

IMPLEMENTASI SMART PADLOCK GUNA MENINGKATKAN SISTEM KEAMANAN PADA KENDARAAN RODA DUA BERBASIS SIDIK JARI DAN MIKROKONTROLER ESP32

Chandra Kusuma Johan, Dedy Abdullah, Ardi Wijaya, Muhammad Imanullah

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Jl. Bali, Kampung Bali, Kota Bengkulu, Indonesia

ck031014@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya angka pencurian kendaraan roda dua di Indonesia menjadi masalah serius yang belum terselesaikan secara efektif. Sistem pengamanan tradisional seperti kunci mekanik dan gembok konvensional dinilai sudah tidak memadai karena mudah dirusak atau dibobol oleh pelaku kejahatan. Oleh karena itu, diperlukan solusi keamanan yang lebih canggih dan sulit dimanipulasi oleh pihak tidak berwenang. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe Smart Padlock berbasis mikrokontroler ESP32 yang menggabungkan autentikasi biometrik sidik jari dan teknologi RFID sebagai sistem verifikasi ganda. Metode penelitian menggunakan pendekatan prototyping dengan tahapan meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, serta pengujian fungsional. Sistem ini terdiri dari sensor sidik jari AS608 untuk autentikasi biometrik, modul RFID RC522 untuk identifikasi kartu, solenoid lock sebagai mekanisme pengunci, serta buzzer sebagai indikator. ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang memproses data autentikasi dan mengaktifkan solenoid lock ketika identitas pengguna terverifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dengan akurasi tinggi dalam mengenali sidik jari dan kartu RFID yang terdaftar. Waktu respons sistem untuk membuka kunci rata-rata di bawah 2 detik, dengan tingkat kesalahan penerimaan (false acceptance rate/FAR) kurang dari 0,1%. Pengujian juga membuktikan bahwa sistem ini lebih tahan terhadap upaya pembobolan dibandingkan kunci mekanik konvensional. Selain itu, solusi ini dinilai lebih ekonomis karena menggunakan komponen yang terjangkau dan mudah diperoleh di pasaran. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa Smart Padlock berbasis ESP32 dengan autentikasi ganda biometrik dan RFID dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan keamanan kendaraan roda dua. Sistem ini tidak hanya memberikan perlindungan lebih baik, tetapi juga memiliki potensi pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan IoT untuk pemantauan jarak jauh melalui smartphone. Penelitian selanjutnya dapat mengoptimalkan sistem dengan menambahkan fitur real-time alert atau pengenalan wajah untuk meningkatkan keamanan secara lebih komprehensif.

Kata kunci : *Smart Padlock, ESP32, Sidik Jari, RFID, Keamanan Kendaraan*

1. PENDAHULUAN

Kendaraan roda dua merupakan salah satu alat transportasi yang paling banyak digunakan di Indonesia karena kepraktisan dan efisiensinya dalam mobilitas sehari-hari. Kendaraan ini memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas masyarakat, terutama di daerah perkotaan yang padat. Selain itu, kendaraan roda dua juga memiliki harga yang relative terjangkau sehingga menjadi pilihan utama bagi berbagai kalangan. Menurut [1]. Kasus curanmor yang terjadi kian meningkat sehingga hal ini dapat meresahkan masyarakat. Orang yang memiliki kendaraan bermotor akan merasa was-was dan khawatir akan keamanan kendaraan bermotornya dari incaran dan jangkauan pelaku curanmor. Oleh karena itu, penelitian ini memfokuskan pada kendaraan roda dua sebagai objek utama untuk meningkatkan system keamanannya. Fokus ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengatasi permasalahan keamanan yang sering terjadi pada kendaraan tersebut.

