

Pengembangan Sistem Keamanan dan Pelacakan Sepeda Motor Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan RFID dan GPS

Ramli Ahmad¹, Mareta Julia Saputra^{2*}, Ahwan Ahmadi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Komputer, Universitas Hamzanwadi

*maretajulia@gmail.com

Abstrak

Tingginya angka kehilangan sepeda motor menjadi permasalahan yang memerlukan solusi berbasis teknologi yang efektif dan terintegrasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keamanan dan pelacakan sepeda motor pintar berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) sebagai sistem autentikasi pengguna dan Global Positioning System (GPS) sebagai sistem pelacakan lokasi kendaraan secara real-time. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi modul RFID RC522 dan GPS Neo-6M dengan mikrokontroler ESP32 berbasis IoT, serta pengujian sistem dalam delapan skenario penggunaan yang mencakup autentikasi RFID, kendali jarak jauh dan permintaan lokasi melalui Telegram, pengujian GPS di area terbuka dan tertutup, uji daya dari aki motor 12 V, serta uji ketahanan sistem selama satu jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan tingkat keamanan kendaraan melalui mekanisme autentikasi berbasis RFID yang hanya mengizinkan pengguna terdaftar untuk mengakses kendaraan. Selain itu, fitur pelacakan berbasis GPS memungkinkan pemantauan posisi kendaraan secara akurat dan real-time melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Evaluasi kinerja sistem menunjukkan akurasi pelacakan GPS sebesar ± 3 meter di area terbuka, waktu respons autentikasi RFID kurang dari 1 detik, dan waktu respons kendali jarak jauh melalui Telegram rata-rata 1–2 detik, meskipun pengiriman koordinat mengalami keterlambatan di area tertutup; sistem juga bekerja stabil selama uji ketahanan satu jam dengan suplai daya dari aki motor 12 V. Dengan demikian, sistem yang diusulkan berpotensi menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan keamanan dan pengawasan sepeda motor serta mendukung pengembangan teknologi transportasi cerdas berbasis IoT.

Kata kunci : Internet of Things (IoT), Sepeda Motor Pintar, RFID, GPS, Sistem Keamanan Kendaraan, Pelacakan Real-Time, Mikrokontroler, Monitoring Kendaraan.

Abstract

The high rate of motorcycle theft has become a significant issue that requires an effective and integrated technology-based solution. This study aims to develop a smart motorcycle security and tracking system based on the Internet of Things (IoT) by utilizing Radio Frequency Identification (RFID) technology as a user authentication system and the Global Positioning System (GPS) as a real-time vehicle tracking system. The methodology employed includes hardware and software design, integration of the RFID RC522 and GPS Neo-6M modules with an ESP32 IoT-based microcontroller, and system testing under eight usage scenarios covering RFID authentication, remote control and location requests via Telegram, GPS testing in open and covered areas, a power-supply test from the 12 V motorcycle battery, and a one-hour endurance test. The results indicate that the developed system is capable of enhancing vehicle security through an RFID-based authentication mechanism that only allows registered users to access the motorcycle. In addition, the GPS-based tracking feature enables accurate and real-time monitoring of the vehicle's location through a web-based or mobile application. The system performance evaluation shows a GPS tracking accuracy of ± 3 meters in open areas, an RFID authentication response time of less than 1 second, and an average remote-control response time of 1–2 seconds via Telegram, although coordinate delivery was delayed in covered areas; the system also remained stable during a one-hour endurance test powered by the 12 V motorcycle battery. Therefore, the proposed system has the potential to serve as an innovative solution for improving motorcycle security and monitoring, as well as supporting the development of intelligent transportation technologies based on IoT.

