk menciptakan sistem yang cerdas dan adaptif (Gubbi et al., 2013).

Menurut Rizky (2021), implementasi Internet of Things pada sistem monitoring memungkinkan pengiriman data sensor secara real-time dari lokasi perangkat ke pengguna. Penggunaan mikrokontroler berbasis WiFi dalam penelitian tersebut terbukti efektif untuk sistem peringatan dini, yang dalam penelitian ini diterapkan untuk memberikan notifikasi keamanan pada kotak paket. IoT terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu *perception layer* (sensor dan aktuator), *network layer* (komunikasi data), dan *application layer* (antarmuka pengguna). Integrasi ketiga lapisan ini memungkinkan sistem melakukan monitoring dan kontrol secara real-time.

Pada penelitian ini, konsep IoT diterapkan untuk menghubungkan perangkat keras seperti sensor getaran, modul GSM, dan aktuator kunci pintu dengan sistem berbasis website. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi kotak paket serta melakukan kontrol buka/tutup secara jarak jauh dengan efisien dan responsif (Jazilah et al., 2024).

2.1.1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis *system-on-chip* (SoC) yang memiliki kemampuan komunikasi WiFi dan Bluetooth terintegrasi, sehingga sangat cocok digunakan dalam pengembangan sistem IoT. ESP32 memiliki prosesor dual-core dengan performa tinggi serta mendukung berbagai antarmuka komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C (Herwandi et al., 2025).

Keunggulan ESP32 dibandingkan mikrokontroler lain adalah kemampuannya dalam mengelola banyak perangkat sekaligus, efisiensi daya, serta fleksibilitas dalam integrasi sistem berbasis jaringan.

Dalam penelitian ini, ESP32 berperan sebagai pusat kendali utama (main controller) yang bertugas:

1. Mengolah data dari sensor getaran
2. Mengontrol aktuator seperti relay dan buzzer
3. Mengirim dan menerima data dari website
4. Mengaktifkan modul GSM ketika kondisi darurat terdeteksi

Dengan demikian, ESP32 menjadi komponen inti yang mengintegrasikan seluruh subsistem dalam satu kesatuan sistem yang terkoordinasi.



Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32

2.1.2 Sensor Getaran

Sensor getaran merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan mekanik berupa getaran atau guncangan pada suatu objek. Sensor ini bekerja dengan mengubah energi mekanik menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh mikrokontroler (Zhang et al., 2019).

Penggunaan sensor getaran dalam sistem keamanan memiliki keunggulan dibandingkan sensor konvensional seperti sensor magnetik, karena mampu mendeteksi aktivitas abnormal seperti benturan, pembongkaran paksa, atau percobaan perusakan fisik terhadap perangkat.

Pada penelitian ini, sensor getaran difungsikan sebagai fitur tambahan keamanan (anti maling). Ketika sensor mendeteksi getaran di atas ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan:

1. Mengaktifkan buzzer sebagai alarm lokal
2. Mengirim perintah ke modul GSM untuk melakukan panggilan otomatis
3. Memberikan notifikasi kepada pengguna melalui sistem

Pendekatan ini memungkinkan deteksi dini terhadap potensi tindakan pencurian.



Gambar 2. 2 Sensor Getaran

2.1.3 Modul GSM SIM800L

SIM800L merupakan modul komunikasi berbasis jaringan GSM yang memungkinkan perangkat untuk melakukan komunikasi suara, SMS, dan data

melalui jaringan seluler. Modul ini banyak digunakan dalam sistem keamanan karena mampu memberikan notifikasi secara langsung tanpa bergantung pada koneksi internet (Patel & Shah, 2019).

Dalam konteks penelitian ini, SIM800L digunakan sebagai sistem notifikasi darurat berbasis panggilan suara. Ketika sensor getaran mendeteksi adanya aktivitas mencurigakan, modul akan secara otomatis melakukan panggilan ke nomor pengguna yang telah disimpan dengan identitas “Ada maling paket”.

Penggunaan metode panggilan suara dipilih karena memiliki tingkat urgensi yang lebih tinggi dibandingkan notifikasi biasa, sehingga pengguna dapat segera mengetahui kondisi darurat dan mengambil tindakan.



Gambar 2. 3 Modul GSM SIM800L

2.1.4 Relay

Relay merupakan komponen elektromekanis yang berfungsi sebagai saklar yang dikendalikan oleh sinyal listrik bertegangan rendah untuk mengontrol perangkat dengan tegangan lebih tinggi (Boylestad, 2015).

Dalam sistem ini, relay digunakan sebagai perantara antara ESP32 dengan solenoid door lock. Hal ini diperlukan karena perbedaan kebutuhan tegangan antara mikrokontroler dan aktuator.

Dengan penggunaan relay, sistem menjadi lebih aman dan stabil dalam mengendalikan perangkat mekanik.



Gambar 2. 4 Relay

2.1.5 Solenoid Door Lock

Solenoid door lock adalah perangkat aktuator yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk membuka atau menutup mekanisme kunci. Ketika dialiri arus listrik, solenoid akan menghasilkan gaya magnet yang menggerakkan pin pengunci.

Dalam penelitian ini, solenoid digunakan sebagai sistem pengunci utama pada kotak paket. Pengendalian solenoid dilakukan melalui ESP32 yang terhubung dengan relay, sehingga memungkinkan pengguna membuka atau mengunci kotak paket melalui website.

Integrasi ini memberikan fleksibilitas kontrol serta meningkatkan keamanan sistem.



Gambar 2. 5 Solenoid Door Lock

2.1.6 Buzzer

Buzzer merupakan perangkat output yang menghasilkan sinyal suara sebagai indikator atau alarm. Dalam sistem keamanan, buzzer berfungsi sebagai peringatan dini terhadap kondisi abnormal.

Pada penelitian ini, buzzer diaktifkan ketika sensor getaran mendeteksi adanya gangguan fisik. Alarm suara ini berfungsi untuk:

1. Memberikan efek *deterrent* (menghalangi pelaku)
2. Memberikan peringatan langsung di Lokasi



Gambar 2. 6 Buzzer

2.1.7 LCD 16X2 Berbasis I2C

LCD 16x2 merupakan perangkat tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi teks. Penggunaan modul I2C memungkinkan pengurangan jumlah pin yang digunakan pada mikrokontroler, sehingga lebih efisien dalam perancangan sistem.

