

Aplikasi Kendali ESP32 Menggunakan Sensor Sidik Jari pada Ponsel sebagai Lapisan Keamanan

Kevin Zefanya Yonatan*, Hadian Satria Utama, Yohanes Calvinus
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara, Indonesia

Article Info

Article history:

Submitted January 9, 2024
Accepted February 5, 2024
Published February 15, 2024

Keywords:

ESP32,
mikrokontroler,
android,
sistem keamanan

ESP32,
microcontroller,
android,
security system

ABSTRACT

Penelitian ini merupakan pengembangan sistem kendali pada mikrokontroler ESP32 dengan penambahan lapisan keamanan berupa sensor sidik jari pada aplikasi ponsel. Aplikasi digunakan untuk mengendalikan kondisi mati atau menyala suatu perangkat elektronik yang diwakili lampu LED. Sistem keamanan sidik jari pada aplikasi ponsel diharapkan dapat mengurangi tindak kejahatan perangkat elektronik jatuh ke tangan orang lain. Model sistem keamanan dirancang dengan rangkaian yang sederhana, dimulai dari pembuatan aplikasi untuk mengirimkan perintah berupa nyala atau matinya perangkat elektronik tersebut melalui koneksi Bluetooth. Modul pemroses menerima perintah dan melanjutkan perintah tersebut untuk mengendalikan lampu LED atau relai. Ketika pengguna mau mengirimkan perintah tersebut, pengguna harus memilih fungsi tombol *on* atau *off* pada aplikasi dan akan diminta memasukkan sidik jari sebagai sistem keamanan yang memastikan bahwa yang mengirimkan perintah melalui ponsel adalah pemilik dari perangkat elektronik tersebut. Hasil yang didapatkan dalam model sistem keamanan ini bahwa perintah yang dikirimkan oleh ponsel melalui aplikasi buatan dapat dikirimkan 100% berhasil tanpa ada kendala.

This research is the development of a control system on the ESP32 microcontroller with the addition of a security system in the form of a fingerprint sensor on the cellphone application. The application is used to control the off or on condition of an electronic device represented by an LED light. It is hoped that the fingerprint security system on cellphone applications can reduce the crime of electronic devices falling into other people's hands. The security system model is designed with a simple circuit, starting from creating an application to send commands in the form of turning on or off the electronic device via a Bluetooth connection. The processing module receives commands and continues those commands to control LED lights or relays. When the user wants to send the command, the user must select the on or off button function in the application and will be asked to enter a fingerprint as a security system that ensures that the person sending the command via cellphone is the owner of the electronic device. The results obtained in this security system model are that commands sent by cellphones via artificial applications can be sent 100% successfully without any problems.



Corresponding Author:

Kevin Zefanya Yonatan,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara,
Jl. Letjen S. Parman No. 1, RT.6/RW.16, Tomang, Jakarta Barat.
Email: *kevin.525200001@stu.untar.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pada era kemajuan teknologi sekarang, mikrokontroler semakin banyak digunakan. Mikrokontroler merupakan *chip* terintegrasi yang disatukan menjadi satu kesatuan dengan adanya CPU, memori, dan perangkat *input/output* yang dirancang untuk mengendalikan fungsi dalam suatu sistem. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah ESP32. ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki penggunaan energi yang rendah serta memiliki dukungan dalam melakukan konektivitas nirkabel dengan menggunakan Wi-fi dan Bluetooth. Hingga kini, ESP32 banyak sekali digunakan dalam hal yang berkaitan dengan *Internet of Things*.

