



Rancang Bangun Prototipe Sistem Pengaman Berbasis Sensor Getaran pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi

Design and Development of a Vibration-Sensor-Based Security System Prototype for Converted Electric Motorcycles

Alhimni Rusydi¹, Dwi Sudarno Putra^{1*}, Ahmad Arif¹, Agus Baharudin¹

Abstrak

Perkembangan sepeda motor listrik hasil konversi perlu diikuti dengan sistem pengaman tambahan karena kendaraan jenis ini masih rentan terhadap gangguan atau potensi pencurian. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji prototipe sistem pengaman berbasis sensor getaran pada sepeda motor listrik hasil konversi. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* dengan model ADDIE, meliputi tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Sistem dikembangkan menggunakan sensor *accelerometer*, Arduino Nano, *buzzer*, dan indikator LED. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan percepatan getaran pada rentang 1,2g–1,6g atau 11,76–15,68 m/s². Rentang tersebut digunakan sebagai parameter respons sistem, mulai dari kondisi aman hingga bahaya ringan. Temuan ini menunjukkan bahwa prototipe yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai perangkat deteksi gangguan awal pada sepeda motor listrik hasil konversi, dengan kebutuhan pengujian lanjutan pada skenario operasional yang lebih beragam.

Kata Kunci

sensor accelerometer; sistem pengaman kendaraan; sensor getaran; sepeda motor listrik hasil konversi; Arduino Nano

Abstract

Converted electric motorcycles require additional security systems because they remain vulnerable to physical disturbances and potential theft. This study aimed to design and test a vibration-sensor-based security system prototype for a converted electric motorcycle. The study employed a Research and Development approach using the ADDIE model, consisting of analysis, design, Development, implementation, and evaluation. The system was developed using an accelerometer sensor, Arduino Nano, buzzer, and LED indicator. Test results showed that the system could detect changes in vibration acceleration within the range of 1.2g–1.6g, equivalent to 11.76–15.68 m/s². This range was used as the system response parameter, from safe condition to minor danger. The findings indicate that the developed prototype can function as an initial disturbance detection device for converted electric motorcycles, although further testing under broader operational scenarios is still required.

Keywords

accelerometer sensor; vehicle security system; vibration sensor; converted electric motorcycle; Arduino Nano

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

* dwisudarnoputra@ft.unp.ac.id

Dikirimkan: 02 Februari 2026. Diterima: 17 Juni 2026. Diterbitkan: 30 Juni 2026.



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kendaraan listrik menjadi salah satu arah penting dalam transisi transportasi yang lebih hemat energi dan rendah emisi. Selain pengembangan kendaraan listrik baru, konversi kendaraan berbahan bakar minyak menjadi kendaraan listrik juga menjadi alternatif yang relevan karena dapat memanfaatkan platform kendaraan yang sudah tersedia. Dalam konteks kendaraan roda dua, sepeda motor listrik hasil konversi dikembangkan melalui penggantian atau modifikasi sistem penggerak berbasis motor bakar menjadi sistem penggerak listrik, yang umumnya melibatkan motor listrik, baterai, kontroler, dan sistem kelistrikan pendukung [1], [2]. Kajian terkait kendaraan listrik roda dua juga menunjukkan bahwa integrasi motor listrik dan komponen pendukungnya menjadi bagian penting dalam pengembangan teknologi kendaraan yang lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan mobilitas saat ini [3].

Namun, pengembangan sepeda motor listrik hasil konversi tidak hanya perlu memperhatikan aspek performa, efisiensi, dan kelayakan operasi, tetapi juga aspek keamanan kendaraan. Kendaraan hasil konversi umumnya masih berfokus pada perubahan sistem penggerak sehingga aspek pengamanan tambahan belum selalu menjadi prioritas. Padahal, sistem keamanan kendaraan konvensional masih memiliki kelemahan, terutama ketika hanya mengandalkan kunci mekanis atau sistem pengaman bawaan. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa sistem pengaman kendaraan berbasis mikrokontroler, *fingerprnt*, GPS, IoT, aplikasi digital, dan sensor getaran telah dikembangkan untuk meningkatkan perlindungan kendaraan dari akses tidak sah atau potensi pencurian [4], [5], [6], [7].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem pengaman kendaraan dapat dikembangkan melalui berbagai pendekatan teknologi. Sistem berbasis *fingerprnt* dan start engine dikembangkan untuk membatasi akses kendaraan hanya kepada pengguna yang terotorisasi [5]. Sistem keamanan sepeda motor berbasis IoT dan Telegram juga telah dirancang untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan, memberikan informasi kepada pengguna, dan mendukung fungsi pengamanan jarak jauh [4]. Selain itu, penggunaan Arduino dalam pengembangan perangkat kontrol menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat dimanfaatkan sebagai pusat kendali sistem yang relatif sederhana, fleksibel, dan sesuai untuk pengembangan prototipe teknologi otomotif [6]. Pada sisi lain, kajian mengenai sistem keamanan kendaraan berbasis sensor getaran dan GPS menunjukkan bahwa sensor getaran dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan atau gangguan fisik pada kendaraan [7].