Dalam sistem ini, LCD digunakan untuk menampilkan status seperti:

1. Kondisi kotak (terkunci/terbuka)
2. Status sistem (normal atau gangguan)

Hal ini memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring langsung pada perangkat.



Gambar 2. 7 LCD 16X2 I2C

2.1.8 Website sebagai Sistem Monitoring dan Kontrol

Website dalam sistem IoT berfungsi sebagai antarmuka pengguna (user interface) yang memungkinkan interaksi antara pengguna dan perangkat. Website dapat digunakan untuk monitoring data secara real-time serta mengontrol perangkat dari jarak jauh (Stolojescu-Crisan et al., 2021).

Dalam penelitian ini, website memiliki fungsi utama sebagai berikut:

1. Mengontrol buka dan tutup kotak paket secara penuh
2. Menampilkan status kunci (lock/unlock)
3. Menampilkan kondisi sistem (aman atau terdeteksi gangguan)

Penggunaan website memberikan keunggulan dalam hal aksesibilitas karena dapat diakses dari berbagai perangkat tanpa perlu instalasi aplikasi tambahan.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem serta untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari penelitian sebelumnya.

Kusuma et al. (2023) mengembangkan sistem keamanan berbasis IoT menggunakan sensor magnetik untuk mendeteksi kondisi buka dan tutup pintu. Sistem ini efektif dalam mendeteksi perubahan status pintu, namun tidak mampu mendeteksi adanya pembongkaran paksa.

Rumere dan Manullang (2024) merancang sistem monitoring berbasis kamera untuk keamanan paket. Meskipun mampu memberikan visualisasi secara langsung, sistem ini memiliki keterbatasan pada konsumsi daya dan ketergantungan terhadap koneksi internet yang stabil.

Patel dan Shah (2019) mengimplementasikan modul GSM sebagai media notifikasi jarak jauh. Sistem ini cukup efektif dalam memberikan peringatan, namun belum dilengkapi dengan sensor keamanan tambahan untuk meningkatkan akurasi deteksi.

Zhang et al. (2019) memanfaatkan sensor getaran untuk mendeteksi gangguan fisik pada suatu objek. Sistem ini mampu mendeteksi aktivitas abnormal, namun belum terintegrasi dengan sistem IoT maupun kontrol jarak jauh.

Li et al. (2022) mengembangkan sistem deteksi getaran dengan tingkat akurasi yang tinggi, namun belum dilengkapi dengan fitur monitoring berbasis website dan kontrol pengguna secara langsung.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Sistem	Kelebihan	Kekurangan
1	Kusuma et al. (2023)	IoT + sensor magnetik	Deteksi buka/tutup	Tidak deteksi pembongkaran
2	Rumere & Manullang (2024)	Kamera monitoring	Visual real-time	Bergantung jaringan
3	Patel & Shah (2019)	GSM notifikasi	Peringatan jarak jauh	Tidak ada sensor tambahan
4	Zhang et al. (2019)	Sensor getaran	Deteksi gangguan fisik	Tidak berbasis IoT

5	Li et al. (2022)	Sistem getaran	Akurasi tinggi	Tidak ada kontrol website

2.3 Posisi Penelitian

Berdasarkan analisis terhadap penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa belum terdapat sistem yang mengintegrasikan secara komprehensif antara deteksi gangguan fisik, notifikasi darurat, serta kontrol jarak jauh dalam satu platform terpadu.

Penelitian ini mengusulkan sistem keamanan kotak paket berbasis IoT yang menggabungkan beberapa keunggulan, yaitu:

1. Sensor getaran untuk deteksi pembongkaran paksa
2. Notifikasi darurat melalui panggilan otomatis berbasis GSM
3. Sistem kontrol dan monitoring berbasis website
4. Mekanisme penguncian otomatis menggunakan solenoid

Dengan integrasi tersebut, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan tingkat keamanan serta memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengontrol dan memantau perangkat secara real-time.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian rekayasa (*engineering research*) dengan pendekatan eksperimental. Penelitian rekayasa dilakukan dengan tujuan untuk merancang, membangun, serta mengimplementasikan suatu sistem yang dapat menyelesaikan permasalahan nyata, khususnya dalam bidang keamanan kotak paket berbasis Internet of Things (IoT).

Pendekatan eksperimental digunakan untuk menguji kinerja sistem yang telah dirancang melalui serangkaian pengujian langsung terhadap perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi gangguan, memberikan notifikasi, serta menjalankan fungsi kontrol melalui website.

Dalam penelitian ini, sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan sensor getaran sebagai fitur tambahan keamanan (anti maling), yang mampu mendeteksi adanya upaya pembongkaran paksa. Ketika terjadi getaran yang mencurigakan, sistem akan mengaktifkan alarm dan melakukan panggilan otomatis kepada pengguna sebagai bentuk notifikasi cepat.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

   Tahap ini dilakukan untuk menentukan permasalahan utama, yaitu rendahnya tingkat keamanan kotak paket dan belum adanya sistem monitoring serta kontrol jarak jauh yang terintegrasi. Hasil tahap ini menjadi dasar dalam perancangan solusi sistem.

2. Studi Literatur

   Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mempelajari referensi yang relevan terkait teknologi IoT, sensor getaran, sistem notifikasi berbasis GSM, serta pengembangan sistem berbasis website. Studi ini digunakan sebagai landasan teori dan acuan dalam perancangan sistem.

3. Perancangan Sistem

   Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem yang meliputi hubungan antar komponen, alur kerja sistem, serta desain perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan difokuskan pada integrasi sensor getaran, ESP32, modul GSM, dan website.

