

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN BERBASIS IoT DENGAN PENGUJIAN SESUAI STANDAR ISO PADA KENDARAAN MOTOR LISTRIK

Ahmad Hamim Su'udy¹⁾, Dwiana Hendrawati²⁾, Sunarto³⁾, Sri Harmanto⁴⁾, Luqman Al Huda⁵⁾

1,2,3,4,5 Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,

Jl. Prof Sudarto Tembalang, Kota Semarang, 50275

*E-mail: ahmad.hamim@polines.ac.id

Abstract

Electric motorcycles have become an increasingly popular alternative for urban transportation due to their environmentally friendly characteristics and higher efficiency compared to combustion engines. However, the widespread adoption of electric vehicles requires reliable security systems to prevent theft and to ensure user safety and comfort. This study designs and builds an Internet of Things (IoT) based security system for an electric conversion motorcycle, consisting of a GPS tracker, a vibration alarm sensor, and a remote on/off control accessible through an Android application built with MIT App Inventor. The system uses a NodeMCU ESP32 microcontroller, a GPS Neo 6M module, a relay, a buzzer, and an SW-420 vibration sensor. The performance of the vehicle was evaluated through on-road testing and dynamometer (dyno) testing, comparing conditions without the security system load and with the security system load, referring to the ISO 13064-1 standard for the performance and energy consumption evaluation of electric vehicles. The results show that the security system operated reliably for GPS tracking, alarm response, and remote control, while the addition of the security load increased energy consumption by approximately 4–8% and slightly altered the torque-power characteristics of the motor, without compromising the thermal and mechanical stability required by ISO 13064-1.

Keywords: IoT security system, electric motorcycle, GPS tracker, ISO 13064-1, dyno test

Abstrak

Sepeda motor listrik semakin populer sebagai alternatif transportasi perkotaan karena ramah lingkungan dan lebih efisien dibandingkan kendaraan bermesin konvensional. Namun demikian, meluasnya penggunaan kendaraan listrik memerlukan sistem keamanan yang andal untuk mencegah pencurian serta menjamin keselamatan dan kenyamanan pengguna. Penelitian ini merancang dan membangun sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) pada motor konversi listrik, yang terdiri dari GPS tracker, sensor alarm getar, dan kontrol on/off jarak jauh yang dapat diakses melalui aplikasi Android berbasis MIT App Inventor. Sistem menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32, modul GPS Neo 6M, relay, buzzer, dan sensor getar SW-420. Kinerja kendaraan dievaluasi melalui pengujian on road test dan dyno test dengan membandingkan kondisi tanpa beban sistem keamanan dan dengan beban sistem keamanan, mengacu pada standar ISO 13064-1 untuk evaluasi performa dan konsumsi energi kendaraan listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem keamanan bekerja dengan baik pada fungsi pelacakan GPS, respons alarm, dan kontrol jarak jauh, sementara penambahan beban sistem keamanan meningkatkan konsumsi energi sekitar 4–8% serta sedikit mengubah karakteristik torsi dan daya motor, tanpa mengganggu kestabilan termal dan mekanik yang disyaratkan ISO 13064-1.

Kata Kunci: sistem keamanan IoT, motor listrik, GPS tracker, ISO 13064-1, dyno test

PENDAHULUAN

Revolusi industri generasi keempat mendorong perubahan besar di berbagai sektor kehidupan, termasuk transportasi. Kesadaran masyarakat akan pentingnya kelestarian lingkungan mendorong produsen kendaraan beralih ke kendaraan listrik sebagai alternatif transportasi yang lebih ramah lingkungan dan efisien dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil. Meskipun demikian, agar kendaraan listrik dapat diandalkan dan aman digunakan, diperlukan pengujian performa yang

menyeluruh serta sistem pendukung keselamatan yang memadai, salah satunya adalah sistem keamanan terhadap risiko pencurian dan kesalahan pengoperasian.

