
Penerapan Internet of Things berbasis GPS untuk Optimalisasi Respons Keamanan Jalan Tol

Lady Maharani Laurent^{1*}, Rully Pramudita²

^{1,2}Teknik Informatika/Universitas Bina Insani.

¹Email: ladymaharani10@gmail.com

²Email: rullypramudita@binainsani.ac.id

*) Corresponding Author

ABSTRACT

The toll road patrol activities by the security team of PT Gading Jaya Kesuma play an important role in ensuring the safety of road users. However, the incident response process is delayed due to the lack of accurate location coordinate information. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring system using Global Positioning System (GPS) technology to monitor the real-time position of operational vehicles. The method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model, which consists of the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. This system is designed using the ESP32 microcontroller integrated with the Neo-M8N GPS module, RFID, 20x4 LCD, and internet connection via a MIFI device. Vehicle position data, personnel identity, and time are sent directly to the PHP-based website interface. The research results show that the system is capable of providing accurate coordinate data and speeding up the coordination process with related parties such as the ambulance team and the towing team. In addition, this system also functions as a monitoring tool for vehicle usage outside operational hours. The level of user satisfaction based on interviews using the Likert scale calculation reached 89%, indicating a significant potential for this GPS monitoring system to be implemented across all operational vehicles.

Keywords: ESP32, GPS, Internet of Things (IoT), Real-time monitoring, RFID.

ABSTRAK

Kegiatan patroli jalan tol oleh tim keamanan PT Gading Jaya Kesuma memiliki peran penting dalam menjaga keselamatan pengguna jalan. Namun, proses penanganan insiden mengalami keterlambatan akibat minimnya informasi koordinat lokasi yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem *monitoring* berbasis internet of Things (IoT) menggunakan teknologi Global Positioning System (GPS) guna memantau posisi kendaraan operasional secara real-time. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan modul GPS Neo-M8N, RFID, LCD 20x4, serta koneksi internet melalui perangkat *MIFI*. Data posisi kendaraan, identitas personel, dan waktu, dikirimkan secara langsung ke tampilan antarmuka website berbasis PHP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan data koordinat secara akurat dan mempercepat proses koordinasi dengan pihak terkait seperti tim ambulans dan tim derek. Selain itu, sistem ini juga berfungsi sebagai pengawasan penggunaan kendaraan di luar jam operasional. Tingkat kepuasan pengguna berdasarkan wawancara menggunakan perhitungan skala likert mencapai 89% hal ini menunjukkan bahwa adanya potensi besar untuk sistem *monitoring* ini di implementasikan pada seluruh kendaraan operasional.

Keywords: ESP32, GPS, Internet of Things (IoT), Pemantauan real-time, RFID.

A. PENDAHULUAN

Keterlambatan respons terhadap insiden yang terjadi di jalan tol adalah hal yang sangat krusial. Proses penanganan insiden yang mengalami keterlambatan menimbulkan kondisi jalan tol yang kurang kondusif. Keterlambatan respons ini disebabkan karena *call center* yang hanya memberikan informasi berupa kilometer (km) lokasi insiden tanpa mengetahui titik pasti lokasi terjadinya insiden.

PT Gading Jaya Kesuma, merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa keamanan sebagai penyedia sumber daya manusia khususnya personel keamanan (*Security*). Salah satu kegiatan operasional *security* pada perusahaan ini yaitu berpatroli menjaga keamanan jalan tol. Tugas tim patroli mengidentifikasi adanya kendala atau masalah yang dihadapi pengguna jalan, seperti kendaraan yang mengalami kerusakan [1]. Saat berpatroli *security* kerap menemukan mobil yang berhenti di bahu jalan, seperti mobil yang mengalami ban bocor, mogok, atau kondisi lainnya. Dimana setiap insiden memerlukan tim terkait yang berbeda. Selain itu *security* sesekali mendapatkan informasi lokasi terjadinya insiden dari *call center*. Namun informasi yang diterima *security* hanya berupa kilometer (km) saja. Tim patroli yang hanya menerima informasi kilometer (km) ini harus berpacu dengan waktu untuk tiba di lokasi insiden. Keterbatasan informasi ini menyebabkan *security* mengalami keterlambatan respons pada proses penanganan insiden.

Layanan *call center* memiliki peran penting dalam menampung laporan pengaduan dari pengguna jalan tol. Setiap laporan yang diterima akan segera ditindaklanjuti melalui koordinasi dengan unit terkait, seperti tim patroli dan tim medis, khususnya dalam situasi kedaruratan seperti kecelakaan lalu lintas [1].

Permasalahan lain yang ada ialah admin *security* tidak mengetahui titik insiden secara akurat, sehingga tidak dapat memberikan bantuan secara optimal untuk berkoordinasi dengan berbagai pihak seperti kepolisian, ambulans, derek, dan petugas jalan tol lainnya sesuai kebutuhan tertentu. Hal tersebut menunjukkan perlu adanya sistem pemantauan kendaraan patroli untuk optimalisasi respons.

