IMPLEMENTASI SISTEM *FINGERPRINT SMARTPHONE* ANDROID UNTUK SISTEM PENGUNCI KOPER MENGGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY* (BLE)

RAGIL TAUFIQ KAMIL
H1051191106

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
2026

IMPLEMENTASI SISTEM *FINGERPRINT SMARTPHONE* ANDROID UNTUK SISTEM PENGUNCI KOPER MENGGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY* (BLE)

RAGIL TAUFIQ KAMIL
H1051191106

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer



PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir :	Implementasi Sistem *Fingerprint Smartphone* Android Untuk Sistem Pengunci Koper Menggunakan *Bluetooth Low Energy* (BLE)
Nama Mahasiswa	: Ragil Taufiq Kamil
NIM	: H1051191106
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 14 juli 2026
SK Pebimbing	: No. 3911/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 8 Juli 2026
SK Penguji	: No. 4057/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 13 juli 2026

Dosen Pebimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom	Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs
NIP. 199012012019031017	NIP. 199305032022031003

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs.	Kasliono, S.Mat., M.Cs.
NIP. 198802272015041001	NIP. 199306202022031005

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	NIP. 199305032022031003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusnizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Ragil Taufiq Kamil
NIM	: H1051191106
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 14 Juli 2026



Ragil Taufiq Kamil
NIM. H1051191106

Implementesi Sistem *Fingerprint* Smartphone Android Untuk Sistem Pengunci Koper Menggunakan *Bluetooth Low Energy* (BLE)

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan integrasi perangkat mobile dengan sistem kendali jarak dekat menggunakan komunikasi nirkabel berdaya rendah. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem pembuka kunci koper berbasis *smartphone* Android menggunakan komunikasi *Bluetooth Low Energy* (BLE). Fokus utama penelitian adalah menganalisis performa komunikasi BLE sebagai media penghubung antara *smartphone* dan sistem pengunci koper. Sistem terdiri dari aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna, modul BLE HM-10 sebagai media komunikasi, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, serta *solenoid lock* sebagai aktuator mekanisme penguncian. Aplikasi Android mengirimkan perintah *OPEN* dan *CLOSE* melalui BLE setelah proses autentikasi sidik jari berhasil dilakukan. Autentikasi sidik jari berfungsi sebagai pemicu pengiriman perintah, sedangkan analisis penelitian difokuskan pada performa komunikasi BLE. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak dan kondisi lingkungan terhadap *delay* komunikasi. Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu ruangan terbuka tanpa penghalang yang disebut kondisi *Line of Sight* (LoS) dan ruangan berbeda dengan penghalang berupa tembok dan pintu tertutup yang disebut kondisi *Non-Line of Sight* (NLoS). Data *delay* dan nilai RSSI diambil sebanyak 30 kali pada setiap jarak untuk memperoleh nilai terkecil, terbesar, dan rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak dan kondisi lingkungan berpengaruh terhadap performa komunikasi BLE. Pada ruangan terbuka, koneksi dapat dipertahankan hingga 18 meter, sedangkan pada ruangan berbeda hanya mencapai 8 meter. *Delay* komunikasi meningkat seiring bertambahnya jarak.

Kata Kunci: *Bluetooth Low Energy*, Android, ESP32, *Delay* Komunikasi, Sistem Pengunci.

Implementation of an Android Smartphone Fingerprint System for a Suitcase Locking System Using Bluetooth Low Energy (BLE)