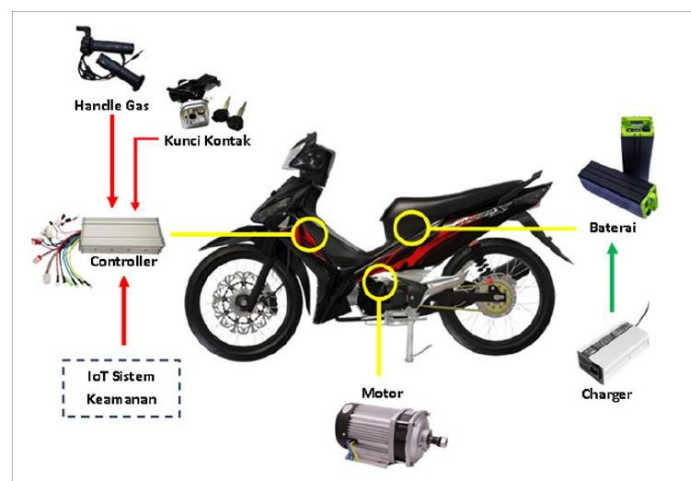
Salah satu standar internasional yang relevan untuk menguji kinerja dan keselamatan kendaraan listrik adalah ISO 13064-1, yang memberikan pedoman pengujian performa serta analisis risiko penggunaan kendaraan listrik. Standar ini menetapkan metode pengukuran konsumsi energi, penentuan jangkauan referensi kendaraan, serta batas toleransi hasil pengujian, sehingga hasil pengujian dapat direproduksi secara konsisten oleh berbagai laboratorium dan produsen.

Di sisi lain, pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) yang dipadukan dengan Global Positioning System (GPS) dan aplikasi Android memungkinkan pengguna mengetahui posisi kendaraan secara real time melalui tampilan peta digital, sehingga memudahkan pelacakan apabila kendaraan hilang atau dicuri. Sensor alarm yang terintegrasi memberikan peringatan dini terhadap potensi ancaman seperti upaya pencurian, sementara fitur kontrol on/off jarak jauh memungkinkan pengguna menghidupkan atau mematikan kendaraan secara aman tanpa harus berada di dekat kendaraan.

Permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem keamanan berbasis IoT pada motor konversi listrik, bagaimana pengaruh penambahan sistem keamanan tersebut terhadap performa motor listrik menurut standar ISO 13064-1, serta bagaimana sistem keamanan dapat dioperasikan melalui kontrol jarak jauh berbasis Android. Tujuan penelitian ini adalah merancang desain wiring sistem keamanan pada kendaraan motor listrik, menganalisis pengaruh sistem keamanan terhadap performa kendaraan sesuai ISO 13064-1, serta mengidentifikasi penggunaan sistem keamanan melalui kontrol jarak jauh berbasis perangkat Android. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi produsen kendaraan listrik dalam merancang sistem keamanan yang lebih baik dan menjadi acuan bagi pengembangan kebijakan transportasi listrik yang lebih aman.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (design and build) yang terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu studi literatur, perencanaan skema desain, persiapan alat dan bahan, perancangan skema mikrokontroler sistem keamanan, pelaksanaan perancangan, pengujian, serta analisis dan penarikan kesimpulan. Studi literatur dilakukan dengan menelusuri jurnal, artikel, dan referensi terkait sistem keamanan kendaraan listrik, baik dari sumber pustaka daring maupun hasil penelitian terkait di lingkungan Politeknik Negeri Semarang.



Perancangan Perangkat Keras

Sistem keamanan dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali, yang terhubung dengan modul GPS Neo 6M untuk pelacakan lokasi kendaraan, sensor getar SW-420 sebagai pendeteksi guncangan atau upaya pencurian, buzzer sebagai indikator alarm, serta relay yang mengatur aliran daya on/off pada kendaraan. Tegangan input 12V dari baterai kendaraan diturunkan menjadi 5V melalui modul step-down LM2596 sebagai sumber daya bagi NodeMCU dan relay. Perancangan rangkaian elektrik dilakukan menggunakan aplikasi Cirkuit Designer sebelum diimplementasikan pada perangkat keras.

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak meliputi pembuatan program pada Arduino IDE untuk mengonfigurasi komunikasi antar komponen, pemrograman kendali on/off relay melalui koneksi internet, pemrograman pembacaan titik koordinat GPS, serta pemrograman alarm yang terintegrasi dengan sistem. Aplikasi antarmuka pengguna dikembangkan menggunakan MIT App Inventor, terdiri atas halaman login (username dan password), halaman menu utama berisi tombol on/off, alarm, dan GPS tracker, serta halaman peta lokasi kendaraan.