Meskipun berbagai sistem keamanan kendaraan telah dikembangkan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada kendaraan bermotor konvensional, sistem berbasis GPS, *fingerprnt*, RFID, SMS, atau IoT. Kajian yang secara spesifik merancang sistem pengaman sederhana berbasis sensor getaran untuk sepeda motor listrik hasil konversi masih terbatas. Padahal, sepeda motor listrik hasil konversi memiliki karakteristik fisik dan konfigurasi komponen yang berbeda dari sepeda motor standar, terutama karena adanya perubahan sistem penggerak, penempatan baterai, dan kondisi bodi atau rangka hasil modifikasi. Kondisi tersebut memerlukan pendekatan pengamanan yang sederhana, mudah dipasang, dan dapat mendeteksi gangguan fisik awal pada kendaraan.

Berdasarkan hasil pengamatan pada prototipe sepeda motor listrik hasil konversi di Departemen Teknik Otomotif, kendaraan tersebut belum dilengkapi sistem pengaman tambahan yang mampu mendeteksi gangguan fisik seperti sentuhan, guncangan, atau perubahan posisi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah sensor getaran berbasis *accelerometer*. Sensor ini mampu membaca perubahan percepatan akibat getaran atau gangguan pada kendaraan. Ketika nilai getaran melewati ambang tertentu, mikrokontroler dapat memproses sinyal sensor dan mengaktifkan *buzzer* atau indikator sebagai peringatan

awal kepada pengguna. Pendekatan ini relevan untuk pengembangan sistem pengaman yang sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan pada sepeda motor listrik hasil konversi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe sistem pengaman kendaraan berbasis sensor getaran pada sepeda motor listrik hasil konversi. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan sistem pengaman sederhana yang mengintegrasikan sensor *accelerometer*, Arduino Nano, *buzzer*, dan indikator LED sebagai perangkat deteksi gangguan awal. Penelitian ini tidak diarahkan untuk membuktikan efektivitas sistem keamanan secara menyeluruh, tetapi untuk menunjukkan proses rancang bangun prototipe dan kemampuan awal sistem dalam mendeteksi getaran pada rentang percepatan tertentu.

METODE PENELITIAN

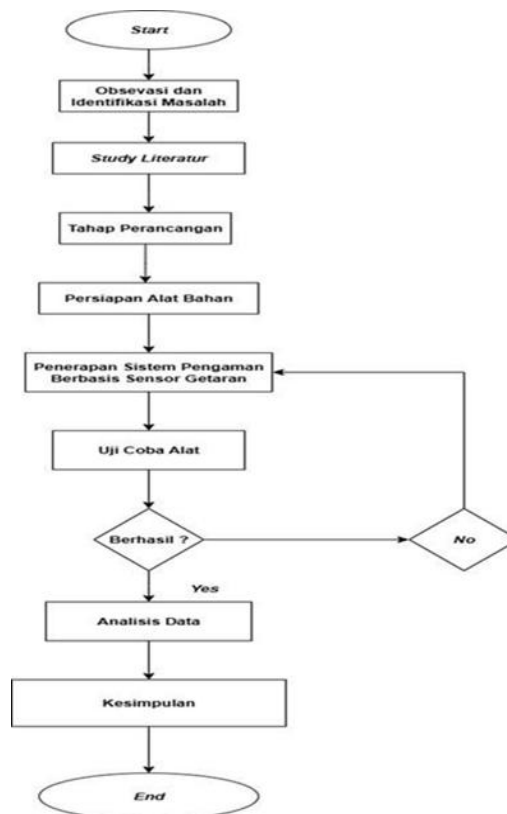
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri atas tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada perancangan, pembuatan, penerapan, dan pengujian awal prototipe sistem pengaman kendaraan berbasis sensor getaran. Produk yang dikembangkan berupa prototipe sistem pengaman untuk sepeda motor listrik hasil konversi, yang terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendeteksi getaran atau gangguan fisik pada kendaraan serta memberikan peringatan melalui indikator keluaran [8], [9].