Seperti dalam penelitian ini yang membuat aplikasi kendali ESP32 yang dipasangkan dengan LED sebagai indikator. Perancangan pada penelitian ini membuat sebuah aplikasi berbasis Android dengan menggunakan Flutter yang dapat mengirimkan perintah berupa perintah *on* dan *off* ke ESP32 dan dilanjutkan ke relay yang digunakan untuk mematikan dan menyalakan perangkat elektronik dengan menggunakan jaringan nirkabel Bluetooth. Dalam penelitian ini menggunakan rancangan perangkat keras sederhana mungkin namun meningkatkan keamanan dalam menjaga perangkat elektronik dari pencurian. Akan tetapi, dalam penelitian ini perlu penyesuaian pada pemasangan perangkat keras pada perangkat elektronik dikarenakan dalam penelitian ini, hanya bersifat simulasi alat, dan belum dipasangkan secara langsung pada perangkat elektronik mana pun. Pada perancangan yang terdiri dari 3 bagian utama, yaitu modul pemroses, modul penurun tegangan dan modul aktivasi.

Terdapat 3 survei yang digunakan sebagai basis dalam penelitian ini. Survei pertama yang dilakukan pada alat yang dirancang oleh Andri Susanto menghasilkan alat rancang bangun aplikasi android untuk kontrol lampu Gedung menggunakan media Bluetooth berbasis Arduino Uno [1]. Lalu pada survei kedua dilakukan pada rancangan yang dibuat oleh Riyan Rahardi, Dedi Triyanto, dan Suhardi menghasilkan sebuah alat yang dapat mengidentifikasi sidik jari, memberikan sinyal GPS [2]. Survei ketiga dilakukan pada rancangan yang dibuat oleh Selamat Samsugi dan Wajiran Wajiran membuat alat pengamanan sepeda motor berupa *emergency button* untuk menghindari perampasan motor [3]. Berdasarkan dari survei di atas, menjadi inspirasi untuk alat yang dirancang pada penelitian ini. Perbedaan pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terdapat pada modul pemroses yang di mana pada penelitian ini menggunakan ESP32. Penggunaan ESP32 karena terdapat modul Bluetooth dan WIFI yang dapat membantu perancangan alat dapat dikembangkan lebih seperti pada penelitian ini dan jika dibandingkan dengan Arduino Uno yang perlu menambah modul tambahan. Perbedaan selanjutnya adalah dalam penelitian ini juga, memiliki rangkaian dan komponen yang sederhana di mana masyarakat umum bisa membuat rangkaian ini dengan tujuan untuk meningkatkan keamanan yang akan dipasangkan pada perangkat elektronik mana pun. Rangkaian ini juga dapat digunakan dalam kebutuhan yang lain dengan sedikit adaptasi terkait komponen-komponen yang digunakan, seperti dapat digunakan sebagai kunci pintu.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan cara melakukan eksperimen pada alat yang dirancang. Alat yang dirancang merupakan model aplikasi kendali ESP32 menggunakan sensor sidik jari pada ponsel sebagai lapisan keamanan [4]. Hal ini dibuat dengan menggabungkan dengan perangkat keras terdiri dari modul penurun tegangan, modul pemroses, modul aktivasi dan perangkat lunak berupa modul aplikasi yang dipasangkan pada ponsel. Pengguna perlu mempunyai perangkat keras yang akan dipasangkan ke motor pengguna. Dengan aplikasi ini, pengguna memiliki kemampuan untuk menyalakan dan mematikan motor dari jarak jauh menggunakan Bluetooth, serta memberikan keamanan tambahan. Pengguna perlu memasang aplikasi pada ponsel untuk menyalakan motor atau mematikan motor dari jarak jauh dengan cara menekan fungsi tombol *on* atau *off* dalam aplikasi tersebut lalu memasukkan sidik jari sebagai lapisan keamanan di dalam aplikasi ponsel tersebut. Pengguna memilih menu yang sesuai pada aplikasi ponsel, dengan opsi untuk menyalakan atau mematikan motor. Kemudian, pengguna perlu melakukan proses autentifikasi sidik jari yang merupakan lapisan keamanan tambahan. Data sidik jari yang dimasukkan pada ponsel diproses oleh ponsel pengguna. Jika sidik jari yang dimasukkan sudah terdaftar pada ponsel, maka aplikasi dapat mengirimkan berupa perintah dalam fungsi tombol *on* atau *off* tersebut.