Beberapa penelitian terkait penggunaan GPS dalam *memonitoring* kendaraan memungkinkan pelacakan kendaraan lebih akurat dan *real-time*. Pada penelitian Am (2022) mengusulkan pengembangan *prototype* sistem *monitoring* berbasis GPS pada truk kelapa sawit, memiliki masalah utama mengenai waktu yang tertunda akibat mandor tidak mampu melakukan perencanaan antrian truk untuk proses produksi [2]. Penelitian lainnya Prasetyo (2023) GPS pada penggunaan mobil rental menjadi solusi pelacakan guna melakukan pengawasan kendaraan yang rentan akan terjadinya kehilangan dalam jangka waktu penyewaan [3]. Selain itu penelitian Muzakky (2024) menyatakan hasil penggunaan GPS menjadi solusi pemantauan jarak jauh pada kendaraan dinas dan pelaporan *real-time* bagi pemilik kendaraan [4].

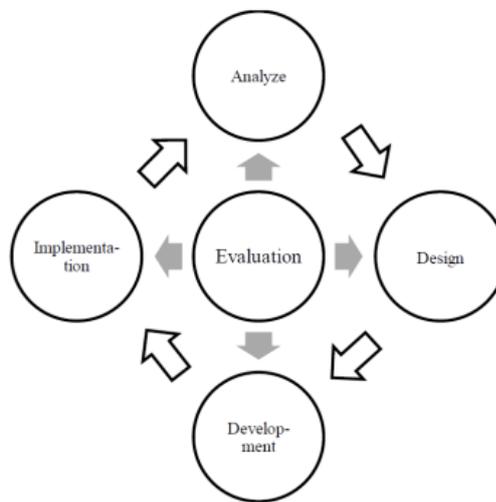
Berdasarkan penelitian-penelitian terkait tersebut dapat disimpulkan bahwa GPS menjadi solusi pemantauan dan pelacakan kendaraan jarak jauh, maka dibuatlah sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan teknologi GPS secara *real-time* untuk meminimalisir keterlambatan respons pada proses evakuasi atau penanganan keadaan darurat yang dapat membantu tim patroli bekerja secara lebih efisien, dan untuk menghindari potensi kehilangan kendaraan dalam keadaan tertentu serta penyalahgunaan penggunaan kendaraan di luar jam operasional. Internet of Things (IoT) sebuah konsep dimana sistem memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa bantuan manusia, atau dengan kata lain dapat menjalankan tugas secara otomatis [5]. Pemantauan (*monitoring*) biasanya dilaksanakan dengan tujuan tertentu untuk menilai status atau kemajuan menuju hasil pengelolaan [6].

Adapun gap antara penelitian terkait dengan penelitian ini yaitu, pada penelitian ini menggunakan alat ataupun komponen lebih memadai secara kebutuhan seperti penggunaan ESP32, *MIFI*, *MIFI* merupakan perangkat router nirkabel portabel yang memanfaatkan jaringan seluler sebagai sumber

internet dan berfungsi sebagai titik akses WiFi bagi berbagai perangkat secara bersamaan [7], LCD 20x4 (modul I2c) dan Modul GPS Ublox NEO M8N. UBlox NEO-M8N adalah Modul navigasi yang mendukung lebih banyak sistem satelit global (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) sehingga lebih cepat menangkap sinyal dan lebih memiliki akurasi yang tinggi [8]. Serta adanya fitur tambahan berupa notifikasi pada website dari *Panic button* yang ditekan ketika adanya insiden dan menggunakan RFID sebagai identifikasi *security* patroli yang sedang bertugas.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. ADDIE memiliki keunggulan produk yang dihasilkan dapat dipastikan berhasil karena setiap tahapan harus melalui proses analisis yang mendalam, seperti pada tahap desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi[9]. Sedangkan metode R&D merupakan metode yang menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan pengguna, karena telah melalui berbagai tahapan dalam proses validasi ataupun pengujiannya[10].



Gambar 1. Tahapan Penelitian (Model pengembangan ADDIE)

1. *Analyze* (Analisis)

Tahap analisis dilakukan untuk memperoleh kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan produk, dengan melakukan observasi dan studi pustaka, identifikasi masalah dan spesifikasi perangkat[11]. Pada tahap ini dilakukan proses analisis berdasarkan masalah yang ada dengan melakukan observasi, wawancara dan studi pustaka pada penelitian terkait untuk mengidentifikasi kebutuhan utama yang diperlukan oleh sistem *monitoring* berbasis GPS pada kendaraan patroli jalan tol untuk PT Gading Jaya Kesuma.

2. *Design* (Desain)

Tahap desain melibatkan proses perancangan komponen untuk mengembangkan alat yang diharapkan[12]. Pada tahap desain dibuatnya perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan sistem *monitoring* berbasis GPS pada kendaraan patroli jalan tol berdasarkan hasil analisis spesifikasi kebutuhan yang telah dilakukan sebelumnya yaitu, ESP32, *MIFI*, modul GPS Ublox NEO M8N, RFID, LCD 20x4 (modul I2c), *Button*, *Buzzer* dan *website*.

3. *Development* (Pengembangan)

Proses *development* merupakan proses dimana pembuatan sistem sesuai yang telah didesain sebelumnya, seperti proses pembuatan program, pembuatan alat, dan mengintegrasikan keduanya[13]. Pada tahap ini alat yang telah dirancang dikembangkan secara lebih lanjut. Dengan menghubungkan seluruh komponen menggunakan kabel jumper sehingga membentuk suatu sistem yang terhubung secara menyeluruh. Rangkaian sistem *monitoring* berbasis GPS tersebut dirancang agar dapat beroperasi secara optimal dengan konektivitas internet yang

diperoleh melalui perangkat *MIFI*. Sementara itu, pada proses pengembangan sistem *monitoring* berbasis *website* menggunakan bahasa pemrograman PHP.

