

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR DENGAN *ENGINE CUT OFF*, GPS, DAN KENDALI NFC *SMARTPHONE*

Mohammad Rochman Liulin Nuha^{1*}, Anton Brevia Yunanda², Mochamad Sidqon³, Agung Kridoyono⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya; Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia; (031) 5931800

Keywords:

Sistem Keamanan;
Aplikasi;
NFC;
GPS;
Engine Cut Off;

Correspondent Email:

mohammadrochmanliulinnuha31@gmail.com

Abstrak. Meningkatnya kasus pencurian sepeda motor di Indonesia setiap tahunnya menunjukkan bahwa sistem keamanan konvensional seperti kunci stang dan gembok tidak lagi efektif dalam mencegah akses tidak sah. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sistem keamanan sepeda motor berbasis teknologi modern yang memanfaatkan autentikasi NFC, keamanan Engine Cut Off, pelacakan GPS, dan kendali melalui aplikasi *smartphone*. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan smart SIM melalui NFC, modul GPS NEO-6M untuk pelacakan lokasi, serta dua sensor NJK-5002C untuk mendeteksi indikasi pencurian. Aplikasi mobile dikembangkan untuk mengendalikan dan memonitoring sistem. Metodologi yang digunakan mencakup perancangan perangkat keras dan lunak, integrasi, serta pengujian sistem dalam berbagai skenario. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi akses tidak sah, mengamankan kendaraan, dan mengirim notifikasi dengan waktu respons kurang dari 2 detik. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti konsisten, andal, dan menjadi solusi praktis dalam meningkatkan keamanan sepeda motor.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. The increasing number of motorcycle theft cases in Indonesia indicates that conventional security systems such as handlebar locks and padlocks are no longer sufficient to provide adequate protection. This study aims to design a more effective motorcycle security system by integrating user authentication through NFC-based Smart SIM, an Engine Cut Off system to cut off power and trigger an alarm, GPS Neo-6M for location tracking, and control via a *smartphone* application. The system is built using an ESP32 microcontroller that manages NJK-5002C sensors to detect suspicious movements, a GPS module for tracking, and relays for activating the alarm and cutting off electrical power. The research methodology includes literature review, system design, hardware and software implementation, and testing in real-world scenarios. The test results show that the system can detect suspicious activity, trigger an alarm, send notifications to the *smartphone*, and track the vehicle's location with a response time of less than 2 seconds. The system has proven to be consistent and reliable as a modern, practical, and user-friendly motorcycle security solution.

1. PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan salah satu sarana transportasi yang paling umum dan populer di Indonesia [1]. Berdasarkan data dari Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI), jumlah sepeda motor terus meningkat setiap tahunnya, mencapai rata-rata ratusan ribu unit baru yang terjual [2]. Hal ini menjadikan sepeda motor sebagai kendaraan yang esensial dalam kehidupan sehari-hari bagi banyak orang, terutama karena kemudahan penggunaannya dan harga yang relatif terjangkau dibandingkan opsi transportasi pribadi lainnya [3]. Sepeda motor juga menjadi solusi yang fleksibel dan ekonomis untuk mendukung mobilitas masyarakat di perkotaan maupun pedesaan, khususnya dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti bekerja, berbelanja, hingga mengakses layanan publik [4].

Namun, di balik popularitasnya yang tinggi, sepeda motor menghadapi tantangan serius dalam hal keamanan. Kasus pencurian sepeda motor merupakan salah satu tindak kriminal yang paling sering terjadi di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), sebanyak 14.184 kasus terjadi pada tahun 2022 dan Jawa Timur termasuk salah satu wilayah dengan tingkat pencurian kendaraan bermotor yang tinggi, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk [5]. Kasus-kasus ini sering kali terjadi karena lemahnya sistem keamanan kendaraan, seperti memarkir kendaraan di tempat yang rawan tanpa pengawasan yang memadai atau mengandalkan sistem keamanan konvensional yang mudah dibobol.

Permasalahan ini tidak hanya terbatas pada ruang publik, namun juga merambah ke lingkungan privat seperti halaman rumah. Tantangan ini semakin besar dengan meningkatnya keterampilan pelaku dalam memanipulasi atau merusak sistem keamanan kendaraan. Penting bagi pemilik kendaraan untuk selalu waspada terhadap potensi tindak kriminal yang dapat merugikan mereka [6].