4. Implementasi Sistem

   Tahap implementasi dilakukan dengan merealisasikan desain menjadi sistem nyata, yaitu dengan merakit perangkat keras dan mengembangkan program pada mikrokontroler serta website sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Bisa dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3. 1 Contoh Prototype

5. Pengujian Sistem

   Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap komponen dan sistem secara keseluruhan berfungsi dengan baik. Pengujian meliputi sensor

getaran, sistem notifikasi GSM, kontrol melalui website, serta respon sistem terhadap kondisi gangguan.

6. Analisis dan Evaluasi

   Tahap ini dilakukan untuk menganalisis hasil pengujian guna mengetahui tingkat keberhasilan sistem. Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi kekurangan sistem dan sebagai dasar perbaikan agar sistem bekerja lebih optimal.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan berbagai alat dan bahan yang mendukung proses perancangan serta implementasi sistem keamanan kotak paket berbasis Internet of Things (IoT). Alat dan bahan tersebut terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang saling terintegrasi untuk menghasilkan sistem yang mampu melakukan monitoring, kontrol, serta deteksi gangguan secara optimal.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem yang bertugas mengolah data dari sensor serta mengatur seluruh proses kerja perangkat. Sensor getaran digunakan sebagai komponen utama dalam fitur keamanan tambahan yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran atau gangguan fisik pada kotak paket, yang mengindikasikan adanya upaya pembongkaran atau pencurian. Ketika sensor mendeteksi getaran dengan ambang tertentu, sistem akan merespons dengan mengaktifkan buzzer sebagai alarm serta mengirimkan perintah ke modul GSM. Modul GSM SIM800L digunakan sebagai media komunikasi jarak jauh yang memungkinkan sistem melakukan panggilan otomatis ke nomor pengguna yang

telah disimpan dengan nama kontak tertentu sebagai bentuk notifikasi darurat. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan arus listrik menuju solenoid door lock. Solenoid door lock digunakan sebagai mekanisme pengunci otomatis pada kotak paket yang dapat dikontrol secara elektronik melalui sistem.

Untuk memberikan informasi secara langsung kepada pengguna di lokasi, sistem dilengkapi dengan LCD 16x2 berbasis I2C yang menampilkan status kondisi kotak paket, seperti keadaan terkunci atau terbuka, serta indikasi adanya gangguan. Seluruh komponen perangkat keras tersebut mendapatkan suplai daya dari power supply yang dirancang agar mampu memenuhi kebutuhan tegangan dan arus sistem secara stabil. Adapun media fisik yang digunakan dalam penelitian ini berupa kotak paket dengan ukuran kurang lebih 40 cm × 40 cm × 60 cm yang berfungsi sebagai wadah implementasi sistem.

Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini mencakup Arduino IDE sebagai platform utama untuk pengembangan dan pemrograman mikrokontroler ESP32. Selain itu, sistem juga memanfaatkan website sebagai antarmuka pengguna yang berfungsi untuk melakukan monitoring dan kontrol terhadap kotak paket secara jarak jauh. Melalui website tersebut, pengguna dapat mengetahui status kotak paket secara real-time serta melakukan perintah untuk membuka dan menutup kunci sesuai kebutuhan. Dalam proses pengembangan perangkat lunak, digunakan pula berbagai library pendukung yang membantu dalam integrasi antara ESP32, sensor getaran, modul GSM, serta LCD, sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsi yang dirancang.

Dengan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak tersebut, sistem yang dibangun diharapkan mampu memberikan solusi keamanan yang lebih efektif, responsif, serta mudah diakses oleh pengguna.

3.3 Diagram Blok Sistem

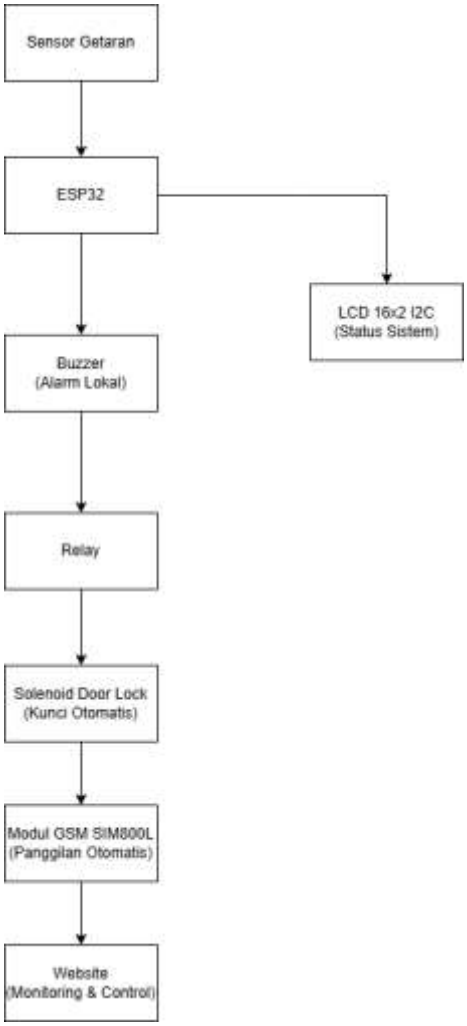
Berdasarkan diagram blok sistem yang telah dirancang, sistem keamanan kotak paket bekerja secara terintegrasi dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pusat kendali utama yang menghubungkan seluruh komponen input dan output. Alur kerja sistem dimulai dari sensor hingga ke sistem monitoring dan kontrol berbasis website. Proses awal dimulai dari sensor getaran yang berfungsi sebagai pendeteksi adanya gangguan fisik pada kotak paket. Sensor ini akan merespons setiap getaran yang terjadi, khususnya yang mengindikasikan adanya upaya pembongkaran atau pencurian. Data dari sensor getaran kemudian dikirimkan ke ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk diproses lebih lanjut.

