



RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN SEPEDA MOTOR MENGUNAKAN SENSOR SENTUH

Surip^{1*}, Angga Septiyanto², Rizqi Fitri Naryanto³, Hadromi⁴, & Bunyamin⁵

^{1,2,3,4,&5}Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Jalan Kolonel H. R. Hadijanto, Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

*Email: surip1711@students.unnes.ac.id

Submit: 20-07-2025; Revised: 27-07-2025; Accepted: 30-07-2025; Published: 03-10-2025

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem pengaman sepeda motor berbasis sensor sentuh yang mengintegrasikan teknologi mikrokontroler dan sensor *fingerprint*. Latar belakang penelitian didasari oleh tingginya angka pencurian sepeda motor di Indonesia, serta lemahnya sistem pengamanan konvensional yang mudah dibobol. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) yang mencakup tahap perancangan, validasi desain, pembuatan produk, dan uji kinerja. Proses pengembangan meliputi identifikasi masalah, studi literatur, perancangan desain (elektronik dan mekanik), validasi dan revisi desain, pembuatan produk, validasi dan revisi produk, uji kinerja sistem, serta analisis data. Sistem dirancang menggunakan Arduino Nano dan sensor *fingerprint* R503, dengan tujuan membatasi akses kendaraan hanya bagi pengguna yang telah terverifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengaman yang dikembangkan mampu membatasi akses kendaraan hanya kepada pengguna yang telah terverifikasi sidik jarinya. Berdasarkan uji kelayakan oleh ahli dan pengguna, sistem memperoleh nilai 90% pada aspek desain dan kelayakan, serta 85% pada uji kinerja. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem layak digunakan dan berfungsi secara optimal. Disimpulkan bahwa sistem pengaman sepeda motor berbasis sensor *fingerprint* ini efektif sebagai alternatif pengaman tambahan untuk mencegah pencurian. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan fitur seperti alarm, pelacakan GPS, dan integrasi aplikasi *mobile*.

Kata Kunci: Arduino, Mikrokontroler, Sensor Sidik Jari, Sepeda Motor, Sistem Pengaman.

ABSTRACT: This research aims to design and develop a touch sensor-based motorcycle safety system that integrates microcontroller technology and fingerprint sensors. The background of the research is based on the high rate of motorcycle theft in Indonesia, as well as the weak conventional security system that is easy to break into. The research method used is *Research and Development* (R&D) which includes the design, design validation, product manufacturing, and performance test stages. The development process includes problem identification, literature study, design design (electronic and mechanical), design validation and revision, product manufacturing, product validation and revision, system performance test, and data analysis. The system is designed using Arduino Nano and R503 fingerprint sensors, with the aim of restricting vehicle access to only verified users. The results of the study show that the developed safety system is able to limit vehicle access only to users whose fingerprints have been verified. Based on the feasibility test by experts and users, the system obtained a score of 90% on the design and feasibility aspects, and 85% on the performance test. These results show that the system is feasible to use and functions optimally. It was concluded that this fingerprint sensor-based motorcycle safety system is effective as an additional safety alternative to prevent theft. Further development can be done by adding features such as alarms, GPS tracking, and mobile app integration.

Keywords: Arduino, Microcontroller, Fingerprint Sensor, Motorcycle, Safety System.

How to Cite: Surip, S., Septiyanto, A., Naryanto, R. F., Hadromi, H., & Bunyamin, B. (2025). Rancang Bangun Sistem Pengaman Sepeda Motor Menggunakan Sensor Sentuh. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(4), 916-925. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i4.620>



PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang sangat penting bagi masyarakat dalam efisiensi waktu dan biaya transportasi (Ferdhiansyah *et al.*, 2023). Berdasarkan data Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri) tahun 2025, jumlah kendaraan di Indonesia mencapai 168.818.451 unit, terdiri atas mobil penumpang sebanyak 20.605.564 unit, mobil bus sebanyak 298.959 unit, mobil barang sebanyak 6.334.931 unit, kendaraan khusus sebanyak 167.214 unit, dan sepeda motor sebanyak 141.395.256 unit. Data tersebut menunjukkan bahwa alat transportasi memiliki peran yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat.

Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang paling rawan pencurian, karena mudah dibawa dan dijual kembali. Berdasarkan data Pusat Informasi Kriminal Nasional (Pusiknas) tahun 2025, dalam periode 1-21 Januari, Kepolisian Republik Indonesia menangani 18.901 kasus pencurian sepeda motor di seluruh wilayah Indonesia. Apabila tren ini berlanjut pada tahun 2026, jumlah kasus pencurian diperkirakan akan meningkat. Statistik menunjukkan bahwa tingkat pencurian kendaraan masih relatif tinggi, sehingga diperlukan strategi kreatif untuk mengatasi masalah tersebut (Devi *et al.*, 2024). Kejahatan ini perlu mendapat perhatian serius dari pihak berwenang dan masyarakat. Faktor penyebabnya meliputi faktor internal, seperti agama dan pendidikan, serta faktor eksternal, seperti lingkungan keluarga, lingkungan masyarakat, dan kondisi ekonomi (Roga *et al.*, 2024).

Meskipun pemilik sepeda motor telah menggunakan berbagai perangkat pengaman modern, pencurian masih dapat terjadi dalam hitungan menit (Naruepon & Akkasit, 2023). Hal ini disebabkan oleh dominannya penggunaan sistem penguncian konvensional berupa kunci manual yang rentan dibobol. Sistem pengamanan konvensional memiliki kelemahan berupa fitur sederhana yang mudah diretas oleh pencuri dengan peralatan berteknologi tinggi (Andesta & Ferdian, 2018). Beberapa sepeda motor memang dilengkapi pengaman berbasis magnetik, seperti pada sistem skuter, namun efektivitasnya rendah, karena tetap dapat dibuka secara paksa menggunakan kunci T (Julianthi *et al.*, 2023).

Pengamanan kendaraan merupakan aspek penting bagi pemiliknya, mengingat kehilangan kendaraan dapat menimbulkan kerugian material yang besar. Adaptasi dan integrasi teknologi sangat diperlukan untuk mengurangi kasus pencurian sepeda motor (Jr & Salvalozza, 2023). Oleh karena itu, diperlukan sistem pengaman tambahan selain kunci bawaan sepeda motor yang mampu melindungi kendaraan dari pencurian. Salah satu alternatifnya adalah penggunaan sensor sentuh yang dapat memverifikasi pengguna, dimana sensor ini berfungsi memutus aliran arus listrik pada sepeda motor meskipun kunci kontak berada pada posisi hidup.

Pengamanan sepeda motor berbasis verifikasi pribadi dapat dilakukan melalui perangkat mikrokontroler yang bekerja sama dengan sensor sidik jari. Mikrokontroler dan Arduino berfungsi memproses serta menyimpan instruksi



program yang dibutuhkan, sementara sensor sidik jari bertindak sebagai *input* dengan teknologi keamanan yang canggih. Sementara itu, *relay* digunakan sebagai perangkat *output* (Pratama *et al.*, 2021).

Penggunaan sensor sentuh berbasis verifikasi pengguna merupakan inovasi modern dalam sistem pengamanan kendaraan. Sistem ini mencegah mesin sepeda motor menyala meskipun kunci kontak berada pada posisi "on", jika sensor tidak disentuh oleh pengguna yang terverifikasi. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pengaman yang menggantikan kunci konvensional dengan kunci elektronik berbasis sensor sidik jari R503 yang lebih sulit dibobol.