Sistem keamanan konvensional pada sepeda motor, seperti penguncian stang, kunci gembok, atau *keyless system*, sering kali dianggap tidak cukup untuk menghadapi ancaman pencurian. Penguncian stang, misalnya, dapat dengan mudah dibobol menggunakan alat seperti kunci T. Kemudian gembok pada piringan cakram, meskipun mampu mencegah roda bergerak,

juga memiliki kelemahan karena dapat dirusak oleh alat pemotong logam yang sering digunakan pencuri berpengalaman [7]. Sementara itu, sistem keamanan modern seperti *keyless system* yang dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih praktis masih memiliki kelemahan, seperti kerentanan terhadap teknik *relay attack*, di mana sinyal elektronik dari perangkat *keyless* dapat disadap oleh pelaku pencurian.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan keamanan kendaraan bermotor melalui pendekatan teknologi modern, mulai dari penggunaan RFID dan E-SIM untuk autentikasi pengguna [8], pemanfaatan *Bluetooth* dan GPS dalam pelacakan dan kontrol sistem kendaraan [9], hingga integrasi IoT dan aplikasi *mobile* untuk memungkinkan kendali jarak jauh [10], serta penerapan sistem *engine cut off* otomatis yang merespons kondisi darurat seperti kendaraan terjatuh [11].

Berdasarkan pendekatan tersebut terbukti efektif dalam konteks tertentu, sebagian besar masih merupakan fitur keamanan secara terpisah dan belum menyediakan solusi terpadu yang saling terintegrasi. Belum terdapat sistem yang menggabungkan autentikasi berbasis NFC, *engine cut off*, alarm, pelacakan lokasi, dan notifikasi dalam satu kesatuan sistem yang dapat dikendalikan secara langsung melalui *smartphone*.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini menawarkan rancangan sistem keamanan sepeda motor yang mengintegrasikan semua komponen utama tersebut ke dalam satu platform aplikasi berbasis *Android*, sehingga dapat memberikan pengalaman keamanan kendaraan yang lebih adaptif, responsif, dan mudah diakses oleh pengguna.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Near Field Communication (NFC)

Near Field Communication (NFC) merupakan teknologi komunikasi nirkabel jarak dekat yang dikembangkan dari teknologi RFID dan bekerja pada frekuensi 13,56 MHz. Teknologi ini memungkinkan dua perangkat elektronik untuk berkomunikasi dalam jarak sekitar 10 cm tanpa konektor fisik, sehingga lebih tahan terhadap gangguan seperti korosi atau kotoran. NFC memiliki tiga mode utama: *read/write*, *peer-to-peer*, dan *card emulation*.

Mode *read/write* memungkinkan transfer data satu arah, mode *peer-to-peer* mendukung komunikasi dua arah antara perangkat, dan mode *card emulation* memungkinkan perangkat seperti smartphone berfungsi layaknya kartu pembayaran atau identifikasi. Fungsi *card emulation* ini banyak digunakan dalam sistem autentikasi seperti akses kontrol atau pembayaran digital [12].

2.2. *Engine Cut Off*

Engine Cut Off (ECO) merupakan fitur keselamatan pada sepeda motor yang berfungsi untuk mematikan mesin secara instan dalam situasi darurat, seperti ketika kendaraan terjatuh, terjadi malfungsi, atau saat pengendara kehilangan kendali [13]. Saklar ECO umumnya terletak di stang kanan dan memungkinkan pengendara memutus sistem pengapian tanpa perlu memutar kunci kontak, sehingga lebih cepat diakses dalam kondisi kritis. Dari sisi teknis, ECO bekerja dengan cara memutus aliran listrik ke sistem pengapian (CDI atau ECU), baik melalui jalur massa (pada sistem AC) maupun langsung memutus tegangan (pada sistem DC). Mekanisme ini memastikan bahwa mesin segera mati saat tombol ditekan, tanpa mematikan seluruh sistem kelistrikan kendaraan. Dalam sistem keamanan berbasis IoT, prinsip kerja ECO dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler dan sensor tertentu agar mesin otomatis mati ketika kondisi abnormal terdeteksi [11].

2.3. *Global Positioning System (GPS)*

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang memungkinkan penentuan posisi geografis secara akurat menggunakan prinsip trilaterasi. Perangkat GPS menerima sinyal dari satelit, menghitung waktu tempuh sinyal, dan menentukan posisi dalam bentuk koordinat lintang, bujur, dan ketinggian. Dalam sistem keamanan kendaraan, GPS digunakan sebagai alat pelacak lokasi. Modul GPS mengirimkan titik koordinat ke *server* atau aplikasi melalui jaringan GSM, yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta digital. Teknologi ini memungkinkan pemilik kendaraan memantau posisi kendaraannya kapan saja melalui aplikasi, serta merekam histori lokasi untuk keperluan keamanan dan pengawasan [14].