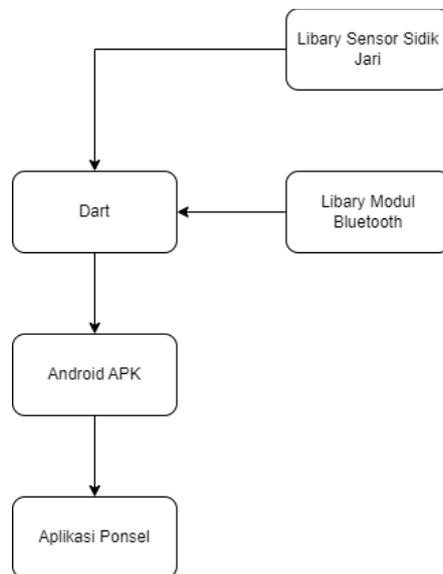
Pada modul pemroses, modul ini menerima perintah yang sesuai dengan yang dimasukkan oleh pengguna pada perintah program yang ditanamkan pada modul pemroses. Jika sidik jari pengguna cocok dengan data pada ponsel, fungsi *on* atau *off* yang telah dikirimkan dari ponsel, motor akan diaktifkan sesuai dengan perintah yang diberikan pengguna. Namun jika sidik jari tidak sesuai ataupun tidak terdaftar pada *database* pada ponsel, maka motor tersebut tetap dalam keadaan mati, menjaga keamanan motor tersebut yang dikarenakan fungsi tombol pada aplikasi dalam ponsel tidak terselesaikan. Dengan sistem ini, pengguna memiliki kendali penuh atas motor mereka, namun juga memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki sidik jari yang terdaftar yang dapat menggunakannya. Ini merupakan langkah-langkah keamanan yang sederhana untuk melindungi motor dari akses yang tidak sah.

Untuk peralatan yang dibutuhkan untuk membuat sistem keamanan ini memerlukan pembuatan aplikasi terlebih dahulu di bagian perangkat lunak sebagai media komunikasi antarmuka. Aplikasi dibuat dengan menggunakan *software*, yaitu Flutter [5]. Pembuatan aplikasi dibuat dengan terdiri dari satu menu dengan fungsi untuk mengaktifkan Bluetooth terlebih dahulu serta terdapat dua fungsi tombol untuk mengaktifkan mendeteksi perangkat yang mengaktifkan Bluetooth dan mengkoneksikan dengan perangkat yang sebelumnya sudah terpasang. Setelah memilih pilihan mengkoneksikan dengan perangkat sebelumnya, terdapat *list* dari perangkat yang sudah terpasang dan setelah memilih perangkat tersebut, terdapat dua pilihan, pilihan menyalakan motor dan mematikan motor. Dalam menggunakan aplikasi tersebut, pengguna memilih antara kedua fungsi tombol tersebut dalam menu aplikasi dan setelah itu, pengguna perlu memasukkan sidik jari untuk dapat menyelesaikan pilihan pengguna tersebut. Pada perangkat keras yang merupakan mikrokontroler ESP32, digunakan

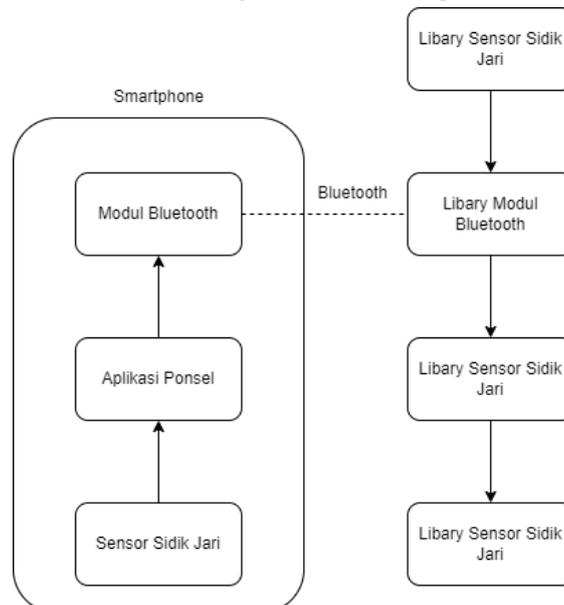
menggunakan Arduino IDE untuk memprogram modul pemroses tersebut untuk menerima perintah dari ponsel melalui Bluetooth dan mengirimkan hasil perintah tersebut ke relai.