ESP32 bertugas untuk menganalisis sinyal yang diterima dari sensor. Apabila getaran yang terdeteksi melebihi ambang batas yang telah ditentukan, maka ESP32 akan mengaktifkan beberapa output sebagai bentuk respon sistem keamanan. Respon pertama adalah mengaktifkan buzzer yang berfungsi sebagai alarm lokal untuk memberikan peringatan langsung di lokasi kejadian. Selanjutnya, ESP32 juga mengirimkan sinyal ke relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Relay ini digunakan untuk mengontrol solenoid door lock, yaitu sistem pengunci otomatis pada kotak paket. Dengan adanya mekanisme ini, kotak paket dapat tetap terkunci atau dikendalikan secara elektronik sesuai dengan kondisi sistem. Selain itu, ESP32 juga mengirimkan informasi ke LCD 16x2 berbasis I2C untuk menampilkan status sistem secara langsung, seperti kondisi aman, terdeteksi

getaran, atau status kunci. Hal ini memudahkan pengguna dalam mengetahui kondisi kotak paket tanpa harus mengakses sistem secara jarak jauh.

Untuk notifikasi jarak jauh, ESP32 terhubung dengan modul GSM SIM800L yang berfungsi untuk melakukan panggilan otomatis ke nomor pengguna ketika terjadi gangguan. Panggilan ini merupakan bentuk peringatan cepat agar pengguna dapat segera mengetahui adanya potensi pencurian. Nomor tujuan telah disimpan sebelumnya dengan identitas tertentu sehingga mudah dikenali oleh pengguna. Di sisi lain, sistem juga terintegrasi dengan website yang berfungsi sebagai media monitoring dan kontrol. Melalui website ini, pengguna dapat memantau status kotak paket secara real-time serta melakukan kontrol terhadap sistem, seperti membuka atau menutup kunci secara jarak jauh. Informasi yang ditampilkan pada website merupakan hasil pengolahan data dari ESP32 yang dikirim melalui jaringan internet.

Dengan alur kerja tersebut, sistem tidak hanya mampu mendeteksi dan merespons gangguan secara lokal, tetapi juga memberikan notifikasi dan kontrol jarak jauh kepada pengguna. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, sistem komunikasi, dan website menjadikan sistem ini lebih efektif dalam meningkatkan keamanan kotak paket dari potensi pencurian.



Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem

3.4 Diagram Alir (Flowchart)

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja perangkat keamanan kotak paket berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk melakukan monitoring secara real-time serta memberikan respon otomatis terhadap kondisi tertentu, khususnya ketika terjadi indikasi gangguan atau upaya pencurian. Proses sistem diawali dengan kondisi start, di mana seluruh komponen perangkat diaktifkan. Selanjutnya, sistem melakukan inisialisasi yang mencakup konfigurasi mikrokontroler ESP32, sensor getaran, modul GSM, LCD, relay, serta koneksi ke

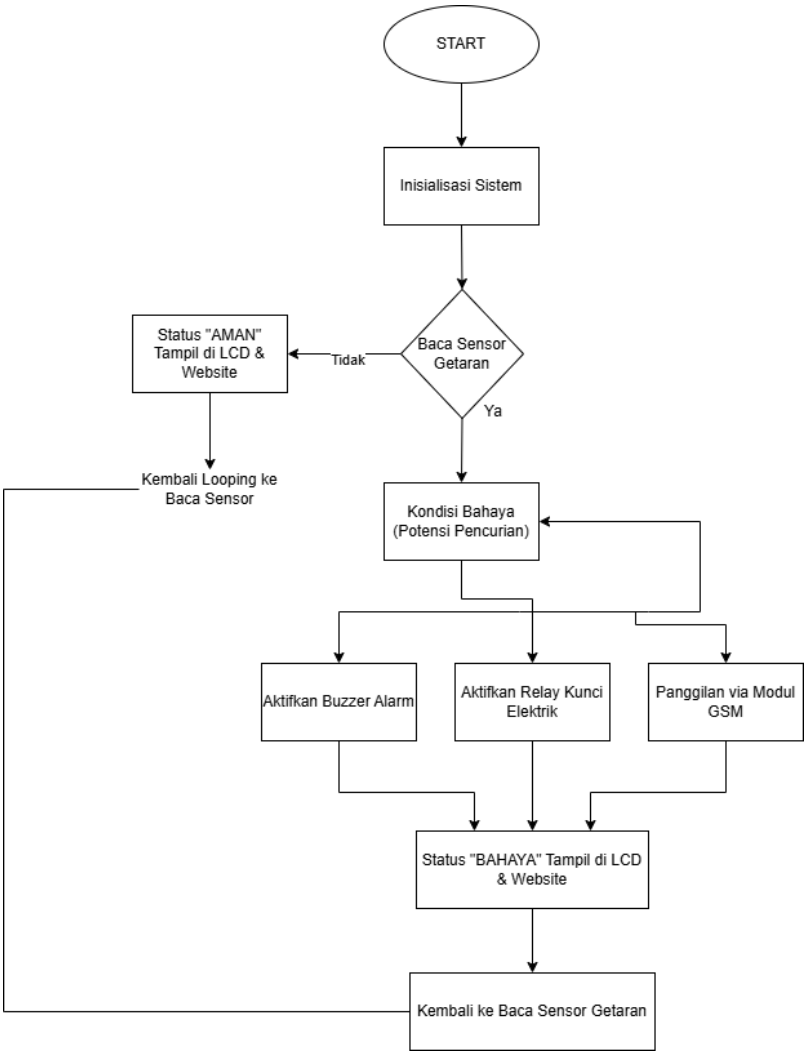
website. Tahap ini bertujuan untuk memastikan seluruh perangkat siap digunakan dan dapat bekerja secara terintegrasi.

Setelah proses inisialisasi selesai, sistem akan masuk ke tahap pembacaan sensor getaran secara terus-menerus. Pada tahap ini, ESP32 akan menerima data dari sensor untuk mendeteksi adanya getaran yang terjadi pada kotak paket. Proses ini berlangsung secara berulang (*looping*) sebagai bentuk monitoring real-time. Selanjutnya, sistem akan melakukan proses pengambilan keputusan berdasarkan data yang diterima dari sensor, yaitu menentukan apakah terdapat getaran yang terdeteksi atau tidak. Jika tidak terdapat getaran, maka sistem akan menganggap kondisi dalam keadaan aman. Pada kondisi ini, sistem akan menampilkan status "aman" pada LCD dan juga pada website sebagai informasi kepada pengguna. Setelah itu, sistem akan kembali ke proses pembacaan sensor untuk melanjutkan pemantauan.