Menurut [2]. Pencurian kendaraan bermotor sepanjang tahun 2023 sebanyak 38.438 kasus. Sehingga pencurian sepeda motor merupakan salah

satu tantangan besar yang dihadapi oleh pemilik kendaraan roda dua di Indonesia. Tingginya angka pencurian ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kurangnya sistem pengamanan yang efektif dan mudah ditembus oleh pelaku kejahatan. Selain itu, metode pencurian yang semakin canggih juga menuntut adanya inovasi dalam teknologi pengamanan kendaraan. Kondisi ini menimbulkan kerugian yang signifikan serta menurunkan rasa aman bagi pemilik kendaraan. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang mampu meningkatkan tingkat keamanan kendaraan roda dua secara optimal.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah Penerapan *Smart Padlock*. Teknologi sidik jari dipilih karena memiliki tingkat akurasi dan keamanan yang tinggi, sehingga hanya pemilik yang terdaftar yang dapat mengakses kendaraan. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan dapat mengurangi risiko pencurian serta meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap keamanan kendaraannya. Implementasi teknologi ini juga sejalan dengan perkembangan teknologi keamanan modern yang semakin mengedepankan biometrik sebagai metode autentikasi. Sidik jari merupakan metode identifikasi yang

dinilai andal karena menawarkan tingkat akurasi dan keamanan yang tinggi dibandingkan teknologi biometrik lainnya [3]. Sensor sidik jari hanya akan mengizinkan akses bagi pengguna yang memiliki pola sidik jari yang cocok dan telah tersimpan dalam alat [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Merancang sistem *smart lock* berbasis ESP32 yang mengintegrasikan RFID, sensor *fingerprint*, buzzer, dan aplikasi Blynk. Prototipe berhasil dikontrol dan dimonitor melalui *smartphone* secara real-time menggunakan ESP32 dan Blynk [5].

Sistem pengaman kendaraan roda dua berbasis IoT dengan integrasi RFID dan aplikasi Blynk. Hasil uji coba menunjukkan sistem dapat mengaktifkan/mematikan kendaraan melalui aplikasi secara real-time dengan jarak jangkauan hingga 10 meter [6].

Sistem menggunakan NodeMCU ESP32, kartu RFID E-KTP, dan aplikasi Blynk untuk mengontrol dan melakukan monitoring pintu melalui *smartphone*. Jarak baca RFID mencapai 5 cm; penggunaan buzzer memberi umpan balik suara saat berhasil atau gagal membuka pintu [7].

Menggabungkan *fingerprint*, PIN keypad, dan RFID sebagai autentikasi ganda. Pengujian menunjukkan RFID dan *fingerprint* berfungsi dengan baik, dengan jarak baca optimal antara 2–3 cm [8].

2.1. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah paradigma yang memungkinkan perangkat-perangkat fisik, termasuk sensor, aktuator, dan perangkat komputasi, terintegrasi dalam suatu jaringan internet untuk saling bertukar data. Pada studi ini, IoT diterapkan untuk mengintegrasikan *Smart Padlock* dengan *smartphone* pengguna memanfaatkan platform Blynk, memungkinkan pemantauan kondisi kunci secara langsung. Dengan penerapan *Internet of Things*, pemilik kendaraan dapat mengakses dan mengontrol keamanan kendaraan secara real-time melalui perangkat pintar seperti *smartphone* [9].

2.2. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dengan board mikrokontroler 32bit yang tertanam jaringan wifi yang di support protokol jaringan wifi 802.11 b/g/n dengan frekuensi 2.4 GHz dan teknologi bluetoothv4.2 serta chip Bluetooth low energy(BLE) [10].

2.3. Sensor Sidik Jari

Fingerprint, juga dikenal sebagai sidik jari, berasal dari tapak jari yang diambil secara tidak sengaja, dicapkan dengan tinta, atau bekas yang ditinggalkan karena pernah tersentuh kulit telapak tangan atau kaki seseorang [11]. Implementasi sensor biometrik ini meningkatkan keamanan proses autentikasi karena karakteristik sidik jari yang bersifat

identik unik dan memiliki tingkat keamanan tinggi terhadap pemalsuan. Kelebihan dari sensor ini adalah mudah untuk digunakan dengan biaya murah, Namun juga terdapat kelemahan dari sensor optis yaitu hasil dari scanning sangat tergantung dari kualitas sidik jari tersebut [12].

2.4. Sensor RFID

Modul RC522 merupakan perangkat pembaca RFID yang bekerja pada frekuensi 13.56 MHz untuk mengidentifikasi kartu atau tag. Dengan antarmuka komunikasi berbasis SPI, modul ini dapat diimplementasikan sebagai komplementer atau pengganti dalam sistem verifikasi identitas. Solusi berbasis RFID ini memungkinkan operasi penguncian yang lebih praktis melalui mekanisme non-kontak dengan respon yang cepat. Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan Arduino diiringi oleh berkembangnya berbagai macam komponen pendukungnya, salah satunya adalah Radio Frequency Identification yang dikenal dengan nama RFID [13].