Penelitian dilaksanakan di Ruang Praktik Sepeda Motor Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, pada 17 November sampai 25 Desember 2025. Objek penelitian adalah sepeda motor listrik hasil konversi yang belum dilengkapi sistem pengaman tambahan berbasis deteksi getaran. Komponen utama yang digunakan dalam pengembangan prototipe meliputi sensor getaran berbasis *accelerometer*, Arduino Nano sebagai mikrokontroler, *buzzer* sebagai indikator peringatan suara, lampu LED sebagai indikator status sistem, kabel penghubung, sumber daya, serta perangkat pendukung perakitan.

Secara operasional, tahapan penelitian disusun sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 1](#). Alur tersebut menggambarkan proses penelitian mulai dari observasi dan identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, persiapan alat dan bahan, penerapan sistem pengaman berbasis sensor getaran, uji coba alat, analisis data, hingga penarikan kesimpulan. Jika hasil uji coba belum sesuai dengan fungsi yang dirancang, proses kembali ke tahap penerapan dan perbaikan sistem sebelum dilakukan pengujian ulang.

Tahap *Analysis* dilakukan melalui observasi terhadap kondisi sepeda motor listrik hasil konversi dan identifikasi kebutuhan sistem pengaman kendaraan. Pada tahap ini ditemukan bahwa kendaraan belum memiliki sistem pengaman tambahan yang mampu mendeteksi gangguan fisik seperti getaran, guncangan, atau perubahan posisi. Studi literatur dilakukan untuk mengkaji konsep sistem pengaman kendaraan, penggunaan mikrokontroler, sensor getaran, alarm, dan sistem deteksi gangguan pada kendaraan [7], [10].

Tahap *Design* dilakukan dengan menyusun rancangan kerja sistem pengaman. Rancangan mencakup penentuan fungsi utama sistem, pemilihan komponen, skema hubungan sensor dengan mikrokontroler, serta alur kerja ketika sensor mendeteksi getaran. Sensor *accelerometer* dirancang sebagai masukan sistem, Arduino Nano sebagai pemroses data sensor, sedangkan *buzzer* dan LED berfungsi sebagai keluaran untuk memberikan tanda peringatan ketika nilai getaran melewati ambang respons yang ditentukan.



Gambar 1. Alur Pengembangan Prototipe Sistem Pengaman Kendaraan Berbasis Sensor Getaran

Tahap *Development* dilakukan melalui perakitan komponen perangkat keras dan penyusunan program kendali pada Arduino Nano. Pada tahap ini, sensor *accelerometer* dihubungkan dengan mikrokontroler untuk membaca perubahan percepatan akibat getaran. *Buzzer* dan LED diintegrasikan sebagai indikator keluaran. Setelah rangkaian terhubung, sistem diuji secara awal untuk memastikan bahwa sensor, mikrokontroler, *buzzer*, dan LED dapat bekerja sesuai fungsi masing-masing. Pendekatan pengembangan berbasis mikrokontroler seperti ini umum digunakan pada sistem keamanan kendaraan karena memungkinkan pembacaan sensor dan aktivasi keluaran berlangsung secara otomatis [10]–[12].

Tahap *Implementation* dilakukan dengan memasang prototipe sistem pengaman pada sepeda motor listrik hasil konversi. Sensor ditempatkan pada bagian belakang kendaraan dengan mempertimbangkan kondisi bodi kendaraan, kemudahan pemasangan, dan kebutuhan pendeteksian getaran. Setelah sistem terpasang, uji coba dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan percepatan getaran dan kemampuan sistem dalam memberikan respons peringatan melalui *buzzer* serta indikator LED.

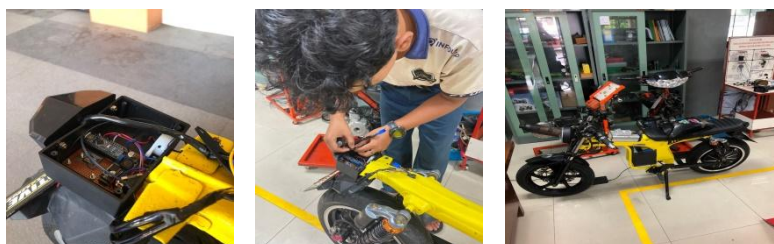
Tahap *Evaluation* dilakukan dengan menganalisis data hasil uji coba sistem. Parameter utama yang diamati adalah nilai percepatan getaran yang terbaca oleh sensor, status respons sistem, kondisi fisik getaran yang terdeteksi, dan kategori tingkat bahaya yang dihasilkan. Data pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai percepatan dalam satuan g dan m/s^2 terhadap respons sistem yang muncul. Analisis ini digunakan untuk mengetahui kemampuan awal prototipe dalam mendeteksi gangguan fisik pada sepeda motor listrik hasil konversi. Karena penelitian ini merupakan pengujian awal prototipe, hasilnya dibatasi pada fungsi deteksi getaran dan aktivasi peringatan, belum pada pengukuran efektivitas keamanan secara menyeluruh, akurasi deteksi, tingkat *false alarm*, atau konsumsi daya dalam penggunaan jangka panjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilaksanakan di Ruang Praktik Sepeda Motor, Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, pada 17 November sampai 25 Desember 2025. Hasil penelitian berupa prototipe sistem pengaman kendaraan berbasis sensor getaran yang diterapkan pada sepeda motor listrik hasil konversi.