Keywords : *Internet of Things (IoT), Smart Motorcycle, Radio Frequency Identification (RFID), Global Positioning System (GPS), Vehicle Security System, Real-Time Tracking, Microcontroller, Vehicle Monitoring*

1. Pendahuluan

Pada era digital saat ini, kemajuan teknologi telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk di bidang transportasi. Kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor, menjadi moda transportasi utama bagi masyarakat Indonesia karena sifatnya yang praktis dan efisien. Namun, peningkatan jumlah kendaraan bermotor, terutama sepeda motor, juga berdampak pada meningkatnya angka kejahatan, seperti pencurian dan perampokan kendaraan yang terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun [1].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang besar dalam menghadirkan solusi cerdas untuk meningkatkan keamanan kendaraan [2]. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah dengan mengintegrasikan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dan Global Positioning System (GPS) [3]. RFID berperan sebagai sistem autentikasi yang memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki akses yang sah yang dapat mengoperasikan kendaraan. Sementara itu, GPS memungkinkan pelacakan posisi kendaraan secara real-time, sehingga pemilik dapat memantau lokasi kendaraannya dan mengantisipasi potensi kehilangan. Penambahan sistem keamanan berbasis teknologi ini menjadi

salah satu upaya dalam menekan risiko pencurian kendaraan bermotor [4].

Dengan dukungan aplikasi berbasis IoT, pemilik kendaraan dapat memantau sekaligus mengendalikan sepeda motor melalui perangkat seluler [5]. Hal ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna, tetapi juga memberikan solusi yang efektif dalam mengurangi risiko tindak kejahatan. Meskipun demikian, sistem keamanan kendaraan yang dikembangkan pada penelitian-penelitian sebelumnya umumnya masih bersifat parsial: sistem pelacakan berbasis GPS belum dilengkapi mekanisme autentikasi pengguna yang kuat, sedangkan sistem autentikasi berbasis RFID belum menyediakan fitur pelacakan lokasi apabila kendaraan dicuri. Selain itu, masih sedikit penelitian yang menggabungkan autentikasi RFID, pelacakan GPS secara real-time, dan kendali jarak jauh dalam satu platform IoT yang terpasang langsung pada sepeda motor dan diuji dalam kondisi penggunaan nyata. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sepeda motor pintar berbasis IoT^[6] dengan memanfaatkan teknologi RFID dan GPS. Penelitian ini diharapkan mampu mengurangi kasus kejahatan yang sering terjadi akibat pembobolan sistem pengapian kendaraan serta memberikan tingkat perlindungan yang

lebih baik bagi pemilik kendaraan. Pemanfaatan teknologi ini memungkinkan penerapan sistem keamanan yang lebih canggih dan efektif dalam meningkatkan keamanan kendaraan.

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka pada penelitian ini berisi penelitian terkait dan landasan teori yang dapat dijelaskan secara lengkap sebagai berikut :

2.1. Penelitian Terkait

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan keamanan kendaraan bermotor melalui pemanfaatan teknologi Internet of Things

1. Penelitian oleh Kumar et al. (2020) mengembangkan sistem keamanan kendaraan berbasis IoT yang mengintegrasikan GPS dan GSM untuk pelacakan lokasi kendaraan secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu memberikan informasi posisi kendaraan dengan tingkat akurasi yang cukup baik, namun masih memiliki keterbatasan pada aspek autentikasi pengguna [7].

2. Selanjutnya, penelitian oleh Rahman dan Putra (2021) mengimplementasikan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) sebagai sistem pengaman kendaraan bermotor. Sistem ini memungkinkan hanya pengguna yang memiliki kartu RFID terdaftar yang dapat mengakses kendaraan. Meskipun efektif dalam meningkatkan keamanan akses, sistem ini belum dilengkapi

dengan fitur pelacakan lokasi kendaraan apabila terjadi pencurian [8].

3. Penelitian lain oleh Singh et al. (2019) menggabungkan teknologi GPS dan aplikasi berbasis mobile untuk memantau posisi kendaraan secara real-time. Sistem ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan monitoring kendaraan melalui smartphone, namun belum mengintegrasikan sistem autentikasi yang kuat untuk mencegah akses tidak sah [9].

4. Selain itu, penelitian oleh Pratama et al. (2022) mengembangkan sistem keamanan kendaraan berbasis IoT dengan memanfaatkan mikrokontroler dan sensor untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan. Sistem ini mampu memberikan notifikasi kepada pengguna, tetapi belum secara optimal menggabungkan teknologi autentikasi dan pelacakan dalam satu sistem yang terintegrasi [10].