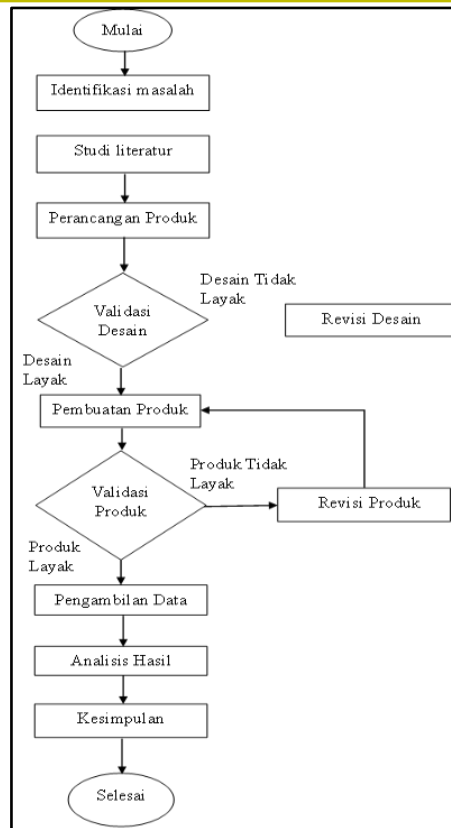
Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji sistem pengamanan sepeda motor dengan struktur dan teknologi beragam, namun sebagian masih memiliki kelemahan dari segi efektivitas dan ketahanan terhadap pembobolan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pengaman sepeda motor berbasis sensor sidik jari yang hanya dapat dioperasikan oleh pengguna terverifikasi, sehingga tingkat keamanan kendaraan dapat ditingkatkan secara signifikan.

Tujuan khusus penelitian ini meliputi: 1) merancang dan membangun sistem pengaman sepeda motor menggunakan sensor sentuh; 2) mengevaluasi kelayakan sistem pengaman yang dikembangkan; dan 3) menganalisis kinerja alat pengaman tersebut dalam kondisi operasional. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem keamanan kendaraan bermotor yang lebih efektif, serta berpotensi menurunkan angka kriminalitas pencurian dan perampasan sepeda motor melalui pemanfaatan teknologi sensor biometrik yang modern dan efisien. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi keamanan kendaraan di masa mendatang, khususnya dalam mengintegrasikan sistem identifikasi biometrik dengan perangkat IoT (*Internet of Things*) untuk memantau dan mengendalikan kendaraan dari jarak jauh.

Sejalan dengan perkembangan teknologi industri 4.0, inovasi dalam sistem pengamanan kendaraan harus mempertimbangkan aspek efisiensi, keandalan, dan kemudahan penggunaan. Pemanfaatan sensor sidik jari yang terhubung dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler memberikan peluang besar untuk menciptakan pengaman yang tidak hanya efektif, tetapi juga adaptif terhadap kebutuhan pengguna modern. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan untuk menjawab permasalahan pencurian kendaraan saat ini, tetapi juga berkontribusi dalam mendukung transformasi digital di bidang otomotif dan keamanan.

METODE

Desain penelitian merupakan proses yang digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian yang mencakup pemilihan metode, teknik, dan prosedur yang digunakan, serta teknik pengumpulan dan analisis data untuk mencapai tujuan penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Research and Development* (Sugiyono, 2016). Metode ini digunakan untuk merancang dan menguji produk sesuai kebutuhan yang teridentifikasi. Alur perancangan rancang bangun sistem sepeda motor menggunakan sensor sentuh disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian.

Berdasarkan diagram alur penelitian pada Gambar 1, tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah yang bertujuan merumuskan persoalan utama dalam pengembangan sistem keamanan kendaraan, khususnya tingginya angka pencurian sepeda motor akibat lemahnya sistem pengamanan konvensional. Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk memperoleh landasan teoritis dan referensi teknis yang relevan, mencakup sistem keamanan elektronik, penggunaan mikrokontroler, sensor biometrik, serta hasil penelitian sejenis.

Tahap berikutnya adalah perancangan desain sistem yang mencakup desain elektronik dan desain mekanik. Desain elektronik meliputi skema rangkaian antar komponen utama seperti Arduino Nano V3, sensor sidik jari R503, dan *relay*, sedangkan desain mekanik disesuaikan dengan struktur sepeda motor tempat pemasangan alat. Setelah desain selesai, dilakukan validasi oleh dua dosen ahli kelistrikan otomotif untuk menilai kelayakan secara rasional. Validasi dilakukan melalui diskusi dan penilaian terhadap aspek teknis serta fungsional desain, kemudian dilanjutkan dengan revisi berdasarkan masukan dari validator.

