PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN KOPER BERBASIS IOT DENGAN GPS DAN NOTIFIKASI MELALUI TELEGRAM

Ninarti[1], Satriyo*[2], Muhammad Ridhwan Sufandi[3], Nanda Rusyda Saufa[4], Agus Riyanto[5]

[1,2,3,4,5]Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak

Jl. Jendral Ahmad Yani – Pontianak 78124, Kalimantan Barat
[1]ninaninarti20@gmail.com, [2]satriyo.rbg@gmail.com, [3]mr.sufandi86@gmail.com,
[4]saufananda@polnep.ac.id, [5]ariyanto228@gmail.com

Abstract

A suitcase is one of the primary storage media used when traveling, commonly used to store valuable belongings, particularly at airports and terminals. Despite having a sturdy outer shell, suitcases remain vulnerable to theft due to the lack of adequate security systems. This situation highlights the need for technological development that can provide better protection for the contents inside a suitcase. This study aims to design an IoT-based suitcase security system equipped with GPS and notifications via the Telegram application. The system uses an LDR sensor to detect light when the suitcase is opened, a PIR sensor to detect movement inside the suitcase, an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect changes in the distance of the suitcase lid, and a NEO-6M GPS module to track the suitcase location in real-time. All sensor data is processed by an ESP32 microcontroller as the central control unit, which simultaneously sends notifications to the suitcase owner via Telegram. The test results show that the HC-SR04 ultrasonic sensor has an average error percentage of 2.3% in detecting changes in the lid distance with an average notification delay of 3.30 seconds, the PIR sensor successfully detects movement inside the suitcase with an average notification delay of 10.31 seconds, and the LDR sensor is able to detect changes in light intensity with an average notification delay of 8.42 seconds. The NEO-6M GPS module successfully transmitted the suitcase location coordinates via a Google Maps link on Telegram with an average distance deviation of ±7.3 meters from the actual position and a transmission delay of every 60 seconds. Overall, all notifications (100%) were successfully sent and received by the user via the Telegram application, indicating that the system is capable of working reliably in real-time. With the results of this research, this IoT-based suitcase security system is expected to serve solution in improving suitcase security and reducing the risk of loss or theft during travel.

Keywords: ESP32, NEO-6M GPS Tracking, Internet of Things, Light Dependent Resistor (LDR) Sensor, Passive Infrared (PIR) Sensor, HC-SR04 Ultrasonic Sensor, Suitcase Security System, Telegram Notification.

Abstrak

Koper merupakan salah satu media utama penyimpanan barang saat bepergian dan sering digunakan untuk menyimpan barang-barang berharga, khususnya di bandara dan terminal. Meskipun memiliki cover yang kokoh, koper tetap rentan menjadi target pencurian akibat minimnya sistem pengaman yang tersedia. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan teknologi yang mampu memberikan perlindungan lebih baik terhadap isi koper. Penelitian ini bertujuan merancang sistem keamanan koper berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan GPS dan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Sistem menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi cahaya ketika koper dibuka, sensor PIR untuk mendeteksi gerakan di dalam koper, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi perubahan jarak tutup koper, serta modul GPS NEO-6M untuk melacak lokasi koper secara real-time. Seluruh data sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang sekaligus bertugas mengirimkan notifikasi kepada pemilik koper melalui Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki rata-rata persentase eror sebesar 2,3% dalam mendeteksi perubahan jarak tutup koper dengan rata-rata delay notifikasi 3,30 detik, sensor PIR berhasil mendeteksi gerakan di dalam koper dengan rata-rata delay notifikasi 10,31 detik, dan sensor LDR mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya dengan rata-rata delay notifikasi 8,42 detik. Modul GPS NEO-6M berhasil mengirimkan koordinat lokasi koper melalui tautan Google Maps pada Telegram dengan selisih jarak rata-rata ±7,3 meter terhadap

posisi sebenarnya dan delay pengiriman setiap 60 detik. Secara keseluruhan, seluruh notifikasi (100%) berhasil dikirim dan diterima oleh pengguna melalui aplikasi Telegram, yang menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara real-time dan andal. Dengan hasil penelitian ini, sistem keamanan koper berbasis IoT ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan keamanan koper serta mengurangi risiko kehilangan barang atau pencurian selama perjalanan.

Kata kunci: ESP32, GPS Tracking NEO-6M, Internet of Things, Sensor LDR, Sensor PIR, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sistem Keamanan Koper, Notifikasi Telegram

1. PENDAHULUAN

Koper merupakan salah satu media yang sering digunakan sebagai penyimpanan barang dengan jumlah cukup besar untuk menyimpan berbagai barang saat bepergian. Pada umumnya sebagian orang ketika bepergian jauh dari satu tempat ke tempat lain selalu menggunakan media koper. Banyaknya para pengguna meletakkan barang berharga ke dalam koper tanpa menggunakan pengaman dan itu menyebabkan koper rentan menjadi target pencurian [1].

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan penduduk yang sangat tinggi dengan berbagai macam aktifitas masyarakat dalam berbagai lini termasuk dalam transportasi umum, namun dalam kondisi yang tidak bisa diprediksi banyak tindakan kriminal yang mungkin terjadi karena sebagian manusia ingin mendapatkan sesuatu barang dengan cara instan seperti melakukan pencurian. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) dalam publikasi Statistik Kriminal 2024/2025, pencurian merupakan jenis kejahatan yang paling sering terjadi di Indonesia, dengan persentase mencapai 29,92% dari total desa/kelurahan pada tahun 2024 [2]. Maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat melindungi barang bawaan pada koper dari tindak kriminal salah satunya yaitu pencurian.