Sensor getaran dipasang pada bagian belakang sepeda motor listrik hasil konversi. Lokasi tersebut dipilih karena kondisi kendaraan belum memiliki bodi secara lengkap, sehingga bagian belakang menjadi area yang memungkinkan pemasangan sensor tanpa mengganggu tata letak utama kendaraan. Selain itu, posisi tersebut juga mempertahankan kerapian tampilan sistem pada kendaraan. Dokumentasi pemasangan komponen dan penerapan sistem pada sepeda motor listrik hasil konversi ditampilkan pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Pemasangan Prototipe Sistem Pengaman Berbasis Sensor Getaran pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi

[Gambar 2](#) menunjukkan proses pemasangan dan posisi prototipe sistem pengaman pada sepeda motor listrik hasil konversi. Sistem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sensor *accelerometer* sebagai pendeteksi getaran dan kemiringan kendaraan, Arduino Nano sebagai pengendali dan pengolah data sensor, *buzzer* sebagai media peringatan suara ketika terdeteksi gangguan, serta lampu LED sebagai indikator bahwa sistem pengaman berada dalam kondisi aktif. Integrasi komponen tersebut memungkinkan sistem membaca perubahan getaran dan menghasilkan respons peringatan melalui keluaran yang telah dipasang.

Hasil pengujian sensor *accelerometer* menunjukkan bahwa sistem mulai mengenali perubahan getaran pada rentang percepatan 1,2g sampai 1,6g. Rentang tersebut diklasifikasikan berdasarkan nilai percepatan, status sensor, kondisi fisik getaran, dan tingkat bahaya. Rekapitulasi hasil pengujian ditampilkan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Rentang Percepatan Accelerometer dan Respons Sistem Pengaman

No	Nilai	Percepatan	Status Sensor	Kondisi Fisik	Tingkat Bahaya
1	1,2g	11,76 m/s ²	Baru aktif	Getaran ringan hampir tidak terasa	Aman
2	1,3g	12,74 m/s ²	Deteksi awal	Getaran terasa samar	Perhatian
3	1,4g	13,72 m/s ²	Deteksi sedang	Getaran terasa jelas	Waspada
4	1,5g	14,70 m/s ²	Batas responsif	Getaran terasa kuat	Siaga
5	1,6g	15,68 m/s ²	Batas maksimum rentang	Getaran sangat jelas dan terlihat	Bahaya ringan

[Tabel 1](#) menunjukkan bahwa nilai percepatan 1,2g atau 11,76 m/s² merupakan titik awal ketika sensor mulai aktif mengenali getaran. Pada nilai 1,3g atau 12,74 m/s², sensor memasuki status deteksi awal dengan kondisi getaran yang mulai terasa samar. Pada nilai 1,4g atau 13,72 m/s², getaran terdeteksi lebih jelas dan dikategorikan sebagai kondisi waspada. Selanjutnya,

nilai 1,5g atau 14,70 m/s² menunjukkan batas responsif dengan kondisi getaran kuat dan tingkat bahaya siaga. Nilai 1,6g atau 15,68 m/s² menjadi batas maksimum pada rentang pengujian awal, dengan kondisi getaran sangat jelas dan terlihat serta dikategorikan sebagai bahaya ringan.

Dalam penelitian ini, satuan g digunakan untuk menunjukkan percepatan relatif terhadap percepatan gravitasi bumi. Definisi satuan tersebut dinyatakan sebagai berikut.

$$1g = 9,8 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

Berdasarkan hasil pengujian, rentang 1,2g–1,6g digunakan sebagai parameter awal respons sistem terhadap getaran. Nilai di bawah 1,2g dikategorikan sebagai getaran yang belum memicu respons sistem karena masih dianggap sebagai noise atau getaran normal. Pada rentang 1,2g–1,6g, sensor mulai membaca getaran secara aktif dan sistem menghasilkan status respons sesuai tingkat getaran yang terdeteksi. Nilai di atas 1,6g tidak dibahas sebagai hasil utama pada pengujian ini karena berada di luar rentang pengamatan awal yang ditampilkan pada [Tabel 1](#).