4. **Implementation (Implementasi)**

Tahap implementasi merupakan tahapan merealisasikan alat yang sudah dibuat sesuai desain awal[14]. Alat yang telah dibuat akan dipasang pada kendaraan patroli PT Gading Jaya Kesuma guna melihat tingkat keberhasilan alat dan sistem *monitoring* GPS yang telah dirancang. Tingkat keberhasilan dan akurasi waktu kinerja alat dan sistem *monitoring* keseluruhan.

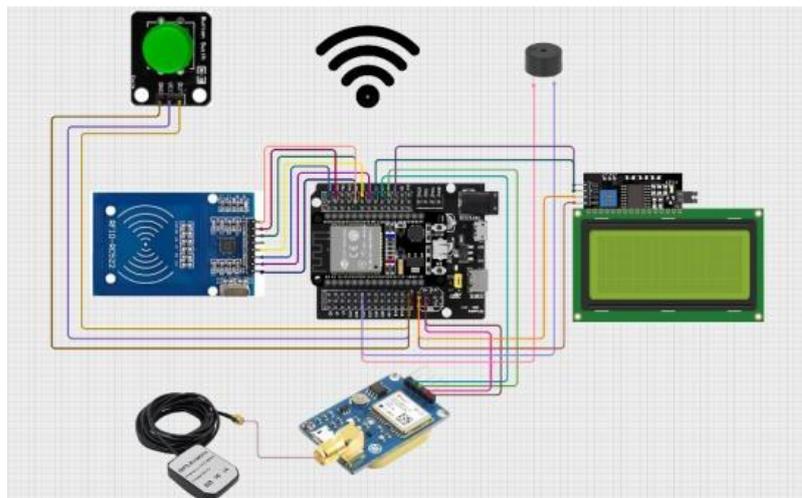
5. **Evaluation (Evaluasi)**

Tahap evaluasi merupakan tahapan yang fleksibel karena digunakan untuk mengetahui kesalahan dan pengembangan dari setiap tahapan ADDIE terhadap sistem yang dibuat. Evaluasi ditujukan untuk melakukan perbaikan terhadap kendala yang dialami seperti kesalahan pada program atau kesalahan pada komponen yang sudah dirangkai[15]. Tahapan evaluasi dari sistem *monitoring* GPS ini dengan melakukan wawancara kepada 6 responden sebagai pengguna menggunakan skala likert untuk memastikan ketercapaian sistem yang dibuat. Responden memberikan penilaian terhadap beberapa pertanyaan evaluatif dari rentang nilai 1 (sangat tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju). Hasil penilaian ini digunakan sebagai dasar untuk menghitung persentase kelayakan sistem, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. HASIL

a. Skema Rangkaian Komponen Sistem *monitoring* GPS



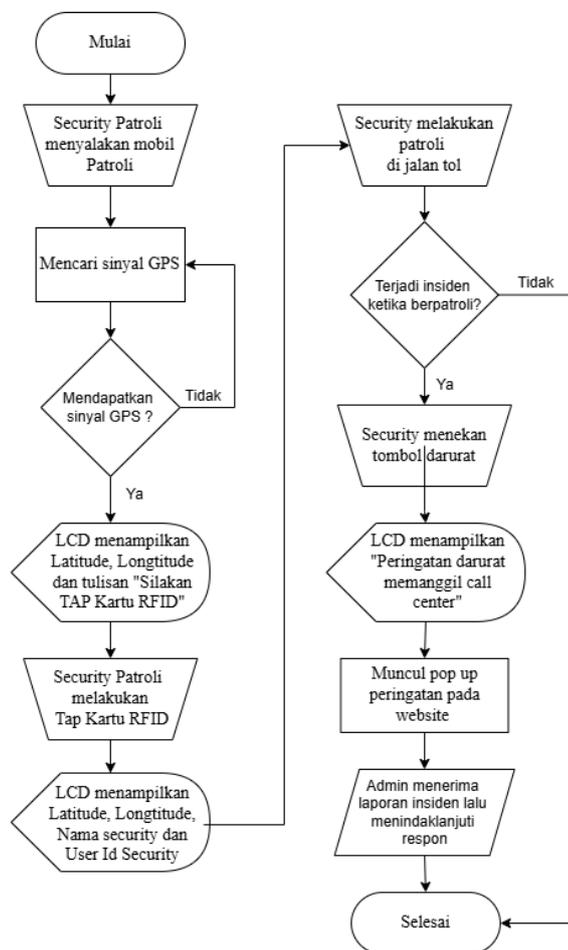
Gambar 2. Skema Rangkaian keseluruhan perangkat keras

Gambar diatas merupakan rangkaian keseluruhan perangkat keras untuk sistem *monitoring* berbasis IoT menggunakan GPS pada kendaraan patroli jalan tol PT Gading Jaya Kesuma. ESP32 merupakan mikrokontroler yang mengontrol semua alat seperti mengirim, mengolah dan menerima data menggunakan jaringan internet dari *MIFI*. RFID akan mengirim identitas dan uid *security* ke ESP32. GPS Neo M8n dengan antena eksternal akan mengirim titik koordinat ke ESP32. *Button* berfungsi mengirim sinyal darurat ke ESP32. Semua data yang diterima oleh ESP32 lalu akan diproses sampai menghasilkan *ouput* yang tampil pada LCD dan *website*. *Buzzer* akan menghasilkan *ouput* berupa suara “beep” jika *button* ditekan.