Dari penelitian sebelumnya terdapat kekurangan dalam membuat sistem keamanan koper, diantaranya mengembangkan sistem keamanan koper berbasis RFID dan fingerprint. Meskipun memiliki autentifikasi pengguna, sistem tersebut belum mampu memberikan pelacakan koper secara otomatis saat terjadi ancaman [3]. merancang koper pintar yang bergerak mengikuti pemiliknya melalui joystick dan aplikasi blynk, tetapi lebih menekankan pada aspek kenyamanan mobilitas, bukan keamanan koper dari ancaman eksternal [4]. Serta merancang *smartbag* berbasis Arduino dengan sistem keamanan yang mengirimkan peringatan melalui SMS. Namun, penggunaan SMS pada saat ini dinilai kurang efektif dibandingkan dengan flatform komunikasi yang modern dengan menggunakan aplikasi Telegram, serta belum mengintegrasikan pelacakan lokasi secara menyeluruh menggunakan GPS dan sensor-sensor gerak [5]. Fokus penelitian ini yaitu dengan memanfaatkan Internet Of Things (IoT) sebagai memberikan notifikasi dengan memanfaatkan interaksi antarsesama alat atau mesin yang terhubung secara otomatis melalui pengkodean Arduino [6]. pada saat terjadinya aktivitas yang mencurigakan melalui telegram, seperti koper dibuka dan barang-barang di dalam koper ada yang dikeluarkan. Hal ini bisa dideteksi dengan menggunakan sensor LDR (Light Dependent Resistor) dan sensor PIR (Passive Infrared) untuk mendeteksi ketika resleting koper dibuka oleh orang yang tidak dikenal serta sensor ultrasonik untuk membaca ketinggian pembukaan koper.

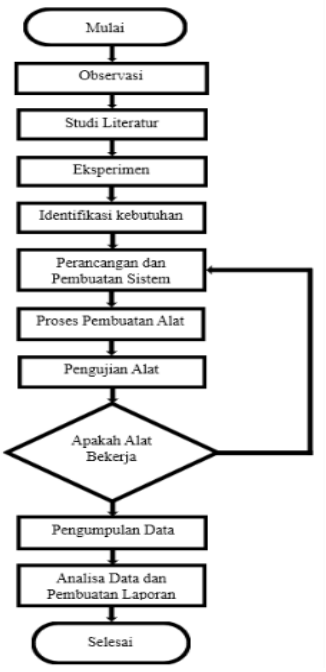
Perbedaan utama dari proyek ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu masih bersifat tunggal, yaitu hanya unggul pada satu aspek keamanan saja seperti autentikasi, mobilitas, atau notifikasi, sementara belum ada yang mengintegrasikan deteksi ancaman multi-sensor, pelacakan lokasi real-time, dan notifikasi instan sekaligus dalam satu sistem yang mudah diakses pengguna. Sehingga dibutuhkan keamanan koper secara menyeluruh dan real-time berbasis IoT yang mudah diakses oleh pengguna melalui aplikasi Telegram. Sistem yang akan dibuat tidak hanya mendeteksi ancaman, namun juga langsung memberikan peringatan dan lokasi koper kepada pemilik koper, mengingat tingginya angka pencurian di Indonesia serta besarnya kerugian yang dapat dialami pengguna apabila koper hilang tanpa dapat dideteksi dan dilacak secara cepat.

Kebaruan pada penelitian ini terletak pada penggabungan deteksi ancaman dari sensor (LDR, PIR, dan ultrasonik), pelacakan lokasi real-time dari modul GPS, serta notifikasi instan melalui aplikasi Telegram ke dalam satu sistem keamanan koper yang terintegrasi serta mudah diakses oleh pengguna awam, kelebihan ini menjadi keunggulan yang masih minim digunakan oleh peneliti sebelumnya. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang hanya unggul pada salah satu aspek keamanan, sistem yang dibangun pada penelitian ini tidak hanya mampu mendeteksi ancaman secara dini, tetapi juga langsung mengirimkan peringatan sekaligus lokasi koper kepada pemiliknya secara real-time, sehingga peluang koper untuk ditemukan kembali menjadi jauh lebih besar.

Berdasarkan permasalahan yang diamati, untuk membuat sistem keamanan koper dilengkapi dengan GPS (Global Positioning System) yang dapat melacak posisi koper, menggunakan sistem barcode, alarm, sensor, dikendalikan melalui mikrokontroller. Dengan rancangan ini, sistem dapat memberikan peringatan cepat kepada pengguna, lokasi koper terkini, serta membunyikan alarm lokal dari buzzer. Penggabungan dari berbagai teknologi ini dapat membuat koper lebih aman dan responsif terhadap ancaman yang tidak dikenal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