Tahapan Pengujian

Pengujian dilakukan dalam dua tahap. Pertama, on road test dilakukan pada dua kondisi, yaitu tanpa beban sistem keamanan dan dengan beban sistem keamanan, dengan variasi bukaan throttle (10%, 30%, 50%, dan 70%) serta variasi jarak tempuh. Parameter yang dicatat meliputi kecepatan, waktu tempuh, jarak, tegangan, arus, dan persentase State of Charge (SoC) baterai. Kedua, dyno test dilakukan mengacu pada standar ISO 13064-1 untuk mengukur karakteristik daya (HP), torsi (Nm), dan putaran motor (RPM) pada variasi bukaan throttle dari kondisi diam hingga putaran maksimum, guna membandingkan performa motor pada kondisi tanpa beban dan dengan beban sistem keamanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem keamanan berbasis IoT yang telah dirancang berhasil diimplementasikan pada motor konversi listrik dan diuji fungsinya melalui aplikasi Android. Ketiga fitur utama, yaitu GPS tracker, alarm, serta kontrol on/off jarak jauh, dapat berfungsi dan terhubung dengan baik ke perangkat Android melalui jaringan internet.

Hasil Pengujian On Road Test

Pengujian on road test dilakukan pada kondisi tanpa beban dan dengan beban sistem keamanan untuk mengevaluasi kinerja motor konversi listrik secara menyeluruh. Ringkasan hasil pengujian pada masing-masing tingkat kecepatan disajikan pada Tabel 1.

Kecepatan (km/jam)	Tegangan Tanpa Beban (V)	SoC Tanpa Beban (%)	Tegangan Dengan Beban (V)	SoC Dengan Beban (%)
38	77,65	98	79,69	99
54	75,93	97	78,08	97
62	75,24	92	77,21	91
76	74,43	84	77,51	87

Tabel 1. Perbandingan Tegangan dan SoC Baterai pada On Road Test

Berdasarkan Tabel 1, tegangan dan SoC baterai mengalami penurunan seiring meningkatnya kecepatan kendaraan pada kedua kondisi pengujian. Pada kondisi dengan beban sistem keamanan, arus yang ditarik dari baterai relatif lebih tinggi dibandingkan kondisi tanpa beban, yang mengindikasikan

adanya tambahan konsumsi daya akibat pengoperasian modul GPS, sensor, dan relay sistem keamanan secara terus-menerus.

Hasil Pengujian Dyno Test Sesuai ISO 13064-1

Pengujian dyno test dilakukan untuk memperoleh karakteristik daya dan torsi motor konversi listrik pada rentang putaran 250–8750 RPM. Hasil puncak performa pada kedua kondisi disajikan pada Tabel 2.

Kondisi Pengujian	Daya Maksimum	Putaran Daya Maks. (RPM)	Torsi Maksimum	Putaran Torsi Maks. (RPM)
Tanpa beban sistem keamanan	5,7 HP	5495	14,82 Nm	1083
Dengan beban sistem keamanan	6,2 HP	5114	13,73 Nm	2042

Tabel 2. Perbandingan Performa Puncak Motor pada Dyno Test

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan beban sistem keamanan menghasilkan daya puncak yang sedikit lebih tinggi, namun dengan torsi maksimum yang lebih rendah dan tercapai pada putaran motor yang lebih tinggi dibandingkan kondisi tanpa beban. Hal ini menunjukkan bahwa beban sistem keamanan turut memengaruhi karakteristik penyaluran torsi motor pada putaran rendah, meskipun secara umum kinerja sistem penggerak tetap berada dalam batas kestabilan termal dan mekanik yang disyaratkan oleh ISO 13064-1.

Konsumsi Energi

Hasil perhitungan konsumsi energi menunjukkan bahwa pada metode on road test, konsumsi energi terbaik tanpa beban sistem keamanan tercatat sebesar 0,0286 kWh/km, sedangkan dengan beban sistem keamanan sebesar 0,0298 kWh/km, atau terjadi selisih sebesar 4,02%. Pada metode dyno test, konsumsi energi tanpa beban sistem keamanan tercatat sebesar 0,0511 kWh/km, sedangkan dengan beban sistem keamanan sebesar 0,0556 kWh/km, atau terjadi selisih sebesar 8,09%. Dengan demikian, penambahan sistem keamanan IoT meningkatkan kebutuhan konsumsi energi berkisar 4–8% dibandingkan kondisi tanpa sistem keamanan, sebagai konsekuensi dari daya tambahan yang diperlukan oleh modul GPS, sensor getar, relay, dan buzzer.

