

Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan 2WD Berbasis ESP 32 dengan Autentikasi Sidik Jari dan Pelacakan Lokasi melalui Telegram

Muhammad Tsaqib Al Farisi^{1*}, Fauzi Nur Azis², Alfito Muhammad Fernanda³, Pramono⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}220103067@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

²220103058@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

³220103045@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁴Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe sistem keamanan kendaraan roda dua berbasis mikrokontroler ESP32 dengan autentikasi biometrik dan pelacakan lokasi. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor sidik jari AS608 untuk proses autentikasi pengguna, serta modul GPS Neo-6M dan koneksi internet melalui modem 4G untuk pelacakan lokasi. Platform Telegram digunakan sebagai antarmuka kontrol dan notifikasi secara real-time. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler, dan pengujian integrasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali sidik jari dengan akurasi tinggi pada kondisi normal dengan rata-rata waktu respons 1,8 detik, serta mengirimkan lokasi kendaraan secara akurat ke Telegram. Sistem juga menyediakan akses alternatif melalui PIN untuk mengatasi kegagalan pembacaan sidik jari. Dengan demikian, sistem ini dinilai efektif dalam meningkatkan keamanan kendaraan bermotor dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk implementasi praktis.

Kata kunci— keamanan kendaraan, ESP32, sensor sidik jari, GPS Neo-6M, Telegram, Internet of Things

Abstract— This study aims to design and test a prototype of a two-wheeled vehicle security system based on the ESP32 microcontroller, incorporating biometric authentication and location tracking. The developed system utilizes an AS608 fingerprint sensor for user authentication, as well as a Neo-6M GPS module and 4G internet connectivity for real-time location tracking. Telegram is employed as the control interface and notification platform. The methodology includes hardware design, microcontroller programming, and system integration testing. Test results show that the system can accurately recognize fingerprints under normal conditions with an average response time of 1.8 seconds and transmit the vehicle's location precisely via Telegram. The system also provides an alternative access method using a PIN code to handle failed fingerprint scans. Therefore, the proposed system is considered effective in enhancing motorcycle security and has the potential for further development in practical applications.

Keywords— vehicle security, ESP32, fingerprint sensor, GPS Neo-6M, Telegram, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor, terutama sepeda motor, telah menjadi sarana transportasi utama bagi masyarakat modern karena praktis dan terjangkau. Namun, dengan meningkatnya jumlah kendaraan, kasus pencurian kendaraan bermotor juga tampak merajalela. Di Indonesia, pencurian sepeda motor merupakan salah satu kegiatan kriminal dengan tingkat kejadian yang tinggi. Salah satu alasannya adalah kurangnya sistem keamanan yang diterapkan pada kendaraan [1].

Sistem keamanan kendaraan telah dikembangkan dengan berbagai cara, termasuk teknologi mikrokontroler dan sensor biometrik. Kendaraan hanya bisa diakses dan dihidupkan oleh pengguna terdaftar berkat penggunaan mikrokontroler Arduino dan sensor sidik jari, sehingga menambah lapisan keamanan [2].

Adanya sensor biometrik dan GPS dalam sistem elektronik semakin menunjang efektivitas dari sistem keamanan karena memberikan akses kontrol yang presisi sekaligus kemampuan

pelacakan posisi kendaraan secara akurat [3]. Selain itu, pengguna juga dapat mendapatkan notifikasi instan dan memerintahkan perangkat keamanan kendaraan secara jarak jauh melalui Telegram atau aplikasi pemantauan berbasis internet [4].

Penggunaan sistem pelacakan berbasis GPS dan komunikasi jaringan juga mulai diterapkan dalam pengelolaan kendaraan sewaan. Dengan menggabungkan modul GPS, mikrokontroler, serta pengiriman data berbasis online dan notifikasi pintar, sistem pelacakan ini terbukti dapat membantu memantau posisi kendaraan secara langsung dan memberikan peringatan waktu secara otomatis [5]. Hal ini menunjukkan bahwa menggabungkan fitur pelacakan lokasi, penyimpanan data secara online, dan sistem komunikasi dapat menjadi dasar yang kuat untuk membangun sistem keamanan kendaraan yang lebih canggih dan mudah diakses.