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar sistem keamanan kendaraan masih mengembangkan fitur secara terpisah, seperti autentikasi berbasis RFID atau pelacakan berbasis GPS. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih terintegrasi dengan menggabungkan teknologi RFID sebagai sistem autentikasi dan GPS sebagai sistem pelacakan dalam satu platform berbasis IoT.

2.2. Landasan Teori

Pada tahapan landasan teori ini kami menjelaskan berbagai teori yang mendukung penelitian ini yang kami rincikan sebagai berikut:

1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet sehingga dapat saling berkomunikasi, mengirim, dan menerima data secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. IoT memungkinkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk menciptakan sistem yang cerdas dan responsif [11].

Dalam konteks sistem keamanan kendaraan, IoT berperan sebagai penghubung antara perangkat pada sepeda motor dengan aplikasi pengguna melalui jaringan internet. Dengan adanya IoT, data seperti lokasi kendaraan dan status keamanan dapat dipantau secara real-time melalui perangkat mobile atau web [12].

2. Sistem Keamanan Kendaraan

Sistem keamanan kendaraan adalah serangkaian teknologi dan mekanisme yang dirancang untuk melindungi kendaraan dari akses tidak sah dan tindakan pencurian. Sistem keamanan konvensional, seperti kunci mekanis dan alarm, memiliki keterbatasan karena mudah dimanipulasi [13]. Perkembangan teknologi memungkinkan penggunaan sistem keamanan berbasis digital yang lebih canggih, seperti

otentikasi berbasis RFID dan pelacakan berbasis GPS. Sistem ini memberikan perlindungan tambahan dengan menggabungkan kontrol akses dan monitoring secara real-time [16][17].

3. Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk membaca dan menyimpan data pada sebuah tag. Sistem RFID terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: Tag RFID, Reader RFID, dan Sistem pengolah data. RFID digunakan sebagai sistem autentikasi pada kendaraan dengan cara mengidentifikasi pengguna yang memiliki akses sah. Hanya pengguna yang memiliki tag RFID terdaftar yang dapat mengaktifkan kendaraan, sehingga dapat mencegah akses oleh pihak yang tidak berwenang [14].

4. Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang digunakan untuk menentukan posisi geografis suatu objek di permukaan bumi secara akurat. GPS bekerja dengan menerima sinyal dari satelit untuk menghitung koordinat lokasi (latitude dan longitude). Dalam penelitian ini, GPS digunakan untuk melacak posisi kendaraan secara real-time. Data lokasi yang diperoleh kemudian dikirimkan ke server atau aplikasi pengguna melalui jaringan IoT, sehingga pemilik kendaraan dapat

memantau keberadaan kendaraan kapan saja dan di mana saja.

5. Mikrokontroler Berbasis IoT

Mikrokontroler merupakan perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pusat pengendali dalam suatu sistem tertanam (embedded system). Dalam sistem berbasis IoT, mikrokontroler seperti ESP8266 atau ESP32 digunakan karena memiliki kemampuan konektivitas internet. Mikrokontroler bertugas untuk: Mengolah data dari RFID dan GPS, Mengontrol sistem pengapian kendaraan, dan Mengirim data ke server atau aplikasi

6. Sistem Pelacakan Real-Time

Sistem pelacakan real-time adalah sistem yang memungkinkan pemantauan lokasi objek secara langsung tanpa jeda waktu yang signifikan. Sistem ini memanfaatkan teknologi GPS dan jaringan komunikasi untuk mengirimkan data lokasi secara kontinu.

7. Aplikasi Berbasis Web/Mobile

Aplikasi berbasis web atau mobile digunakan sebagai antarmuka antara sistem dan pengguna. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk: Melihat lokasi kendaraan, Mengontrol sistem keamanan, dan Menerima notifikasi.

Penggunaan aplikasi ini meningkatkan kemudahan akses dan kenyamanan pengguna dalam memonitor kendaraan.

8. Konsep Sepeda Motor Pintar (Smart Motorcycle)

Sepeda motor pintar merupakan kendaraan yang dilengkapi dengan teknologi digital untuk meningkatkan fungsi, keamanan, dan kenyamanan. Integrasi IoT, RFID, dan GPS menjadikan sepeda motor mampu: Melakukan autentikasi pengguna, Melacak lokasi kendaraan, dan Berkomunikasi dengan perangkat pengguna. Konsep ini merupakan bagian dari pengembangan sistem transportasi cerdas (intelligent transportation system) [18].