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology enables the integration of mobile devices with short-range control systems using low-power wireless communication. This study designs and implements a suitcase locking system based on an Android smartphone using Bluetooth Low Energy (BLE) communication. The main focus of this research is to analyze the performance of BLE communication as a medium connecting the smartphone and the suitcase locking system. The system consists of an Android application as the user interface, an HM-10 BLE module as the communication medium, an ESP32 microcontroller as the main controller, and a solenoid lock as the locking mechanism actuator. The Android application sends OPEN and CLOSE commands through BLE after the fingerprint authentication process is successfully performed. Fingerprint authentication functions as a trigger for sending commands, while the research analysis focuses on BLE communication performance. Testing was conducted to determine the effect of distance and environmental conditions on communication delay. The tests were carried out under two conditions, namely an open space without obstacles referred to as Line of Sight (LoS) and different rooms with obstacles in the form of walls and closed doors referred to as Non-Line of Sight (NLoS). Delay and RSSI data were collected 30 times at each distance to obtain minimum, maximum, and average values. The results showed that distance and environmental conditions affect BLE communication performance. In open-space conditions, the BLE connection could be maintained up to 18 meters, while in different-room conditions it could only reach 8 meters. Communication delay increased as the distance between devices became farther apart.

Keywords: *Bluetooth Low Energy, Android, ESP32, Communication Delay, Locking System.*

PRAKATA

Alhamdulillah Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Implementasi Sistem *Fingerprint Smartphone* Android Untuk Sistem Pengunci Koper Menggunakan *Bluetooth Low Energy* (BLE)". Tujuan dari Penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak bimbingan, petunjuk, saran, maupun dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku ketua jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., sebagai Dosen Pembimbing Pertama yang memberikan waktu, tenaga, petunjuk, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Hirzen Hasfani, S.Kom., M.Cs., sebagai Dosen Pembimbing Kedua yang memberikan waktu, tenaga, petunjuk, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Syamsul Bahri, S.Kom., M.Cs., sebagai Dosen Penguji Pertama, yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini, serta memberi motivasi yang membangun selama masa perkuliahan kepada penulis.
6. Bapak Kasliono S.Mat., M.Cs., sebagai dosen Penguji Kedua, yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.

7. Orang tua dan saudara kandung tercinta yang selalu memberikan dukungan berupa do'a, semangat, motivasi, dan kasih sayang secara penuh baik dalam proses masa perkuliahan hingga masa akhir penulisan tugas akhir ini.
8. Saudara Muhammad Raihan, Balo yuberlian Marsisto, Oktavianus Rendi, Trio Octavian Syah, Edwan Damiyanto, Muhammad Rafli Rohendi, Maulida Nandar Saputra, Muhammad Aswin Sigit, dan Albanus Irwan, Muhammad Raehan Maulana, yang telah memberi semangat, dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa khususnya Mahasiswa Enter 2019 yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam proses perkuliahan.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan banyak kritik dan saran yang bermanfaat yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 14 Juli 2026

Ragil Taufiq Kamil

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
PRAKATA ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR KODE PROGRAM ..... **xiii**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Batasan Masalah 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB 2 LANDASAN TEORI **8**
2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya 8
2.2 *Bluetooth Low Energy* (BLE) 9
2.3 *Received Signal Strength Indicator* 10
2.4 Delay 11
2.5 ESP32 12
2.6 Relay 13
2.7 Solenoid Lock 13
2.8 SQLite 14
2.9 Internet of Things (IoT) 14
2.10 *Smartphone* Android 15
2.11 Android Biometric Prompt 15
2.12 Aplikasi *Mobile* 16
2.13 Visual Studio Code 17
2.14 Arduino IDE 17
BAB 3 METODE PENELITIAN **18**
3.1 Studi Literatur 19