Lalu pada perancangan perangkat keras, menggunakan mikrokontroler ESP32 [6]. Alasan memilih ESP32 dikarenakan mempunyai kelebihan di bagian penggunaan hemat energi, harga yang sangat terjangkau dan memiliki *wifi* dan *dual-mode bluetooth* terintegrasi [7]. ESP32 juga memiliki fitur yang dapat menghubungkan mikrokontroler ini dengan aplikasi yang dapat melibatkan pengendalian elektronik dari jarak jauh, komunikasi nirkabel, dan *Internet of Things* (IoT) [8]. Selain itu, ESP32 memiliki arsitektur 32-bit yang mempunyai kemampuan pemrosesan data yang lebih besar, sehingga cocok untuk aplikasi yang membutuhkan perhitungan yang kompleks [9]. ESP32 memiliki memori *flash* yang cukup besar untuk menyimpan program dan data dan selain itu, memiliki RAM yang cukup untuk menjalankan program yang lebih besar [10]. Pada ESP32 sendiri dapat menggunakan bahasa program, seperti Arduino IDE, MicroPython, atau ESP-IDF [11].

Setelah mikrokontroler terkoneksi dengan aplikasi di ponsel menggunakan jaringan nirkabel *bluetooth*, mikrokontroler tersebut terhubung dengan modul aktivasi yang dapat menghubungkan baterai dengan tombol starter motor. Modul aktivasi tersebut menggunakan 2 buah relai 5 V dalam satu rangkaian. Dikarenakan aki pada motor memiliki tegangan sebesar 12 V dan mikrokontroler memiliki tegangan 5V sehingga diperlukan modul terakhir sebagai penghubung antara aki sebagai sumber daya motor dengan modul pemroses. Modul tersebut merupakan modul penurun tegangan dengan komponen utamanya merupakan *step down* 12 V ke 5 V. Setiap modul pada alat ini saling dihubungkan, untuk hubungan antar modul dapat dilihat melalui diagram blok pada Gambar 1 dan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram blok modul aplikasi

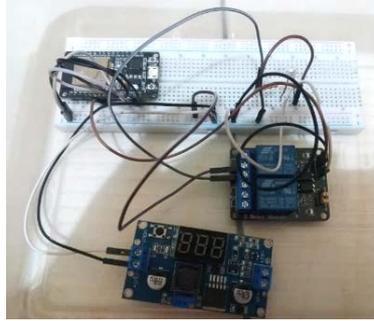


Gambar 2. Diagram cara kerja keseluruhan

Pada diagram blok ini, modul aplikasi yang terdiri dari sensor sidik jari, *user interface*, dan *Bluetooth* yang bertugas mengirim data dari aplikasi ponsel pengguna menuju modul pemroses. Pada modul pemroses menerima data masuk dari ponsel dan melakukan pengecekan terhadap program yang ditanamkan di modul pemroses. Hasil yang didapatkan pada modul pemroses setelah pengecekan melakukan pengecekan dikirimkan ke modul aktivasi. Pada komponen utama dalam modul pemroses hanya dapat menampung tegangan tegangan sebesar 5 V membuat modul pemroses membutuhkan modul penurun tegangan untuk menurunkan tegangan aki dari 12 V ke 5 V. Lalu modul aktivasi sebagai pengaktif dan menonaktifkan bertugas mengalirkan listrik dalam motor ke tombol starter pada motor disesuaikan dengan perintah yang diberikan dari ponsel menuju modul pemroses.