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D). Penelitian pengembangan (R&D) adalah penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada. Implementasi sistem ini direncanakan dilakukan di Dusun Gubuk Tengah, Desa Surabaya Lepak, Kecamatan Sakra Timur.

3.1. Metode Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh melalui studi pustaka, yaitu dengan mengumpulkan dan mengkaji berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan referensi yang relevan. Data ini digunakan untuk memperkuat landasan teori, mendukung analisis permasalahan, dan mengidentifikasi penelitian sebelumnya.

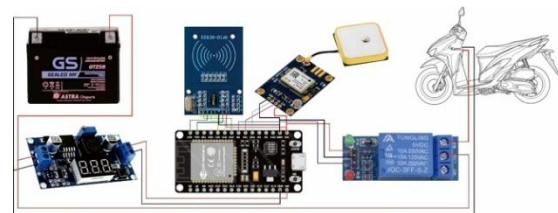
3.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang akan digunakan untuk membangun sistem monitoring tekanan air adalah metode Prototyping, yang terdiri dari lima tahapan yaitu sebagai berikut :

1. Communication : Tahap awal ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan kebutuhan sistem. Developer menentukan kebutuhan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) untuk membangun sistem pemantauan ini.
2. Quick Plan : Pada tahap ini, membangun prototipe yaitu dengan membuat perencanaan perancangan sistem yang akan dibuat.
3. Modeling Quick Design : Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak, dengan membuat desain rangkaian sistem pemantauan tekanan air.
4. Construction of Prototype : Tahap ini merupakan proses perakitan komponen-komponen hardware dan integrasi sistem perangkat hardware dengan software yang telah dibuat.
5. Deployment Delivery and Feedback : Setelah prototipe selesai dibangun, sistem diuji untuk mengevaluasi apakah telah sesuai dengan kebutuhan. Pengujian dilakukan untuk mengukur keakuratan pembacaan tekanan air dan kestabilan pengiriman data.

3.3. Sekema Rangkaian

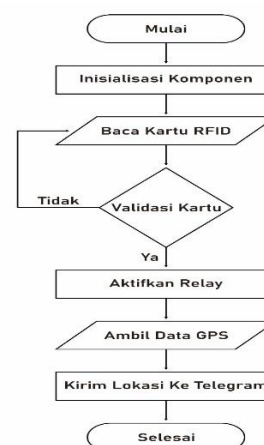
Pada tahap perancangan sistem, dibuat sebuah skema rangkaian untuk menggambarkan hubungan antar komponen yang digunakan. Skema ini bertujuan agar lebih mudah dalam memahami alur kerja perangkat keras sebelum dilakukan proses perakitan. Skema rangkaian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema Rangkaian

Skema rangkaian sistem sepeda motor pintar ini terdiri dari ESP32^[15] sebagai pusat kendali yang terhubung dengan modul RFID RC522, GPS Neo-6M, dan modul relay. RFID berfungsi sebagai kunci digital untuk autentikasi pengguna, di mana hanya kartu RFID terdaftar yang dapat mengaktifkan motor.

3.4. Flowchart Sistem



Gambar 2. Diagram alir sistem

Berdasarkan gambar 2 diatas dapat dijelaskan diagram alir dari sistem yang kami buat sebagai berikut:

Sistem dimulai saat perangkat dinyalakan dan sumber daya sudah tersambung. Langkah pertama adalah inisialisasi komponen, di mana ESP32 menyiapkan seluruh modul yang terhubung seperti RFID reader, modul GPS, relay, dan koneksi internet untuk Telegram [16]. Setelah itu, ESP32 masuk ke proses pembacaan kartu RFID dengan memindai apakah ada kartu atau tag yang didekatkan ke pembaca. Jika tidak ada kartu yang terbaca, proses akan terus mengulang sampai kartu ditemukan. Ketika kartu terbaca, sistem akan masuk ke tahap validasi kartu. UID kartu yang dibaca akan dibandingkan dengan daftar UID yang telah terdaftar di memori. Jika kartu tidak valid, sistem akan mengabaikan dan kembali menunggu kartu berikutnya. Namun, jika kartu valid, sistem akan melanjutkan ke proses mengaktifkan relay, yang berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan perangkat tertentu (misalnya membuka kunci atau menghidupkan mesin).