Tahap selanjutnya adalah pembuatan produk, yakni proses perakitan komponen elektronik sesuai desain yang telah divalidasi. Produk yang dikembangkan kemudian divalidasi kembali melalui uji kelayakan oleh ahli yang sama. Validasi ini menilai empat aspek, yaitu tampilan fisik alat, kemudahan pengoperasian, kinerja sistem, dan aspek keselamatan menggunakan instrumen penilaian berbasis skala Likert. Apabila ditemukan kelemahan, dilakukan revisi produk untuk menyempurnakan hasil.



Untuk menguji kinerja sistem, dilakukan uji coba dengan melibatkan dua kelompok pengguna, yaitu pengguna terverifikasi (pemilik kendaraan) dan pengguna tidak terverifikasi. Pengujian bertujuan memastikan sistem dapat secara efektif membatasi akses hanya kepada pengguna yang terdaftar sidik jarinya. Data hasil validasi dan uji kinerja dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase skor penilaian. Kriteria kelayakan ditentukan berdasarkan kategori persentase, dimana skor di atas 75% menunjukkan bahwa sistem layak digunakan. Seluruh hasil dari tahapan pengembangan, validasi, pengujian, dan analisis disusun dalam bentuk laporan akhir sebagai dokumentasi ilmiah penelitian. Tahapan penelitian secara rinci adalah sebagai berikut:

Identifikasi Masalah

Tahap ini bertujuan menentukan fokus permasalahan agar penelitian dapat memenuhi tujuan yang diharapkan, yaitu menghasilkan alat pengaman sepeda motor yang aman dan mudah digunakan.

Studi Literatur

Proses mengkaji atau mencari informasi dari buku, jurnal, maupun penelitian terdahulu untuk dijadikan landasan dalam pelaksanaan penelitian.

Perancangan Desain

Meliputi perancangan desain elektronik dan desain mekanik. *Output* desain elektronik berupa gambar rangkaian antar komponen, sedangkan desain mekanik berupa gambar rancangan sesuai struktur kendaraan.

Validasi Desain

Dilakukan terhadap seluruh desain elektronik maupun mekanik yang telah dibuat. Validasi ini merupakan penilaian rasional yang dilakukan oleh ahli melalui diskusi dengan peneliti, sehingga dapat diidentifikasi kekurangan desain. Desain dinyatakan valid apabila ahli memberikan persetujuan untuk melanjutkan ke tahap pembuatan alat.

Revisi Desain

Tahap ini dilakukan apabila terdapat kelemahan desain berdasarkan masukan ahli pada proses validasi.

Pembuatan Produk

Proses perancangan, pengembangan, dan perakitan alat sesuai desain yang telah divalidasi, sehingga menghasilkan produk secara fisik dan fungsional.

Validasi Produk

Dilakukan melalui uji kelayakan oleh ahli kelistrikan otomotif terhadap alat pengaman sepeda motor menggunakan sensor sentuh yang telah dipasang pada unit motor. Penilaian mencakup empat aspek, yaitu tampilan (desain), kemudahan pengoperasian, kinerja sistem, dan keselamatan (Dakhi & Fajrin, 2023).

Revisi Produk

Dilakukan untuk memperbaiki kelemahan yang ditemukan pada uji kelayakan. Masukan yang tidak dapat diterapkan dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Pengambilan Data

Subjek pengambilan data pada uji kelayakan adalah dua validator (dosen ahli kelistrikan otomotif). Subjek uji coba kinerja adalah pemilik kendaraan dan pengguna tidak terverifikasi.

Analisis Hasil

Melibatkan proses pengumpulan, pengolahan, interpretasi, dan evaluasi data untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis yang diajukan.