2.1 Perancangan Perangkat Keras

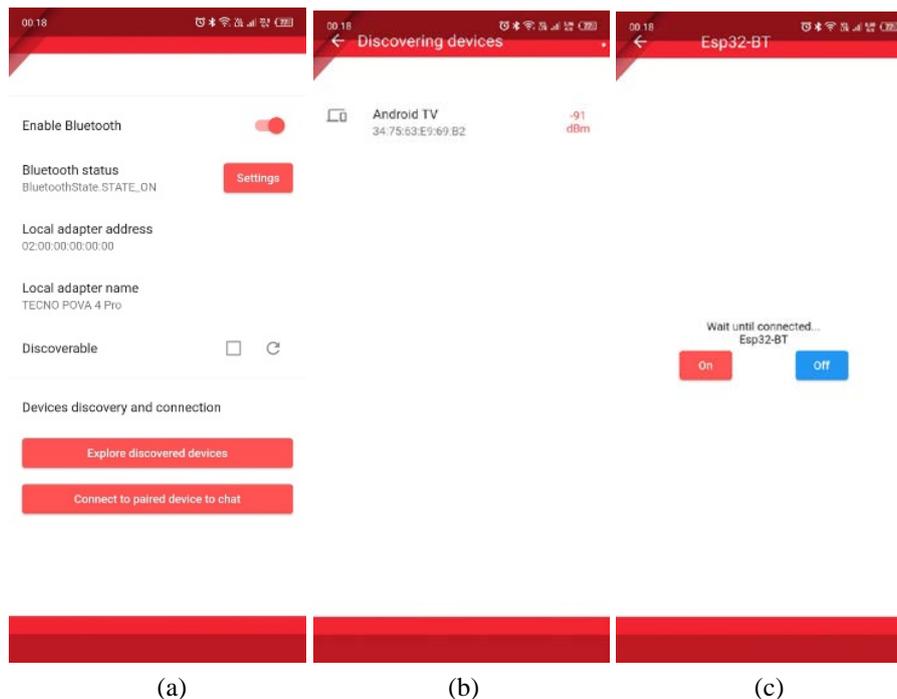
Perancangan perangkat keras menggunakan tiga komponen utama yang terdiri dari ESP32 yang bekerja sebagai modul pemroses, modul penurun tegangan 12V ke 5V serta relay. Adapun tampilan rancangan perangkat keras seperti Gambar 3. Gambar tersebut merupakan rangkaian keseluruhan elektronika yang terdiri dari ESP32, modul penurun tegangan 12V ke 5V, relay 5V. Pada rangkaian ini dibuat untuk menerima perintah untuk menyalakan dan mematikan motor berdasarkan dari aplikasi yang ditanamkan pada ponsel.