2.5. Platform Blynk

Blynk merupakan sebuah platform komputasi awan untuk IoT yang menyediakan fitur pembuatan antarmuka mobile secara visual guna mengendalikan dan memantau berbagai perangkat berbasis mikrokontroler. Platform Blynk dipilih karena memiliki antarmuka yang mudah sehingga membantu membuat kontrol dan pemantauan perangkat tanpa perlu keterampilan pengkodean [14].

2.6. Metode Prototyping

Metode prototyping merupakan pendekatan pengembangan sistem yang bersifat iteratif dengan pembuatan prototipe awal, evaluasi pengguna, dan penyempurnaan secara berulang hingga sistem final tercapai. Prototyping digunakan dalam pengembangan sistem informasi toko online berbasis web, di mana pengguna aktif memberikan umpan balik terhadap desain sistem yang masih berbentuk prototipe sebelum akhirnya dikembangkan lebih lanjut [15].

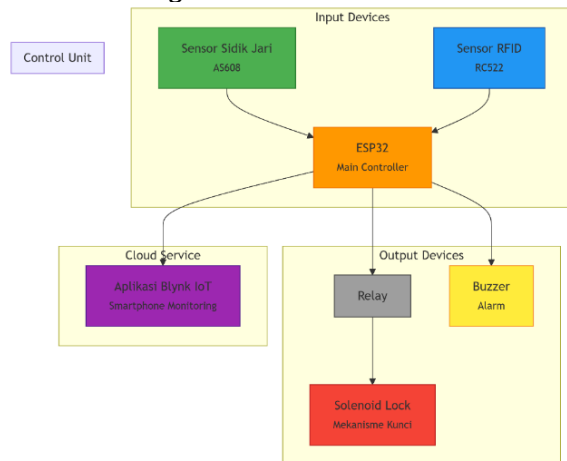
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Prototyping, yang memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap berdasarkan iterasi desain dan pengujian. Adapun tahapan dalam metode ini meliputi:

- Menentukan komponen utama sistem serta fitur keamanan yang diperlukan oleh pengguna kendaraan roda dua
- Membuat perancangan awal baik dari segi hardware (rangkain elektronik) maupun software (program mikrokontroler dan aplikasi Blynk).
- Mengimplementasikan rancangan dalam bentuk sistem fisik dan melakukan pemrograman sesuai alur kerja yang telah dirancang.

- d. Menguji keandalan sistem melalui skenario autentikasi yang berbeda dan mengukur parameter seperti kecepatan respon, dan akurasi sensor.
- e. Menyempurnakan prototipe berdasarkan hasil evaluasi hingga sistem berjalan dengan stabil.

3.1. Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem tersebut menggambarkan rancangan *Smart Padlock* berbasis ESP32 yang terdiri dari perangkat input berupa sensor sidik jari (AS608) dan sensor RFID (RC522) untuk proses autentikasi pengguna. Data dari kedua sensor diproses oleh ESP32 sebagai pengendali utama. Jika autentikasi berhasil, ESP32 akan mengaktifkan relay untuk membuka solenoid lock sebagai mekanisme kunci, serta mengaktifkan buzzer sebagai alarm bila diperlukan. Sistem ini juga terhubung ke aplikasi Blynk IoT melalui cloud service untuk memantau dan mengontrol status kunci secara real-time menggunakan *smartphone*.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Tabel 1. Perancangan Perangkat Keras