Gambar 3. Hasil Skema rangkaian Keseluruhan perangkat Keras

b. Flowchart



Gambar 4. Flowchart alur sistem

Flowchart alur sistem pada perancangan sistem *monitoring* berbasis IoT menggunakan teknologi GPS, dimulai dengan *security* menyalakan mobil agar alat menyala untuk mencari sinyal GPS, jika alat tidak mendapatkan sinyal maka akan terus mencari, Jika alat mendapatkan sinyal GPS maka LCD menampilkan informasi berupa titi koordinat. Selanjutnya *security* melakukan tap kartu RFID untuk mengetahui *security* yang sedang berpatroli, data akan tampil di LCD dan data dikirim ke *website*. Jika terjadi insiden saat berpatroli, *security* akan menekan panic *button*. Ketika tombol ditekan LCD akan menampilkan info “PERINGATAN DARURAT

MEMANGGIL *CALL CENTER*". Kemudian *website* akan muncul *pop up* peringatan maka admin akan merespons dan segera berkoordinasi kepada tim terkait dengan memberikan titik koordinat.

c. Hasil Implementasi alat dan website

Pada bagian ini akan menjelaskan hasil implementasi dan pengujian pada sistem *monitoring* berbasis IoT menggunakan GPS yang telah berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diharapkan. Modul GPS yang digunakan memberikan data titik koordinat yang akurat. *Website monitoring* mampu menampilkan data-data yang dibutuhkan admin seperti, Nama *security*, uid rfid, tanggal dan waktu, serta titik koordinat berupa *latitude* dan *longitude* secara *real-time*. Berikut merupakan hasil implementasi perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem *monitoring* GPS:

- 1.) Tampilan alat pertama kali dinyalakan



Gambar 5. Tampilan alat pertama kali dinyalakan

Gambar diatas merupakan hasil akhir dari perancangan perangkat keras pada sistem *monitoring* GPS berbasis IoT yang terintegrasi dengan *website*. Alat ini yang akan mengirimkan data nama *security*, uid rfid, tanggal dan waktu, serta titik koordinat berupa *latitude* dan *longitude* secara *real-time*. Gambar 5 merupakan tampilan sebelum *security* melakukan tap kartu RFID

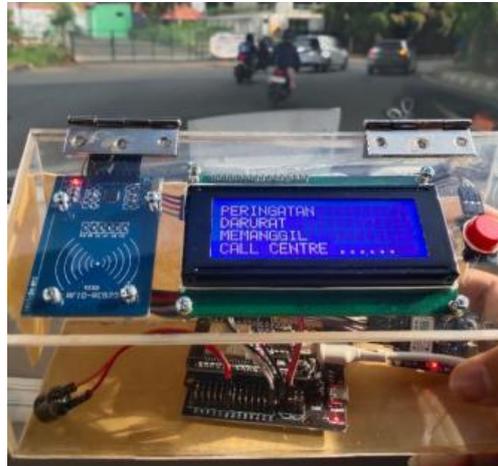
- 2.) Tampilan alat jika *security* sudah melakukan tap kartu RFID



Gambar 6. Tampilan alat jika *security* sudah melakukan tap kartu RFID

Gambar di atas merupakan tampilan alat jika *security* sudah melakukan tap kartu RFID, LCD akan menampilkan *latitude*, *longitude*, nama *security* dan uid RFID.

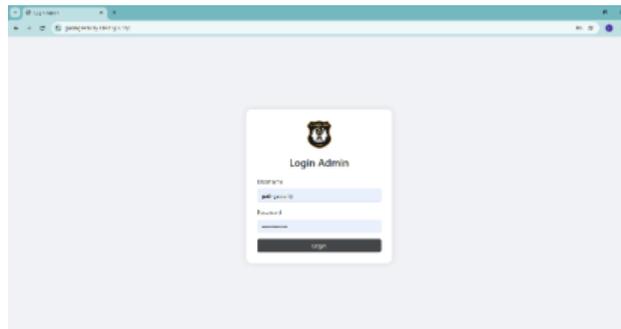
3.) Tampilan alat jika *security* menekan *panic button*



Gambar 7. Tampilan alat jika *security* menekan *panic button*

Gambar di atas merupakan tampilan alat jika *security* menekan *panic button* jika menemukan insiden saat berpatroli. Alat akan mengirim sinyal peringatan ke website. LCD menampilkan “PERINGATAN DARURAT MEMANGGIL *CALL CENTRE*”.

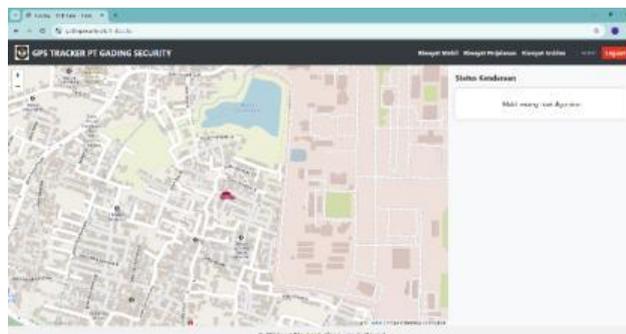
4.) Tampilan halaman login



Gambar 8. Tampilan halaman *login*

Gambar di atas merupakan tampilan halaman *login*, tampilan ini mengharuskan admin memasukan *username* dan *password* yang *valid* agar dapat masuk kehalaman utama dan mulai melakukan pemantauan pada mobil patroli yang sedang bertugas.