Penyusunan Laporan

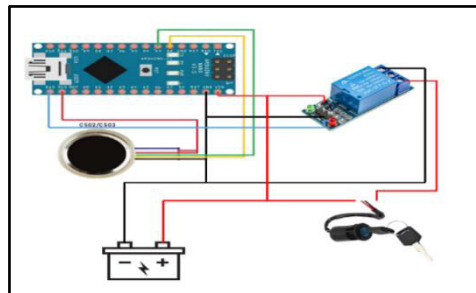
Berdasarkan hasil analisis data, disusun laporan akhir yang memuat simpulan mengenai kinerja sistem pengaman sepeda motor yang telah dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem pengaman kendaraan menggunakan sensor sentuh ini meliputi tiga tahap utama, yaitu perancangan alat, uji validasi kelayakan dan desain, serta uji kinerja sistem pengaman. Perancangan alat merupakan proses yang mencakup pembuatan, mulai dari tahap desain hingga perakitan, termasuk pendaftaran sidik jari pengguna agar sistem dapat melakukan verifikasi biometrik dan menolak akses dari pengguna yang tidak terdaftar. Uji validasi kelayakan dan desain adalah tahap pengujian yang dilakukan oleh ahli untuk mengidentifikasi kelebihan dan kelemahan alat sebelum diaplikasikan pada sepeda motor. Uji kinerja merupakan tahap pengujian sistem pengaman pada sepeda motor yang dilakukan oleh beberapa pengguna terdaftar dan tidak terdaftar, guna menilai efektivitas sistem dalam membatasi akses.

Perancangan Rangkaian Kelistrikan Alat

Pada pengembangan perangkat keras ini, akan diuraikan tentang perakitan komponen-komponen *hardware* yang digunakan dalam pembuatan sistem keamanan kendaraan dengan sensor sidik jari. Perangkat keras dalam sistem keamanan kendaraan dengan sensor sidik jari ini mencakup Arduino Nano V3, sensor sidik jari, *relay*, kunci kontak, dan baterai. Proses perancangan sistem keamanan kendaraan dengan sensor sidik jari dapat dilihat pada Gambar 2.



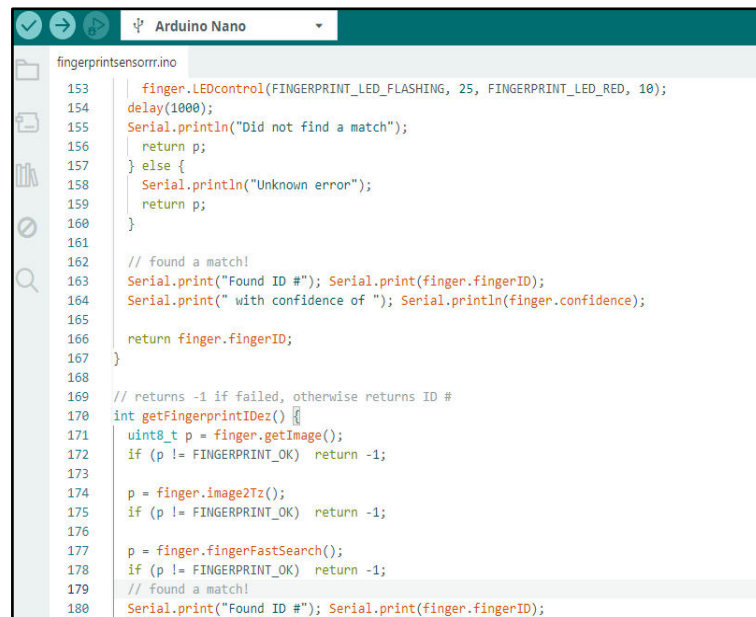
Gambar 2. Rangkaian Kelistrikan Alat.

Pada Gambar 2 terdapat beberapa elemen, dan masing-masing dari mereka memiliki peran sebagai berikut: 1) Arduino Nano V3, merupakan inti dari sistem; 2) sensor sidik jari berfungsi sebagai alat pengambil citra sidik jari; 3) kunci kontak merupakan penghubung arus yang masuk dari baterai ke sistem kelistrikan kendaraan; 4) modul *relay* berfungsi sebagai pengendali kunci kontak dan sistem kelistrikan pada kendaraan, sementara Arduino Nano V3 bertugas mengendalikan *relay*. Peran utama *relay* adalah untuk mengaktifkan dan mematikan sistem listrik kendaraan dan kunci kontak sesuai dengan kondisi yang diberikan oleh sistem; dan

5) baterai sebagai daya listrik yang dibutuhkan kendaraan. Seluruh elemen tersebut bekerja secara terintegrasi untuk memastikan sistem keamanan kendaraan berbasis sidik jari berfungsi secara optimal.