Namun, jika sistem mendeteksi adanya getaran yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem akan menganggap kondisi sebagai potensi gangguan atau ancaman. Dalam kondisi ini, sistem akan menjalankan beberapa aksi secara berurutan. Pertama, sistem akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm lokal untuk memberikan peringatan langsung di lokasi. Selanjutnya, sistem akan mengaktifkan relay yang berfungsi untuk mengontrol solenoid door lock, sehingga mekanisme penguncian dapat tetap terjaga atau dikendalikan sesuai kondisi yang terjadi. Selain itu, sistem juga akan mengaktifkan modul GSM untuk melakukan panggilan otomatis kepada pengguna sebagai bentuk notifikasi cepat terhadap kejadian yang terjadi. Hal ini memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui adanya potensi pencurian meskipun tidak berada di lokasi.

Pada saat yang sama, sistem juga akan memperbarui informasi pada LCD dan website dengan menampilkan status “bahaya” atau kondisi tidak aman. Informasi ini dapat diakses oleh pengguna secara langsung melalui website sebagai bagian dari sistem monitoring.

Setelah seluruh proses penanganan kondisi bahaya selesai dilakukan, sistem akan kembali ke tahap pembacaan sensor untuk melanjutkan proses monitoring secara berkelanjutan. Dengan demikian, sistem bekerja secara terus-menerus dalam mendeteksi, merespons, dan memberikan notifikasi terhadap setiap kondisi yang terjadi pada kotak paket.



Gambar 3. 3 Flowchart Sistem

3.5 Skema Rancangan Sistem

Berdasarkan skema rancangan sistem pada Gambar 3.3 menunjukkan, alat penerima paket otomatis ini dirancang dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama yang terdiri dari mikrokontroler, sensor, aktuator, serta sistem komunikasi. Seluruh komponen tersebut saling terhubung untuk membentuk sistem keamanan dan monitoring yang terintegrasi.

Pada bagian sumber daya, sistem menggunakan power supply 12V 5A yang terhubung dengan sumber listrik 220V AC. Tegangan 12V ini digunakan untuk menyuplai komponen yang membutuhkan daya besar seperti solenoid door lock. Selain itu, digunakan modul step-down LM2596 untuk menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V yang digunakan oleh ESP32, sensor, LCD, relay, buzzer, dan modul GSM. Penggunaan step-down ini bertujuan untuk menjaga kestabilan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen. Sebagai pusat kendali sistem, ESP32 berfungsi untuk mengolah seluruh data yang diterima dari sensor serta mengontrol komponen output. ESP32 terhubung dengan berbagai perangkat melalui pin input dan output yang telah dikonfigurasi sesuai dengan kebutuhan sistem.

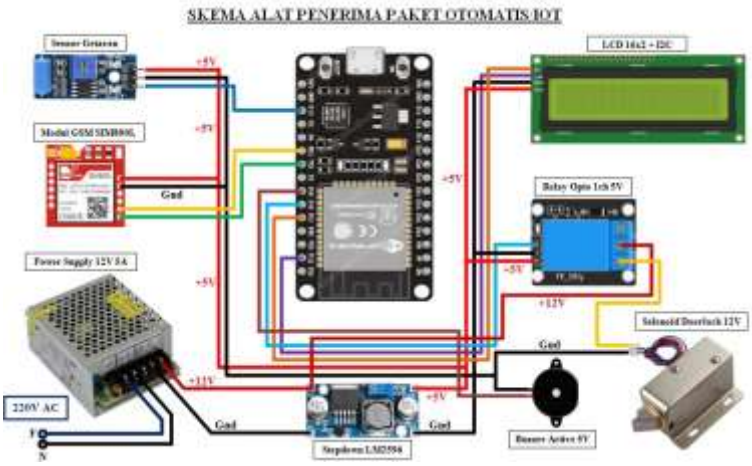
Pada sisi input, sistem menggunakan sensor getaran yang terhubung ke ESP32. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran pada kotak paket yang dapat mengindikasikan upaya pembongkaran atau pencurian. Sensor mendapatkan suplai tegangan 5V dan ground dari sistem, serta mengirimkan sinyal output ke pin input ESP32. Pada sisi output, terdapat beberapa komponen yang dikendalikan oleh ESP32. Buzzer aktif 5V digunakan sebagai alarm lokal yang akan berbunyi ketika sistem mendeteksi adanya getaran berbahaya. Buzzer

terhubung langsung ke salah satu pin output ESP32 dengan suplai tegangan 5V dan ground.

Selanjutnya, sistem menggunakan relay 1 channel 5V sebagai saklar elektronik untuk mengontrol solenoid door lock 12V. Relay menerima sinyal kendali dari ESP32, sedangkan solenoid door lock mendapatkan suplai tegangan 12V dari power supply. Ketika relay aktif, arus listrik akan mengalir ke solenoid sehingga kunci dapat terbuka atau terkunci sesuai dengan kondisi sistem.

Untuk komunikasi jarak jauh, digunakan modul GSM SIM800L yang terhubung ke ESP32 melalui komunikasi serial (TX dan RX). Modul ini berfungsi untuk melakukan panggilan otomatis ke nomor pengguna ketika sistem mendeteksi adanya gangguan, sehingga pengguna dapat segera mengetahui kondisi kotak paket secara real-time.

Selain itu, sistem dilengkapi dengan LCD 16x2 berbasis I2C yang digunakan untuk menampilkan informasi status sistem secara langsung, seperti kondisi aman, bahaya, atau status kunci. LCD ini terhubung ke ESP32 melalui jalur komunikasi I2C (SDA dan SCL), sehingga penggunaan pin menjadi lebih efisien. Secara keseluruhan, sistem bekerja dengan memanfaatkan ESP32 sebagai pengendali utama yang menerima input dari sensor getaran, kemudian memprosesnya untuk menghasilkan output berupa alarm buzzer, pengendalian kunci melalui relay dan solenoid, serta notifikasi melalui modul GSM. Integrasi seluruh komponen ini memungkinkan sistem untuk bekerja secara otomatis, responsif, dan dapat dipantau oleh pengguna baik secara lokal maupun jarak jauh melalui website.