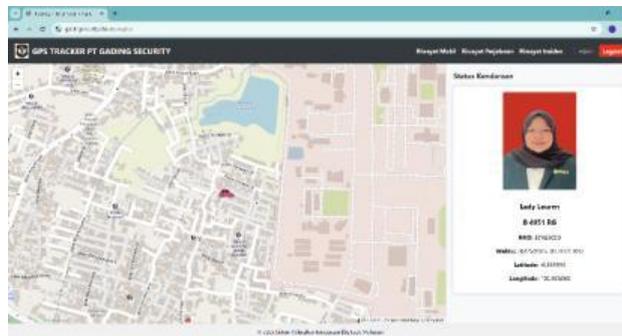
5.) Tampilan halaman utama



Gambar 9. Tampilan halaman utama

Gambar diatas merupakan tampilan halaman utama pada website *monitoring* jika tidak ada kegiatan patroli. Pada status kendaraan akan tampil “Mobil sedang tidak digunakan”.

6.) Tampilan halaman utama (tap RFID)



Gambar 10. Tampilan halaman utama (tap RFID)

Gambar diatas merupakan tampilan halaman utama yang menampilkan status kendaraan meliputi foto, nama, plat mobil, uid rfid, tanggal, waktu, *latitude* dan *longitude* ketika *security* melakukan tap RFID pada rancangan perangkat keras.

7.) Tampilan halaman riwayat mobil

The screenshot shows the 'Riwayat Lokasi Kendaraan' (Vehicle Location History) page. It contains a table with the following data:

| No | Plat Nomor | Tanggal | Lokasi Terakhir | Aksi |
|----|------------|------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | B 4951 RG | 2025-05-19 | Lihat Lokasi Terakhir | Lihat Foto |
| 2 | B 4951 RG | 2025-05-14 | Lihat Lokasi Terakhir | Lihat Foto |
| 3 | B 4951 RG | 2025-05-12 | Lihat Lokasi Terakhir | Lihat Foto |

Gambar 11. Tampilan halaman riwayat mobil

Gambar di atas merupakan tampilan halaman riwayat mobil, tampilan ini memberikan informasi lokasi terakhir mobil per-harinya setelah digunakan, data hanya dapat tersimpan pada tampilan halaman ini jika alat mendapatkan *power supply*, terhubung dengan jaringan internet dan menangkap sinyal GPS, tanpa *security* harus melakukan tap kartu rfid.

8.) Tampilan halaman riwayat perjalanan

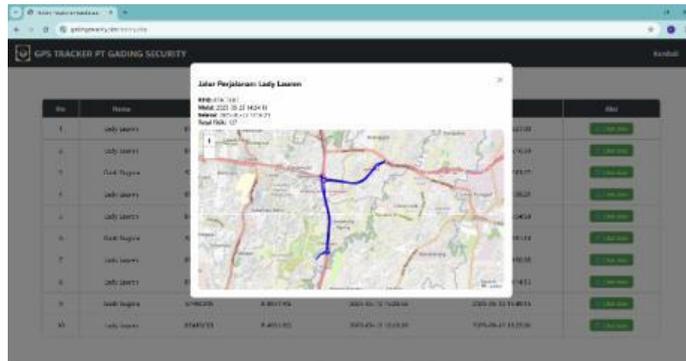
The screenshot shows the 'Riwayat Perjalanan' (Travel History) page. It contains a table with the following data:

| No | Nama | RFID | Plat Nomor | Mulai | Selesai | Aksi |
|----|--------------|----------|------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 | Gusti Sugara | 87FAC905 | B 4951 RG | 2025-05-19 19:51:00 | 2025-05-19 19:51:16 | Lihat Foto |
| 2 | Lady Lauren | 87AE3C03 | B 4951 RG | 2025-05-19 19:50:04 | 2025-05-19 19:50:35 | Lihat Foto |
| 3 | Lady Lauren | 87AE3C03 | B 4951 RG | 2025-05-14 10:39:05 | 2025-05-14 11:14:13 | Lihat Foto |
| 4 | Gusti Sugara | 87FAC905 | B 4951 RG | 2025-05-12 15:24:58 | 2025-05-12 15:49:16 | Lihat Foto |
| 5 | Lady Lauren | 87AE3C03 | B 4951 RG | 2025-05-12 15:13:10 | 2025-05-12 15:23:01 | Lihat Foto |

Gambar 12. Tampilan halaman riwayat perjalanan

Gambar di atas merupakan tampilan halaman riwayat perjalanan, tampilan ini menampilkan data riwayat perjalanan tim *security* saat melakukan kegiatan patroli di jalan tol. Data diatas hanya dapat tampil pada halaman riwayat perjalanan dan tersimpan ke dalam database jika *security* melakukan tap kartu rfid sebelum bertugas.