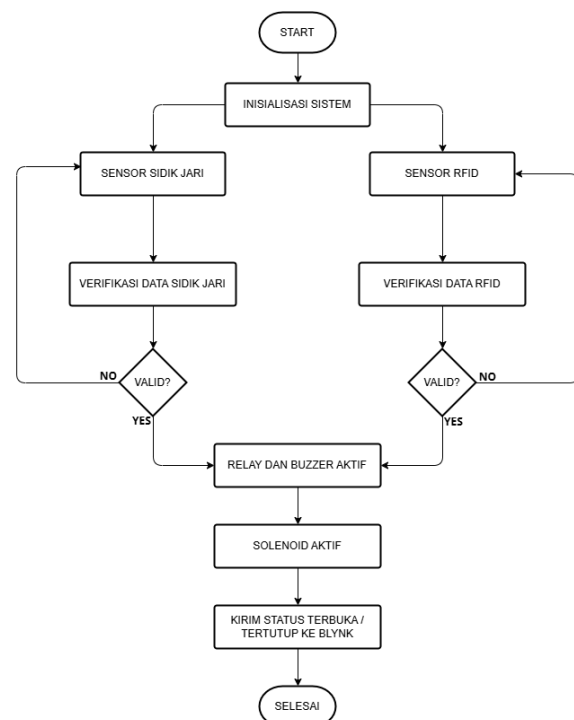
Komponen	Fungsi
ESP32	Pengendali utama sistem dan komunikasi dengan IoT
Sensor Sidik Jari AS608	Autentikasi biometrik pemilik kendaraan
Sensor RFID RC552	Autentikasi kartu/tag RFID
Relay 5V	Pengatur arus listrik ke kunci solenoid
Solenoid Lock 12V	Pengunci fisik kendaraan
Buzzer	Indikator suara untuk notifikasi sistem
Breadboard & Kabel	Media perakitan prototipe rangkaian elektronik
Power Supply	Sumber daya untuk seluruh sistem

Tabel 1 menunjukkan komponen-komponen yang akan digunakan untuk pembangunan sistem *Smart Padlock*.

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program utama memproses input dari sensor sidik jari dan RFID, lalu menentukan status akses. Ketika autentikasi berhasil, ESP32 mengaktifkan relay untuk membuka solenoid lock dan mengirimkan status ke aplikasi Blynk melalui Wi-Fi.

3.4. Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Flowchart tersebut menggambarkan alur kerja sistem *Smart Padlock* yang dimulai dari inisialisasi sistem, kemudian dilanjutkan dengan proses verifikasi identitas melalui sensor sidik jari dan sensor RFID. Jika salah satu data yang diverifikasi valid, maka sistem akan mengaktifkan relay dan buzzer sebagai penanda keberhasilan autentikasi, dilanjutkan dengan mengaktifkan solenoid lock untuk membuka kunci. Setelah itu, status kunci (terbuka atau tertutup) dikirim ke aplikasi Blynk secara real-time sebagai bentuk monitoring melalui *smartphone*, lalu sistem kembali ke keadaan awal atau selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

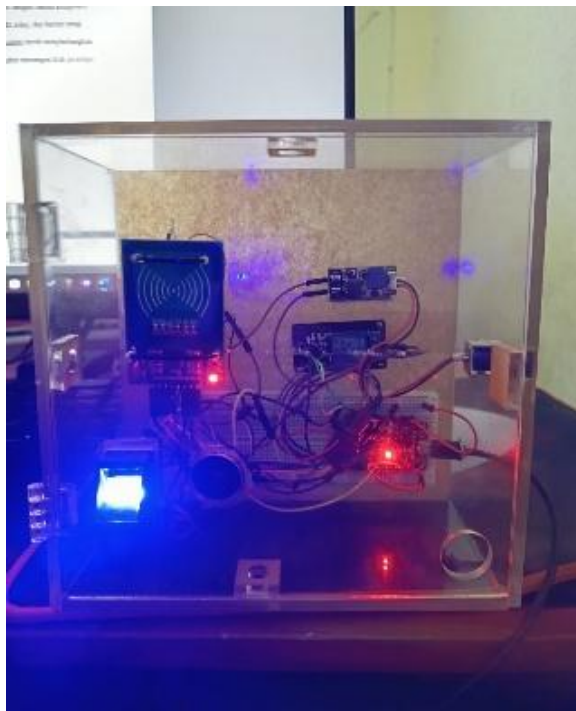
4.1. Implementasi Sistem

Sistem yang dikembangkan merupakan prototipe *Smart Padlock* berbasis mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai sistem pengunci cerdas menggunakan autentikasi sidik jari dan RFID, serta mendukung notifikasi melalui platform Blynk IoT. Implementasi sistem ini mencakup perakitan perangkat keras, pemrograman sistem kendali pada ESP32, dan integrasi dengan layanan cloud untuk notifikasi real-time.