Setelah relay aktif, sistem akan masuk ke tahap pengambilan data GPS. ESP32 akan membaca koordinat lokasi dari modul GPS dan memastikan data yang diterima valid. Begitu data lokasi didapat, sistem akan masuk ke tahap pengiriman lokasi ke Telegram, yaitu mengirimkan titik

koordinat atau link Google Maps ke akun Telegram yang telah diatur, sehingga pengguna dapat mengetahui posisi perangkat secara real-time. Setelah lokasi berhasil dikirim, proses dianggap selesai dan sistem kembali ke kondisi awal untuk siap memproses kartu RFID berikutnya. Dengan alur ini, sistem hanya akan mengaktifkan relay dan mengirim data lokasi jika kartu yang digunakan adalah kartu yang sah.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh modul dapat bekerja secara optimal dalam kondisi sebenarnya, baik dari segi kestabilan daya, respon sistem, maupun keakuratan komunikasi data. Uji coba dilakukan dengan menempatkan perangkat ESP32, modul RFID RC522, GPS Neo-6M, relay, serta stepdown LM2596 pada bodi motor yang sudah terhubung ke aki 12 volt sebagai sumber utama. Pengujian dilakukan di lingkungan nyata, meliputi proses autentikasi kartu RFID, kendali jarak jauh menggunakan Telegram, pengiriman data lokasi GPS, serta uji stabilitas sistem dalam waktu tertentu. Selain itu, dilakukan juga pengamatan terhadap kinerja sistem ketika motor berada di area terbuka dan tertutup, serta saat sistem aktif dalam durasi yang lama. Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi performa keseluruhan alat, termasuk waktu respon,

kestabilan tegangan, dan akurasi pengiriman data lokasi. Adapun hasil lengkap dari pengujian alat setelah terpasang pada motor dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil pengujian alat

No	Keadaan	Komponen	Rencana	Hasil	Ket
1	Motor dihidupkan dengan kartu RFID	RFID + Relay	Motor Menyala	Berhasil	ok
2	Motor dimatikan dengan kartu RFID	RFID + Relay	Motor Mati	Berhasil	Respon Cepat (< 1 Detik)
3	Motor dihidupkan dari jarak jauh via telegram	ESP 32 + Relay + Telegram	Motor menyala	Berhasil	Kendali jarak jauh berfungsi
4	Motor dimatikan dari jarak jauh via telegram	ESP 32 + Relay + Telegram	Motor mati	Berhasil	Respon Cepat
5	Permintaan lokasi via telegram	GPS + Telegram	Link Lokasi Terkirim	Berhasil	Akurasi lokasi ± 3 meter terbuka
6	Motor diuji di area tertutup	GPS	Koodinat terlambat	Berhasil sebagian	Sinyal tertunda
7	Uji daya dari aki motor	Power + ESP	Stabil	Berhasil	Tdk overload
8	Sistem aktif 1 jam	Semua	Stabil	Berhasil	Normal semua

Berdasarkan hasil pengujian setelah alat terpasang pada motor, seluruh komponen bekerja dengan baik sesuai rancangan. Sistem mampu menyalakan dan mematikan motor melalui autentikasi RFID maupun perintah Telegram. Modul GPS memberikan data lokasi secara akurat di area terbuka, meskipun mengalami sedikit keterlambatan di area tertutup. Sumber daya dari

aki 12V melalui stepdown LM2596 juga terbukti stabil dan aman bagi sistem. Secara keseluruhan, alat berfungsi dengan baik ketika diimplementasikan langsung pada sepeda motor.