2.4. *ESP32*

ESP32 adalah mikrokontroler 32-bit berbasis arsitektur Xtensa LX6 yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, dirancang untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). Modul ini memiliki CPU ganda, konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth Low Energy* (BLE) terintegrasi, serta berbagai periferal seperti ADC, PWM, UART, SPI, dan I2C, menjadikannya sangat fleksibel untuk sistem tertanam yang membutuhkan konektivitas nirkabel dan pengolahan data. Dalam konteks sistem keamanan kendaraan, ESP32 berperan sebagai pusat kendali (*controller*) yang menerima *input* dari sensor seperti NFC, GPS, atau *gyroscope*, lalu memprosesnya untuk mengaktifkan fitur seperti *engine cut off* atau alarm. Karena konsumsi dayanya rendah dan kompatibel dengan aplikasi berbasis *Android* melalui koneksi BLE atau Wi-Fi, ESP32 ideal untuk sistem keamanan modern yang dikendalikan melalui perangkat *mobile* [15].

2.5. *Aplikasi Mobile (Flutter)*

Flutter adalah *framework open-source* dari Google yang digunakan untuk membangun aplikasi lintas platform seperti *Android*, *iOS*, dan web dari satu basis kode menggunakan bahasa pemrograman Dart [16]. Flutter menggunakan arsitektur berbasis *widget* dan sistem rendering mandiri, yang memungkinkan pengembangan antarmuka pengguna (UI) secara fleksibel dan responsif tanpa bergantung pada komponen asli perangkat. Dalam konteks sistem keamanan berbasis IoT, Flutter mendukung integrasi dengan modul komunikasi seperti HTTP, *WebSocket*, dan MQTT, serta dapat terhubung dengan perangkat seperti ESP32 melalui koneksi Wi-Fi atau Bluetooth. Dengan fitur *hot reload* dan arsitektur *reactive-functional*, Flutter memudahkan pengembangan aplikasi *mobile* yang *real-time* dan interaktif untuk memantau serta mengontrol sistem keamanan kendaraan secara langsung dari *smartphone* [17].

3. METODE PENELITIAN

3.1. *Perangkat Penelitian*

Pada penelitian ini menggunakan beberapa *hardware* dan *software* untuk membangun sistem keamanan.

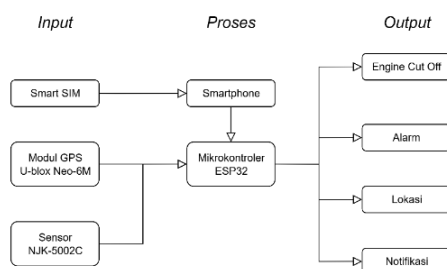
Tabel 1. Perangkat penelitian

No	Nama Perangkat	Fungsi
1	Sepeda Motor Honda Beat FI 2014	Obyek uji sistem keamanan
2	ESP32 DevKitC	Mikrokontroler
3	Hall sensor NJK-5002C (2 unit)	Deteksi putaran roda dan stang motor
4	Modul GPS Neo-6M	Pelacakan lokasi
5	Modem GSM 4G	Koneksi jaringan internet
6	Step-down LM2596	Menurunkan tegangan dari 12V ke 5V
7	Relay 2 Channel	Kontrol <i>engine cut off</i> dan alarm
8	Smartphone NFC & Smart SIM	Autentikasi via NFC
9	Arduino IDE	Pengembangan sistem ESP32
10	Visual Studio Code	Pengembangan aplikasi
11	Figma	Desain UI aplikasi

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa perangkat terdiri dari *hardware* yang berfungsi untuk pemantauan, pelacakan, dan pengendalian, sementara *software* mendukung pengembangan sistem dan antarmuka pengguna.

3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan sebagai dasar dalam membangun sistem. Perancangan ini bertujuan agar sistem dapat bekerja secara efektif sesuai dengan skenario yang telah dirancang, tanpa keluar dari ruang lingkup permasalahan penelitian. Diagram blok digunakan untuk menggambarkan prinsip kerja sistem secara menyeluruh, yang mencakup hubungan antar komponen. Setiap komponen memiliki peran fungsional yang saling terhubung.