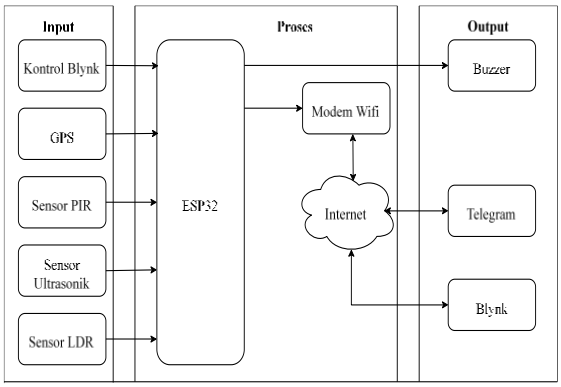
2.1 Skema Alur Penelitian



Gambar 1 Flowchart Metodologi Penelitian

Pada gambar 1 Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian tahapan yang sistematis, dimulai dari observasi langsung di lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan keamanan koper saat bepergian, dilanjutkan dengan studi literatur dari berbagai buku dan artikel jurnal ilmiah sebagai landasan teori perancangan sistem keamanan koper berbasis IoT dengan GPS dan notifikasi melalui Telegram. Berdasarkan kajian tersebut, ditentukan kebutuhan komponen sistem seperti sensor ultrasonik HC-SR04, sensor PIR, sensor LDR, modul GPS NEO-6M, dan mikrokontroller ESP32, yang kemudian dirancang, dirakit, dan diprogram menjadi satu kesatuan sistem terintegrasi. Setelah melalui eksperimen awal pada setiap komponen dan pengujian alat secara menyeluruh, data hasil pengujian dikumpulkan dan dianalisis secara kuantitatif untuk mengukur tingkat akurasi dan kinerja sistem, kemudian disusun menjadi laporan ilmiah yang menggambarkan keseluruhan proses pengembangan alat.

Berikut ini adalah diagram blok sistem yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini, yaitu:



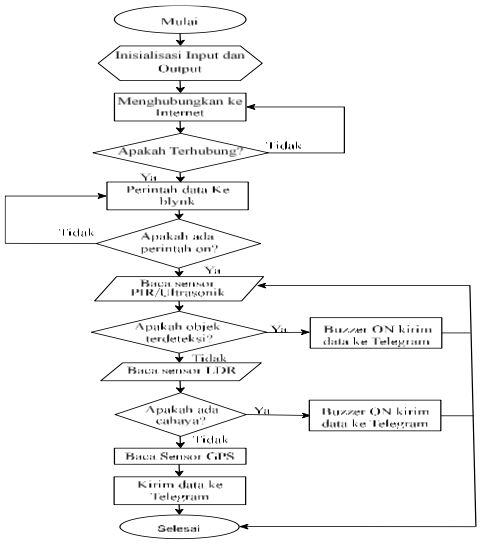
Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada gambar 2 merupakan diagram blok sistem yang menjelaskan alur kerja keseluruhan sistem dimulai dari input, proses dan output, pada tahap pertama bagian input terdiri dari beberapa perangkat yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari sekitar koper. Aplikasi *Blynk* adalah aplikasi yang digunakan untuk memungkinkan pengguna mengaktifkan atau mengontrol sistem dari jarak jauh melalui *smartphone*. GPS untuk mengetahui titik koordinat lokasi koper secara *real-time*, ketika koper berpindah dari satu tempat ke tempat lain sehingga lokasinya bisa diketahui. Sensor PIR mendeteksi gerakan atau pergerakan tubuh manusia pada saat membuka koper di malam

hari, ketika koper diletakkan dan tidak seharusnya ada aktivitas. Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi perubahan jarak pada tutup koper, misalnya koper dibuka secara paksa oleh bukan pemilik koper dan sensor ini menjadi pelengkap deteksi fisik pada area yang minim oleh cahaya, serta sensor LDR merupakan jenis sensor yang nilai hambatannya berpengaruh oleh cahaya [7]. contoh saat di siang hari maka sensor ini akan membaca adanya cahaya yang terbaca oleh sensor LDR dan akan memicu sistem alarm berupa *buzzer*.

Semua data dari sensor dikirim ke mikrokontroller ESP32 yang berfungsi sebagai kendali dari sistem. ESP32 membaca dan mengolah data dari sensor untuk menentukan apakah ada ancaman atau gangguan pada koper misalnya, gerakan terdeteksi oleh sensor PIR, perubahan jarak tutup koper terdeteksi oleh sensor ultrasonik, atau koper dibuka dan ada perubahan cahaya terdeteksi oleh sensor LDR, maka ESP32 akan segera mengeksekusi perubahan tersebut. ESP32 terhubung ke internet melalui modem *WiFi*, sehingga dapat mengirimkan data dan peringatan secara *real-time*.

Buzzer menjadi alarm jika ada ancaman atau terjadi pelanggaran pada sistem keamanan koper. Sistem mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram pemilik koper tersebut berupa jenis ancaman seperti gerakan terdeteksi, koper dibuka dan lokasi GPS koper dengan mengirim link *Google Maps*. *Blynk* digunakan untuk pengiriman maupun penerimaan data sesuai dengan komponen yang digunakan [8].