3.2 Analisis Kebutuhan 19
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras 19
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 20
3.3 Perancangan Sistem 20
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras 20
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak 21
3.4 Implementasi 21
3.4.1 Implementasi Perangkat Keras 21
3.4.2 Implementasi Perangkat Lunak 22
3.5 Pengujian 22
3.5.1 Pengujian Perangkat Keras 22
3.5.2 Pengujian Perangkat Lunak 23
3.5.3 Pengujian Keseluruhan Sistem 23
3.6 Kesimpulan dan Saran 23
BAB 4 PERANCANGAN 24
4.1 Deskripsi Sistem 24
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 25
4.3 Perancangan Perangkat Keras 28
4.3.1 Perancangan Sistem Autentikasi Sidik Jari 28
4.3.2 Perancangan Sistem Komunikasi *Bluetooth Low Energy* (BLE) 28
4.3.3 Perancangan Sistem Kendali Relay dan *Solenoid lock* 29
4.3.4 Perancangan Sistem Daya 30
4.3.5 Integrasi Keseluruhan Sistem Perangkat Keras 30
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 31
4.4.1 Perancangan Antarmuka Aplikasi Android 32
4.4.2 *Flowchart* aplikasi 36
4.4.3 Perancangan *Fingerprint* 38
4.4.4 Perancangan Program ESP32 38
4.4.5 Skenario Pengujian Sistem 38
4.5 Perancangan Basis Data 39
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN 41
5.1 Implementasi Sistem 41
5.2 Implementasi Perangkat Keras 41
5.2.1 Implementasi Komunikasi *Bluetooth Low Energy* (BLE) 41
5.2.2 Implementasi Kendali Relay dan *Solenoid Lock* 42
5.2.3 Implementasi Sumber Daya Sistem 43

5.2.4 Implementasi Keseluruhan Perangkat Keras Sistem 44
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 45
5.3.1 Halaman Autentikasi Sidik Jari 45
5.3.2 Halaman *Scan* dan Koneksi BLE 46
5.3.3 Halaman *Home* 46
5.3.4 Halaman Riwayat 47
5.4 Kode Program 48
5.4.1 Kode Program Aplikasi Android 48
5.4.2 Kode Program Mikrokontroler ESP32 54
5.5 Pengujian Sistem 57
5.5.1 Pengujian Jarak dan *Delay* BLE pada Ruangan Terbuka (LoS) 58
5.5.2 Pengujian Jarak dan *Delay* BLE pada Ruangan Berbeda 72
5.6 Pembahasan 79
5.6.1 Pengaruh Jarak terhadap *Delay* Komunikasi BLE 79
5.6.2 Pengaruh Kondisi Lingkungan terhadap Jarak Efektif BLE 81
BAB 6 PENUTUP 84
6.1 Kesimpulan 84
6.2 Saran 84
DAFTAR PUSTAKA 86
LAMPIRAN 89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 HM-10 10
Gambar 2.2 ESP32 13
Gambar 2.3 Relay 13
Gambar 2.4 *Solenoid* 5 volt 14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 18
Gambar 4.1 Gambaran Umum Sistem 24
Gambar 4.2 Diagram blok Sistem 26
Gambar 4.3 Rancangan ESP32 dan HM-10 29
Gambar 4.4 Rancangan Relay, ESP32, dan *Power bank* 30
Gambar 4.5 Halaman *Login* 32
Gambar 4.6 Halaman *Scan* BLE 33
Gambar 4.7 Halaman *Home* 34
Gambar 4.8 Halaman Riwayat 34
Gambar 4.9 Halaman *Profil* 35
Gambar 4.10 Halaman *About* 36
Gambar 4.11 *Flowchart* keseluruhan Aplikasi SIKOPSA 37
Gambar 5.1 Komunikasi *Bluetooth Low Energy* 42
Gambar 5.2 Kendali Relay dan *Solenoid Lock* 43
Gambar 5.3 sumber daya sistem 44
Gambar 5.4 keseluruhan perangkat keras sistem 45
Gambar 5.5 Halaman Autentikasi Sidik Jari SIKOPSA 46
Gambar 5.6 Halaman *Scan* dan Koneksi BLE SIKOPSA 46
Gambar 5.7 Halaman Home SIKOPSA 47
Gambar 5.8 Halaman Riwayat SIKOPSA 47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu..... 8
Tabel 2.2 Kategori RSSI..... 11
Tabel 2.3 Kategori *delay* 12
Tabel 4.1 Hubungan antara ESP32 dan HM-10 29
Tabel 4.2 Hubungan antara Relay dan ESP32..... 30
Tabel 4.3 Hubungan antara Relay, *Solenoid Lock*, dan *Power bank* 30
Tabel 4.4 Struktur Basis Data..... 40
Tabel 5.1 Ruangan terbuka jarak 2 meter..... 58
Tabel 5.2 Ruangan terbuka jarak 4 meter..... 60
Tabel 5.3 Ruangan terbuka jarak 6 meter..... 61
Tabel 5.4 Ruangan terbuka jarak 8 meter..... 63
Tabel 5.5 Ruangan terbuka jarak 10 meter..... 64
Tabel 5.6 Ruangan terbuka jarak 12 meter..... 66
Tabel 5.7 Ruangan terbuka jarak 14 meter..... 67
Tabel 5.8 Ruangan terbuka jarak 16 meter..... 69
Tabel 5.9 Ruangan terbuka jarak 18 meter..... 70
Tabel 5.10 Ruangan berbeda dengan penghalang jarak 2 meter 72
Tabel 5.11 Ruangan berbeda dengan penghalang jarak 4 meter 74
Tabel 5.12 Ruangan berbeda dengan penghalang jarak 6 meter 75
Tabel 5.13 Ruangan berbeda dengan penghalang jarak 8 meter 77