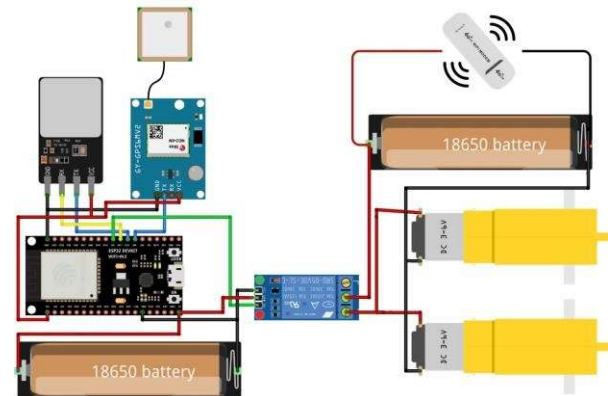
II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pengembangan sistem keamanan kendaraan roda dua (2WD) berbasis mikrokontroler ESP32, yang dilengkapi dengan autentikasi biometrik dan pelacakan lokasi menggunakan platform Telegram. Sistem ini mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dengan perangkat elektronik untuk mendeteksi, mengontrol, dan memantau akses kendaraan secara otomatis. Secara umum, tahapan metodologi yang digunakan dalam perancangan sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.1 Pengujian Komponen

Gambar 1 wiring diagram sistem keamanan kendaraan roda dua (2WD) ini dilakukan untuk merancang sistem akhir yang bertujuan memberikan perlindungan kendaraan melalui autentikasi biometrik serta pelacakan lokasi real-time. Perancangan sistem ini mencakup tata letak dan jalur koneksi pada setiap komponen yang digunakan. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan beberapa modul utama seperti sensor fingerprint AS608, modul GPS Neo-6M, modul relay, dan sumber daya dari baterai 18650.

Perancangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap modul dapat terhubung dan beroperasi dengan baik secara terintegrasi. Data hasil autentikasi akan dikirim melalui koneksi internet menggunakan modem USB 4G yang ditenagai oleh sumber baterai eksternal, serta sistem juga dapat mengaktifkan motor penggerak melalui relay apabila autentikasi berhasil dilakukan. Seluruh rangkaian ini berfungsi untuk mendukung sistem keamanan yang responsif dan terhubung secara IoT melalui Telegram.



Gambar 1. Wiring Diagram

2.2 Komponen Sistem

a. Mikrokontroler ESP 32

ESP32 merupakan mikrokontroler System on Chip (SoC) berharga terjangkau yang dikembangkan oleh Espressif Systems, yang juga dikenal sebagai produsen NodeMCU berbasis ESP32. Mikrokontroler ini telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi di dalam chip, sehingga sangat cocok untuk pengembangan aplikasi berbasis Internet of Things (IoT). ESP32 menggunakan prosesor Xtensa 32-bit dan dilengkapi dengan fitur tambahan seperti akselerasi perangkat keras kriptografi, DAC, ADC, UART, CAN, SPI, dan I2C. Dengan jumlah pin I/O yang lebih banyak, ESP32 memudahkan dalam perancangan sistem yang membutuhkan banyak koneksi. Gambar 1 berikut menampilkan pinout dari ESP32. [6].



b. Sensor Fingerprint AS 608

Sensor sidik jari merupakan bagian utama dari sistem pemindai yang bekerja dengan membaca permukaan jari, lalu mengubah sinyal analog hasil pembacaan tersebut menjadi data digital menggunakan konverter A/D (Analog ke Digital). Proses ini melibatkan modul antarmuka yang berfungsi untuk mengirimkan citra sidik jari, menerima instruksi, dan melakukan komunikasi lainnya [7].



c. Modul GPS Neo 6M

Global Positioning System (GPS) merupakan sistem yang digunakan untuk menentukan posisi di permukaan bumi dengan memanfaatkan sinkronisasi sinyal dari satelit. Sistem ini terdiri dari 24 satelit yang memancarkan sinyal gelombang mikro ke permukaan bumi. Sinyal-sinyal tersebut diterima oleh perangkat penerima di darat dan digunakan untuk mengidentifikasi lokasi, kecepatan, arah pergerakan, serta waktu secara akurat [7].