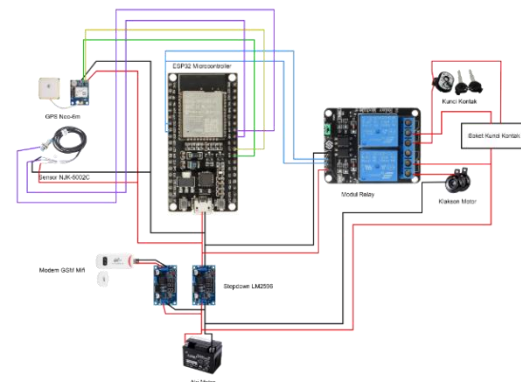


Gambar 1. Diagram Blok

Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa sistem terdiri atas tiga bagian utama, yaitu *input*, pemrosesan, dan *output*. Seluruh komponen input terhubung ke mikrokontroler sebagai pusat kendali, yang kemudian mengatur komponen *output* dan berkomunikasi dengan aplikasi pada *smartphone*. Diagram ini menunjukkan alur kerja sistem secara menyeluruh dan keterkaitan antar modul yang terintegrasi.

3.3. Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* bertujuan untuk mengintegrasikan seluruh komponen sistem keamanan ke dalam satu kesatuan yang dapat berfungsi sesuai rancangan.



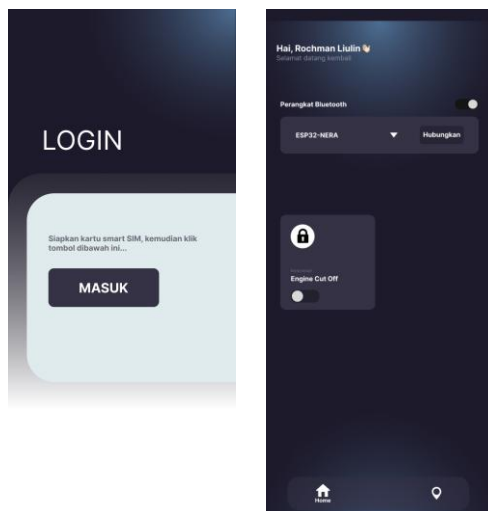
Gambar 2. Skematik Hardware

Berdasarkan Gambar 2, perancangan *hardware* dilakukan dengan menyusun ESP32, sensor NJK-5002C, GPS Neo-6M, modem GSM, dan relay 2 channel menggunakan sumber daya dari aki motor 12V yang diturunkan menjadi 5V dengan modul *step-down* LM2596. *Wiring system* diatur agar ESP32 menerima data dari sensor dan GPS, serta mengontrol aliran listrik ke kontak motor dan klakson melalui relay.

3.4. Perancangan Software

Perancangan *software* dilakukan untuk memastikan seluruh proses pengembangan aplikasi berjalan secara sistematis dan sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Desain antarmuka pengguna (*user interface*) dirancang dengan tujuan memberikan pengalaman pengguna yang intuitif, mudah digunakan, serta memiliki navigasi yang jelas.

Proses desain dilakukan menggunakan *software* Figma.



Gambar 3. Antarmuka pengguna

Dari Gambar 3, desain antarmuka pengguna meliputi beberapa halaman, seperti halaman *login*, halaman *scan*, *dashboard*, dan halaman *maps*. Masing-masing elemen didesain agar terintegrasi dengan alur sistem dan mendukung seluruh fungsi aplikasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Autentikasi Pengguna (NFC)

Autentikasi pengguna pada sistem ini dilakukan melalui fitur *Near Field Communication* (NFC). Proses dimulai ketika pengguna menempelkan *smart SIM* pada *smartphone* yang mendukung NFC. Kemudian mengambil data dari Firebase dan dilakukan validasi oleh aplikasi.

Tabel 2. Pengujian NFC

Smart SIM	Status	Waktu	Respons
027C226F044000	Terdaftar	1,1 detik	Berhasil
0209EC6F044000	Tidak terdaftar	1 detik	Gagal
042947C2D26580	Tidak terdaftar	0,9 detik	Gagal
027C226F044000	Terdaftar	1 detik	Berhasil
0209EC6F044000	Tidak terdaftar	0,8 detik	Gagal
042947C2D26580	Tidak terdaftar	1,2 detik	Gagal

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 2, rata-rata waktu respons sistem adalah 1 detik, dengan tingkat akurasi autentikasi mencapai 100% untuk UID yang valid. Sistem secara konsisten menolak akses dari UID tidak dikenal dalam waktu kurang dari 1,5 detik, menunjukkan efisiensi dan keandalan proses verifikasi.

4.2. Respons Keamanan

Salah satu komponen dalam sistem keamanan yang dirancang adalah fitur kontrol aktif terhadap kondisi kendaraan, yaitu melalui fungsi *engine cut off* serta pendeteksian pergerakan mencurigakan atau disebut alarm. Kedua fitur ini berfungsi sebagai sistem pertahanan lapis pertama dan kedua yang bekerja otomatis maupun berdasarkan perintah pengguna. Pengujian pada fitur *engine cut off* bertujuan untuk mengetahui kecepatan dan keandalan sistem dalam menonaktifkan kelistrikan kendaraan saat perintah diberikan melalui aplikasi.