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Inisialisasi *Bluetooth low Energy* 48
Kode Program 5.2 Autentikasi Sidik Jari..... 49
Kode Program 5.3 Pemindaian dan Koneski *Bluetooth* Low Energy..... 50
Kode Program 5.4 Pengiriman Perintah *OPEN*..... 51
Kode Program 5.5 Pengiriman Perintah *CLOSE* 52
Kode Program 5.6 Pembacaan RSSI dan *Delay* 52
Kode Program 5.7 Penyimpanan Data Riwayat SQLite..... 53
Kode Program 5.8 Inisialisasi Komunikasi UART dan Konfigurasi Pin Relay . 54
Kode Program 5.9 pembacaan perintah BLE..... 55
Kode Program 5.10 perintah membuka kunci (*OPEN*) 55
Kode Program 5.11 perintah menutup kunci (*CLOSE*) 56
Kode Program 5.12 monitoring koneksi BLE..... 56
Kode Program 5.13 auto lock otomatis..... 56
Kode Program 5.14 Auto lock saat koneksi BLE terputus 57

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Koper adalah salah satu barang yang selalu dibawa saat bepergian, baik untuk keperluan bisnis maupun liburan. Sebagai tempat penyimpanan barang pribadi, keamanan koper menjadi sangat penting, terutama di tengah maraknya kasus pencurian atau akses tidak sah. Meskipun metode tradisional seperti kunci fisik dan kunci kombinasi telah digunakan selama bertahun-tahun, keduanya memiliki kelemahan, yaitu pengguna sering kali mengalami masalah seperti kehilangan kunci, lupa kombinasi, atau menghadapi risiko pencurian. Kunci fisik yang hilang tidak hanya mengakibatkan ketidaknyamanan, tetapi juga mengancam keamanan barang yang tersimpan di dalam koper. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), terjadi kejahatan terhadap hak milik/barang berupa pencurian, pengrusakan, dan penadahan pada tahun 2022 sebanyak 91.892 kejadian (Statistika, 2023).

Di tengah tantangan yang ada, inovasi dalam teknologi keamanan menjadi kebutuhan yang semakin mendesak autentikasi biometrik, terutama sidik jari kini dianggap sebagai salah satu metode keamanan yang paling aman dan praktis. Sidik jari adalah identitas unik setiap individu, sehingga sulit untuk atau dipalsukan. *Fingerprint* merupakan salah satu teknologi keamanan yang unik dan sulit untuk dimanipulasi karena menggunakan pengenalan sidik jari manusia (Nisa'a & Pane, 2019). Teknologi ini sudah banyak diadopsi pada perangkat yang memerlukan kunci keamanan untuk membukanya, seperti pintu rumah, brangkas, dan koper yang memiliki fitur *fingerprint* yang langsung tertanam di objeknya.

