

Bidang: Teknik Elektro, Listrik dan Otomasi

Topik: Rancangan Rangkaian Analog dan Elektronika

## Perancangan Sistem Starter Motor Berbasis Biometrik Menggunakan Arduino Uno

B. Handoko Purwojatmiko<sup>1</sup>, Indra Yusuf R<sup>2</sup>, Mustofa<sup>3</sup>, Ekyn Tarigan<sup>4</sup>, Muhammad Akbar Wardhana<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Politeknik STMI Jakarta

bhandoko@stmi.ac.id<sup>1</sup>, Indrayusuf502@gmail.com<sup>2</sup>, 70mustofa@gmail.com<sup>3</sup>,  
ekyntarigan12@gmail.com<sup>4</sup>, akbarwardhana.aw@gmail.com<sup>5</sup>

### ABSTRAK

Sistem starter kendaraan bermotor telah mengalami beberapa perubahan akibat perkembangan teknologi yang semakin maju. Khususnya pada kendaraan roda dua, sistem starter yang digunakan memiliki desain sederhana yang mengandalkan kelistrikan dari baterai. Namun, sistem ini masih memiliki kelemahan, di mana kendaraan roda dua sangat rentan terhadap kerusakan pada sistem starter. Kelemahan ini berkontribusi pada peningkatan kasus pencurian kendaraan bermotor di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada celah keamanan yang bisa dimanfaatkan. Beberapa teknologi baru kemudian diperkenalkan, seperti sistem keyless atau smart key yang menawarkan keamanan lebih baik. Kehadiran sistem starter yang lebih canggih diharapkan dapat mengurangi, bahkan menghentikan, kasus pencurian kendaraan bermotor. Selain faktor keamanan, ada juga masalah lain, yaitu seringnya konsumen kehilangan kunci. Berdasarkan data dari salah satu showroom kendaraan roda dua, rata-rata terdapat 50 - 60 permintaan per bulan untuk penggantian kunci keyless. Salah satu solusi untuk meningkatkan keamanan kendaraan roda dua adalah dengan menambahkan fitur pengenalan sidik jari sebagai input pada sistem biometrik yang dirancang dengan menggunakan basis perangkat keras Arduino Uno. Berdasarkan desain tersebut, sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan dapat menghidupkan kendaraan jika sidik jari yang dipindai sesuai dengan yang tersimpan dalam sistem. Hal tersebut dibuktikan dengan 97% tingkat keberhasilan dalam pemindaian sidik jari serta waktu respon sistem yaitu 2-3 detik.