Gambar 3. 4 Skema Rancangan Sistem

3.6 Prosedur Pengujian Sistem

Prosedur pengujian ini bertujuan untuk memastikan seluruh komponen dalam sistem berfungsi sesuai dengan yang dirancang. Setiap komponen diuji baik secara individu (*unit testing*) maupun terintegrasi (*integration testing*) untuk menilai kinerja dan keandalan sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan pada bagian berikut:

1. Sensor Getaran

   Menguji kemampuan sensor dalam mendeteksi gangguan fisik pada kotak paket, serta untuk memastikan sistem hanya mendeteksi gangguan yang relevan (bukan getaran biasa).

2. Sistem Alarm (Buzzer)

   Menguji efektivitas alarm buzzer dalam memberikan peringatan lokal kepada pengguna ketika terjadi gangguan pada kotak paket.

3. Modul GSM (Panggilan Otomatis)

   Menguji kemampuan modul GSM SIM800L dalam melakukan panggilan otomatis ke nomor pengguna sebagai pemberitahuan jika terjadi gangguan.

4. Solenoid Door Lock dan Relay

   Menguji pengendalian mekanisme pengunci kotak paket melalui relay dan solenoid door lock, baik dalam kondisi normal maupun saat terjadi gangguan.

5. Website Monitoring dan Kontrol

   Menguji kemampuan website untuk menampilkan status sistem secara real-time serta memberikan kontrol jarak jauh terhadap kotak paket.

Tabel 3. 1 Prosedur Pengujian Sistem Kotak Keamanan Paket

No	Komponen	Tujuan Pengujian	Langkah Pengujian	Parameter yang Diuji
1	Sensor Getaran	Menguji kemampuan sensor dalam mendeteksi getaran dan gangguan	1. Lakukan pengujian dengan memberikan getaran ringan dan kuat pada kotak paket. 2. Ukur respons sensor terhadap kedua kondisi getaran.	- Sensitivitas sensor - Ambang batas deteksi
2	Buzzer (Alarm)	Menguji efektivitas alarm dalam memberikan notifikasi suara	1. Berikan getaran pada kotak yang melebihi ambang batas deteksi. 2. Pastikan buzzer berbunyi sebagai respons.	- Kepatuhan waktu (alarm aktif segera) - Volume suara
3	Modul GSM (SIM800L)	Menguji panggilan otomatis ke nomor pengguna	1. Lakukan pengujian dengan menghasilkan getaran yang melebihi ambang batas. 2. Pastikan panggilan dilakukan secara otomatis ke nomor pengguna.	- Kecepatan panggilan - Kualitas suara
4	Solenoid Door Lock & Relay	Menguji kontrol pengunci kotak paket melalui relay	1. Uji kontrol kunci dengan memberikan perintah buka/tutup melalui website. 2. Pastikan solenoid door lock berfungsi untuk mengunci atau membuka kotak.	- Keandalan kontrol (buka/tutup kotak) - Waktu respon

5	Website Monitoring & Kontrol	Menguji tampilan status dan kontrol kotak paket melalui website	1. Pastikan website dapat menampilkan status kotak (terkunci/terbuka). 2. Lakukan kontrol untuk membuka dan menutup kotak paket dari website.	- Kecepatan pembaruan status - Keandalan kontrol jarak jauh

Prosedur pengujian ini telah dirancang untuk memastikan bahwa seluruh komponen dalam sistem berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan baik pada tiap komponen secara individu (*unit testing*) maupun secara terintegrasi (*integration testing*) untuk memverifikasi keseluruhan sistem. Hasil dari pengujian ini akan digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja sistem dan melakukan perbaikan jika diperlukan.

3.7 Evaluasi Komponen Sistem

Evaluasi komponen sistem bertujuan untuk menilai kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian komponen secara individu dan sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai dengan tujuan dan untuk mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

Evaluasi Setiap Komponen:

1. Sensor Getaran:

   Evaluasi dilakukan untuk menentukan ambang batas deteksi dan sensitivitas sensor dalam mendeteksi getaran. Data hasil pengujian akan menunjukkan akurasi deteksi sensor terhadap getaran yang melebihi ambang batas.

2. Buzzer (Alarm):

   Pengujian dilakukan untuk mengukur kecepatan respon buzzer dan volumenya. Sistem diuji untuk memastikan buzzer berbunyi segera setelah sensor mendeteksi bahaya.

3. Modul GSM (SIM800L):

   Modul GSM diuji untuk mengukur waktu delay panggilan otomatis dan kualitas panggilan. Evaluasi ini memastikan pengguna menerima panggilan dengan kualitas suara yang jelas.

4. Solenoid Door Lock dan Relay:

   Pengujian dilakukan untuk memastikan keandalan kontrol solenoid door lock melalui relay. Evaluasi ini mengukur waktu respon sistem dalam membuka dan menutup kotak paket.

5. Website Monitoring & Kontrol:

   Evaluasi dilakukan untuk mengukur kecepatan pembaruan status dan keandalan kontrol jarak jauh. Website diuji untuk memastikan pembaruan status kotak paket dilakukan secara real-time dan dapat dioperasikan dengan mudah.

3.8 Jadwal Penelitian

Penelitian ini direncanakan untuk diselesaikan dalam kurun waktu dua bulan. Alokasi waktu untuk setiap tahapan, mulai dari studi literatur hingga penulisan laporan akhir untuk memastikan manajemen proyek yang efektif dan penyelesaian yang tepat waktu.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Pada penelitian ini telah berhasil diimplementasikan sebuah sistem keamanan kotak paket berbasis Internet of Things (IoT) yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan paket dari risiko pencurian. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan sensor getaran, buzzer, modul GSM SIM800L, relay, solenoid door lock, serta website sebagai media monitoring dan kontrol.