d. Relay

Driver relay adalah rangkaian elektronik yang terdiri dari berbagai komponen saling mendukung, berfungsi untuk mengendalikan sambungan dan pemutusan arus listrik dari jarak jauh tanpa perlu menekan saklar secara manual. Sistem ini biasanya dikendalikan melalui teknologi IoT (Internet of Things) yang memungkinkan komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi Android [8].



e. Telegram dan Bot Telegram



Telegram merupakan aplikasi perpesanan instan yang ringan, cepat, aman, dan dapat digunakan secara gratis di berbagai perangkat seperti smartphone, tablet, dan komputer. Dirilis pada tahun 2013, Telegram mendukung pengiriman pesan teks, gambar, video, dan dokumen, serta memungkinkan pembuatan grup hingga 20.000 anggota dan channel untuk siaran pesan. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur keamanan seperti enkripsi end-to-end untuk panggilan suara. Selain itu, Telegram menyediakan dukungan untuk bot, yaitu akun khusus yang memungkinkan pengguna membangun aplikasi perpesanan kustom tanpa perlu nomor telepon tambahan [9].

Bot Telegram merupakan akun otomatis yang diprogram untuk menjalankan berbagai perintah sesuai instruksi pengguna. Bot ini memungkinkan komunikasi interaktif antara pengguna dan sistem, sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat secara jarak jauh [10].

2.3 Alur Sistem

Gambar 2 menunjukkan diagram alur sistem keamanan kendaraan roda dua (2WD) berbasis mikrokontroler ESP32. Sistem dimulai dengan melakukan proses inisialisasi perangkat keras, termasuk sensor sidik jari AS608, modul GPS Neo 6M, serta koneksi WiFi untuk terhubung ke internet dan Telegram. Setelah semua komponen berhasil di inisialisasi, ESP32 mengirimkan notifikasi ke akun Telegram pengguna bahwa sistem telah aktif dan siap digunakan.

Selanjutnya, sistem akan masuk ke dalam mode pembacaan sidik jari. Pengguna diminta menempelkan jari ke sensor. Jika tidak terdeteksi atau sidik jari tidak cocok dengan data yang tersimpan, sistem akan menolak akses dan mengirim notifikasi ke Telegram bahwa telah terjadi percobaan akses yang tidak sah.

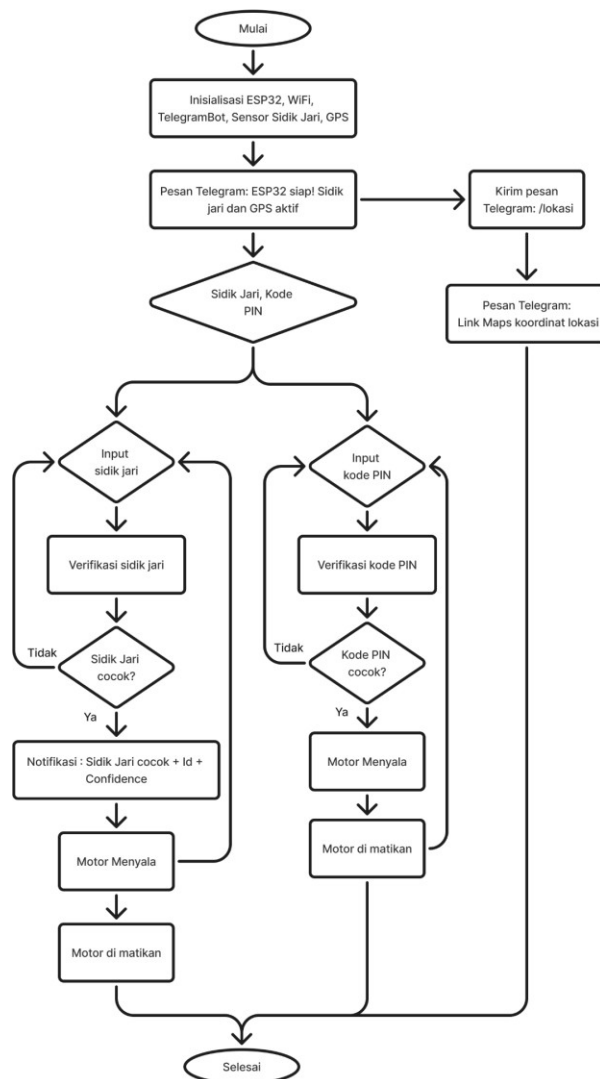
Jika sidik jari valid, sistem akan menyalakan motor kendaraan dengan mengaktifkan relay,

serta mengirim pesan ke Telegram bahwa kendaraan telah dinyalakan melalui sidik jari.