**Kata kunci:** Arduino, Biometrik, Keamanan Kendaraan, Sidik Jari, Sistem Starter.

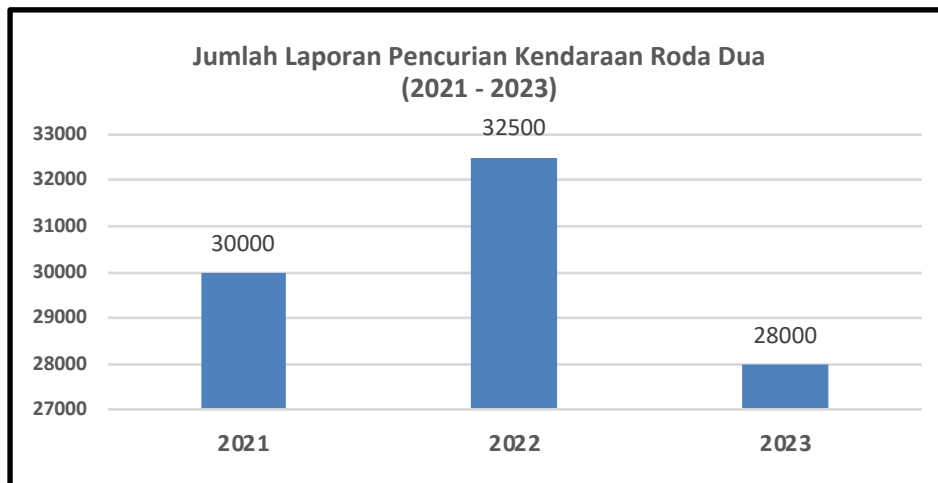
### ABSTRACT

*The starter system of motor vehicles has evolved in response to advances in technology. In particular, the starter system in two-wheeled vehicles features a simple design that relies on battery-powered electricity. However, this system has its vulnerabilities, making two-wheeled vehicles prone to starter system damage. This weakness has contributed to a rise in motor vehicle theft in Indonesia, revealing exploitable security gaps. To address these issues, new technologies such as keyless or smart key systems have been introduced, offering enhanced security. The introduction of these more advanced starter systems is expected to help reduce or even eliminate vehicle theft. In addition to security concerns, there is another challenge—frequent key loss by consumers. According to data from a two-wheeled vehicle showroom, there is an average of 50 monthly requests for keyless key replacements. One potential solution to improve security for two-wheeled vehicles is incorporating fingerprint recognition technology into a biometric system designed with Arduino. This system is designed to function effectively, allowing the vehicle to start only if the scanned fingerprint matches the stored data. This is proven by the 97% success rate in fingerprint scanning and the system response time is 2-3 seconds.*

**Keywords:** Arduino, Biometric System, Fingerprint, Starter System, Vehicle Safety

## PENDAHULUAN

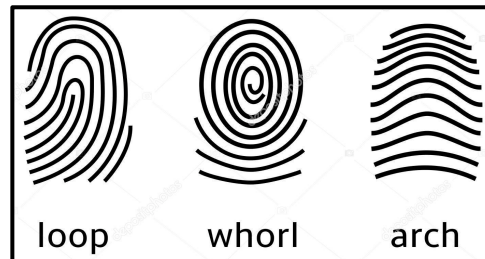
Pencurian kendaraan bermotor, khususnya kendaraan roda dua masih menjadi permasalahan serius di Indonesia. Berdasarkan data kepolisian, tingkat pencurian kendaraan bermotor terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga menimbulkan kekhawatiran di kalangan pemilik kendaraan. Berdasarkan data laporan pencurian kendaraan bermotor roda dua yang terjadi di Indonesia dalam tiga tahun terakhir didapatkan tren kenaikan angka pencurian dari tahun 2021 sampai tahun 2023. Adapun kasus tertinggi pencurian kendaraan roda dua dalam tiga tahun terakhir terjadi di beberapa wilayah seperti Jakarta, Surabaya, dan Medan. Beberapa faktor yang memicu tingginya kasus tersebut adalah sistem keamanan konvensional yang mudah dirusak oleh pelaku kriminal, dan minimnya penerapan teknologi keamanan modern oleh produsen kendaraan roda dua. Adapun data laporan pencurian kendaraan bermotor roda dua ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Jumlah laporan pencurian kendaraan roda dua dari tahun 2021 – 2023  
(Sumber: Laporan Tahunan Statistik Kriminalitas, Kepolisian Republik Indonesia, 2023)