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe sistem pengaman kendaraan berbasis sensor getaran berhasil diterapkan pada sepeda motor listrik hasil konversi. Sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 2](#), sistem dipasang pada bagian belakang kendaraan dengan mempertimbangkan kondisi bodi yang belum lengkap, kerapian pemasangan, dan kebutuhan pendeteksian getaran pada area kendaraan yang relatif mudah menerima gangguan fisik. Penempatan ini menunjukkan bahwa sistem pengaman yang dikembangkan bersifat sederhana dan dapat diintegrasikan pada kendaraan hasil konversi tanpa perubahan struktur kendaraan yang kompleks. Namun, karena penelitian ini belum membandingkan beberapa posisi pemasangan sensor, lokasi tersebut belum dapat dinyatakan sebagai posisi paling optimal, melainkan sebagai posisi yang sesuai dengan kondisi prototipe kendaraan yang diuji.

Berdasarkan [Tabel 1](#), sensor *accelerometer* mulai mengenali getaran pada nilai 1,2g atau 11,76 m/s² dan menunjukkan peningkatan status respons hingga 1,6g atau 15,68 m/s². Rentang tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu membaca perubahan percepatan getaran dan mengklasifikasikan respons awal mulai dari kondisi aman, perhatian, waspada, siaga, hingga bahaya ringan. Secara teknis, *accelerometer* bekerja dengan mendeteksi perubahan percepatan pada sumbu pengukuran, sehingga perubahan getaran pada kendaraan dapat dibaca sebagai sinyal masukan oleh mikrokontroler. Sinyal tersebut kemudian diproses oleh Arduino Nano untuk mengaktifkan keluaran berupa *buzzer* dan indikator LED.

Temuan ini menguatkan prinsip dasar sistem keamanan berbasis sensor getaran, yaitu bahwa gangguan fisik pada kendaraan dapat dikenali melalui perubahan getaran atau percepatan yang melebihi ambang tertentu. Gunawan dkk. [7] menunjukkan bahwa sensor getaran dapat digunakan dalam sistem keamanan kendaraan berbasis Arduino untuk mendeteksi pergerakan paksa pada kendaraan. Pangaribuan dkk. [10] juga menggunakan sensor getar dan Arduino Uno R3 untuk mengaktifkan *buzzer* ketika kendaraan mengalami gangguan saat parkir. Dengan demikian, hasil penelitian ini berada dalam arah yang sama dengan penelitian sebelumnya, tetapi memiliki konteks yang lebih spesifik karena diterapkan pada sepeda motor listrik hasil konversi.

Rentang 1,2g–1,6g pada [Tabel 1](#) dapat dipahami sebagai ambang respons awal sistem. Nilai 1,2g menjadi batas ketika sensor mulai aktif mengenali getaran ringan, sedangkan nilai 1,6g menjadi batas maksimum pada rentang pengamatan awal yang ditampilkan dalam penelitian ini. Rentang ini penting karena sistem pengaman berbasis sensor perlu menjaga keseimbangan antara sensitivitas dan selektivitas. Ambang yang terlalu rendah dapat menyebabkan sistem merespons getaran lingkungan yang tidak relevan, sedangkan ambang yang terlalu tinggi

berisiko membuat gangguan awal tidak terdeteksi. Oleh karena itu, klasifikasi respons pada [Tabel 1](#) memberikan dasar awal untuk menentukan ambang kerja sistem, meskipun masih memerlukan pengujian berulang untuk memastikan kestabilannya.

Dibandingkan dengan sistem keamanan kendaraan berbasis IoT, GPS, RFID, *fingerprint*, atau aplikasi Android, prototipe pada penelitian ini lebih sederhana karena berfokus pada deteksi gangguan fisik melalui sensor *accelerometer* dan peringatan lokal melalui *buzzer* serta LED. Sistem berbasis IoT dan Telegram yang dikembangkan Putra dan Nurhadi [\[4\]](#), sistem *fingerprint* dan start engine yang dirancang Afrizal dkk. [\[5\]](#), serta sistem GPS, RFID, dan pembatas kecepatan berbasis Arduino yang dikembangkan Himawan dkk. [\[12\]](#) menawarkan fungsi pengamanan yang lebih luas, terutama pada aspek autentikasi pengguna, pelacakan posisi, atau notifikasi jarak jauh. Sebaliknya, penelitian ini memberikan kontribusi pada bentuk pengaman awal yang lebih sederhana, murah, dan mudah dipasang pada kendaraan hasil konversi yang belum memiliki sistem pengaman tambahan.