Sebagai alternatif jika sensor gagal membaca sidik jari (misalnya karena kondisi tangan basah), pengguna dapat menyalakan kendaraan melalui Telegram dengan mengirim perintah: “nyalakan kendaraan”. Sistem akan membalas dengan permintaan kode/PIN. Jika kode benar, motor dinyalakan dan Telegram mengirim pesan keberhasilan. Jika kode salah, pengguna diberi kesempatan hingga maksimal 8 kali. Jika salah lebih dari 8 kali akses akan ditolak.

Prosedur yang sama juga berlaku untuk mematikan kendaraan dengan perintah: “matikan kendaraan” dan verifikasi kode.

Fitur tambahan lainnya adalah pengguna dapat mengirim perintah “/lokasi” dari Telegram untuk mengetahui lokasi terkini kendaraan. Sistem akan membaca koordinat dan GPS dan mengirimkan tautan Google Maps ke Telegram.



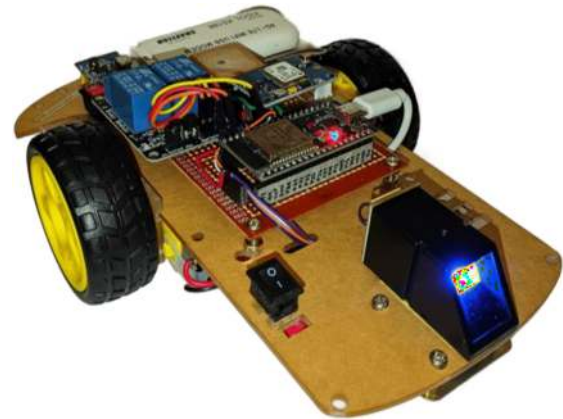
Gambar 2. Diagram Alur Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

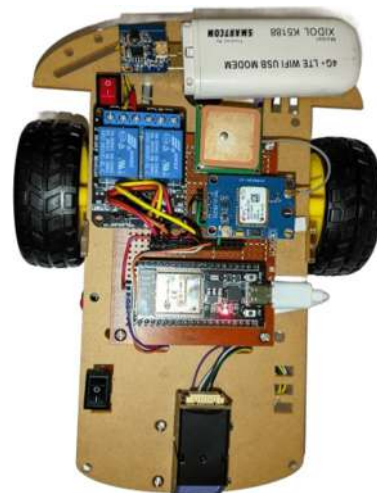
Gambar 3 menunjukkan hasil perancangan alat sistem keamanan kendaraan 2WD berbasis autentikasi biometrik sidik jari dan pelacakan lokasi melalui aplikasi Telegram. Sistem ini dirancang untuk memberikan akses hanya kepada pengguna yang telah terdaftar serta memberikan informasi lokasi kendaraan secara real-time jika terjadi upaya pembobolan.

Perancangan sistem ini mencakup susunan komponen utama yang terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor sidik jari AS608, modul GPS Neo 6M, dan modul konektivitas Wi-Fi. Semua komponen ini disusun pada protoboard untuk kemudian dirancang menjadi layout sistem akhir, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

Sistem terhubung ke Telegram melalui bot untuk memberikan notifikasi aktivitas autentikasi dan pelacakan lokasi secara langsung kepada pengguna.



(Tampak Depan)



(Tampak Atas)

Gambar 3. Hasil Perancangan Alat

Tujuan dari perancangan ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat bekerja secara efektif dalam satu kesatuan sistem yang dapat diterapkan langsung pada kendaraan 2 roda (2WD). Sensor sidik jari bertugas sebagai sistem autentikasi utama. Apabila sidik jari sesuai dengan data yang tersimpan, maka relay akan aktif untuk mengaktifkan sistem motor kendaraan. Jika tidak cocok, maka sistem tetap dalam kondisi terkunci dan notifikasi dikirim ke Telegram.