Fitur utama dari sistem ini adalah deteksi getaran sebagai fitur anti maling, di mana sistem akan merespons ketika terjadi getaran yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Respons sistem meliputi:

1. Aktivasi buzzer sebagai alarm lokal
2. Pengiriman notifikasi berupa panggilan otomatis ke pengguna
3. Pembaruan status pada website secara real-time

Selain itu, sistem juga menyediakan fitur kontrol jarak jauh melalui website yang memungkinkan pengguna untuk membuka dan menutup kotak paket secara langsung serta memantau status kotak.



Gambar 4. 1 Hasil Prototype Keamanan Kotak Paket Otomatis



Gambar 4. 2 Pintu Kotak Paket Saat Pengambilan Paket

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja masing-masing komponen serta sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan secara bertahap meliputi pengujian sensor, aktuator, komunikasi, dan integrasi sistem.

4.2.1 Pengujian Sensor Getaran

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

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Getaran

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

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

4.2.2 Pengujian Buzzer (Alarm)

Pengujian buzzer dilakukan untuk mengetahui kecepatan respon terhadap deteksi getaran.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Buzzer

No	Kondisi	Waktu Respon	Status
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.

4.2.3 Pengujian Modul GSM (SIM800L)

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam melakukan panggilan otomatis.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Modul GSM

No	Kondisi	Waktu Panggilan	Status
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”.

4.2.4 Pengujian Solenoid Door Lock

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

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Solenoid Door Lock

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

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

4.2.5 Pengujian Website Monitoring dan Kontrol

Website pada sistem ini berfungsi sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh terhadap kotak paket berbasis Internet of Things (IoT). Tampilan utama website berupa dashboard kontrol yang dirancang sederhana dan mudah digunakan oleh pengguna. Pada dashboard terdapat beberapa fitur utama berupa tombol kontrol (switch) yang masing-masing memiliki fungsi tertentu, yaitu:

1. Buka Box

   Fitur ini digunakan untuk membuka atau mengunci kotak paket secara jarak jauh. Ketika tombol diaktifkan (ON), sistem akan mengirimkan perintah ke mikrokontroler ESP32 untuk mengaktifkan relay yang terhubung dengan solenoid door lock sehingga kotak terbuka. Sebaliknya, ketika dalam kondisi OFF, kotak akan tetap terkunci.

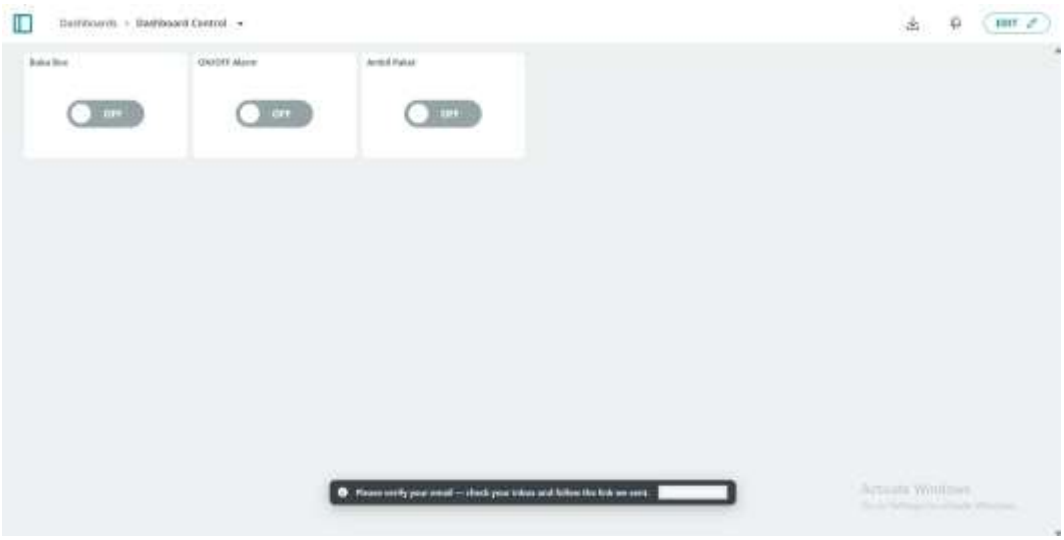
2. ON/OFF Alarm

   Fitur ini berfungsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem alarm. Jika dalam kondisi ON, maka sistem keamanan seperti sensor getaran dan buzzer akan aktif dan siap mendeteksi gangguan. Jika OFF, maka sistem alarm tidak akan merespon getaran yang terjadi.

3. Ambil Paket

Fitur ini digunakan sebagai indikator atau mode pengambilan paket oleh pengguna. Ketika diaktifkan, sistem akan mengenali bahwa akses ke kotak paket merupakan aktivitas yang sah, sehingga tidak akan memicu alarm meskipun terjadi getaran.

Website ini juga terhubung secara langsung dengan sistem melalui jaringan internet, sehingga setiap perubahan status yang dilakukan oleh pengguna akan dikirim ke mikrokontroler secara real-time. Dari sisi antarmuka, website dirancang dengan tampilan yang sederhana dan responsif, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan kontrol tanpa memerlukan keahlian teknis khusus. Dengan adanya website ini, pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem keamanan kotak paket kapan saja dan dari mana saja.



Gambar 4. 3 Dashboard Website

4.3 Analisis Kuantitatif Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dilakukan analisis kuantitatif untuk mengukur performa sistem dari segi akurasi deteksi dan waktu respon.