Salah satu penyebab utama dari tingginya angka pencurian ini adalah kelemahan pada sistem starter kendaraan yang umumnya masih menggunakan kunci fisik konvensional. Sistem starter yang sederhana dan bergantung pada baterai sering kali mudah dirusak oleh pencuri yang memiliki pengetahuan dasar mengenai sistem kelistrikan kendaraan. Seiring dengan perkembangan teknologi, beberapa inovasi keamanan telah diperkenalkan, termasuk sistem starter *keyless* atau *smart key* [1]. Sistem ini memiliki tingkat keamanan lebih tinggi, namun masih terdapat sejumlah kekurangan, seperti masih adanya risiko pencurian jika kartu atau *remote key* hilang atau disalahgunakan. Selain itu, konsumen sering kali mengeluhkan hilangnya kunci, yang menyebabkan permintaan penggantian kunci *keyless* semakin meningkat. Berdasarkan data dari salah satu showroom kendaraan roda dua yang berlokasi di Jakarta Pusat, rata-rata terdapat 50 - 60 permintaan untuk penggantian kunci *keyless* setiap bulannya. Selain hal tersebut, teknologi ini masih memiliki kelemahan lain, seperti kerentanan terhadap gangguan sinyal. Selain itu, biaya untuk menggunakan teknologi ini relatif tinggi, sehingga belum dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah inovasi yang lebih terjangkau dan efektif dalam meningkatkan keamanan kendaraan roda dua. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan teknologi biometrik, seperti pengenalan sidik jari, yang dipadukan dengan sistem starter motor. Pola sidik jari manusia dapat digunakan dalam sistem starter kendaraan roda dua berbasis biometrik sebagai metode autentikasi yang aman dan unik. Setiap sidik jari memiliki pola khas yang terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu *loop*, *whorl*, dan *arch* seperti ditunjukkan pada Gambar 2 [2]. Dalam sistem starter berbasis sidik jari, pola ini dianalisis dan disimpan dalam sistem untuk memastikan hanya pengguna terdaftar yang dapat mengaktifkan kendaraan. Pola *loop* memiliki bentuk lengkungan yang dimulai dan berakhir pada satu sisi jari, dengan bagian tengah melingkar di tengah. Pola *whorl* lebih kompleks dibandingkan pola *loop* yang ditandai dengan lingkaran atau spiral yang penuh di bagian tengah sidik jari. Pola *whorl* memiliki tingkat keunikan lebih tinggi dibandingkan pola *loop* dan *arch*. Pola *arch* memiliki bentuk seperti gelombang yang naik dan turun tanpa lingkaran.



**Gambar 2.** Pola sidik jari manusia  
(Sumber: [2])

Teknologi biometrik menawarkan keunggulan dalam hal keamanan karena menggunakan identitas unik pengguna yang sulit dipalsukan [3]. Berbeda dengan sistem starter yang menggunakan NFC (*Near Field Communication*) atau *smart key*, dimana teknologi tersebut masih memerlukan perangkat fisik yang perlu dibawa oleh pengguna kendaraan bermotor. Teknologi biometrik memiliki keunggulan lebih jika dibandingkan dengan teknologi NFC dan *smart key*, dimana hanya pengguna yang terdaftar dan memiliki sidik jari yang sesuai yang dapat mengoperasikan kendaraan, sehingga dapat berdampak meminimalkan tindakan pencurian. Selain teknologi biometrik, penggunaan Arduino Uno diperlukan sebagai platform mikrokontroler yang mudah digunakan dan terjangkau, menjadi pilihan kombinasi ideal untuk merancang sistem starter berbasis biometrik [4]. Arduino memiliki fleksibilitas dalam pengembangan sistem elektronik dan mampu mendukung berbagai sensor biometrik, seperti sensor sidik jari, untuk diterapkan dalam sistem starter kendaraan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem starter motor berbasis biometrik menggunakan Arduino Uno sebagai solusi untuk mengatasi kekhawatiran pelanggan terhadap keamanan kendaraan pengguna [5]. Arduino Uno dipilih karena fleksibilitasnya dalam pengembangan sistem, biaya yang relatif terjangkau, serta kemudahan dalam pengaturan perangkat keras dan perangkat lunaknya. Dengan sistem ini, diharapkan dapat tercipta inovasi yang efektif, terjangkau, dan mampu meningkatkan tingkat keamanan serta kenyamanan pengguna kendaraan roda dua di Indonesia.

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem starter motor berbasis biometrik yang menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, dengan tujuan mengatasi kekhawatiran pelanggan terhadap pencurian kendaraan bermotor. Metode penelitian yang digunakan meliputi beberapa tahapan penting, yaitu perancangan perangkat keras sampai dengan pengujian sistem secara keseluruhan. Berikut merupakan tahapan metode penelitian yang dilakukan:

##### **Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka yang dilakukan terkait dengan teknologi biometrik, sistem keamanan kendaraan bermotor dan penggunaan Arduino Uno sebagai sistem kontrol. Dalam tinjauan pustaka, penggunaan Arduino Uno dan integrasinya menjadi titik fokus dalam pengembangan rancangan sistem starter motor berbasis biometrik.