Untuk memastikan kinerja sensor sidik jari, dilakukan serangkaian pengujian pada tiga

kondisi yang berbeda, yaitu kondisi jari kering, basah, dan kotor. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel untuk menunjukkan performa sensor dalam mengenali sidik jari pada berbagai situasi.

Tabel I pengujian waktu respon aktivasi dan non-aktivasi kendaraan untuk dua pengguna berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem merespons cukup cepat, dengan rata-rata waktu aktivasi dan non-aktivasi sekitar 1,8 detik.

Kemudian dilakukan pengujian hasil pembacaan sensor fingerprint pada Tabel II dalam kondisi normal (jari kering), dengan hasil keberhasilan deteksi yang konsisten dan nilai confidence tinggi. Tabel III dan Tabel IV menyajikan hasil pengujian saat jari dalam keadaan basah dan kotor. Pada kondisi ini, sensor tidak berhasil mendeteksi sidik jari, yang menunjukkan bahwa performa sensor menurun ketika kondisi jari tidak ideal.

a. Waktu Respon Sistem

Tabel I. Waktu Respon Sistem Keamanan Berbasis Sidik Jari

Percobaan	Jari 1 – Waktu Nyala (s)	Jari 1 – Waktu Mati (s)	Jari 2 – Waktu Nyala (s)	Jari 2 – Waktu Mati (s)
1	1,98	1,83	2,28	2,04
2	1,61	1,82	1,69	1,75
3	1,90	1,75	1,90	1,80
4	1,95	1,98	1,89	1,87
5	1,90	1,80	1,89	1,88
Rata-rata	1,86	1,83	1,90	1,80

Keterangan: Waktu diukur sejak sensor membaca sidik jari hingga relay aktif/nonaktif.

b. Pengujian dalam Kondisi Normal

Tabel II. Hasil Pembacaan Sensor Fingerprint pada Kondisi Normal

No	Pembacaan Sidik Jari	Hasil	Confidence
1	Terdeteksi	Berhasil	146
2	Terdeteksi	Berhasil	113
3	Terdeteksi	Berhasil	89
4	Terdeteksi	Berhasil	122
5	Terdeteksi	Berhasil	147
6	Terdeteksi	Berhasil	100
7	Terdeteksi	Berhasil	105
8	Terdeteksi	Berhasil	162
9	Terdeteksi	Berhasil	97

10

Terdeteksi

Berhasil

145

Pengujian dilakukan dalam kondisi jari kering (normal), dan hasil menunjukkan bahwa sensor fingerprint mampu mengenali sidik jari dengan tingkat keberhasilan 100%. Nilai confidence bervariasi antara 89 hingga 162, sebagaimana ditampilkan pada Tabel I. Sistem kemudian merespons dengan mengaktifkan atau menonaktifkan kendaraan sesuai identifikasi pengguna.

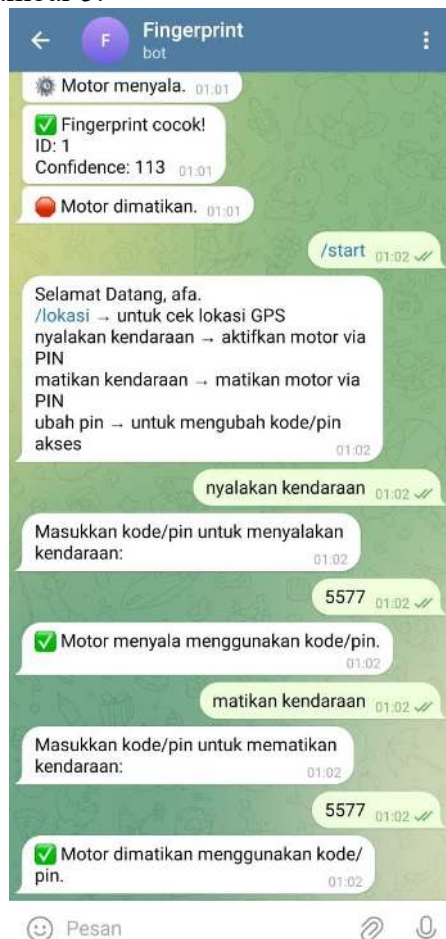
Gambar 4 menunjukkan hasil respon sistem pada aplikasi Telegram saat fingerprint dikenali dengan sukses dan kendaraan berhasil diaktifkan maupun dimatikan.