Pemrograman Alat

Pemrograman pada sistem alat pengaman ini menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan tahapan pemrograman Arduino Nano dengan *relay*, Arduino Nano dengan sensor R503 dan pemrograman mendaftarkan sidik jari. Seluruh tahapan pemrograman tersebut dirancang untuk memastikan integrasi komponen berjalan efektif dalam mendukung fungsi keamanan sistem.



Gambar 3. Pemrograman Arduino IDE.

Hasil pemrograman pada sistem pengaman ini menunjukkan bahwa apabila sidik jari pengguna terverifikasi, indikator akan menyala berwarna ungu. Sebaliknya, jika sidik jari tidak terverifikasi, indikator akan menyala berwarna merah. Apabila sidik jari terverifikasi oleh sistem, kendaraan dapat dinyalakan. Namun, jika sidik jari tidak terverifikasi, kendaraan tidak dapat dinyalakan. Sistem ini memberikan respon visual dan fungsional yang jelas sesuai hasil verifikasi sidik jari. Hasil pemrograman dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pemrograman.



Uji Desain dan Kelayakan

Uji validitas desain dan kelayakan produk dilakukan oleh ahli. Uji desain bertujuan untuk menilai kualitas tata letak dan tampilan sistem secara keseluruhan. Sementara itu, uji kelayakan sistem bertujuan untuk menilai apakah sistem pengaman sepeda motor yang dirancang telah memenuhi standar fungsional dan teknis yang diperlukan. Hasil uji desain dan kelayakan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Desain dan Uji Kelayakan Sistem.

No.	Aspek Penilaian	Jumlah Skor Maksimum	Jumlah Skor Diperoleh	Persentase
1	Kelayakan Sistem oleh Ahli	10	9	90%
2	Kinerja Sistem oleh Pengguna	10	9	90%

Uji Kinerja Produk

Tahap terakhir adalah uji kinerja sistem yang dilakukan oleh beberapa pengguna untuk mengevaluasi kecepatan respons sensor, akurasi identifikasi sidik jari terdaftar, serta kemudahan pengoperasian sistem. Uji ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem berfungsi secara optimal ketika digunakan langsung oleh pengguna dalam kondisi nyata. Aspek yang dinilai meliputi kecepatan respons sensor *fingerprnt*, keakuratan dalam mengenali sidik jari terdaftar, dan kemudahan pengoperasian sistem secara keseluruhan. Penilaian dilakukan oleh beberapa responden yang menguji sistem secara langsung. Hasil penilaian tersebut dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kinerja Alat.

No.	Aspek Penilaian	Jumlah Skor Maksimum	Jumlah Skor Diperoleh	Persentase
1	Kinerja Sistem oleh Pengguna	10	8.5	85%

Hasil uji kinerja yang ditunjukkan pada Tabel 2 memperoleh skor sebesar 85% yang mengindikasikan bahwa sistem berfungsi dengan sangat baik, meskipun masih terdapat ruang untuk perbaikan. Secara keseluruhan, sistem pengaman kendaraan berbasis sensor sidik jari yang dikembangkan telah menunjukkan performa yang memadai, baik dari aspek desain maupun fungsionalitas. Temuan ini membuktikan bahwa teknologi berbasis biometrik dapat diterapkan secara efektif untuk meningkatkan keamanan kendaraan bermotor.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, dan pengujian terhadap sistem pengaman sepeda motor berbasis sensor sentuh yang telah dikembangkan, sistem ini bekerja sesuai dengan tujuan perancangan, yaitu menciptakan sistem pengaman tambahan yang efektif, mudah dioperasikan, tidak mencolok, serta memiliki biaya implementasi yang relatif terjangkau. Hanya pengguna yang terverifikasi pada sensor yang dapat mengaktifkan sistem. Hasil uji kelayakan, desain, dan kinerja menunjukkan bahwa alat tersebut layak digunakan. Uji kelayakan dan desain oleh ahli memperoleh tingkat kelayakan sebesar 90%, sedangkan uji kinerja oleh pengguna menunjukkan tingkat efektivitas sebesar 85%. Sistem ini dinilai mudah



dioperasikan, tidak mencolok, dan memiliki biaya implementasi yang relatif terjangkau. Dengan demikian, sistem pengaman ini layak dijadikan sebagai alternatif solusi untuk mencegah pencurian kendaraan bermotor.