Hasil penelitian ini juga memiliki kesamaan dengan studi Rakhmadi dkk. [\[13\]](#), yang mengintegrasikan Arduino, modul komunikasi, aplikasi Android, dan sensor getaran SW-420 untuk mendeteksi akses tidak sah pada sepeda motor. Perbedaannya, sistem pada penelitian tersebut diarahkan pada pemantauan dan pengendalian melalui aplikasi Android, sedangkan penelitian ini belum mengintegrasikan notifikasi jarak jauh dan masih berfokus pada deteksi getaran lokal. Perbedaan ini menunjukkan bahwa prototipe yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat diposisikan sebagai tahap awal pengamanan kendaraan sebelum dikembangkan lebih lanjut ke sistem berbasis komunikasi jarak jauh.

Penelitian Aryatama dan Samsugi [\[14\]](#) menunjukkan bahwa sensor getaran pada sistem keamanan berbasis ESP32 dapat digunakan untuk mendeteksi guncangan atau gerakan fisik yang diinterpretasikan sebagai indikasi gangguan kendaraan. Jika dibandingkan dengan penelitian tersebut, sistem pada penelitian ini memiliki arsitektur yang lebih sederhana karena menggunakan Arduino Nano, *buzzer*, dan LED sebagai keluaran utama. Kesederhanaan ini menjadi kelebihan dari sisi kemudahan implementasi, tetapi juga menjadi keterbatasan karena sistem belum menyediakan fitur monitoring jarak jauh, kontrol melalui smartphone, atau pencatatan data otomatis.

Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa arah pengembangan sistem keamanan sepeda motor cenderung bergerak menuju integrasi sensor, autentikasi pengguna, pelacakan lokasi, dan kontrol jarak jauh. Budiada dkk. [\[15\]](#), misalnya, mengembangkan sistem keyless ignition dan starter berbasis RFID serta Blynk untuk memberikan lapisan keamanan tambahan pada sepeda motor. Wenda [\[16\]](#) mengembangkan pendekatan pencegahan pencurian sepeda motor berbasis Arduino Uno melalui penguncian ganda, *buzzer*, dan pelacakan GPS. Sari dkk. [\[17\]](#) juga mengembangkan sistem keamanan sepeda motor berbasis Raspberry Pi3, GPS tracker, dan face detection. Dibandingkan dengan ketiga penelitian tersebut, sistem pada penelitian ini belum diarahkan pada autentikasi pengguna atau pelacakan lokasi, tetapi lebih berfokus pada fungsi dasar pendeteksian gangguan fisik melalui sensor getaran. Dengan demikian, kontribusinya lebih spesifik sebagai sistem deteksi awal yang dapat menjadi fondasi bagi pengembangan sistem keamanan yang lebih kompleks.

Dalam konteks sistem keamanan kendaraan yang lebih luas, Velasquez-Jimenez dkk. [\[18\]](#) menunjukkan bahwa integrasi beberapa sensor, seperti sensor gerak, getaran, ultrasonik, GPS, dan pengenalan wajah, dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam melakukan pemantauan dan pencatatan kejadian secara *real-time*. Marhoon dkk. [\[19\]](#) juga menekankan pentingnya integrasi GSM, IoT, GPS, dan sensor getaran dalam sistem keamanan dan pelacakan kendaraan. Insany dkk. [\[20\]](#) mengembangkan sistem keamanan sepeda motor berbasis IoT yang mengintegrasikan *engine cut-off*, *GPS tracking*, *vibration detection*, dan aplikasi seluler. Dibandingkan dengan sistem-sistem tersebut, prototipe pada penelitian ini masih berada pada

level pengamanan lokal, tetapi memiliki kelebihan berupa konstruksi yang lebih sederhana dan lebih mudah diterapkan pada sepeda motor listrik hasil konversi.

Secara praktis, hasil pada [Gambar 2](#) dan [Tabel 1](#) menunjukkan bahwa prototipe dapat digunakan sebagai perangkat deteksi gangguan awal pada sepeda motor listrik hasil konversi. Sistem ini dapat memberikan peringatan lokal ketika sensor membaca getaran pada rentang respons yang telah ditetapkan. Implikasi ini relevan bagi pengembangan kendaraan listrik hasil konversi karena aspek keamanan sering kali belum menjadi bagian utama dalam proses konversi. Dengan adanya sistem pengaman berbasis sensor getaran, kendaraan hasil konversi dapat dilengkapi perangkat pendeteksi gangguan tambahan tanpa memerlukan sistem pengamanan yang kompleks.