4.2. Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras utama dalam sistem ini adalah ESP32, yang berperan sebagai pusat kendali (main controller) dan menangani semua proses verifikasi serta komunikasi dengan input dan output perangkat. Komponen yang digunakan terdiri dari :

- ESP32 DevKit v1 sebagai unit kontrol utama
- Sensor Sidik Jari AS608 sebagai input autentikasi biometrik
- Sensor RFID RC522 sebagai input kartu/tag
- Relay 1-channel 5V untuk mengaktifkan kunci solenoid
- Solenoid Lock 12V sebagai aktuator pengunci fisik
- Buzzer sebagai notifikasi suara
- Inverter DC-DC Step-up untuk menaikkan tegangan dari 5V ke 12V guna menyalakan solenoid lock
- Breadboard dan jumper sebagai media perakitan



Gambar 3. Prototipe Smart Padlock

Rangkaian sistem dirakit di dalam sebuah kotak akrilik transparan, dengan sensor sidik jari dan RFID diletakkan di bagian depan untuk memudahkan autentikasi. Komponen lainnya ditempatkan secara rapi di dalam kotak untuk menunjukkan tata letak sistem secara profesional.

4.3. Implementasi Perangkat Lunak

Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan ESP32 Board Support. Seluruh pemrosesan data sidik jari dan RFID dilakukan oleh ESP32 secara langsung. Program ditulis dalam bahasa C++ dan menggunakan beberapa library penting seperti:

- Adafruit_Fingerprint.h* – untuk komunikasi dengan sensor sidik jari AS608 via UART
- MFR522.h* – untuk membaca UID dari RFID tag via SPI
- WiFi.h* dan *BlynkSimpleEsp32.h* – untuk koneksi WiFi dan pengiriman notifikasi ke aplikasi Blynk

4.4. Implementasi Cloud Service

Sistem juga diintegrasikan dengan platform Blynk IoT, yang berfungsi untuk:

- Memonitor status padlock (TERKUNCI / TERBUKA)
- Memberikan notifikasi real-time jika status padlock berubah

Penggunaan Blynk membutuhkan koneksi internet yang stabil dan token autentikasi dari aplikasi. ESP32 menggunakan *Blynk.begin(auth, ssid, pass)*; untuk menghubungkan mikrokontroler ke layanan cloud Blynk.

4.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras dan perangkat lunak dalam prototipe *Smart Padlock* berfungsi sesuai dengan yang dirancang. Pengujian dilakukan secara langsung terhadap setiap fitur utama, mulai dari input autentikasi, kendali output (relay dan solenoid), hingga notifikasi melalui aplikasi Blynk

Tabel 2. Hasil Pengujian Autentikasi Sidik Jari

ID	Status	Output	Notifikasi	Waktu Respon	Keterangan
#00	Terdaftar	Aktif/Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	3.010	Berhasil
#01	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.428	Berhasil
#02	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.265	Berhasil
#03	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.715	Berhasil
#04	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	3.124	Berhasil
#05	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.648	Berhasil
#06	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.212	Berhasil
#07	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.545	Berhasil
#08	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	3.255	Berhasil
#09	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.913	Berhasil
-	Tidak Terdaftar	No Response	No Response	3.145	Gagal

Tabel 2 diatas bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi sidik jari yang telah didaftarkan dan memberikan akses ke sistem. Sensor

yang digunakan adalah AS608, dan proses verifikasi dilakukan secara serial menggunakan perintah `finger.verifyFingerprint()`.

Tabel 3. Hasil Pengujian Autentikasi Dengan RFID

UID	Status	Output	Notifikasi	Waktu Respon	Keterangan
66:41:DF:AD	Terdaftar	Aktif / Nonaktif	Terbuka/ Tertutup	2.426	Berhasil
D3:20:40:F7	Tidak Terdaftar	No Response	No Response	1.913	Gagal
04:8C:06:AF:79:00:00	Tidak Terdaftar	No Response	No Response	1.935	Gagal

Tabel 3 diatas dilakukan untuk memverifikasi bahwa tag RFID yang telah didaftarkan dapat membuka kunci, sementara tag yang tidak dikenali akan ditolak oleh sistem. Sensor RFID yang digunakan adalah RC522.