Tabel 2. Pengujian engine cut off

Status	Respons	Waktu	Keterangan
Aktif	Relay 1 <i>OFF</i> Relay 2 <i>OFF</i>	1,2 detik	Sistem deteksi pencurian aktif dan memutus kelistrikan
Non-aktif	Relay 1 <i>ON</i> Relay 2 <i>OFF</i>	1,3 detik	Sistem deteksi pencurian nonaktif dan menghubungkan kelistrikan
Aktif	Relay 1 <i>OFF</i> Relay 2 <i>OFF</i>	1,3 detik	Sistem deteksi pencurian aktif dan memutus kelistrikan
Non-aktif	Relay 1 <i>ON</i> Relay 2 <i>OFF</i>	1 detik	Sistem deteksi pencurian nonaktif dan menghubungkan kelistrikan
Aktif	Relay 1 <i>OFF</i> Relay 2 <i>OFF</i>	1,1 detik	Sistem deteksi pencurian aktif dan memutus kelistrikan

Fitur kedua yang diuji adalah alarm berbasis sensor guncangan NJK-5002C, yang dipasang pada bagian stir motor dan cakram rem. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi

perubahan medan magnet akibat adanya pergerakan fisik pada kendaraan, seperti pelurusan stir atau penggeseran. Ketika sensor mendeteksi perubahan signifikan, sistem akan memicu alarm (klakson aktif) dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi pengguna melalui *Firebase Cloud Messaging* (FCM).

Tabel 3. Pengujian alarm

Skenario Pencurian	Sensor Aktif	Klakson Aktif	Notifikasi
Motor diam, tanpa gangguan	Tidak	Tidak	Tidak
Motor digeser ± 2 meter	Ya	Ya	Ya
Stir motor diluruskan	Ya	Ya	Ya
Stir motor berbelok	Tidak	Tidak	Tidak
Motor digeser ± 1 meter	Ya	Tidak	Tidak

Dapat diperhatikan Tabel 2 dan Tabel 3, kedua fitur ini menunjukkan efektivitas dalam merespons kondisi keamanan kendaraan. Fitur *engine cut off* memungkinkan pengguna untuk menghentikan kendaraan dalam waktu singkat, sementara fitur alarm memperingatkan pengguna terhadap upaya pencurian kendaraan.

4.3. Tracking GPS

Tracking dalam penelitian ini menggunakan modul GPS Neo-6M, yang bertugas mengirimkan data koordinat lokasi kendaraan *latitude* dan *longitude* ke *Firebase Realtime Database*. Fungsi ini dirancang agar pengguna dapat mengetahui lokasi terkini

kendaraan melalui aplikasi mobile yang terintegrasi dengan *Open Street Maps* API, memungkinkan navigasi langsung ke titik tersebut. Pengujian awal dilakukan dalam kondisi statis untuk mengukur akurasi GPS, di mana perangkat dibiarkan diam selama beberapa menit dan titik koordinat dicatat secara berkala. Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi koordinat walaupun posisi tidak berubah, dengan rata-rata deviasi jarak mencapai ± 5.56 meter. Hasil ini tergolong wajar untuk modul GPS Neo-6M, terutama mengingat kondisi cuaca saat pengambilan data yang berawan.

Tabel 4. Akurasi GPS

Waktu	Latitude	Longitude	Jarak
00:14:21	-7.308833	112.721893	0 m
00:14:36	-7.308872	112.721901	4,43 m
00:14:51	-7.308861	112.721916	2,11 m
00:15:06	-7.308835	112.721916	2,92 m
00:15:21	-7.308844	112.721764	16,86 m
00:15:36	-7.308846	112.721634	14,16 m
00:15:51	-7.308830	112.721718	9,43 m
00:16:06	-7.308798	112.721741	4,31 m
00:16:21	-7.308790	112.721771	3,50 m
00:16:36	-7.308801	112.721741	3,60 m

Selain pengujian akurasi statis, sistem diuji dalam kondisi dinamis, di mana kendaraan dipindahkan ke berbagai lokasi dengan karakteristik lingkungan berbeda (tertutup, semi-terbuka, dan terbuka). Sistem terbukti mampu mengirimkan data lokasi secara konsisten ke *Firebase*, dan koordinat ditampilkan secara akurat di aplikasi pengguna.