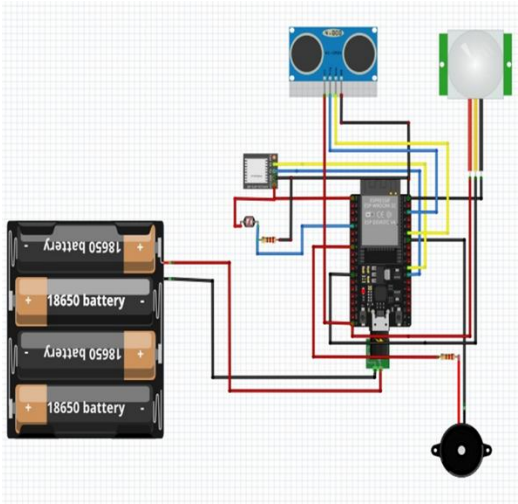


Gambar 3. *Flowchart* Sistem

Gambar 3 menjelaskan cara kerja sistem pada saat proses awal sistem keamanan aktif dimulai dengan sistem beroperasi pada saat dihidupkan, perangkat akan melakukan inisialisasi seluruh komponen *input* dan *output.* Sistem akan mencoba untuk terhubung ke jaringan internet, jika koneksi berhasil maka sistem akan terhubung ke aplikasi *Blynk* sebagai media kontrol. Sistem akan menunggu perintah dari pengguna melalui aplikasi *Blynk.* Jika pengguna mengaktifkan sistem keamanan ON, maka sistem akan membaca semua data dari sensor yang sudah terpasang di dalam koper. Sensor PIR mendeteksi pergerakan di dalam koper, sedangkan sensor Ultrasonik HC-SR04 mendeteksi perubahan jarak pada tutup koper berdasarkan nilai baseline saat koper dalam kondisi tertutup, dengan ambang batas perubahan jarak yang ditetapkan sebesar 5 cm; apabila perubahan jarak melebihi ambang batas tersebut maka sistem menganggapnya sebagai ancaman pembukaan koper secara paksa. Jika salah satu dari kedua sensor tersebut mendeteksi adanya perubahan dan menganggapnya sebagai ancaman, maka *buzzer* akan menyala sebagai alarm peringatan, dan sistem akan mengirim notifikasinya berupa alarm peringatan ke aplikasi Telegram. Jika tidak ada gerakan terdeteksi maka sistem akan melanjutkan membaca sensor LDR untuk mendeteksi perubahan cahaya di dalam koper ketika terbuka, dengan cara membandingkan nilai ADC hasil pembacaan sensor terhadap ambang batas kalibrasi sebesar 3000; apabila nilai ADC berada di bawah ambang batas tersebut maka sistem menganggap adanya cahaya yang masuk ke dalam koper sebagai indikasi koper terbuka. Jika koper terbuka, *buzzer* juga akan aktif dan mengirim data ke Telegram. Setelah itu, sistem akan melanjutkan membaca data lokasi sensor GPS untuk mengetahui posisi koper secara *real-time*. Dengan menggunakan GPS kita dapat melacak keberadaan barang saat tidak berada di sekitar kita [9]. Berbeda dengan sensor PIR, Ultrasonik, dan LDR yang bekerja berdasarkan ambang batas (threshold), modul GPS tidak mendeteksi ancaman melainkan terlebih dahulu memeriksa validitas data koordinat (status fix), kemudian mengirimkan informasi lokasi tersebut kepada pengguna melalui aplikasi Telegram dalam bentuk tautan Google Maps secara berkala setiap 60 detik selama kondisi ancaman berlangsung, sehingga pemilik koper tetap dapat memantau

posisi koper secara real-time. Sistem ini bekerja secara berulang selama mode keamanan diaktifkan.

2.2 Rancangan Hardware



Gambar 4. Wiring Sistem

Pada gambar 4 merupakan rangkaian yang menghubungkan antara 2 jenis sensor dan modul GPS serta alarm berupa buzzer. Koneksi Mikrokontroller ESP32 pada sistem ini dihubungkan dengan beberapa komponen utama, salah satunya modul penurun tegangan DC-DC Step Down to 5V bersumber dari baterai 12V menjadi 5 volt untuk mendukung supply ESP 32, sensor dan modul GPS, adapun sensor PIR terhubung ke pin D32 sebagai input sinyal (out) dan mendapatkan suplai daya dari 5V dan GND. Sensor ultrasonik dihubungkan dengan pin D22 sebagai TRIG dan D21 sebagai ECHO, dengan daya 5V dan GND. Sensor LDR menggunakan tegangan 3.3V dan GND sebagai pembagi tegangan untuk pembacaan pada nilai analog. Modul GPS terhubung dengan D16 sebagai RX dan D17 sebagai TX, serta menggunakan 5V dan GND sebagai sumber dayanya. Output sistem yaitu buzzer terhubung ke pin D13 dengan koneksi positif dan GND kaki negatif. Seluruh sistem akan mendapatkan sumber daya dari baterai yang telah dihubungkan ke pin VIN sebagai positif dan GND sebagai negatif, sehingga seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan perancangan sistem.

2.3 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam menyusun penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder yaitu sebagai berikut:

1. Data primer merupakan data yang diperoleh oleh peneliti secara langsung dari alat yang telah dirancang dan diuji oleh peneliti seperti perbandingan selisih error pada sistem dengan alat ukur yang digunakan sebagai validasi hasil penelitian untuk mendapatkan informasi faktual dan konseptual dari lapangan [10].
2. Data sekunder merupakan data yang membantu memperkuat dasar teori dan kajian teori dalam penelitian [11]. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur, publikasi ilmiah, laporan resmi, atau sumber lainnya guna menunjang pemahaman peneliti terkait topik penelitian yang dilakukan tercantum pada daftar pustaka sebagai upaya referensi yang digunakan.