4.6. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan untuk menilai sejauh mana implementasi *Smart Padlock* yang telah dirancang dan dibangun dapat berjalan sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan. Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil pengujian fungsional pada masing-masing komponen, performa sistem, serta kestabilan komunikasi dengan layanan cloud (Blynk).

4.7. Kesesuaian Fungsi Sistem

Sistem telah diuji terhadap berbagai skenario, baik dengan input sidik jari maupun RFID. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu melakukan:

- Verifikasi identitas melalui sensor sidik jari AS608 dan RFID RC522 dengan akurasi yang baik.
- Kontrol output dengan mengaktifkan relay, buzzer, dan membuka solenoid lock saat autentikasi berhasil.
- Penolakan akses dengan respons cepat dan aman saat input tidak terdaftar.
- Notifikasi real-time melalui aplikasi Blynk, memberikan feedback kepada pengguna terkait status penguncian.

Dari 20 kali uji coba autentikasi, sistem berhasil melakukan validasi sebanyak 19 kali dan hanya gagal 1 kali akibat posisi sidik jari yang kurang tepat. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi sistem mencapai 95%.

4.8. Evaluasi Performa Dan Respon

Waktu respon sistem dari proses input hingga aktivasi solenoid rata-rata adalah 2.2 detik, yang cukup cepat dan nyaman digunakan. Kestabilan koneksi WiFi memengaruhi keberhasilan pengiriman notifikasi Blynk. Sistem tetap berjalan lokal meski WiFi terputus, namun status tidak terkirim. Solenoid lock bekerja optimal saat mendapat suplai dari inverter 12V yang stabil. Daya dari USB saja tidak cukup untuk mengaktifkan solenoid secara konsisten.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem *Smart Padlock* yang menggunakan ESP32, sensor sidik jari AS608, RFID RC522, serta integrasi IoT melalui aplikasi Blynk, terbukti berhasil mengimplementasikan autentikasi ganda berbasis sidik jari dan kartu RFID untuk membuka dan mengunci solenoid lock pada kendaraan roda dua. Mikrokontroler ESP32 mampu menjalankan seluruh logika sistem secara mandiri tanpa bantuan mikrokontroler lain, serta terhubung ke internet untuk mengirim notifikasi real-time ke aplikasi Blynk. Sistem menunjukkan performa yang cepat dan efisien dengan rata-rata waktu respon 2,2–2,9 detik dari proses input autentikasi hingga aktivasi solenoid. Selain itu, sistem mampu memberikan notifikasi status terkini kepada pengguna, seperti status TERBUKA dan TERKUNCI, melalui aplikasi Blynk. Berdasarkan hasil uji coba sebanyak 20 kali, tingkat keberhasilan autentikasi mencapai 95%, dengan kesalahan yang hanya disebabkan oleh posisi jari yang tidak tepat atau tag RFID yang rusak. Dengan demikian, sistem *Smart Padlock* ini layak menjadi alternatif solusi keamanan modern untuk kendaraan roda dua, menggantikan metode kunci konvensional yang lebih rentan terhadap pencurian.

Untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan antara lain adalah menambahkan fitur penyimpanan data histori autentikasi dengan menggunakan memori eksternal seperti SD Card atau mengintegrasikannya ke database online seperti Firebase, sehingga data dapat tersimpan dan diakses dengan lebih aman serta terstruktur. Selain itu, disarankan untuk menyediakan aplikasi mobile khusus yang memungkinkan pengguna membuka kunci melalui koneksi Bluetooth atau internet, sehingga tidak selalu bergantung pada sensor fisik. Pengembangan juga dapat mencakup penambahan sensor tambahan, seperti sensor getaran atau GPS, guna meningkatkan cakupan sistem keamanan terhadap pencurian atau gangguan fisik. Terakhir, penting untuk mengintegrasikan sistem proteksi otomatis, seperti alarm atau notifikasi darurat kepada pengguna, apabila terdeteksi percobaan akses berturut-turut yang gagal, sebagai bentuk pencegahan terhadap upaya pembobolan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Hasan, B. Pamungkas, M. M. Mahdavia, and P. N. H. Jaya, "Faktor Penyebab dan Upaya Penanggulangan Tindak Pidana Pencurian Kendaraan Bermotor," *JALAKOTEK J. Account. Law Commun. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 316–323, 2024, doi: 10.57235/jalakotek.v1i2.2369.
- [2] F. A. Aryatama and S. Samsugi, "Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Dengan ESP32 Menggunakan Kontrol Android," *Smatika J.*, vol. 14, no. 01, pp. 167–181, 2024, doi: 10.32664/smatika.v14i01.1267.
- [3] W. Arifin, A. Fitriansyah, and D. Setiadi, "Pembatasan Akses Secara Fisik Dengan Sistem Fingerprint Doorlock Menggunakan Microcontroller Arduino Uno R3," *Jeis J. Elektro Dan Inform. Swadharma*, vol. 2, no. 2, pp. 81–88, 2022, doi: 10.56486/jeis.vol2no2.234.
- [4] A. Azis, N. Nurdiana, and J. Saputra, "Perancangan Prototipe Pengendali Pintu Pagar Otomatis Menggunakan Sensor Sidik Jari Dan Sensor Proximity Infrared Berbasis Arduino Uno," *Elektrika*, vol. 16, no. 1, p. 35, 2024, doi: 10.26623/elektrika.v16i1.8252.
- [5] A. D. Wibowo and E. S. Susanto, "Perancangan Purwarupa Smart Door Lock Berbasis Internet of Things," *J. Elektro Inform. Swadharma*, vol. 4, no. 2, pp. 1–8, 2024.
- [6] I. Made Budiada *et al.*, "Design and implementation of IoT-based motorcycle keyless ignition and starter using RFID and Blynk," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 14, no. 3, pp. 119–127, 2024.
- [7] D. N. Salim, N. A. Pujisusilo, and S. P. Manik, "Sistem Keamanan Smart Door Lock Menggunakan E-KTP (Elektroknik Kartu Tanda Penduduk) Berbasis Internet of Things (IoT)," *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 2, pp. 196–206, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i2.157.
- [8] Abdul Hakim Prima Yuniarto, Y. Lestiyanti, M. F. Asrori, N. Laela, and A. Nurcholis, "Perancangan Smart Door Lock System dengan Multi Sensor untuk Sistem Keamanan Rumah," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 22, no. 2, pp. 333–342, 2023, doi: 10.31358/techne.v22i2.404.
- [9] S. Somantri, G. P. Insany, and R. Ryansyah, "Pengembangan Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Menggunakan Teknologi Fingerprint dengan Metode Prototype Berbasis Internet Of Things," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 593–602, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i1.3879.
- [10] I. V. Sari, D. R. Darmayanti, C. Widiyari, W. Indani, and M. W. Sitopu, "Sistem Otomatis Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Tin Menggunakan Mikrokontroler Esp32," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4564.
- [11] A. Ardiansah, M. Nuraeni, Ridwang, and Adriani, "Rancang Bangun Akses Kunci Pintu Otomatis menggunakan Fingerprint Berbasis Internet of Things (IoT)," *VERTEX ELEKTRO J. Tek. Elektro UNISMUH*, vol. 16, no. 2, pp. 31–39, 2024.
- [12] J. Saputra, R. Rizaldi, S.- Ali, W. Mellyssa, and U. Usmardi, "Sistem Pengaman Pintu Menggunakan Sidik Jari Dan Android," *VOCATECH Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 33–40, 2020, doi: 10.38038/vocatech.v2i1.32.
- [13] Y. Roza, K. Musliadi, and Y. Pernando, "Presence Prototype Model Design Using RFID RC522," *Sci. Lit. Innov. Technol. J.*, vol. 1, no. 02, pp. 26–31, 2024.
- [14] J. Jarden and M. Owen, "Perancangan Smart Door Berbasis ESP32-WROVER dengan Sistem Notifikasi Melalui Aplikasi Blynk," 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.37253/telcomatics.v9i2.10096>
- [15] A. Saifudin, A. Febriansyah, E. B. N. Adianto, E. M. Putra, and Y. Yulianti, "Pengembangan Sistem Informasi Toko Online Menggunakan Metode Prototyping untuk Penjualan Produk Furniture," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 6, no. 2, pp. 173–179, 2023, doi: 10.32493/jtsi.v6i2.26324.