Tabel 5. Pengujian tracking GPS

Titik Uji	Latitude	Longitude	Titik Awal	Kirim Firebase	Tampil Aplikasi
Area tertutup (di dalam rumah)	-7.44691	112.628	0 m	Ya	Ya
Area semi-terbuka (halaman rumah)	-7.44682	112.628	5 m	Ya	Ya
Lapangan	-7.44515	112.628	240 m	Ya	Ya
Area publik (masjid)	-7.44542	112.628	210 m	Ya	Ya
Indomaret	-7.44228	112.629	650 m	Ya	Ya
Alfamidi	-7.44331	112.628	500 m	Ya	Ya
Toko bangunan	-7.44474	112.627	450 m	Ya	Ya

Pada Tabel 4 dan Tabel 5, terbukti bahwa sistem tetap berfungsi meskipun dalam kondisi lingkungan yang memengaruhi akurasi GPS.

Pada area tertutup, seperti di dalam rumah, modul mengalami keterbatasan akuisisi satelit, namun tetap dapat mengirimkan data terakhir

yang valid. Sistem dirancang untuk hanya menyimpan dan menampilkan satu titik koordinat terbaru, bukan histori perjalanan. Secara umum, sistem pelacakan ini cukup akurat dan stabil, baik dalam kondisi diam maupun berpindah lokasi.

4.4. Komunikasi IoT

Sistem ini mengandalkan dua jalur komunikasi, yakni BLE untuk kendali lokal dan Wi-Fi yang digunakan untuk sinkronisasi data melalui *Firestore Realtime Database*. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas, kecepatan, dan performa komunikasi dalam beberapa kondisi, baik dalam jarak dekat maupun jarak jauh. Pengujian dilakukan pada empat fungsi sistem, yaitu *engine cut off*, autentikasi NFC, pengiriman lokasi GPS, dan pengiriman notifikasi.

Tabel 6. Pengujian komunikasi

Mode Komunikasi	Fungsi yang diuji	Waktu	Status
BLE	<i>Engine Cut Off</i>	1 detik	Berhasil
Wifi + Firestore	Autentikasi UID NFC	1.9 detik	Berhasil
Wi-Fi + Firestore	Kirim lokasi GPS	2 detik	Berhasil
Wifi + Firestore	Notifikasi	1.5 detik	Berhasil

Telah ditunjukkan oleh Tabel 6, bahwa BLE memiliki latensi terendah, yaitu sekitar 1 detik, menjadikannya sangat ideal untuk fungsi kendali lokal yang membutuhkan respon cepat, seperti mengaktifkan atau menonaktifkan kelistrikan kendaraan. Di sisi lain, komunikasi melalui Wi-Fi dan Firestore memang memiliki latensi yang sedikit lebih tinggi (rata-rata ± 1.8 detik), namun tetap tergolong cepat dan dapat diandalkan untuk fungsi berbasis *cloud* seperti autentikasi, pelacakan lokasi, dan notifikasi.

4.5. Uji Lapangan

Untuk menilai efektivitas sistem dalam kondisi nyata, dilakukan pengujian lapangan melalui simulasi berbagai metode pencurian yang umum terjadi pada kendaraan bermotor. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi respon sistem terhadap upaya akses tidak sah, gangguan fisik, dan keterbatasan sinyal GPS yang mungkin terjadi

dalam penggunaan sehari-hari. Simulasi pertama menguji skenario penggunaan UID NFC yang tidak sah, termasuk kartu yang tidak terdaftar, kartu rusak, serta kondisi saat pengguna belum *login* aplikasi. Sistem menunjukkan performa optimal, di mana semua upaya akses tidak sah ditolak dengan konsisten. UID tidak dikenal langsung ditolak dan ditampilkan sebagai notifikasi di aplikasi, sementara penggunaan smartphone yang tidak terdaftar tidak mendapatkan respons dari sistem. Sistem juga tetap menolak kartu yang rusak dan tetap tidak memberikan akses meskipun percobaan dilakukan berulang. Hal ini membuktikan bahwa mekanisme autentikasi sistem tangguh dan bebas dari celah.