4.2. Pembahasan

Secara keseluruhan, sistem bekerja sesuai dengan perancangan awal yang telah dirancang dan diimplementasikan. Kombinasi penggunaan RFID untuk autentikasi pengguna, relay sebagai pengendali utama motor, GPS untuk pelacakan lokasi kendaraan secara real-time, serta Telegram Bot sebagai media komunikasi dan kendali jarak jauh, menjadikan sistem ini berfungsi sebagai “sepeda motor pintar” dengan tingkat keamanan dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan sistem konvensional. Dari hasil pengujian, proses autentikasi menggunakan kartu RFID berjalan sangat baik, dengan waktu respon kurang dari satu detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali identitas pengguna secara cepat dan akurat sebelum mengaktifkan motor. Sementara itu, kendali jarak jauh melalui Telegram Bot memberikan kemudahan bagi pengguna untuk menyalakan, mematikan, serta memantau posisi motor tanpa harus berada di dekat kendaraan. Fitur ini menjadi nilai tambah karena dapat membantu dalam kondisi darurat atau saat kendaraan tidak berada dalam pengawasan langsung.

Pada sisi pelacakan, modul GPS mampu memberikan informasi posisi dengan akurasi hingga ± 3 meter di area terbuka, sehingga lokasi kendaraan dapat dipantau dengan cukup presisi. Meskipun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan dalam kondisi tertentu, seperti di area tertutup atau daerah dengan gangguan sinyal satelit, di mana pengiriman koordinat menjadi terlambat. Selain itu, fungsi Telegram Bot sepenuhnya bergantung pada ketersediaan jaringan internet yang stabil, sehingga koneksi yang lemah dapat memengaruhi kecepatan respon sistem. Dari hasil uji daya, sistem mampu bekerja stabil dengan suplai dari aki motor 12V, dimana modul step-down berhasil mempertahankan tegangan 5V secara konstan tanpa adanya gangguan atau error. Uji ketahanan sistem selama satu jam juga menunjukkan performa yang stabil tanpa terjadinya reset otomatis atau kegagalan fungsi pada salah satu komponen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem ini telah berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu meningkatkan keamanan kendaraan bermotor melalui integrasi teknologi IoT dan otomatisasi, sekaligus memberikan kemudahan bagi pemilik dalam mengontrol, memantau, dan melacak kendaraannya secara efisien.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem sepeda motor pintar berbasis ESP32, RFID, GPS, dan Telegram Bot berhasil berfungsi sesuai tujuan penelitian. Sistem autentikasi menggunakan RFID terbukti dapat membatasi akses sehingga hanya kartu yang terdaftar saja yang mampu mengaktifkan relay untuk menyalakan motor, sedangkan kartu yang tidak terdaftar ditolak secara otomatis. Relay sebagai pengendali utama motor mampu bekerja dengan baik dan merespons perintah dengan cepat, baik dari hasil autentikasi RFID maupun dari perintah yang dikirimkan melalui Telegram Bot. Modul GPS Neo-6M juga berhasil memberikan informasi lokasi motor secara real-time dengan akurasi yang cukup baik, terutama di area terbuka, serta dapat mengirimkan tautan Google Maps kepada pemilik melalui Telegram. Integrasi dengan Telegram Bot memungkinkan pemilik untuk mengendalikan motor dan memantau lokasinya dari jarak jauh dengan waktu respon rata-rata 1–2 detik. Secara keseluruhan, sistem ini mampu meningkatkan keamanan sepeda motor sekaligus memberikan kemudahan bagi pemilik dalam mengontrol dan memantau kendaraannya secara real-time melalui teknologi Internet of Things (IoT)