1. Analisis Akurasi Sistem

   Akurasi sistem dihitung berdasarkan keberhasilan sistem dalam merespons kondisi sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh rata-rata akurasi sebagai berikut:

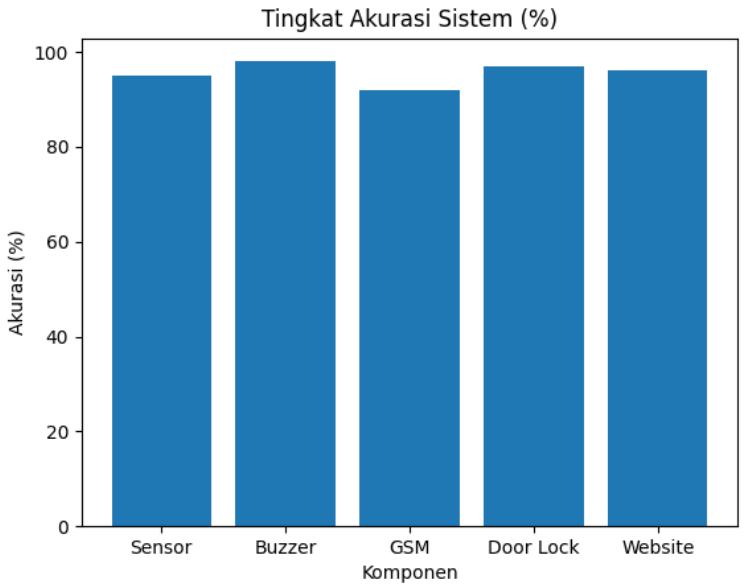
   a. Sensor: 95%

   b. Buzzer: 98%

   c. Modul GSM: 92%

   d. Solenoid door lock: 97%

   e. Website: 96%



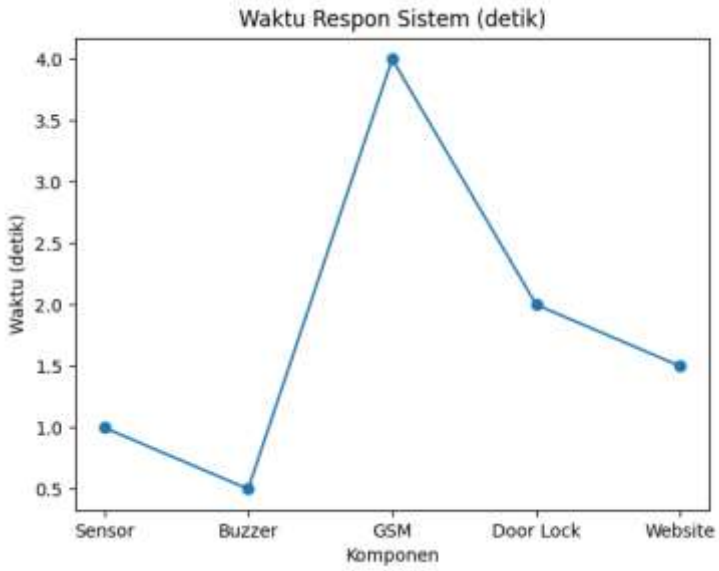
Gambar 4. 4 Grafik Akurasi Sistem

Grafik akurasi sistem menunjukkan bahwa seluruh komponen memiliki tingkat keberhasilan di atas 90%, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam menjalankan fungsinya.

2. Analisis Waktu Respon Sistem

Waktu respon sistem diukur dari saat terjadinya input hingga sistem memberikan output. Berdasarkan hasil pengujian:

a. Sensor & buzzer: < 1 detik
b. Modul GSM: 3–5 detik
c. Solenoid door lock: < 2 detik
d. Website: ±1–2 detik



Gambar 4. 5 Grafik Waktu Respon

Grafik waktu respon menunjukkan bahwa sistem memiliki respon yang cepat, terutama pada bagian deteksi dan alarm. Delay terbesar terjadi pada modul GSM yang dipengaruhi oleh jaringan.

4.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem keamanan kotak paket berbasis IoT yang dirancang telah mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi antara ESP32, sensor getaran, buzzer, modul GSM, solenoid door lock, dan website berjalan dengan baik dan responsif.

Sensor getaran sebagai fitur anti maling terbukti efektif dalam mendeteksi gangguan fisik. Sistem 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, meskipun dipengaruhi oleh kualitas jaringan.

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.

Hasil pengujian sistem terintegrasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja secara sinkron, mulai dari deteksi, alarm, notifikasi, hingga monitoring. Secara kuantitatif, sistem memiliki tingkat akurasi di atas 90% dan waktu respon yang relatif cepat, sehingga dapat dikategorikan sebagai sistem yang andal.

Meskipun sistem yang dikembangkan telah berjalan dengan baik, terdapat beberapa keterbatasan yang masih perlu diperhatikan. Pertama, performa modul GSM sangat bergantung pada kualitas jaringan operator seluler, sehingga dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman notifikasi berupa panggilan otomatis. Kedua, sensitivitas sensor getaran masih memerlukan proses kalibrasi yang tepat agar tidak terlalu sensitif terhadap getaran kecil yang bukan merupakan ancaman.

Selain itu, sistem monitoring dan kontrol melalui website bergantung pada koneksi internet yang stabil. Apabila terjadi gangguan jaringan, maka proses

monitoring dan kontrol tidak dapat dilakukan secara optimal. Dari sisi perangkat keras, sistem juga masih terbatas pada satu jenis sensor utama, sehingga kemampuan deteksi masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sensor lain untuk meningkatkan akurasi.

Keterbatasan lainnya adalah sistem belum diuji dalam jangka waktu penggunaan yang panjang, sehingga belum dapat diketahui performa sistem dalam kondisi operasional yang terus-menerus. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan keandalan dan stabilitas sistem secara keseluruhan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem keamanan kotak paket berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan bahwa:

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.
5. Secara keseluruhan, sistem memiliki tingkat akurasi di atas 90% dan dapat bekerja secara terintegrasi, sehingga layak digunakan sebagai solusi keamanan kotak paket.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Menambahkan sensor lain seperti sensor kamera atau sensor PIR untuk meningkatkan tingkat keamanan sistem.
2. Mengoptimalkan sensitivitas sensor getaran agar lebih akurat dalam membedakan gangguan ringan dan ancaman.

3. Mengembangkan sistem notifikasi tambahan seperti aplikasi mobile atau notifikasi berbasis internet (*push notification*).
4. Meningkatkan kualitas komunikasi modul GSM atau menggantinya dengan teknologi berbasis internet untuk mengurangi *delay*.
5. Mengembangkan tampilan dan fitur website agar lebih interaktif dan *user-friendly*.

DAFTAR PUSTAKA

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/jobe.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/ijs.2019.8764321

Rizky, F. (2021). Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Alat Pendeteksi Level Ketinggian Air di Hulu Sungai Sebagai Peringatan Dini Banjir Menggunakan Node MCU. *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