Tabel 7. Pengujian autentikasi tidak valid

Jenis Percobaan	Respons	Keterangan
Tap <i>smart SIM</i> tidak terdaftar	Muncul notifikasi di aplikasi	Sistem tidak mengenali kartu
Gunakan <i>smartphone</i> yang tidak terdaftar	Tidak ada respon	Sistem tidak terhubung
Tap kartu tidak valid berulang kali	Pesan gagal autentikasi muncul setiap tap	Sistem tetap menolak akses
Tap menggunakan <i>smart SIM</i> yang sudah rusak	Tidak terbaca atau muncul notifikasi	Sistem tidak mengenali kartu
Coba tap saat belum login ke aplikasi	Sistem tidak merespon, validasi gagal	Proses autentikasi tidak berjalan

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan modul GPS dalam area dengan sinyal lemah, seperti di dalam rumah, garasi, atau antara bangunan tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mengalami keterbatasan akuisisi satelit di area tertutup, yang menyebabkan koordinat tidak terkirim atau lokasi menjadi tidak akurat. Meski demikian, dalam kondisi semi-terbuka atau terbuka, sistem mampu mendapatkan lokasi dengan cepat dan menyinkronkannya ke Firestore secara normal. Untuk mengatasi area *blank spot*, sistem secara otomatis menyimpan lokasi terakhir yang valid, sehingga pengguna

tetap mendapatkan titik referensi terkini meskipun sinyal GPS hilang.

Tabel 8. Pengujian GPS dalam area minim sinyal

Lokasi	Status GPS	Status Kirim	Keterangan
Jalan sempit di antara bangunan tinggi	Tidak dapat satelit	Tidak ada lokasi yang dikirim	Koordinat agak meleset
Tempat parkir umum	Normal	Lokasi terkirim normal	Koordinat normal
Dekat menara BTS	Cepat dapat satelit	Lokasi terkirim normal	Koordinat akurat
Pinggir jalan raya terbuka	Normal	Lokasi terkirim normal	Koordinat normal
Dalam rumah	Sinyal lemah	Lokasi terkirim tidak stabil	Posisi terkadang melompat ± 10 meter

Pengujian terakhir dilakukan untuk mendeteksi respon sistem terhadap gangguan fisik berupa pergeseran, pelurusan stir, pengangkatan, dan sentuhan ringan pada motor. Sensor NJK-5002C mampu memicu alarm dan mengirimkan notifikasi ketika motor digeser atau stir diluruskan, menunjukkan bahwa perubahan medan magnet berhasil terdeteksi. Namun, dalam kasus seperti pengangkatan kendaraan atau sentuhan tanpa geseran, sistem tidak memberikan alarm karena tidak terjadi gangguan signifikan terhadap medan magnet. Ini mengindikasikan bahwa sensitivitas sistem terhadap jenis gerakan tertentu masih terbatas, yang dapat diatasi dengan penambahan atau kombinasi sensor lainnya.

Tabel 9. Pengujian upaya pemindahan motor secara paksa

Jenis Percobaan	Sensor Aktif	Klakson Aktif	Notifikasi Aplikasi
Motor digeser pelan sejauh ± 2 meter	Ya	Ya	Ya
Stir motor diluruskan	Ya	Ya	Ya
Motor diangkat	Tidak	Tidak	Tidak

Motor disentuh tanpa menggeser	Tidak	Tidak	Tidak
Motor digoyangkan	Tidak	Tidak	Tidak

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem keamanan sepeda motor yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem keamanan yang dikembangkan telah berhasil mengintegrasikan autentikasi berbasis NFC, engine cut off otomatis, alarm, dan pelacakan GPS ke dalam satu platform yang dikendalikan melalui aplikasi smartphone, serta terbukti lebih efektif dalam mendeteksi dan mencegah pencurian dibandingkan sistem konvensional.
2. Teknologi NFC berhasil diintegrasikan sebagai metode autentikasi pengguna, hanya mengizinkan smart SIM yang terdaftar untuk mengakses sistem.
3. Lokasi kendaraan berhasil dipantau menggunakan GPS dan ditampilkan melalui aplikasi smartphone.
4. Seluruh komponen sistem, termasuk sensor, NFC, GPS, dan relay, telah berhasil diintegrasikan dengan aplikasi melalui komunikasi BLE dan Wi-Fi.
5. Dibandingkan sistem konvensional, sistem ini lebih efektif dalam mencegah pencurian dan memberikan kenyamanan kepada pengguna.
6. Beberapa keterbatasan yang ditemukan adalah belum tersedianya fitur histori lokasi, belum optimalnya konsumsi daya, dan aplikasi hanya tersedia untuk Android.
7. Saran pengembangan meliputi penambahan fitur penyimpanan riwayat lokasi (tracking historis), pengembangan versi iOS, optimalisasi penggunaan daya agar tidak membebani aki, pengujian fisik terhadap alat perusak, serta peningkatan akurasi pelacakan dengan modul GPS yang lebih canggih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta

arahan selama pelaksanaan penelitian ini. Rasa terima kasih secara khusus ditujukan kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan kesabarannya dalam mendampingi penulis. Penulis juga berterima kasih kepada keluarga dan rekan-rekan atas dukungan moral dan motivasi yang terus mengalir. Selain itu, apresiasi juga disampaikan kepada institusi dan laboratorium yang telah memfasilitasi kebutuhan teknis sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Pramesti, N. L. P. J. Andini, D. A. K. Raharjo, and A. D. Dwipayana, "Efektivitas Penggunaan Moda Transportasi Umum Dengan Kendaraan Pribadi," *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 6–16, Jan. 2024, doi: 10.31004/ijmst.v2i1.246.
- [2] Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia, "Statistic Distribution." Accessed: Nov. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.aisi.or.id/statistic/>
- [3] A. B. P. Manullang, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot," *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, vol. 4, no. 2, 2021, [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireIS> SN.2620-6900
- [4] A. Acuviarta and A. M. P. Permana, "Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Sepeda Motor di Kota-Kota Besar Jawa Barat," *Jurnal Riset Ilmu Ekonomi*, vol. 2, no. 3, pp. 171–180, Jan. 2022, doi: 10.23969/jrie.v2i3.41.
- [5] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Statistik Kriminal 2023," Dec. 2023. Accessed: Nov. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/12/5edba2b0fe5429a0f232c736/statistik-kriminal-2023.html>
- [6] M. I. Khoiri, J. Prayudha, and B. Andika, "Implementasi IoT (Internet of Things) Keamanan Sepeda Motor Berbasis NodeMCU," *Jurnal Sistem Komputer TGD*, vol. 1, no. 5, pp. 197–204, Sep. 2022, [Online]. Available: https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/js_kom
- [7] R. Rizkyana and A. Surya, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Mengganti Saklar Starter Menggunakan Fingerprint," *JITM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 43–51, Apr. 2021, doi: 10.37373/jttm.v2i1.90.
- [8] L. Phillipus Ramawijaya and D. Widiyanto Chandra, "Perancangan Kunci Kontak Sepeda Motor Menggunakan E-SIM dengan Jaringan RFID," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 1, p. 2023, Jan. 2023, doi: 10.35870/jti.
- [9] D. J. Managas, I. A. Supriyono, and H. Junianto, "Perancangan Sistem Pencegahan Pencurian Kendaraan Bermotor Berbasis ESP32 pada PT. Suwarna Dwipa Maju," *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 2, pp. 216–230, Aug. 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i2.1748.
- [10] M. Nailurrohman, F. Santoso, and A. Baijuri, "Rancang Bangun Sistem Smart Key Pada Sepeda Motor Menggunakan Mikrokontroler Esp32 dan Android Via Bluetooth," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 3, pp. 1759–1768, Jul. 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i3.4552.
- [11] A. D. Hadi, "Prototype Sistem Engine Cut Off Untuk Safety Mengemudi Sepeda Motor Berbasis IoT," *Energy: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, vol. 13, no. 2, pp. 124–130, Dec. 2023, doi: 10.51747/energy.v13i2.1717.
- [12] P. Lathiya and J. Wang, "Near-Field Communications (NFC) for Wireless Power Transfer (WPT): An Overview," in *Wireless Power Transfer – Recent Development, Applications and New Perspectives*, IntechOpen, 2021. doi: 10.5772/intechopen.96345.
- [13] S. Wijayandaru and M. Yamin, "Pendeteksian Kendaraan Menggunakan Metode Median Filter," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 20, no. 1, Mar. 2021, doi: 10.32409/jikstik.20.1.402.
- [14] A. Aisyah, D. P. Sari, and Kusumanto, "Perancangan Aplikasi Presensi Dosen Real Time dengan Metode Global Positioning System (GPS) dan Location Based Service (LSB) Berbasis WEB di Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya," *Journal Locus Penelitian dan Pengabdian*, vol. 1, no. 5, pp. 341–347, Aug. 2022, doi: 10.36418/locus.v1i5.73.
- [15] A. K. Mendrofa, A. A. Naiborhu, and A. Amelia, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pada Sepeda Motor Menggunakan Fingerprint Berbasis Internet Of Things (IoT)," in *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 2023. Accessed: Apr. 25, 2025. [Online]. Available:

- <https://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/1229/714>
- [16] A. Saputri and A. M. Hirzan, “Aplikasi Manajemen Inventori Berbasis Mobile Menggunakan Flutter Dan Firebase Realtime Database,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4324.
- [17] K. Z. Yonatan, H. S. Utama, and Y. Calvinus, “Aplikasi Kendali ESP32 Menggunakan Sensor Sidik Jari pada Ponsel sebagai Lapisan Keamanan,” *AVITEC*, vol. 6, no. 1, p. 61, Feb. 2024, doi: 10.28989/avitec.v6i1.2049.