2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini mencakup eksperimen, observasi dan studi dokumentasi alat, yaitu sebagai berikut:

1. Data eksperimen merupakan pengujian langsung setiap komponen sistem seperti secara langsung dengan skenario yang sudah ditentukan, untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel dan memberikan kekuatan pada penelitian eksperimen untuk menghasilkan kesimpulan yang lebih valid [12].
2. Data Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang melibatkan pengamatan langsung terhadap partisipan dalam hal ini objek penelitian dan konteks yang terlibat dalam fenomena penelitian [13]. Seperti buzzer aktif, apakah notifikasi terkirim, apakah status sistem berubah dari "aman" menjadi "ancaman". Pengamatan lapangan pada GPS di lokasi berbeda untuk menentukan selisih dengan telegram dan yang sebenarnya.
3. Data Dokumentasi alat dalam penelitian merupakan teknik dokumentasi sebagai penunjang penelitian dalam hal bukti-bukti yang dapat ditanggung jawabkan, dalam penelitian dokumentasi dapat di lampiran dalam bentuk foto-foto [14]. Seperti hasil perakitan sistem, tampilan notifikasi telegram pada masing-masing sensor dan hasil pelacakan pada lokasi-lokasi berbeda.

2.5 Analisis Data

Analisa data dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yaitu dengan mendeskripsikan hasil pengujian sistem keamanan koper berbasis IoT berdasarkan data

yang diperoleh secara langsung melalui pengukuran dan pengujian penggunaan analisis statistik untuk menguji hipotesis atau menjelaskan suatu fenomena alat selama proses implementasi dilakukan [15]. Adapun analisis yang mencakup 3 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Akurasi sensor dianalisis dengan membandingkan nilai hasil pembacaan sensor terhadap nilai acuan yang terukur secara aktual, kemudian dihitung menggunakan rumus persentase error untuk mengetahui tingkat kesalahan pengukuran pada masing-masing sensor, khususnya sensor ultrasonik HC-SR04, sensor PIR, dan sensor LDR.
2. Kinerja sistem notifikasi dianalisis dengan mengukur rata-rata waktu delay pengiriman pesan peringatan dari sistem ke aplikasi Telegram pada setiap kondisi yang terdeteksi oleh masing-masing sensor, serta memverifikasi kesesuaian respon sistem terhadap skenario pengujian yang telah ditentukan.
3. Akurasi pelacakan lokasi dianalisis dengan membandingkan titik koordinat yang dikirimkan oleh modul GPS NEO-6M melalui aplikasi Telegram terhadap titik koordinat referensi dari smartphone pada beberapa lokasi pengujian, kemudian dihitung selisih jarak rata-rata dalam satuan meter untuk mengetahui tingkat deviasi posisi koper secara real-time.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Realisasi Alat



Gambar 5. Hasil Perakitan Sistem Keamanan Koper

Pada gambar 5 merupakan hasil dari perakitan memperlihatkan sistem keamanan koper setelah tahap perancangan dan perakitan alat selesai dilakukan, terlihat rangkaian sistem yang sudah dirakit dan ditempatkan dalam box kontrol. Rangkaian tersebut terdiri dari mikrokontroller ESP32, komponen sensor PIR, ultrasonik LDR dan modul GPS, serta sumber daya baterai yang digunakan untuk menyuplai tegangan keseluruhan sistem. Box kontrol dipasang dalam koper dengan posisi yang tidak mengganggu ruang penyimpanan barang dan mudah diakses untuk pengujian. Penempatan ini bertujuan agar seluruh komponen sistem aman dari benturan. sehingga tampilan pada koper terlihat normal dari luar.

3.2. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan prosedur pengukuran jarak dari beberapa variasi titik uji yang telah ditentukan dengan menggunakan penggaris, kemudian hasil dari pembacaan sensor dibandingkan dengan jarak sebenarnya sebagai nilai acuan.

TABEL I. HASIL PENGUKURAN DAN KALIBRASI SENSOR ULTRASONIK

Uji ke	Jarak Ukur Asli(cm)	Pembacaan Ultrasonik di Serial Monitor	% Eror
1	2 cm	1.97 cm	1.5
2	5 cm	5.20 cm	4
3	8 cm	8.11 cm	1.3
4	11 cm	11.17 cm	1.5
5	13 cm	13.21 cm	1.6
6	15 cm	15.59 cm	3.9
	Rata-rata		2.3%

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata persentase eror pada pengujian sensor ultrasonik sebesar 2.3%.

TABEL II. HASIL PENGUJIAN SENSOR ULTRASONIK

NO	Kondisi Koper	Jarak(cm)	Status Sistem	Notifikasi
1.	Tertutup	8.89	Aman	Tidak
2.	Terbuka	10.8	Aman	Tidak
3.	Terbuka	15.97	Ancaman	Ya

Berdasarkan hasil pengujian pada sensor ultrasonik dapat mendeteksi perubahan jarak sekitar 8.89 cm. Sistem memberikan status ancaman ketika sistem mendeteksi melewati ambang batas 5 cm atau lebih dari ambang ultrasonik yang sudah ditentukan. Pada kondisi koper terbuka 2 cm jarak yang terdeteksi menjadi 10.8 cm, sistem masih dalam kondisi aman. Ketika koper dibuka 5cm (terdeteksi 15.97cm). Pada saat kondisi ini maka *buzzer* akan aktif dan sistem akan mengirim notifikasi berupa peringatan melalui aplikasi Telegram

Hasil notifikasi yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram ditunjukkan pada gambar 6, yang dimana pesan peringatan berupa koper terbuka dan diterima oleh pengguna.