Pengujian Fitur Aplikasi Keamanan

Pengujian fungsi aplikasi menunjukkan bahwa proses login berjalan sesuai rancangan, di mana kesalahan username atau password akan menampilkan notifikasi peringatan. Fitur kontrol on/off jarak jauh mampu menghidupkan dan mematikan relay kendaraan secara nirkabel, fitur alarm dapat diaktifkan dan dinonaktifkan sesuai perintah pengguna, serta fitur GPS tracker mampu menampilkan titik lokasi kendaraan pada tampilan peta secara real time. Seluruh fitur pada sistem keamanan berjalan stabil, sehingga sistem ini dinilai efektif untuk meningkatkan keamanan kendaraan motor konversi listrik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, sistem keamanan berbasis IoT yang terdiri dari GPS tracker, sensor alarm getar SW-420, dan kontrol on/off jarak jauh berhasil dirancang dan diimplementasikan pada motor konversi listrik, serta dapat dioperasikan secara nirkabel melalui aplikasi Android berbasis MIT App Inventor. Kedua, hasil pengujian performa menunjukkan adanya perbedaan karakteristik torsi dan daya antara kondisi tanpa beban dan dengan beban sistem keamanan, namun kinerja sistem

penggerak tetap stabil sesuai dengan ketentuan ISO 13064-1, khususnya dalam aspek kestabilan termal dan mekanik selama pengujian. Ketiga, dari aspek konsumsi energi, penambahan beban sistem keamanan meningkatkan kebutuhan energi sebesar 4,02% pada pengujian on road test dan 8,09% pada pengujian dyno test dibandingkan kondisi tanpa beban. Keempat, seluruh fitur sistem keamanan berjalan dengan stabil, sehingga sistem ini dinilai efektif untuk meningkatkan keamanan kendaraan motor listrik dari risiko pencurian maupun kesalahan pengoperasian.

Sebagai saran pengembangan lebih lanjut, penelitian selanjutnya dapat mengoptimalkan konsumsi daya modul IoT agar tidak terlalu membebani performa kendaraan, serta menambahkan fitur keamanan tambahan seperti notifikasi push dan geofencing untuk meningkatkan keandalan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashari Didik H., Handayani, D. I., & Suhandini TJ., Y. (2022). Optimasi Efisiensi Energi pada Mobil Listrik Empat Penumpang Melalui Sistem Regenerative Brake. 12(1), 12–2.
- [2] ISO 11402. (2004). International Standard. International Organization for Standardization.
- [3] Kenali, W. (2021). Perancangan Media Pembelajaran Menggunakan Mit App Inventor Pada Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar. 1–80.
- [4] Kronis, U., & Kuning, E. B. L. (2020). Prototipe Pembangkit Listrik Mobile Nano Hydro. Repository.Umy.Ac.Id.
- [5] Mukhlis, A., & Judianto, O. (2017). Kajian Teknologi Pada Sepeda Motor Bertenaga Listrik. Jurnal Inosains, 12, 36.
- [6] Wijaya, N. M. A., Kumara, I. N. S., & Partha, C. G. I. (2021). Perkembangan Baterai dan Charger untuk Mendukung Pemasyarakatan Sepeda Listrik di Indonesia. Journal Spektrum, 8.
- [7] Perdana, F. A. (2021). Baterai Lithium. Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA, 9(2), 113.
- [8] Santosa, S. P., & Wahyu N., R. M. (2021). Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24V. Jurnal Ilmiah Elektrokrisna.
- [9] Wongso, F. (2016). Pengertian GPS U-blox NEO 6M. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699.
- [10] Zola, G., Nugraheni, D. S., Rosiana, A., Pambudy, A. D., & Agustanta, N. (2023). Inovasi Kendaraan Listrik sebagai Upaya Meningkatkan Kelestarian Lingkungan dan Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Hijau di Indonesia. Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, 11(3), 2303–1220.