Namun, sistem keamanan berbasis sidik jari ini memerlukan perangkat keras khusus, seperti sensor sidik jari yang terpasang langsung pada koper. Hal ini menimbulkan tantangan yaitu, kerentanan akan rusaknya sensor sidik jari yang tertanam langsung di koper cukup tinggi. Di sisi lain, dengan kemajuan teknologi *smartphone*, kini hampir semua perangkat *smartphone* Android modern dilengkapi dengan sensor sidik jari. Hal ini membuka peluang besar untuk mengintegrasikan teknologi *fingerprint* pada *smartphone* ke dalam sistem keamanan koper.

Di sisi lain, teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) menawarkan kemampuan komunikasi nirkabel dengan konsumsi daya yang sangat rendah. BLE mampu menghemat konsumsi dayanya dengan tetap benda pada mode *sleep* hingga adanya inisiasi koneksi komunikasi (Rizaldi et al., 2020). BLE dirancang khusus untuk aplikasi yang membutuhkan konektivitas jarak pendek dengan efisiensi daya tinggi. Teknologi ini memungkinkan komunikasi antara perangkat pintar, seperti *smartphone* dengan berbagai perangkat IoT (*Internet of Things*), termasuk perangkat pengunci elektronik. Penggunaan BLE sangat ideal untuk sistem yang membutuhkan akses jarak jauh yang aman, namun tidak menguras daya secara signifikan, seperti sistem kunci koper elektronik.

Menggabungkan kedua teknologi tersebut, autentikasi sidik jari melalui *smartphone* Android dan *Bluetooth Low Energy* (BLE), dapat menciptakan sistem kunci koper mudah digunakan. Pengguna hanya perlu mengautentikasi identitas mereka melalui sidik jari di *smartphone*, dan sistem pengunci koper akan terbuka melalui koneksi BLE. Dengan cara ini, pengguna tidak lagi memerlukan kunci fisik atau mengingat kombinasi angka yang rumit, sehingga risiko kehilangan kunci atau lupa kombinasi dapat dihindari, dan karena sensor sidik jari tidak berada langsung di koper, maka resiko kerusakan sensor sidik jari akan terhindarkan. Selain itu, penggunaan BLE menjamin bahwa koper hanya dapat diakses dalam jangkauan yang relatif dekat sesuai dengan jarak BLE, dan alat pembuka kuncinya juga menjadi lebih mudah dibawa.

Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pengujian pengaruh jarak dan kondisi ruangan terhadap performa komunikasi BLE. Dalam kondisi nyata, koneksi BLE dapat terpengaruh oleh faktor lingkungan seperti penghalang tembok, pintu, serta jarak antara perangkat pengirim dan penerima. Semakin jauh jarak antara perangkat, semakin besar kemungkinan terjadinya peningkatan *delay* komunikasi. Menurut penelitian (Khairuddin et al., 2021), faktor jarak sangat mempengaruhi besar kecilnya waktu *delay*, di mana semakin jauhnya jarak antara perangkat pengirim dengan perangkat penerima maka waktu *delay* komunikasi dapat meningkat hingga ±2 detik. Oleh karena itu, pengujian performa BLE dalam kondisi ruangan yang berbeda menjadi penting untuk mengetahui seberapa stabil sistem dalam berbagai skenario penggunaan.