Gambar 4. Hasil Notifikasi Aktivasi dan Non-Aktivasi Sistem melalui Fingerprint di Telegram

Selain kontrol kendaraan melalui autentikasi sidik jari, sistem ini juga menyediakan metode alternatif berupa kontrol dengan menggunakan

PIN melalui Telegram. Fitur ini bertujuan untuk memberikan akses darurat atau alternatif ketika autentikasi sidik jari tidak dapat dilakukan. Pengguna cukup mengirim perintah ke bot Telegram, lalu memasukkan kode PIN yang telah ditentukan untuk menghidupkan atau mematikan motor kendaraan. Ilustrasi komunikasi dengan bot Telegram melalui metode PIN dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kontrol Kendaraan Melalui PIN via Telegram Bot

c. Pengujian dalam Kondisi Basah

Tabel III. Hasil Pembacaan Sensor Fingerprint dengan Jari Basah

No	Pembacaan Sidik Jari	Hasil
1	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
2	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
3	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
4	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
5	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil

d. Pengujian dalam kondisi Kotor

Tabel IV. Hasil Pembacaan Sensor Fingerprint dengan Jari Kotor

No	Pembacaan Sidik Jari	Hasil
1	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
2	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
3	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
4	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
5	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil

Keterangan: - Kondisi normal menunjukkan tingkat keberhasilan tinggi dengan confidence rata-rata >100. - Kondisi basah/kotor mengakibatkan sensor gagal membaca sidik jari.

Kondisi normal menunjukkan tingkat keberhasilan tinggi dengan confidence rata-rata >100. - Kondisi basah/kotor mengakibatkan sensor gagal membaca sidik jari.

e. Pengujian Lokasi GPS dan Bandwidth

Sistem keamanan ini juga dilengkapi dengan fitur pelacakan lokasi kendaraan secara real-time menggunakan modul GPS Neo-6M dan platform Telegram. Pengguna dapat mengirimkan perintah /Lokasi ke bot Telegram, dan sistem akan membalas dengan tautan koordinat lokasi kendaraan dalam format Google Maps. Gambar 6 menunjukkan hasil tangkapan layar saat sistem mengirimkan lokasi kendaraan melalui Telegram.

Untuk mengevaluasi akurasi lokasi, dilakukan pengujian perbandingan koordinat antara data dari modul GPS dan aplikasi Google Maps di ponsel. Selain itu, dilakukan pengukuran kualitas koneksi internet melalui parameter ping, kecepatan unggah, dan unduh. Hasil lengkap ditampilkan dalam Tabel V.

Tabel V. Lokasi GPS

No	Lokasi	Koordinat GPS Neo 6M (Lat / Long)	Koordinat HP (Lat / Long)	Jarak (meter)
1	Kantor Pos Surakarta	-7.571524 / 110.829636	-7.571860 / 110.829649	3,2

2	Bank Indonesia	-7.570728 / 110.829926	-7.570325 / 110.829344	2,5
3	SMA N 3 Surakarta	-7.564304 / 110.840759	-7.564421 / 110.840912	4,6
4	Kantor Kepala Desa Jaten	-7.576486 / 110.891357	-7.573715 / 110.891464	10
5	Universitas Duta Bangsa Surakarta	-7.578122 / 110.809166	-7.578127 / 110.809388	2,2

Tabel VI. Pengujian Bandwidth Internet

No	Lokasi	Ping (ms)	Upload (Mbps)	Download (Mbps)
1	Kantor Pos Surakarta	23	43.0	26.1
2	Bank Indonesia	20	7.03	15.4
3	SMA N 3 Ska	18	17.7	13.8
4	Kantor Kepala Desa Jaten	19	54.7	41.4
5	Universitas Duta Bangsa Surakarta	24	34.2	61.7



Gambar 6. Hasil Pengiriman Lokasi Kendaraan melalui Bot Telegram

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian prototipe sistem keamanan kendaraan roda dua (2WD) berbasis ESP32, sistem telah berhasil mengintegrasikan autentikasi biometrik dengan sensor sidik jari AS608 serta pelacakan lokasi menggunakan modul GPS Neo-6M yang terhubung ke Telegram. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons aktivasi dan non-aktivasi kendaraan dengan rata-rata waktu 1,8 detik dalam kondisi normal, serta mengirimkan koordinat lokasi kendaraan secara real-time dengan tingkat akurasi yang memadai.