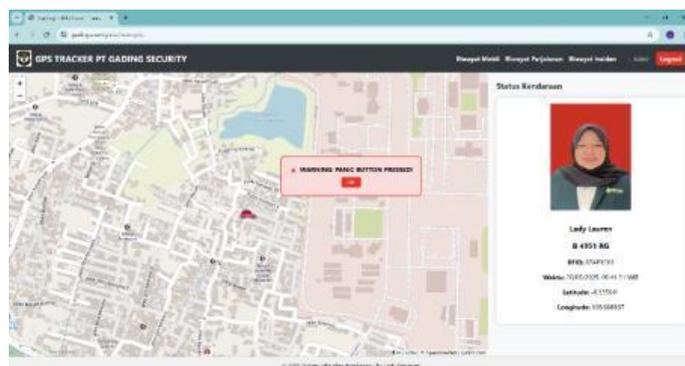
9.) Tampilan jalur perjalanan



Gambar 13. Tampilan jalur perjalanan

Gambar di atas merupakan tampilan riwayat rute perjalanan, *rute* ini dapat dilihat oleh admin pada menu riwayat perjalanan, admin hanya harus menklik kolom aksi, maka akan tampil seperti gambar diatas.

10.) Tampilan *pop up* peringatan



Gambar 14. Tampilan *pop up* peringatan

Gambar di atas merupakan tampilan halaman utama yang memberikan peringatan pada admin bahwa terjadinya insiden, jika muncul *pop up* peringatan pada halaman utama *website* seperti di atas, admin harus segera merespons dan menindaklanjuti dengan memberikan titik koordinat kepada tim terkait lainnya seperti ambulans, derek atau pihak kepolisian sesuai kebutuhan.

11.) Tampilan halaman riwayat insiden

| No | Waktu | Nama | RFID | Latitude | Longitude |
|----|---------------------|--------------|----------|-----------|------------|
| 1 | 2025-05-19 19:50:25 | Lady Lauren | 87AE3C03 | -6.379008 | 106.960388 |
| 2 | 2025-05-14 11:09:03 | Lady Lauren | 87AE3C03 | -6.248721 | 106.980453 |
| 3 | 2025-05-12 15:37:53 | Gusti Sugara | 87F8C905 | -6.258584 | 106.916809 |
| 4 | 2025-05-12 15:30:09 | Gusti Sugara | 87F8C905 | -6.249108 | 106.923096 |
| 5 | 2025-05-12 15:19:49 | Lady Lauren | 87AE3C03 | -6.280611 | 106.926025 |

Gambar 15. Tampilan halaman riwayat insiden

Gambar di atas merupakan tampilan halaman riwayat insiden, tampilan ini menampilkan data berupa tanggal dan waktu insiden, nama *security*, uid rfid dan titik koordinat lokasi

insiden, Data diatas hanya dapat tampil pada halaman riwayat insiden dan tersimpan ke dalam database jika *security* menekan *panic button* pada saat menemukan suatu insiden ketika berpatroli.

2. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, Berikut merupakan pembahasan hasil implementasi dan pengujian sistem *monitoring* GPS. Pengujian dilakukan dalam dua skenario, yaitu pada aspek perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian ini memaparkan data hasil tingkat akurasi waktu perangkat keras dan website sistem *monitoring* GPS. Berikut merupakan tabel hasil pengujian tingkat akurasi waktu oleh alat GPS:

Tabel 1. Pengujian tingkat akurasi waktu oleh alat GPS

| No. | Komponen | Skenario Uji | Hasil Pengujian | Akurasi waktu |
|-----|-------------------|---|---|---------------|
| 1. | ESP32 | Menyalakan <i>MIFI</i> agar terhubung dengan ESP32 | ESP32 terhubung dengan jaringan internet | 3 detik |
| 2. | RFID | Menempelkan kartu pada <i>RFID reader</i> | Kartu RFID terdeteksi oleh <i>RFID reader</i> dengan jarak maksimal 4cm | 1 detik |
| 3. | LCD 20x4 (I2C) | Pertama kali rancangan perangkat keras dinyalakan | Tampil "mencari sinyal GPS" dan "Silakan Tap Kartu RFID" | 3 detik |
| | | GPS mendapatkan sinyal dari satelit | Tampil <i>latitude</i> , <i>longitude</i> dan "Silakan Tap Kartu RFID" | 1 menit |
| | | <i>Security</i> menempelkan kartu pada <i>RFID reader</i> | Tampil nama <i>security</i> dan uid kartu rfid | 1 detik |
| | | <i>Security</i> menekan <i>panic button</i> | Tampil "PERINGATAN MEMANGGIL <i>CALL CENTER</i> ..." | 1 detik |
| 4. | Modul GPS NEO M8N | Mencari sinyal GPS saat pertama kali alat dinyalakan | Lampu indikator GPS berkedip dan titik koordinat tampil di LCD | 1 menit |
| | | Reconnect GPS saat alat kehilangan daya | Alat menyala dan LCD menampilkan titik koordinat kembali | 6 detik |
| 5. | Button | <i>Security</i> menekan <i>panic button</i> | LCD menampilkan peringatan darurat | 1 detik |

Berikut merupakan tabel hasil pengujian tingkat akurasi waktu sistem (website):