##### **Perancangan Sistem Perangkat Keras dan Perangkat Lunak**

Tahap perancangan pada penelitian ini dimulai dengan menentukan komponen utama perangkat keras seperti modul sensor sidik jari, tipe Arduino Uno ATmega 328, relay 5V 1 kanal, serta komponen pendukung lainnya seperti LCD dan modul komunikasi yang akan digunakan dalam perancangan sistem starter. Setelah penentuan komponen, maka integrasi komponen dilakukan untuk selanjutnya merancang sirkuit elektronika agar sensor sidik jari dapat terkoneksi dengan Arduino Uno serta sistem starter kendaraan roda dua. Perangkat lunak yang dirancang pada penelitian ini menggunakan Arduino IDE. Algoritma yang dirancang harus dapat memastikan sensor dapat memproses data biometrik dan mencocokkan sidik jari pengguna dengan database yang tersimpan. Jika sidik jari sesuai, sistem akan mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan relay dan menyalakan motor.

##### **Pengujian dan Validasi Sistem**

Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan memastikan perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi secara integrasi. Tahap ini meliputi pengujian modul sensor sidik jari, Arduino, serta relay untuk mengaktifkan starter kendaraan. Untuk mengukur keefektifan sistem, dilakukan simulasi percobaan pencurian dengan berbagai skenario, seperti penggunaan sidik jari yang tidak terdaftar, kerusakan pada sensor, serta pengujian daya tahan perangkat keras. Selain itu, dilakukan juga

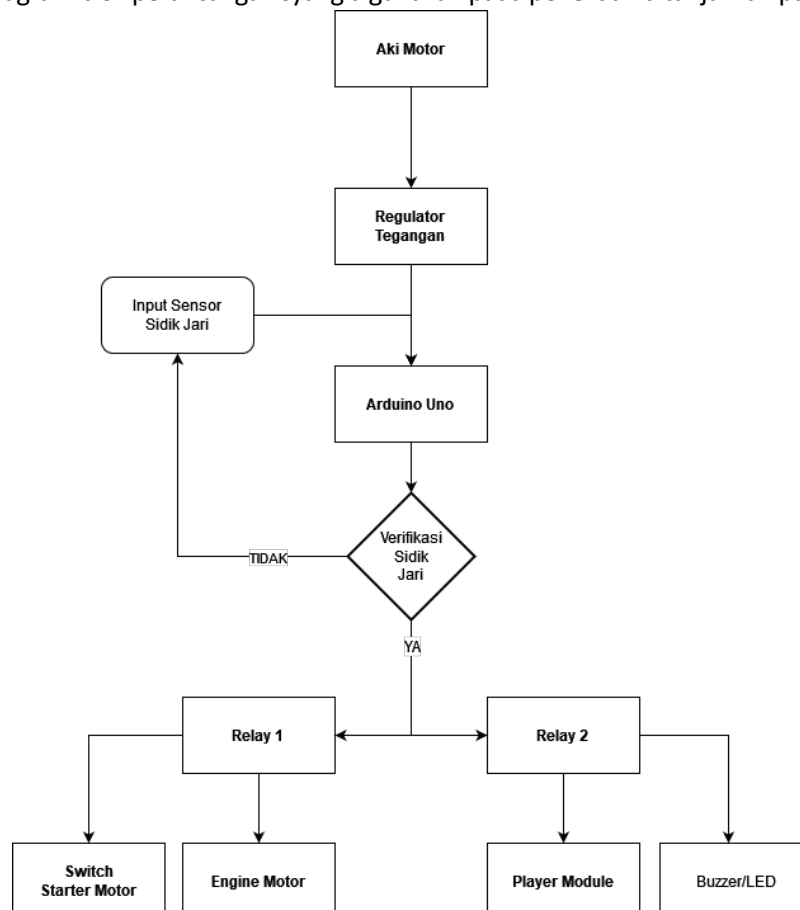
pengujian terhadap waktu respon sistem dalam menyalakan kendaraan. Pengujian ini akan dilakukan secara manual dengan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu respon sistem.