Gambar 3. Rangkaian Perangkat Keras

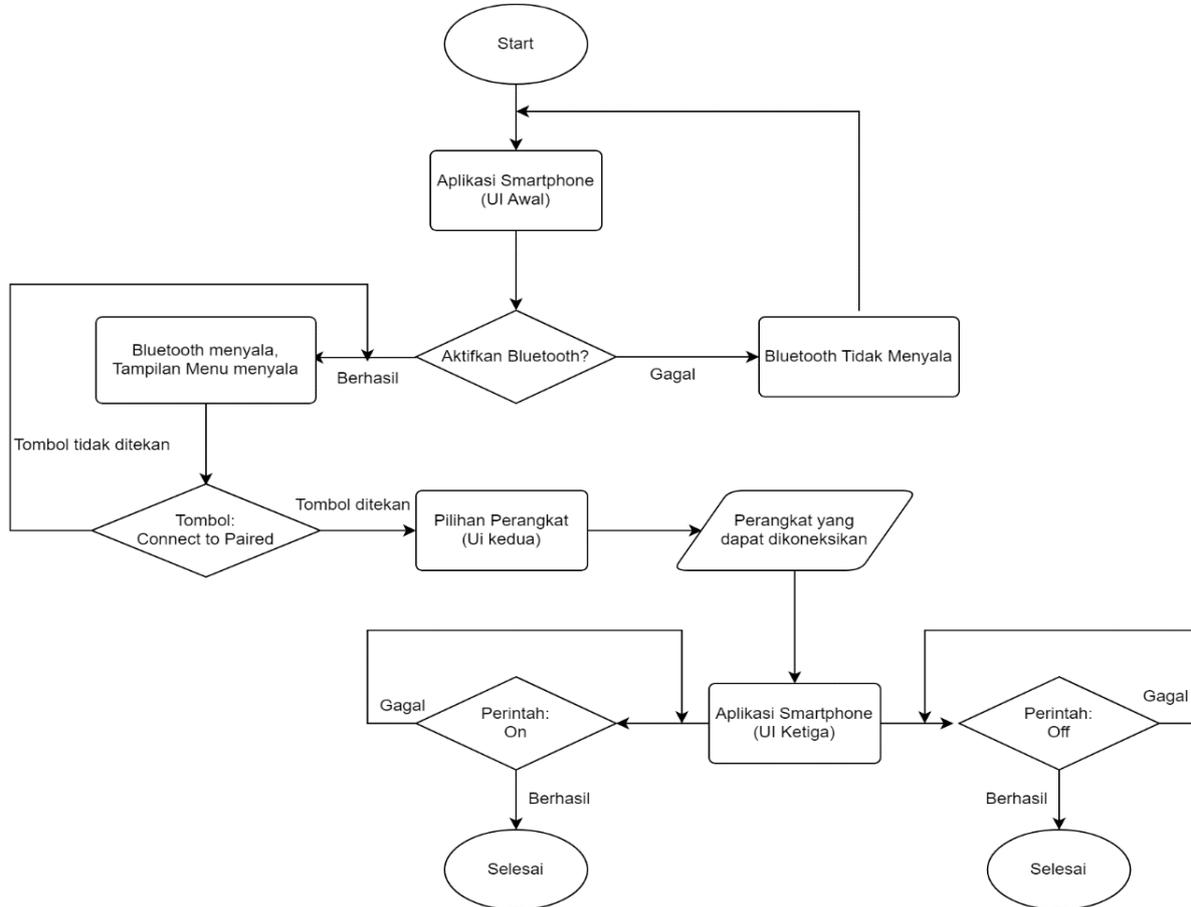
2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan aplikasi terbuat dari Flutter dengan bahasa pemrograman Dart. Perancangan aplikasi terpasang pada ponsel pengguna. Dalam aplikasi tersebut, terdapat 3 bagian utama, yaitu *user interface*, sidik jari, dan Bluetooth. Bluetooth pada aplikasi tersebut digunakan untuk mengirimkan perintah berupa *on* dan *off* untuk dikirimkan pada modul pemroses. Sidik jari pada aplikasi tersebut berupa sistem keamanan pada ponsel untuk memastikan dalam pengiriman perintah *on* dan *off* merupakan pengguna. Isi dan realisasi modul tampilan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan aplikasi: (a) tampilan awal dan mengaktifkan *bluetooth* melalui aplikasi, (b) mencari perangkat yang belum pernah terhubung, (c) mengirimkan perintah pada tombol fungsi *on* dan *off*

Perancangan aplikasi dimulai dengan mengaktifkan Bluetooth terlebih dahulu untuk membuka semua fungsi tombol pada aplikasi. Setelah itu, jika dalam aplikasi tersebut belum terdaftar perangkat yang belum pernah dipasangkan melalui Bluetooth dapat memilih pilihan fungsi tombol pada tombol berikut. Jika perangkat sudah terpasang, maka pengguna dapat kembali ke menu sebelumnya untuk memilih langsung tombol seperti contoh di bawah ini untuk menghubungkan pada perangkat yang sudah terhubung. Jika sudah memilih tombol tersebut, pengguna akan diperlihatkan pilihan-pilihan untuk perangkat yang sudah terpasang dan akan dilanjutkan untuk memilih fungsi tombol *on* dan *off*. Alur aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Sistem Keseluruhan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Pengujian dan analisis keseluruhan sistem bertujuan untuk memastikan semua sistem dapat bekerja menjadi satu kesatuan dan dapat bekerja sebagai model sistem keamanan berbasis ponsel menggunakan sidik jari. Pengujian dilakukan dengan cara menguji tingkat keberhasilan dalam mengirim perintah ke ESP32 melalui aplikasi serta menguji keberhasilan pengiriman perintah dari ESP32 ke relai. Pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Percobaan	Perintah yang Dikirimkan Melalui Aplikasi	Penerimaan Perintah pada ESP32	Penerimaan Perintah pada Relai	Berhasil/Gagal
1	Fungsi Tombol <i>On</i>	Menyalakan Relai	Menyalakan LED	Berhasil
2	Fungsi Tombol <i>Off</i>	Mematikan Relai	Mematikan LED	Berhasil
3	Fungsi Tombol <i>On</i>	Menyalakan Relai	Menyalakan LED	Berhasil
4	Fungsi Tombol <i>Off</i>	Mematikan Relai	Mematikan LED	Berhasil
5	Fungsi Tombol <i>On</i>	Menyalakan Relai	Menyalakan LED	Berhasil
6	Fungsi Tombol <i>Off</i>	Mematikan Relai	Mematikan LED	Berhasil