6. Daftar Pustaka

- [1] H. Pintar and M. Wireless, "Helm Cerdas untuk Keamanan Sepeda Motor," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 6, no. 2, pp. 15–23, 2020, doi: 10.52005/rekayasa.v6i2.70.
- [2] P. Haruman, J. Saputro, and A. Asruddin, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Start Engine dan Alarm Sepeda Motor Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Android," *Sist. Komput. Teknol. Intelegensi Artifisial*, vol. 1, no. 2, pp. 149–159, 2023, doi: 10.59039/sikomtia.v1i2.14.
- [3] Y. Wibowo, "Implementasi Modul GPS Ublox 6M Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Berbasis Internet Of Things," *Electrician*, vol. 15, no. 1, pp. 107–115, May 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2173.
- [4] A. R. Maldini, E. Nasrullah, and A. S. Repelianto, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis Internet of Things dengan Modul NodeMCU ESP8266 V3 dan ESP32-CAM," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 215–222, 2022, doi: <https://doi.org/10.23960/ELC.V16N2.2291>.
- [5] A. Hadari and A. Supriyanto, "Purwarupa Sepeda Motor Pintar dengan Aplikasi Smart Rider Berbasis Android," *J. Sains dan Inform. Vol.*, vol. 7, pp. 77–86, 2021, doi: 10.34128/jsi.v7i1.303.
- [6] D. Widiyanto and S. Sulasmingsih, "Purwa Rupa Sistem Pengaman Sepeda Motor Berbasis IoT (Internet of Things)," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 11, no. 1, pp. 49–57, 2019, doi: 10.5614/joki.2019.11.1.5.
- [7] R. Pi, A. Kumar, M. Amir, K. Akhtar, and A. Pandey, "Smart City Vehicle Accident Monitoring and Detection System Using (MEMS , GSM , GPS)," *IETE J. Res. ISSN*, vol. 69, no. 11, pp. 8121–8129, 2022, doi: 10.1080/03772063.2022.2043787.
- [8] D. Maharani *et al.*, "Implementasi IoT pada Sistem Palang Pintu RFID Otomatis Berbasis ESP32 dengan Integrasi Database Cloud Google Sheets," in *5th MDP STUDENT CONFERENCE (MSC)*, 2026, pp. 1105–1113.
- [9] T. Tagung, S. K. Singh, P. Singh, S. R. Kashiwar, and S. K. Singh, "GPS and GIS based Soil Fertility Assessment and Mapping in Blocks of Muzaffarpur District of Bihar," *An Int. Journa*, vol. 14, no. 3, pp. 1663–1671, 2022.
- [10] Y. Y. Pratama, H. Mustofa, H. Ramadani, A. Putra, and I. Albana, "JUTEKOM Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Efektivitas Internet Of Things dalam Mengatasi Permasalahan Lalu Lintas : Tinjauan Literatur," *J. Teknol. dan Ilmu Komput.*, vol. 01, no. 02, pp. 73–83, 2025, doi: 10.35134/Jutekom.v9i2.1.
- [11] W. Maulana and I. Faisal, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Komplek Berbasis IoT dengan Dashboard Monitoring dan Auto-Trigger Keamanan Darurat," *J. Netw. Syst. Secur. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 26–33, 2025, [Online]. Available: <https://journal.ikapkin.or.id/index.php/cloud/article/view/33>
- [12] S. T. Informatika and S. T. Informatika, "Rancang Bangun Rumah Pintar (Smart Home) Berbasis Internet Of Things (IoT) Malik Ibrahim 1 * , Bambang Sugiarto 2 1," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.29408/jit.v6i1.5365 Link.
- [13] L. D. Samsumar, M. M. Efendi, and U. T. Mataram, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Sidik Jari Berbasis IoT," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 4, pp. 361–372, 2025, doi: <https://doi.org/10.55537/cosie.v4i4.1259>.
- [14] M. G. Say *et al.*, "Bioresorbable RFID capsule for assessing medication adherence," *Nat. Commun. |*, vol. 17, no. 52, pp. 1–10, 2026, doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-67551-5>.

- [15] G. R. Auwali, A. Ahfas, and S. D. Ayuni, "Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian," *J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 3, no. October, pp. 219–229, 2023, doi: 10.57152/malcom.v3i2.923.
- [16] D. Wijayanto, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Rancang Bangun Monitoring Arus dan Tegangan Pada PLTS Sistem On Grid Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 3, pp. 447–453, 2022, doi: <https://doi.org/10.26740/jte.v11n3.p447-453>.
- [17] E. N. Rahmatunnisa, B. A. Fernanda, Y. Maulana, and A. M. H. Aripin, "Implementasi Sistem Keamanan Rumah Berbasis Pengenalan Wajah untuk Peningkatan Keamanan Residensial," *Infotek : J. Inform. dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 205–215, 2024, doi: 10.29408/jit.v7i1.23868.
- [18] I. Gunawan, A. Sudianto, and U. Hasanah, "Prototipe Sistem Pendekesi Pelanggaran Zebra Cross Pada Traffic Light Berbasis Internet Of Things," *Infotek : J. Inform. dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 328–338, 2023, doi: 10.29408/jit.v6i2.14065.