Penelitian terkait dari judul ini adalah "Implementasi *Bluetooth Low Energy* dan Telegram pada Sistem Monitoring dan *Control* Kunci Pintu Rumah menggunakan Routing Multihop" (Prathama et al., 2023). Pada penelitian ini telah dibuat sebuah sistem pengunci rumah yang memanfaatkan teknologi BLE dengan sangat baik. Pada penelitian ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya. Penelitian ini menggunakan sensor *fingerprint* yang terpasang langsung di pintu dan menggunakan telegram sebagai pemberi informasinya. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah ketika *user* menggunakan di jarak 1 meter, hasil rata-rata *delay* yang didapatkan sebesar 291,1 ms. Sedangkan ketika *user* menggunakan sistem dengan jarak 5 meter, maka hasil rata-rata *delay* yang didapatkan sebesar 427 ms. Dalam percobaan diketahui juga bahwa jarak 10 meter penggunaan BLE tidak dapat dideteksi.

Penelitian selanjutnya adalah "Rancang Bangun Sistem Keamanan Ganda Membuka Kunci Koper Menggunakan Sidik Jari dan Melacak Lokasi Koper Menggunakan GPS (*Global Positioning System*)" (Hafizh, 2022). Pada penelitian ini telah dibangun sistem keamanan koper dengan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, dan menggunakan sensor sidik jari untuk membuka kunci koper, pada sistem ini menggunakan GPS untuk melacak keberadaan koper, dan *solenoid* sebagai penguncinya, *buzzer* juga digunakan di sistem ini sebagai penanda koper berhasil dibuka dan sebagai penanda keberadaan koper. Sistem ini menggunakan SMS untuk memberikan titik koordinat keberadaan koper yang diambil melalui GPS. Tingkat keberhasilan dari sensor yang digunakan sebesar 90%, untuk tingkat keberhasilan melacak koper sebesar 100% yang dapat dilihat melalui SMS. Berdasarkan hasil pengujian tingkat akurasi keberadaan lokasi koper yang dibandingkan dengan lokasi *smartphone* di tempat yang sama memiliki perbedaan jarak 3,23 – 7,67 meter yang dapat disebabkan dari tingkat sinyal GPS yang didapat atau versi GPS yang berbeda. Berdasarkan pengujian juga ditemukan tingkat kecepatan agar sistem dapat merespon atau membalas pesan membutuhkan waktu kurang lebih 11 detik.

Penelitian selanjutnya adalah "*Smartbag* Dengan Sistem Keamanan Berbasis Arduino, Sensor PIR, dan GPS Melalui SMS" (Anggraeni, 2020). Membahas *Smartbag* dengan sistem keamanan yang menggunakan Arduino Uno sebagai

mikrokontroler dan menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan yang ada di dalam tas, juga menggunakan ultrasonik untuk mengetahui perpindahan tas dari tempat dengan perpindahannya menggunakan GPS, dan diberitahukan melalui SMS.

Dari latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pembuka kunci koper yang menggunakan autentikasi sidik jari melalui *smartphone* Android dan terhubung dengan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE). Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap permasalahan kunci koper yang sering hilang dengan memanfaatkan fitur *fingerprint* yang sudah tersedia pada *smartphone* Android, sehingga sistem menjadi lebih mudah digunakan dan praktis tanpa memerlukan kunci fisik tambahan.

Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada pengujian performa komunikasi BLE dengan menganalisis pengaruh jarak dan kondisi ruangan terhadap kecepatan respons sistem. Aplikasi Android pada sistem ini dilengkapi dengan basis data SQLite untuk mencatat data log aktivitas pembukaan dan penutupan koper, seperti waktu *delay*, dan nilai RSSi, sehingga pengguna dapat memantau riwayat penggunaan sistem. Waktu *delay* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah waktu dari *fingerprint* dibaca ke sistem melakukan penguncian koper, atau bisa disebut dengan waktu respon. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem kontrol berbasis biometrik dan *Bluetooth Low Energy* pada perangkat *Internet of Things* (IoT) yang fungsional dan mudah dioperasikan dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan beberapa masalah, antara lain:

1. Bagaimana pengaruh jarak komunikasi *Bluetooth Low Energy* (BLE) terhadap *delay*/waktu respon sistem pembuka kunci koper berbasis smartphone Android?
2. Bagaimana performa komunikasi BLE pada sistem pembuka kunci koper pada kondisi ruangan yang sama (LoS) dan ruangan berbeda dengan penghalang (NLoS)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah, antara lain:

1. Mengetahui pengaruh jarak komunikasi *Bluetooth Low Energy* (BLE) terhadap *delay* sistem pembuka kunci koper berbasis smartphone Android.
2. Mengetahui performa komunikasi BLE pada kondisi ruangan yang sama (LoS) dan ruangan berbeda dengan penghalang (NLoS).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah, antara lain:

1. Penelitian difokuskan pada analisis performa komunikasi Bluetooth Low Energy (BLE) berdasarkan parameter *delay* dan RSSI terhadap variasi jarak serta kondisi *Line of Sight* (LoS) dan *Non-Line of Sight* (NLoS) pada sistem pembuka kunci koper.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, yang berfungsi sebagai pengendali utama dan penerima data perintah melalui modul BLE HM-10.
3. Sistem autentikasi dilakukan menggunakan sensor sidik jari bawaan *smartphone* Android melalui fitur *Biometric Prompt*.
4. Basis data yang digunakan untuk menyimpan log aktivitas sistem adalah SQLite, yang terintegrasi secara lokal pada aplikasi Android.
5. Lingkup implementasi dan pengujian sistem dibatasi pada *smartphone* berbasis Android, tanpa mencakup platform lain seperti iOS.
6. Penelitian ini tidak membahas pengukuran konsumsi daya Bluetooth Low Energy (BLE) secara detail, melainkan berfokus pada analisis performa komunikasi berdasarkan parameter *delay* dan RSSI.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi dalam membuka kunci koper tanpa menggunakan kunci fisik, yaitu dengan memanfaatkan autentikasi sidik jari yang terdapat pada *smartphone* Android. Dengan penerapan sistem berbasis *Bluetooth Low Energy* (BLE), pengguna dapat mengendalikan koper secara nirkabel dengan lebih mudah. Selain itu, penelitian ini juga memberikan manfaat dalam mengetahui seberapa besar pengaruh jarak dan kondisi

ruangan terhadap performa komunikasi BLE, khususnya terhadap *delay* yang terjadi saat sistem bekerja. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem berbasis BLE di lingkungan berbeda, terutama pada penerapan perangkat IoT yang memerlukan kestabilan koneksi dan waktu respon cepat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi ini ditulis dengan 6 bab, sehingga permasalahan dapat diuraikan untuk menyelesaikan penelitian ini. Secara garis besar sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian latar belakang masalah yang menjadi dasar dilakukannya penelitian, perumusan masalah, batasan masalah untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian baik secara akademis maupun praktis, serta sistematika penulisan skripsi secara keseluruhan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini memaparkan teori-teori yang menjadi dasar pelaksanaan penelitian. Pembahasan meliputi konsep autentikasi sidik jari, prinsip kerja sensor sidik jari, teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE), modul BLE HM-10, mikrokontroler ESP32, mekanisme *solenoid lock*, serta tinjauan penelitian terdahulu yang relevan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi pendekatan penelitian, rancangan sistem secara keseluruhan, alat dan bahan, prosedur perancangan, serta metode pengujian sistem yang akan digunakan untuk memperoleh data.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab ini menjabarkan perancangan sistem secara rinci, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Pada bagian ini dijelaskan diagram blok sistem, skema rangkaian, desain mekanik, rancangan antarmuka aplikasi Android, serta alur komunikasi BLE antara *smartphone* dan perangkat keras.

BAB 5 IMPLEMENTASI PENGUJIAN dan PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil implementasi sistem sesuai perancangan, proses instalasi dan konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak, hasil pengujian yang meliputi *delay* dan jarak efektif BLE, serta analisis pembahasan.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem di masa mendatang, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.