SARAN

Agar sistem pengaman sepeda motor berbasis sensor sentuh ini dapat dikembangkan lebih lanjut dan diterapkan secara lebih luas dalam kehidupan nyata, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain: menambahkan fitur keamanan tambahan, seperti alarm *buzzer*, sensor gerak, dan sistem pelacakan GPS untuk membantu mencegah pencurian. Untuk memastikan komponen elektronik, seperti Arduino, sensor sentuh, dan *relay* tetap berfungsi dengan baik di berbagai kondisi lingkungan, perlu dipasang *casing* yang tahan terhadap getaran, panas, dan air. Selain itu, pengembangan sistem dapat di arahkan untuk mengintegrasikan aplikasi *mobile* berbasis Android atau iOS serta pengendali jarak jauh, sehingga pengguna dapat lebih mudah mengontrol dan memantau sistem dari jarak jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan khusus disampaikan kepada orang tua dan saudara atas dukungan moral yang tiada henti, kepada Bapak Angga Septiyanto, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya, serta kepada Bapak Dr. Eng. Rizqi Fitri Naryanto, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Hadromi, S.Pd., M.T., dan Bapak Dr. Bunyamin, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji, seluruh civitas akademika Universitas Negeri Semarang, serta rekan-rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan kebaikan dari Tuhan Yang Maha Esa.

DAFTAR RUJUKAN

- Andesta, D., & Ferdian, R. (2018). Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler dan Modul GSM. *Journal of Information Technology and Computer Engineering*, 2(2), 51-63. <https://doi.org/10.25077/jitce.2.02.51-63.2018>
- Dakhi, V., & Fajrin, A. A. (2023). Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler Menggunakan SMS Gateway. *Computer and Science Industrial Engineering*, 9(8), 1010-1019. <https://doi.org/10.33884/comasiejournal.v9i8.7951>
- Devi, M. S., Kumar, M. T., & Reddy, M. N. (2024). IOT-Enhanced Vehicle Security and Recovery System. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 13(2), 1-7. <https://doi.org/10.17577/IJERTV13IS020055>
- Ferdhiansyah, M. F., Setyaningsih, N. Y. D., & Dahlan, M. (2023). Physical Touch Code Sistem Pengaman Sepeda Motor Menggunakan GPS. *Jurnal Pseudocode*, 10(2), 97-105. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.10.2.97-105>



- Jr, R. R. D. V., & Salvalozza, P. J. L. (2023). Acceptability of an Improvised Motorcycle Anti-theft Security System with SMS and Call Notification Acceptability of an Improvised Motorcycle Anti-theft Security System. *Psychology and Education : A Multidisciplinary Journal*, 13(3), 290-297. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8325575>
- Julianthi, P., Husen, A., Tjahjono, G., & Tamal, C. P. (2023). Rancang Bangun Sistem Pengaman Sepeda Motor dengan Menggunakan Sensor Sentuh TTP223. *Jurnal Spektro*, 6(2), 56-63.
- Naruepon, P., & Akkasit, S. (2023). A Development of Motorcycle Anti-theft Equipment and Tracking System Using Internet of Things. *Indian Journal of Data Communication and Networking*, 3(3), 1-9. <https://doi.org/10.54105/ijdcn.f3757.043323>
- 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. <https://doi.org/10.54082/jupin.8>
- Roga, E. B. N., Dewi, N. S., & Samara, F. (2024). Upaya Penegakan Hukum terhadap Kasus Pencurian di Yayasan Taman Mahatma Gandhi Denpasar Bali. *Gagasan Hukum*, 6(1), 30-46. <https://doi.org/10.31849/jgh.v6i01.18780>
- Sugiyono, S. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.