Gambar 6. Notifikasi Sensor Ultrasonik

3.3. Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor PIR dapat dilakukan dengan mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi adanya gerakan di dalam koper.

TABEL III. HASIL PENGUJIAN SENSOR PIR

NO	Kondisi Koper	Gerakan	Output	Notifikasi
1.	Tertutup	Tidak Ada	0	Tidak
2.	Terbuka	Tidak Ada	0	Tidak
3.	Terbuka	Ada	1	Ya

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan bahwa pada saat kondisi koper tertutup dan tidak ada pergerakan, maka sensor akan menghasilkan output 0. Sebaliknya, pada saat kondisi koper terbuka dan sensor PIR mendeteksi adanya sebuah gerakan, maka sensor akan menghasilkan output bernilai 1. Pada kondisi ini sistem akan menganggap-nya sebagai sebuah ancaman dan akan mengirim notifikasi peringatan kepada pengguna.

Hasil notifikasi yang dikirim melalui aplikasi Telegram ditunjukkan pada gambar 7, dimana pesan peringatan berupa gerakan terdeteksi.



Gambar 7. Notifikasi Sensor PIR

3.4. Pengujian Sensor LDR

Pengujian pada sensor LDR dapat dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap perubahan intensitas cahaya di dalam koper.

TABEL IV HASIL PENGUJIAN SENSOR LDR

NO	Kondisi Koper	Nilai ADC	Status Sistem	Notifikasi
1.	Tertutup(gelap)	4095	Aman	Tidak
2.	Terbuka 45^0	2700	Ancaman	Ya
3.	Terbuka 90^0 (terang)	1730	Ancaman	Ya

Berdasarkan hasil pengujian sensor LDR menunjukkan kondisi koper tertutup dalam keadaan gelap menghasilkan nilai ADC sebesar 4095. Ketika koper berada dalam kondisi terbuka 45^0 maka nilai ADC akan menurun menjadi 2700. Pada kondisi koper terbuka dan cahaya masuk dalam kondisi terang, nilai ADC yang terdeteksi oleh sensor LDR akan menurun sekitar 1730, maka sistem akan mendeteksi ancaman ketika nilai ADC berada dibawah ambang 2500 dan mengirim notifikasi-nya.

Hasil notifikasi yang dikirimkan melaui aplikasi Telegram ditunjukkan pada gambar 8, dimana pesan berupa peringatan cahaya masuk ke koper.

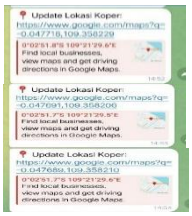


Gambar 8. Notifikasi Sensor LDR

3.5. Pengujian Modul GPS

Pengujian modul GPS dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi koordinat yang dihasilkan lalu dibandingkan dengan titik lokasi sebenarnya.

TABEL V. HASIL PENGUJIAN GPS

Titik Koordinat Sebenarnya di HP	Titik Koordinat koper di Aplikasi Telegram	Selisih (meter)	Tampilan di Aplikasi Telegram
Puskesmas Kampung Bangka -0.47703, 109.358185	0.047718,109.358229	10	
	0.047691,109.358206	10	
	0.047689,109.358210	10	
Rumah Budaya Kampung Bangka -0.468150, 109.3583560	0.046653,109.358355	7	
	0.044642,109.358361	7	
	0.046639,109.358355	7	
Mesjid Islamiyah -0.0484250, 109.3560650	0.048409,109.356091	5	
	0.048388,109.356099	5	
	0.048395,109.356097	5	
Deviasi			±7.3 meter

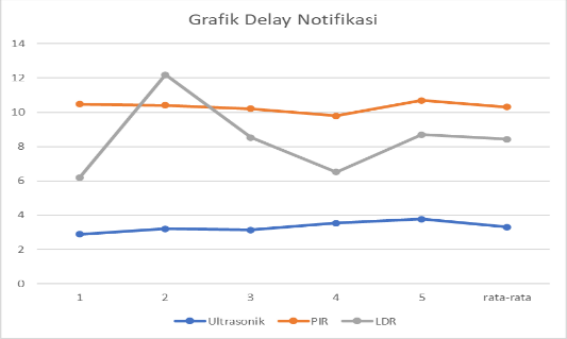
Pada pengujian pertama, meskipun koper berada pada lokasi yang sama, tetapi titik koordinat yang dikirimkan oleh modul GPS menunjukkan adanya perbedaan nilai pada setiap pengiriman data lokasinya. selisih jarak yang terukur antara titik koordinat sebenarnya di HP dan titik koordinat pada koper sebesar 10 meter, 7 meter, dan 5 meter dengan notifikasi setiap 1 menit sekali. Dari hasil rata-rata selish jarak menunjukkan selisih posisi ±7.3 meter dengan koordinat sebenarnya.