Meskipun demikian, interpretasi hasil penelitian ini perlu dibatasi. Data yang tersedia baru menunjukkan rentang percepatan dan respons sistem pada pengujian awal, sehingga belum cukup untuk menyimpulkan efektivitas sistem keamanan secara menyeluruh. Pengujian belum mencakup parameter kuantitatif seperti jumlah pengulangan uji, waktu respons *buzzer*, tingkat *false positive*, tingkat *false negative*, akurasi deteksi, konsumsi daya, dan stabilitas sistem pada penggunaan jangka panjang. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih tepat dimaknai sebagai bukti awal bahwa prototipe mampu mendeteksi perubahan getaran dan memberikan respons peringatan, bukan sebagai bukti bahwa sistem telah efektif mencegah pencurian kendaraan.

Pengembangan selanjutnya perlu diarahkan pada pengujian yang lebih komprehensif dengan beberapa skenario gangguan, seperti sentuhan ringan, dorongan, guncangan kuat, perubahan posisi kendaraan, getaran lingkungan, dan simulasi pemindahan kendaraan. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan integrasi modul GPS, GSM, Bluetooth, RFID, *engine cut-off*, atau aplikasi smartphone sebagaimana dilakukan pada beberapa penelitian keamanan kendaraan berbasis mikrokontroler dan IoT [11]–[20]. Pengembangan tersebut diperlukan agar sistem tidak hanya memberikan peringatan lokal, tetapi juga mampu mengirimkan informasi kepada pemilik kendaraan secara *real-time* dan mendukung fungsi pengamanan jarak jauh.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini menghasilkan prototipe sistem pengaman kendaraan berbasis sensor getaran pada sepeda motor listrik hasil konversi. Sistem dikembangkan menggunakan sensor *accelerometer*, Arduino Nano, buzzer, dan indikator LED. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mampu mendeteksi perubahan percepatan getaran dan memberikan respons peringatan berdasarkan tingkat getaran yang terbaca. Rentang percepatan 1,2g–1,6g dapat digunakan sebagai parameter awal untuk mengelompokkan kondisi kendaraan, mulai dari kondisi aman hingga kondisi yang mengindikasikan adanya gangguan ringan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai perangkat deteksi gangguan awal pada sepeda motor listrik hasil konversi.