Meskipun begitu, performa sistem masih memiliki keterbatasan, khususnya pada kondisi lingkungan tertentu seperti saat jari pengguna basah atau kotor, di mana sensor tidak dapat mengenali sidik jari dengan baik. Untuk mengatasi kondisi tersebut, sistem telah dilengkapi dengan metode alternatif berupa perintah PIN melalui Telegram yang berfungsi sebagai akses darurat.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian dalam merancang prototipe sistem keamanan kendaraan roda dua berbasis ESP32 dengan autentikasi sidik jari dan pelacakan lokasi telah tercapai. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut, baik dari sisi implementasi langsung pada kendaraan nyata, peningkatan ketahanan sensor dalam berbagai kondisi, maupun integrasi dengan aplikasi mobile untuk kemudahan pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penulisan artikel ini. Penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada SENATIB Universitas Duta Bangsa Surakarta atas dukungan yang diberikan selama proses penulisan dan publikasi artikel ini. Kami juga menghargai kontribusi dari seluruh staf dan rekan

di Fakultas Ilmu Komputer atas bantuan teknis dan diskusi yang membangun selama penelitian berlangsung.

Dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak telah memberikan dorongan semangat dan kontribusi nyata dalam penyusunan artikel ini. Semoga hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang keamanan kendaraan.

REFERENSI

- [1] Zhetyawan, M. E., Sakti, T., Rahmania, R., Ridwang, R., & Syahyadi, A. I. (2022). Rancang bangun sistem monitoring dan controlling keamanan kendaraan bermotor berbasis IoT. *VERTEX Elektro*, 14(2), 60–64.
- [2] Pratama, A. H., Hartama, D., Lubis, M. R., Gunawan, I., & Irawan, I. (2021). Sistem keamanan sepeda motor berbasis mikrokontroler menggunakan Arduino dan sensor fingerprint. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(2), 66–74.
- [3] Simanjuntak, I. U. V., & Asmara, L. B. P. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Fingerprint dan GPS Tracker Berbasis IoT. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(1), 31-44.
- [4] Maldini, A. R. M. (2022). Rancang bangun sistem keamanan kendaraan bermotor roda dua berbasis internet of things dengan modul NodeMCU ESP8266 V3 dan ESP32-CAM. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 16(2), 215-222.
- [5] Rahman, Z., Aisuwarya, R., & Suwandi, R. (2023). Rancang Bangun Sistem Pelacakan pada Penyewaan Sepeda Motor Menggunakan GPS Berbasis Internet of Things. *CHIPSET*, 4(01), 47-60.
- [6] Mendrofa, A. K., Naiborhu, A. A., & Amelia, A. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PADA SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN FINGERPRINT BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 4(1), 522-532.
- [7] Lianda, J., Irawan, S., Adam, A., & Faizal, W. M. (2022). Implementasi sensor fingerprint dan GPS sebagai pengaman sepeda motor berbasis IoT. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 17(2), 86–93.
- [8] Atin, S., Abdullah, D., Darmi, Y., & Rifqo, M. H. (2023). Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Berbasis Internet Of Things (IOT). *JURNAL MEDIA INFOTAMA*, 19(2), 272-277.
- [9] Zahra, A., Tanjung, A. A., & HS, S. C. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN KOTAK AMAL DENGAN ESP32-CAM DAN AKSES FINGERPRINT BERBASIS TELEGRAM. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 5(1), 769-778.
- [10] Lestari, W. A. S., & Vitadiar, T. Z. (2024). SISTEM KEAMANAN PINTU PAGAR MENGGUNAKAN FINGERPRINT DAN ALARM SEBAGAI PENGAMAN DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). *Inovate: Jurnal Ilmiah Inovasi Teknologi Informasi*, 8(2), 92-101.