### Analisis Data dan Evaluasi Sistem

Setelah pengujian dilakukan, data terkait dengan tingkat keamanan akan dianalisis, termasuk respons sistem terhadap sidik jari palsu, waktu respon sistem, serta ketahanan perangkat keras. Analisis kinerja sistem dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi sejauh mana sistem starter biometrik berhasil mengurangi risiko pencurian kendaraan dibandingkan dengan sistem konvensional.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian perancangan sistem starter motor yang berbasis teknologi biometrik telah berhasil dilakukan. Tahap perancangan perangkat lunak dan perangkat keras untuk sistem starter motor berbasis biometrik diintegrasikan dengan Arduino Uno. Sistem ini dirancang untuk dapat mengurangi kekhawatiran pelanggan terhadap pencurian kendaraan bermotor, khususnya pada sepeda motor, dengan menggunakan inovasi desain yang dibuat. Gambaran berupa Diagram Blok dibuat untuk dapat memvisualisasikan kegiatan apa saja yang terdapat dalam sistem. Dalam perancangan diagram blok tersebut dapat menerangkan rangkaian yang digunakan dalam perancangan sistem starter motor berbasis biometrik menggunakan Arduino Uno. Adapun diagram blok perancangan yang digunakan pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.

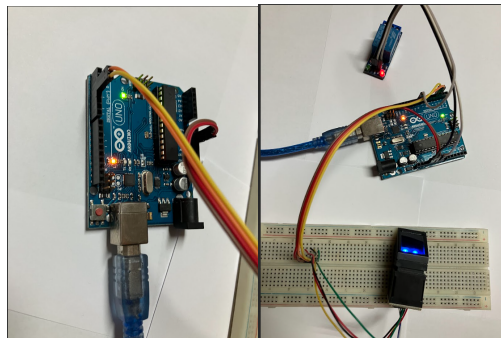


Gambar 3. Diagram blok perancangan perangkat keras sistem starter motor berbasis biometrik

### Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dirancang memiliki beberapa komponen utama yang terdiri dari Arduino Uno sebagai pengendali utama, Sensor sidik jari sebagai masukan ke sistem untuk membaca dan mencocokkan sidik jari pengguna dengan data yang telah disimpan, relay yang berfungsi seperti saklar untuk menyambung atau memutus aliran Listrik menuju starter motor berdasarkan pada pembacaan dan verifikasi sidik jari, dan LCD Display untuk menampilkan status sistem seperti terverifikasi atau akses ditolak disertai suara yang tersambung dengan buzzer [6]. Seluruh komponen utama tersebut selanjutnya diintegrasikan menjadi satu kesatuan sistem. Dalam tahap pengujian perangkat keras, integrasi yang dibuat mampu untuk menyalakan kendaraan saat sidik jari yang digunakan tersimpan dalam sistem dan juga menolak akses sidik jari yang tidak

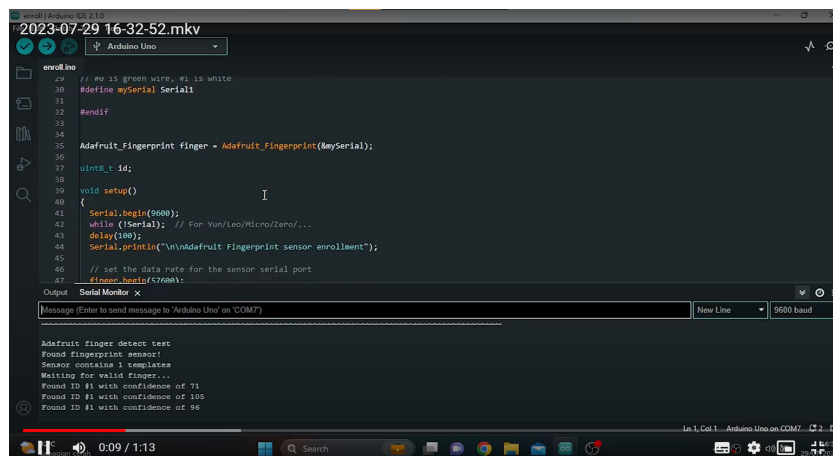
terdaftar dalam sistem. Susunan rangkaian elektronika pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan komponen elektronika yang disusun dalam rancangan sistem starter motor

### Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibuat dalam penelitian ini, dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE. Algoritma yang dirancang terdiri dari beberapa tahap penting seperti pendaftaran sidik jari, verifikasi sidik jari, dan keamanan tambahan. Pada tahap awal, sistem meminta pengguna untuk dapat mendaftarkan sidik jari agar dapat disimpan dalam memori sistem. Setelah melakukan pendaftaran, tahap verifikasi sidik jari dilakukan ketika pengguna ingin menyalakan kendaraan. Sistem akan memindai sidik jari dan mencocokkannya dengan data yang telah tersimpan. Jika sistem dapat mencocokkan pindaian sidik jari tersebut, maka kendaraan akan otomatis menyala melalui rangkaian starter yang telah dimodifikasi. Keamanan tambahan juga dibuat untuk dapat memastikan bahwa sistem starter dengan basis biometric ini memiliki kehandalan dalam menjaga keamanan. Jika pengguna melakukan pemindaian sidik jari yang tidak terdaftar pada sistem sebanyak tiga kali percobaan, maka sistem akan mengunci motor starter selama beberapa saat. Berdasarkan pada hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi yang diuji saat perancangan. Gambar 5 menunjukkan proses verifikasi dari pembacaan sidik jari pada sensor.



Gambar 5. Simulasi dalam perangkat lunak untuk mengetahui keberhasilan tahap verifikasi

### Pengujian Sistem dan Keamanan Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan berbagai skenario untuk dapat memastikan keandalan dan keamanan sistem. Pengujian dilakukan dengan memindai sidik jari dari pengguna yang berbeda-beda. Sistem yang berbasis biometric ini dapat memberikan keamanan tambahan dibandingkan dengan sistem starter konvensional. Dengan menggunakan sidik jari, risiko pencurian kendaraan berkurang secara signifikan, karena sidik jari adalah identitas unik yang sulit untuk dipalsukan atau diretas seperti sistem *keyless*. Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut:

1. Dari 100 kali percobaan, sistem berhasil mengenali sidik jari yang terdaftar sebanyak 97 kali, dengan tingkat keberhasilan sebesar 97%.
2. Tidak terdapat sidik jari yang tidak terdaftar yang berhasil mengakses sistem, menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keamanan yang memadai.

3. Dalam proses menyalakan sistem membutuhkan rata-rata waktu 2-3 detik untuk mengenali dan mengaktifkan starter kendaraan, yang masih dalam batas wajar dan nyaman bagi pengguna.

**Tabel 1.** Hasil pengujian sistem starter motor berbasis biometrik

No.	Jenis Pengujian	Jumlah Percobaan	Keberhasilan (%)
1.	Pengenalan Sidik Jari	100	97%
2.	Penolakan Sidik Jari	100	100%
3.	Waktu Respon Sistem	100	2-3 detik

### Pembahasan

Perancangan sistem starter motor berbasis biometrik dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi masalah pencurian kendaraan bermotor yang terjadi di Indonesia. Dengan teknologi pengenalan sidik jari, sistem ini memberikan keamanan lebih baik dibandingkan dengan kunci konvensional maupun *keyless*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat diimplementasikan dengan baik, dengan tingkat keberhasilan pengenalan sidik jari yang tinggi. Selain itu, kelebihan lain dari rancangan sistem ini adalah pengguna cukup hanya memindai sidik jari untuk dapat menyalakan kendaraan, tanpa perlu membawa kunci fisik [7]. Meskipun masih terdapat beberapa kendala teknis seperti sensitivitas sensor terhadap kondisi lingkungan sehingga menyebabkan beberapa kondisi seperti lembap, kotor, ataupun basah. Namun secara keseluruhan sistem ini dapat menjadi alternatif yang menarik untuk diterapkan secara komersial. Permasalahan seperti keterbatasan sensor tersebut maupun ketergantungan baterai pada sistem biometrik dapat dijadikan fokus pengembangan selanjutnya. Adapun kontribusi penelitian dari hasil perancangan yang dibuat yaitu pengembangan sistem starter motor yang lebih aman dan dapat diakses oleh masyarakat melalui penerapan teknologi berbasis Arduino Uno. Selain meningkatkan keamanan, sistem ini juga dapat meningkatkan kenyamanan pengguna karena dapat mengeliminasi kebutuhan kunci fisik untuk menyalakan kendaraan roda dua. Gambar 6 menunjukkan proses pemasangan dan perakitan sistem starter motor berbasis biometrik pada kendaraan berjenis matik.