3.6. Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan untuk mengetahui waktu respon sistem dalam mengirimkan pesan peringatan ke pengguna.

TABEL VI. HASIL PENGUJIAN NOTIFIKASI TELEGRAM

NO	Sensor Pemicu	Delay(detik)	Rata-rata(detik)
1.	Ultrasonik	2.89 3.20 3.13 3.54 3.77	3.30
2.	PIR	10.48 10.40 10.21 9.80 10.69	10.31
3.	LDR	6.19 12.19 8.53 6.51 8.69	8.42
4.	GPS	60 60 60 60 60	60



Gambar 9. Grafik Delay Notifikasi

Parameter yang diamati dalam pengujian tersebut meliputi waktu terima notifikasi-nya pada aplikasi Telegram, dan beberapa detik delay pengiriman. Delay ini tercantum pada perancangan program yaitu untuk sensor PIR 10 detik dan modul GPS 60 detik. Pada kenyataannya, GPS mengirimkan data sesuai dengan delay pada program sedangkan untuk sensor PIR ada selisih 0,31 detik. Hal ini dipengaruhi karena perbedaan pada waktu delay pengiriman notifikasi dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan data pada setiap sensor, urutan pengiriman pesan oleh sistem, serta kondisi pada jaringan internet saat pengujian dioperasikan. Walaupun terdapat beberapa perbedaan delay, seluruh notifikasi berhasil diterima pengguna dari aplikasi Telegram.

Apabila dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu, sistem yang dikembangkan pada penelitian ini menunjukkan beberapa peningkatan dari segi fungsionalitas. namun sistem pada penelitian ini menggantikan SMS dengan Telegram yang terbukti lebih cepat dan hemat biaya, serta menambahkan sensor ultrasonik sebagai pelengkap deteksi fisik pada kondisi minim cahaya. Dengan demikian, aspek utama penelitian ini terletak pada integrasi deteksi ancaman multi-sensor, pelacakan lokasi real-time, dan notifikasi instan dalam satu sistem yang belum ditemukan secara utuh pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Meskipun sistem yang dibangun telah berhasil bekerja sesuai dengan fungsinya, hasil pengujian menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, hasil pengujian modul GPS NEO-6M menunjukkan deviasi jarak rata-rata ±7,3 meter terhadap posisi sebenarnya, yang dipengaruhi oleh keterbatasan akurasi modul GPS berbiaya rendah, kondisi lingkungan sekitar, serta kualitas sinyal satelit yang diterima, sehingga akurasi pelacakan lokasi berpotensi menurun apabila koper berada pada ruangan tertutup atau area dengan sinyal satelit yang lemah. Kedua, keseluruhan proses pengiriman notifikasi bergantung sepenuhnya pada ketersediaan koneksi internet melalui jaringan WiFi, sehingga sistem tidak akan berfungsi optimal apabila digunakan pada lokasi yang tidak memiliki akses WiFi, misalnya di dalam pesawat atau pada area tanpa jaringan. Ketiga, sensor ultrasonik HC-SR04 masih menunjukkan rata-rata persentase eror sebesar 2,3% dan berpotensi menimbulkan alarm palsu (false alarm) apabila terjadi perubahan posisi barang di dalam koper meskipun tidak dibuka oleh pihak yang tidak berwenang, sehingga diperlukan penyesuaian ambang batas serta logika kombinasi antar sensor secara lebih lanjut. Keterbatasan-keterbatasan tersebut menjadi peluang pengembangan bagi penelitian selanjutnya guna meningkatkan keandalan sistem keamanan koper berbasis IoT ini.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dari perancangan, pembuatan, serta pengujian yang sudah dilakukan pada seluruh komponen sistem keamanan koper dapat ditarik kesimpulan bahwa:

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dengan rata-rata eror 2,3% mampu mendeteksi perubahan jarak pada tutup koper, sensor PIR dengan selisih delay notifikasi 0,31 detik mampu mendeteksi pergerakan di dalam koper, dan sensor LDR mampu mendeteksi masuknya cahaya ke dalam koper saat koper dibuka. Seluruh data dari sensor

berhasil diproses oleh ESP32 dan digunakan untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan pada koper. Pengujian menunjukkan bahwa ESP32 mampu membaca data dari sensor ultrasonik, PIR, LDR, dan GPS dengan baik. Selain itu, ESP32 juga berhasil mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan serta mengirimkan notifikasinya secara otomatis ke aplikasi Telegram pada saat terdeteksi kondisi yang tidak wajar sesuai dengan logika pada pemrograman. Modul GPS NEO-6M berhasil memperoleh sinyal satelit dengan selisih jarak rata-rata ±7,3 meter dan berhasil mengirimkan data koordinat lokasi koper secara berkala melalui aplikasi Telegram dalam bentuk tautan Google Maps. Meskipun terdapat selisih koordinat dengan posisi sebenarnya, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem masih bisa digunakan untuk keperluan pelacakan lokasi pada koper.