Saran

Penelitian ini masih terbatas pada pengujian awal prototipe, sehingga hasilnya belum dapat digunakan untuk menyimpulkan efektivitas sistem keamanan secara menyeluruh. Penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas skenario pengujian, seperti getaran lingkungan, sentuhan ringan, dorongan, guncangan kuat, perubahan posisi kendaraan, dan simulasi pemindahan kendaraan. Pengujian berulang juga diperlukan untuk memperoleh data mengenai waktu respons, akurasi deteksi, tingkat *false positive*, tingkat *false negative*, konsumsi daya, dan stabilitas sistem dalam penggunaan jangka panjang. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur notifikasi jarak jauh, GPS, atau integrasi aplikasi smartphone agar fungsi pengamanan kendaraan menjadi lebih informatif dan responsif.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. F. Nurdin, S. T. Kismanti, and P. R. L. Silalahi, "Modifikasi Sepeda Motor Honda Beat Karbu 110 cc Menjadi Electric Vehicle 2 kW," *Sultra Journal of Mechanical Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 9–17, 2024, doi: 10.54297/sjme.v3i1.565.
- [2] A. Amri, A. Arif, D. S. Putra, M. Y. Setiawan, I. Kholidasari, and N. Dwiyaning, "Rancang Bangun Trainer Sepeda Listrik Berbasis Quick Responde Code (QR Code) untuk Media Pembelajaran," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 3, no. 4, pp. 947–956, 2025, doi: 10.24036/jtpvi.v3i4.368.
- [3] Z. I. Hakim, A. Arif, T. Sugiarto, and W. Purwanto, "Analisis Penambahan Motor Listrik pada Roda Belakang Sepeda Motor Matic terhadap Konsumsi Bahan Bakar," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 59–66, 2024, doi: 10.24036/jtpvi.v2i1.141.
- [4] M. B. Putra and Nurhadi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Cerdas Sepeda Motor Berbasis IoT dengan Integrasi Aplikasi Telegram," *AEEJ: Journal of Automotive Engineering and Vocational Education*, vol. 5, no. 2, pp. 103–116, 2024, doi: 10.24036/aej.v5i2.247.
- [5] A. Afrizal, I. Y. Basri, M. Nasir, and T. Sugiarto, "Perancangan Sistem Keamanan dan Start Engine *Fingerprint* pada Mobil," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 85–92, 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i1.16.
- [6] Miswardi, M. Y. Setiawan, T. Sugiarto, D. S. Putra, and Masykur, "Pembuatan Perangkat Kontrol Kecepatan Udara di Terowongan Angin Berbasis Arduino," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 4, pp. 541–554, 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i4.100.
- [7] Gunawan, A. Yani, Junaidi, Zumhari, E. Hutajulu, and R. Sirait, "Design and *Development* of a Vehicle Security System Using Vibration Sensors and GPS Based on Arduino," *Journal of Information Technology, Computer Science and Electrical Engineering*, vol. 1, no. 3, pp. 527–535, 2024, doi: 10.61306/jitcse.v1i3.152.
- [8] A. G. Spatioti, I. Kazanidis, and J. Pange, "A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education," *Information*, vol. 13, no. 9, article 402, 2022, doi: 10.3390/info13090402.
- [9] T. Taqwa and S. Raupu, "Website-Based Academic Service *Development* with ADDIE Design in Higher Education," *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, vol. 14, no. 2, pp. 1511–1526, 2022, doi: 10.35445/alishlah.v14i2.1323.
- [10] J. H. C. Pangaribuan, I. Gunawan, H. Satria T., Sumarno, and I. O. Kirana, "Perancangan Alarm Anti Maling pada Kendaraan Bermotor dalam Posisi Parkir Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared Receiver) dan Sensor Getar Berbasis Arduino Uno R3," *Jurnal Ilmiah ILKOMINFO - Ilmu Komputer & Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 26–35, 2021, doi: 10.47324/ilkominfo.v4i1.106.
- [11] A. P. Putra, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT (Internet of Things) dengan Smartphone Menggunakan NodeMCU," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, vol. 9, no. 1, pp. 77–87, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1112.
- [12] I. A. Himawan, T. Rismawan, and S. Suhardi, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan GPS, RFID dan Pembatas Kecepatan dengan Arduino Uno Berbasis IoT," *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 10, no. 03, pp. 399–410, 2022, doi: 10.26418/coding.v10i03.55398.
- [13] A. Rakhmadi, D. K. Aji, S. Rosad, A. Azis, and R. Wahyusari, "An IoT-Based Motorcycle Security System Using Arduino and Android for Theft Prevention," *Compiler*, vol. 14, no. 1, pp. 43–52, 2025, doi: 10.28989/compiler.v14i1.2889.

- [14] F. A. Aryatama and S. Samsugi, "Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor dengan ESP32 Menggunakan Kontrol Android," *SMATIKA Jurnal*, vol. 14, no. 01, pp. 167–181, 2024, doi: 10.32664/smatika.v14i01.1267.
- [15] I. M. Budiada, I. B. I. Purnama, P. A. W. Santiary, I. K. Swardika, and I. N. K. Wardana, "Design and Implementation of IoT-Based Motorcycle Keyless Ignition and Starter Using RFID and Blynk," *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, vol. 14, no. 3, pp. 119–127, 2024, doi: 10.31940/matrix.v14i3.119-127.
- [16] A. Wenda, "A New Approach to Motorcycle Theft Prevention System Based on Arduino Uno," *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 6, no. 4, pp. 2317–2328, 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i4.11815.
- [17] I. P. Sari, Al-Khowarizmi, P. P. H. MD, A. Perdana, and A. A. Manurung, "Implementation and Design of Security System on Motorcycle Vehicles Using Raspberry Pi3-Based GPS Tracker and Face Detection," *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 7, no. 3, pp. 2003–2007, 2023, doi: 10.33395/sinkron.v8i3.12935.
- [18] L. Velasquez-Jimenez, C. Marrujo-Ingunza, S. Rubiños-Jimenez, J. Grados-Gamarra, and H. Grados-Espinoza, "IoT-Based Vehicle Security System: *Real-time* Monitoring and Event Logging," *International Journal of Safety and Security Engineering*, vol. 15, no. 5, pp. 987–996, 2025, doi: 10.18280/ijssse.150512.
- [19] H. M. Marhoon, A. I. Alanssari, and N. Basil, "Design and Implementation of an Intelligent Safety and Security System for Vehicles Based on GSM Communication and IoT Network for *Real-time Tracking*," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 4, no. 5, pp. 708–718, 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i5.19652.
- [20] G. P. Insany, S. A. Alawiyah, Somantri, D. R. Septian, and Iyusmani, "Implementation of IOT-Based Motorcycle Security System with Cut Off Engine and Mobile Application," *bit-Tech*, vol. 8, no. 1, pp. 1080–1088, 2025, doi: 10.32877/bt.v8i1.2841.