Berdasarkan pada Tabel 1, dalam pengujian pengiriman perintah dari aplikasi ponsel menuju ke ESP32 dalam bentuk *on* dan *off* berhasil tanpa ada *bug* atau kegagalan dalam pengiriman perintah tersebut yang

dibuktikan dengan nyala matinya relai dan LED sebagai indikator yang disesuaikan pada perintah dari aplikasi ponsel tersebut.

3.2 Pengujian Aplikasi

Pengujian dan analisis pada modul aplikasi bertujuan untuk memastikan modul tersebut dapat bekerja dengan baik dalam hal *user interface*, *bluetooth* yang berfungsi, sistem keamanan sidik jari, serta dapat mengirimkan perintah ke modul pemroses. Hasil pengujian aplikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penelitian Modul Aplikasi

Percobaan	Hasil Pengujian	Keterangan
1		Percobaan pada Tampilan Awal Terbukanya Aplikasi
2		Percobaan pada Mengaktifkan Bluetooth melalui Aplikasi
3		Percobaan pada Mencari Perangkat yang Belum Pernah Terhubung
4		Percobaan pada Mencari Perangkat yang Sudah Pernah Terhubung
5		Percobaan pada Mengirimkan Perintah pada Tombol Fungsi On dan Off

Berdasarkan pada Tabel 2, modul aplikasi dapat berjalan dengan baik tanpa ada kendala atau *bug*.

3.3 Pengujian Modul Pemroses

Pengujian dilakukan dengan cara ESP32 dihubungkan ke sumber daya melalui USB dan dihubungkan ke relai. Dalam melakukan percobaan pada modul ini, percobaan dilakukan selama 10 kali percobaan. Hasil dari 10x percobaan telah dirangkum dan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penelitian modul pemroses

Percobaan	Keterangan	Hasil Pengujian (Berhasil / Gagal)
1	Menerima Perintah <i>On</i>	Berhasil
2	Menerima Perintah <i>Off</i>	Berhasil
3	Menerima Perintah <i>On</i>	Berhasil
4	Menerima Perintah <i>Off</i>	Berhasil
5	Menerima Perintah <i>On</i>	Berhasil
6	Menerima Perintah <i>Off</i>	Berhasil
7	Menerima Perintah <i>On</i>	Berhasil
8	Menerima Perintah <i>Off</i>	Berhasil
9	Menerima Perintah <i>On</i>	Berhasil
10	Menerima Perintah <i>Off</i>	Berhasil

3.4 Pengujian Modul Penurun Aktivasi

Pengujian dan analisis pada modul relai bertujuan untuk memastikan bahwa modul aktivasi dapat menerima perintah berupa *on* dan *off* dari model pemroses. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan relai ke ESP32 serta menghubungkan relai ke LED sebagai indikator dari relai tersebut. Dalam pengujian ini dilakukan selama 10 kali pengujian dan dirangkum dalam bentuk Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Percobaan Keseluruhan