Tabel 2. Pengujian tingkat akurasi waktu oleh sistem (website)

| No. | Halaman <i>Website</i> | Skenario Uji | Hasil Pengujian | Akurasi waktu |
|-----|------------------------|---|---|---------------|
| 1. | Halaman <i>login</i> | <i>Admin input username dan password</i> | <i>Username dan password valid. Berhasil masuk ke halaman utama</i> | 1 detik |
| 2. | Halaman Utama | <i>Security</i> melakukan tap-In kartu RFID | Status kendaraan tampil pada halaman utama <i>website</i> | 3 detik |

| | | | | |
|----|----------------------------|--|---|--|
| | | <i>Security</i> menekan tombol <i>panic button</i> | Tampil <i>pop up</i> peringatan keadaan darurat | 5 detik |
| | | Admin merespons peringatan darurat dengan menekan "OK" | LCD kembali menampilkan data titik koordinat dan nama <i>security</i> | 3,5 detik |
| | | <i>Security</i> melakukan tap-Out kartu RFID | <i>Website</i> akan menampilkan "Mobil sedang tidak digunakan" | 3 detik |
| 3. | Halaman riwayat mobil | Admin memantau data lokasi terakhir | <i>Website</i> menampilkan riwayat mobil berupa plat nomor, tanggal, lokasi terakhir dan rute perjalanan | Data tampil dan otomatis tersimpan kedalam <i>database</i> per 1 hari dari lokasi terakhir mobil digunakan |
| 4. | Halaman riwayat perjalanan | Admin memantau data perjalanan | <i>Website</i> menampilkan riwayat perjalanan berupa nama <i>security</i> , uid RFID, plat nomor, tanggal dan waktu mulai-selesai, dan rute perjalanan | Data tampil dan otomatis tersimpan kedalam <i>database</i> setiap <i>security</i> melakukan tap out kartu RFID |
| 5. | Halaman riwayat insiden | Admin memantau data riwayat insiden | <i>Website</i> menampilkan riwayat insiden berupa tanggal dan waktu, nama <i>security</i> , uid rfid, <i>latitude</i> dan <i>longitude</i> lokasi insiden | 5 detik |

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa seluruh kinerja perangkat keras dan perangkat lunak (*website*) berhasil sesuai dengan skenario uji yang diharapkan. Sistem *monitoring* berbasis IoT menggunakan GPS telah berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan *user*. Data tingkat akurasi waktu pada pengujian alat dan sistem telah membuktikan bahwa rancangan ini memiliki tingkat akurasi yang cukup cepat dalam mengintegrasikan alat dengan sistem karena hanya memerlukan waktu hitungan detik saja. Khususnya pengujian peringatan darurat dari panic button hingga admin merespons hanya memerlukan waktu ≤ 10 detik.

Untuk melakukan evaluasi atau pengembangan lebih lanjut dibutuhkan umpan balik dari pengguna sistem *monitoring* berbasis IoT menggunakan GPS, maka dilakukan lah proses wawancara untuk mengetahui sejauh mana alat ini mampu menyelesaikan permasalahan yang ada. Dengan menggunakan skala penilaian 1 sampai 5 dari sangat tidak setuju sampai sangat setuju. Terdapat rumus untuk menghitung hasil pengujian ini, yaitu:

$$Y = \frac{x}{\text{skor ideal}} \times 100\% \text{ dengan } x = \sum N \times R$$

Untuk mendapatkan nilai x, maka diketahui N adalah skala penilaian dan R merupakan jumlah responden. Skor ideal diperoleh dari jumlah responden dikalikan dengan skala maksimum (6 responden x 5 = 30). Adapun Y adalah persentase kelayakan sistem. Contohnya pada pertanyaan pertama menghasilkan nilai sebesar 28, sehingga perhitungan persentase pengujian sebagai berikut:

$$Y = \frac{28}{30} \times 100\% = 93\%$$

Interpretasi persentase penilaian pada pengujian beta yang digunakan sebagai aspek kelayakan alat dan sistem yang dirancang pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Interpretasi persentase pengujian

| Persentase Penilaian | Interpretasi |
|----------------------|--------------|
| 81 - 100% | Sangat Layak |
| 61 - 80% | Layak |
| 41 - 60% | Cukup Layak |
| 21 - 40% | Kurang Layak |
| 0 - 20% | Tidak Layak |

Berdasarkan perhitungan pada pertanyaan pertama menghasilkan persentase sebesar 93%, maka dapat disimpulkan sistem sangat layak digunakan dan diterapkan. Proses yang sama digunakan untuk menghitung seluruh persentase pada Tabel 4.

Berikut hasil perhitungan dari wawancara yang telah dilakukan kepada 6 responden.

Tabel 4. Hasil perhitungan persentase pengujian

| No. | Pertanyaan | x | % |
|-----------|--|----|----|
| 1. | Apakah sistem ini memudahkan bapak dalam merespons kejadian darurat dengan lebih cepat? | 28 | 93 |
| 2. | Apakah data lokasi dari GPS cukup akurat dalam menunjukkan posisi kendaraan di jalan tol? | 24 | 80 |
| 3. | Apakah prototype <i>monitoring</i> berbasis gps dapat meminimalisir terjadinya penyalahgunaan mobil di luar jam operasional? | 27 | 90 |
| 4. | Apakah informasi data pada halaman website <i>monitoring</i> mudah dipahami? | 29 | 96 |
| 5. | Apakah menurut bapak sistem ini layak untuk diimplementasikan secara menyeluruh di semua unit kendaraan operasional? | 26 | 86 |
| Rata-rata | | | 89 |