Namun, masih terdapat beberapa keterbatasan pada sistem yang telah dikembangkan, seperti pada modul GPS NEO-6M yang masih dapat dioptimalkan dengan penambahan antena eksternal yang lebih sensitif atau penerapan metode assisted GPS, sehingga waktu perolehan koordinat lokasi koper lebih cepat dan akurasi lokasi tetap terjaga meskipun koper berada dalam ruangan atau area yang sinyal satelitnya lemah. Selain itu, sistem masih dapat menghasilkan alarm palsu ketika koper dalam kondisi tertutup namun berisi barang, akibat tingkat sensitivitas sensor yang masih tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian ambang batas, penerapan filtering data, dan logika kombinasi antar sensor, serta disarankan penambahan sensor pendukung atau mekanisme deteksi posisi tutup koper untuk meningkatkan akurasi dan keandalan sistem. Dengan menerapkan saran-saran di atas, diharapkan sistem dapat bekerja lebih maksimal dan dapat memberikan manfaat kepada pengguna.

DAFTAR PUSTAKA:

[1] N. Alfitri, L. Devy, and Y. F. Utami, "Alat Pengaman Koper Menggunakan GPS Berbasis Mikrokontroler Dengan Output SMS," *Elektron J. Ilm.*, vol. 9, pp. 1–6, 2017.

[2] B. P. Stastitik, "Statistik Kriminal 2024/2025," 12 Desember. Accessed: Jun. 11, 2026. [Online]. Available: https://www.bps.go.id/id/publication/2025/12/12/2edc8ea4c35b19ba912fc7e4/statistik-kriminal-2024-2025.html

[3] K. S. Maulana Setia Aji, Rahmi Hidayati, "Integrasi teknologi biometri, rfid dan gps pada sistem keamanan koper pintar," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 5, pp. 10–20, 2024, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/387723086_INTEGRASI_TEKNOLOGI_BIOMETRI_RFID_DAN_GPS_PADA_SISTEM_KEAMANAN_KOPER_PINTAR

[4] A. A. Reni Listiana, Eva Damayanti, Hadi Prasetyo, "Rancang bangun koper pintar berbasis mikrokontroler," *J. TEDC*, vol. 15, no. 1, 2021, [Online]. Available: https://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/456

[5] R. D. A. Mohammad Farid Susanto, M. Azam Gresa Mahendra, Aditya Trisna Nugraha, "Smartbag Dengan Sistem Keamanan Berbasis Arduino , Sensor PIR , dan GPS Melalui SMS," *Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 11, no. 1, pp. 26–27, 2020, [Online]. Available: https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/2002

[6] A. N. Iman and S. Widiono, "PERANCANGAN APLIKASI SMART GREENHOUSE BERBASIS IOT UNTUK OPTIMALISASI PERTUMBUHAN SAYURAN," *JIRE (Jurnal Inform. Rekayasa Elektron.*, vol. 7, no. 2, pp. 389–401, 2024.

[7] M. W. Muhammad Raihan, "Prototipe Deteksi Mendung dan Gerimis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor LDR dan Rain Sensor," vol. 14, no. 1, pp. 612–620, 2025, [Online]. Available: https://www.jurnal.polgan.ac.id/index.php/jmp/article/download/14835/3393

[8] S. S. Tatik Juwariyah, Luh Krisnawati, "SISTEM MONITORING TERPADU SMART BINS BERBASIS IoT MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK," *JIRE (Jurnal Inform. Rekayasa Elektron.*, vol. 3, no. 2, pp. 91–99, 2020, [Online]. Available: https://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire/article/download/247/116

[9] T. Zuraimi, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN KOPER MENGGUNAKAN ANDROID DAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM," *J. Energi Elektr.*, vol. 12, no. 2, pp. 2–5, 2023, [Online]. Available: https://ojs.unimal.ac.id/energi-elektrik/issue/download/801/pdf_2

[10] M. M. Undari Sulung, "MEMAHAMI SUMBER DATA PENELITIAN : PRIMER, SEKUNDER, DAN TERSIER," vol. 5, no. September, pp. 110–116, 2024, [Online]. Available: https://iicls.org/index.php/jer/article/view/238

[11] M. R. F. Faradiba Jabnabillah, Aswin, "Efektivitas Situs Web Pemerintah Sebagai Sumber Data Sekunder Bahan Ajar Perkuliahan Statistika," *Sustainable*, vol. 6, no. 1, pp. 59–70, 2023.

[12] H. Dermawan and A. Hasibuan, "Metode Penelitian Eksperimen : Prinsip , Prosedur , dan Aplikasi dalam Penelitian Ilmiah," *J. Ind. Manaj. dan Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 4–7, 2025, doi: https://doi.org/10.56211/factory.v3i2.729.

[13] M. S. J. Ardiansyah, Risnita, "Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian

Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif," *J. Pendidik. Islam*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2023, [Online]. Available: https://ejournal.yayasanpendidikandzurriyatulquran.id/index.php/ihsan/article/view/57

[14] S. K. Khoirunnisa, "ANALISIS MANAJEMEN PENDIDIKAN SEKOLAH DASAR BERORIENTASI MULTIKULTURAL," *J. Eduscience*, vol. 9, no. 1, pp. 255–266, 2022, [Online]. Available: https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/eduscience/article/download/2624/2180

[15] M. Waruwu, S. Natijatul, P. R. Utami, and M. R. Yanti, Elli Yanti, "Metode Penelitian Kuantitatif : Konsep , Jenis , Tahapan dan Kelebihan," *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, vol. 10, no. 1, pp. 917–932, 2025, [Online]. Available: https://jipp.unram.ac.id/index.php/jipp/article/download/3057/1692/16727