Percobaan	Keterangan	Hasil Pengujian (Berhasil / Gagal)
1	Mengirim Perintah <i>On</i>	Berhasil
2	Mengirim Perintah <i>Off</i>	Berhasil
3	Mengirim Perintah <i>On</i>	Berhasil
4	Mengirim Perintah <i>Off</i>	Berhasil
5	Mengirim Perintah <i>On</i>	Berhasil
6	Mengirim Perintah <i>Off</i>	Berhasil
7	Mengirim Perintah <i>On</i>	Berhasil
8	Mengirim Perintah <i>Off</i>	Berhasil
9	Mengirim Perintah <i>On</i>	Berhasil
10	Mengirim Perintah <i>Off</i>	Berhasil

4. KESIMPULAN

Pada sistem yang dibangun, perintah yang dikirimkan melalui ponsel berhasil dikirimkan dan dapat membuat rangkaian perangkat keras bekerja sesuai yang diharapkan. Sistem keamanan yang berupa sidik jari pada aplikasi ponsel berhasil bekerja ketika sidik jari tersebut sudah terdaftar pada ponsel pribadi. Pengujian secara keseluruhan berhasil dalam uji coba dengan LED sebagai indikator. Dalam penelitian ini juga perlu diingatkan bahwa perlu penyesuaian dalam hal pemasangan pada perangkat elektronik yang akan dipasangkan.

REFERENSI

- [1] A.Susanto, I. D. Jauhari "Rancang Bangun Aplikasi Android Untuk Kontrol Lampu Gedung Menggunakan Media Bluetooth Berbasis Arduino Uno", *Jurnal Teknik*, Vol. 8, No. 1, hal 51-58, Jan. 2019. <http://dx.doi.org/10.31000/jt.v8i1.1594>
- [2] R. Rahardi, D. Triyanto, Suhardi, "Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Sensor Fingerprint, SMS Gateway, Dan GPS Tracker Berbasis Arduino dengan Interface Website", *Jurnal Coding*, vol. 6, No. 3, hal 118-127, 2018. <http://dx.doi.org/10.26418/coding.v6i3.27700>
- [3] S. Samsugi, W. Wajiran, "IOT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindar Perampasan Sepeda Motor", *Jurnal Teknoinfo*, vol. 14, no. 2, hal 100-106, 2020. <https://doi.org/10.33365/jti.v14i2.653>
- [4] A. L. Widodo, O. Candra, "Kontrol Sepeda Motor Menggunakan Android," *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol 1, no. 2, 2020. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.29>

- [5] I. F. Hanif and G. M. Sinambela, "Pembuatan Aplikasi E-Tatib berbasis Android menggunakan Bahasa Pemrograman Dart," *Jurnal Teknologi dan Terapan Bisnis*, vol. 3, no. 2, Oktober 2020. <https://doi.org/10.0301/jtb.v3i2.79>
- [6] M. S. R. Ardliyansyah, A. Bachri, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Dan Pengendali Jarak Jauh Sepeda Motor Menggunakan Android Berbasis Nodemcu ESP32 dan GPS," *Jurnal FORTECH*, vol. 3, no. 1, 2022. <https://doi.org/10.56795/fortech.v3i1.104>
- [7] E. Susanti, N. Candra, "Perancangan Wireless Starter Kendaraan Bermotor Memanfaatkan Bluetooth Berbasis Arduino," *Sigma Teknika*, vol. 1, no.2, November 2018. <https://doi.org/10.33373/sigma.v1i2.1528>
- [8] R. Rizkyana, A. Surya, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Mengganti Saklar Starter Menggunakan Fingerprint", *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, hal 43-51, April 2021. <https://doi.org/10.37373/jttm.v2i1.90>
- [9] M. Babiuch, P. Folytynek, P. Smutny, "Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing", *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, May 2019. <https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2019.8765944>
- [10] M. N. Nizam, H. Yuana, Z. Wulansari "Mikrokontroler ESP32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web", *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 6, no. 2, hal 767-772, Desember 2022. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- [11] G. R. Auwali, A. Ahfas, S. D. Ayuni, "Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 3, no. 2, Oktober 2023. <https://doi.org/10.57152/malcom.v3i2.923>