Dari rata-rata persentase yang dihasilkan, maka disimpulkan bahwa *prototype monitoring* GPS berbasis IoT sangat layak digunakan untuk *monitoring* posisi mobil patroli pada PT Gading Jaya Kesuma.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem *monitoring* menggunakan GPS berbasis *Internet of Things* ini dapat memberikan manfaat bagi perusahaan dengan meminimalisir keterlambatan respons.
2. Penggunaan modul GPS NEO M8N yang digunakan pada penelitian ini mampu mendapatkan titik koordinat secara akurat pada ruas tol dan menangkap sinyal lebih cepat karena menggunakan antena eksternal. Namun pada saat adanya percabangan jalur tol ataupun persimpangan terjadi sebuah *deflection* pada titik jalur yang telah dilewati.
3. Titik koordinat yang dihasilkan oleh modul GPS pada perancangan ini mempermudah admin dalam mengkoordinasikan titik lokasi insiden kepada tim terkait lainnya seperti tim ambulans dan derek.
4. Sistem *monitoring* GPS berbasis IoT ini juga dapat meminimalisir terjadinya penyalahgunaan kendaraan operasional diluar jam operasional patroli dengan diterapkannya penggunaan kartu RFID.
5. Tingkat kepuasan pengguna berdasarkan wawancara menggunakan perhitungan skala likert mencapai 89% hal ini menunjukkan bahwa adanya potensi yang cukup besar untuk sistem *monitoring* ini diimplementasikan pada seluruh kendaraan operasional.
6. Data tingkat akurasi waktu berdasarkan pengujian peringatan darurat dari *panic button* hingga admin merespons hanya memerlukan waktu ≤ 10 detik.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. D. Winarno, I. G. A. P. D. Putri, and N. W. Utami, "Optimalisasi Pelayanan Pelanggan Pada PT Jasamarga Bali Tol," vol. 4, no. 3, pp. 525–530, 2024, doi: 10.59431/ajad.v4i3.385.
- [2] A. N. Am, A. Pribadi, and F. Fitri, "Sistem *Monitoring* Truk Kelapa Sawit Menggunakan Gps Tracking Berbasis Website," *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 60–68, 2022, doi: 10.37792/jukanti.v5i2.533.
- [3] S. M. Prasetyo, B. Bahtiar, D. N. Saputra, and M. Febriyanto, "Sistem Informasi Pelacak Kendaraan," vol. 2, no. 7, pp. 1913–1921, 2023, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>
- [4] F. Muzakky, M. R. Muttaqin, A. F. Mubbin, A. Kartika, and Z. Azizah, "Sistem Berbasis Risc & Cisc Pada Organisasi Dan Arsitektur Komputer," vol. 3, no. 7, 2024.
- [5] R. A. Hasibuan and M. Abdi, "Rancang bangun sistem pelacak (gps) untuk *memonitoring* pendaki gunung berbasis arduino," vol. 8, no. 6, pp. 11982–11991, 2024.
- [6] Z. Ansori, N. M. M. Juniar, A. H. Pratiwi, and M. Ganiadi, "Supervisi dan *Monitoring* di PAUD KB Avicena Kota Tangerang," *J. Ris. Sos. Hum. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 2, pp. 92–101, 2023, doi: 10.56444/soshumdik.v2i2.717.
- [7] M. D. Aprillah, M. M. Rose, and N. Nasron, "Perancangan Tracking Device Dan Kendali Pada Kendaraan Bermotor Menggunakan GPS Terintegrasi Internet Of Things," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 26–30, 2021, doi: 10.33387/protk.v8i1.2236.
- [8] E. N. Aisyah, Z. M. A. Putra, and H. A. Widodo, "Rancang Bangun Prototype Water Sampling Electric Boat Dengan Pengaturan Manuver Kapal Menggunakan Kontrol Pid," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, pp. 1214–1219, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3577.
- [9] M. Waruwu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan," *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, vol. 9, no. 2, pp. 1220–1230, 2024, doi: 10.29303/jipp.v9i2.2141.
- [10] M. T. Muslihi, "Pengembangan dan Evaluasi Sistem *Monitoring* Konsumsi Daya Listrik Berbasis IoT dengan Sensor PZEM-004T dan ESP8266," vol. 15, no. 1, pp. 77–83, 2025.
- [11] M. A. Putri, A. B. Joni, and M. Darlies, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Materi Suhu dan Kalor Menggunakan Metode ADDIE," pp. 21–30, doi: 10.5281/zenodo.15048817.
- [12] S. P. Demita, D. Yendri, and R. Suwandi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Helm dan Berkendara Berbasis Mikrokontroler," *Chipset*, vol. 5, no. 01, pp. 20–34, 2024, doi: 10.25077/chipset.5.01.20-34.2024.
- [13] N. A. Dewi, "Pembangunan Alat Pemberian Pakan Kucing Otomatis Berbasis IoT," vol. 30, pp. 36–45, 2025.
- [14] M. F. Firman, L. Hana, R. Z. Pradipta, and R. Rusmadi, "Dragon Sistem Deteksi Sumbatan Pada Drainase Sebagai Sistem Pengendalian Banjir Di Perkotaan Berbasis Iot," vol. 03, no. October, 2024.
- [15] K. N. K. Syaputra, S. Kartikawati, and D. Hardiyanto, "Rancang Bangun Trainer Arduino Wemos D1 berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 3, no. 1, pp. 471–480, 2024.