**Gambar 6.** Proses pemasangan sistem biometrik starter pada motor matik

### KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem starter motor berbasis biometrik ini berhasil memenuhi tujuan untuk meningkatkan keamanan pada kendaraan roda dua. Pengenalan sidik jari memberikan lapisan keamanan yang sulit untuk ditembus, terutama apabila dibandingkan dengan sistem konvensional berbasis kunci fisik atau *keyless*. Selain itu, waktu respon yang cepat dapat memberikan kenyamanan yang cukup bagi pengguna. Dukungan implementasi Arduino Uno sebagai pengendali utama terbukti efektif, yang mana perangkat tersebut cukup fleksibel dan mudah untuk diprogram sesuai kebutuhan. Penggunaan sensor sidik jari yang terintegrasi dengan Arduino juga memungkinkan sistem ini untuk diimplementasikan secara luas pada berbagai jenis kendaraan roda dua. Adapaun tantangan yang ditemukan selama pengujian adalah sensitivitas sensor sidik jari terhadap kondisi sidik jari yang kotor atau basah, yang mengakibatkan beberapa kegagalan dalam pengenalan. Untuk itu, perawatan sensor dan kondisi kebersihan pengguna sangat mempengaruhi performa sistem. Oleh karena itu, sistem starter motor berbasis biometrik ini dapat menjadi solusi yang dapat diandalkan untuk mengatasi kekhawatiran konsumen terhadap pencurian kendaraan bermotor, serta menawarkan kenyamanan tambahan dengan penggunaan sidik jari. Selain itu, terdapat beberapa peluang inovasi seperti pembuatan aplikasi *mobile* untuk mempermudah pengembangan fitur tambahan lainnya.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kepada Politeknik STMI Jakarta yang telah memberi kesempatan kepada tim peneliti untuk dapat merealisasikan rancangan sistem starter motor pada salah satu kendaraan roda dua milik Politeknik STMI Jakarta.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] S. Byun, S.E. Byun, Exploring perceptions toward biometric technology in service encounters: a comparison of current users and potential adopters, [Http://Dx.Doi.Org/10.1080/0144929X.2011.553741](http://Dx.Doi.Org/10.1080/0144929X.2011.553741) 32 (2013) 217–230. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2011.553741>.
- [2] M. Joshi, B. Mazumdar, S. Dey, A comprehensive security analysis of match-in-database fingerprint biometric system, *Pattern Recognit Lett* 138 (2020) 247–266. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.07.024>.
- [3] A. De Keyser, Y. Bart, X. Gu, S.Q. Liu, S.G. Robinson, P.K. Kannan, Opportunities and challenges of using biometrics for business: Developing a research agenda, *J Bus Res* 136 (2021) 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.07.028>.
- [4] S. Maheshwari, P. Choudhary, Hidden Biometric Security Implementation through Human Brain's Artificial Macro Structure, *Procedia Comput Sci* 78 (2016) 625–631. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2016.02.109>.
- [5] A. Nait-Ali, Hidden biometrics: Towards using biosignals and biomedical images for security applications, 7th International Workshop on Systems, Signal Processing and Their Applications, *WoSSPA 2011* (2011) 352–356. <https://doi.org/10.1109/WOSSPA.2011.5931509>.
- [6] M. Nur Ikhsan, Ibrahim, R. Rahmadewi, Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Teknologi Biometrik Sidik Jari Menggunakan Sensor Fingerprint R305, *Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi* 7 (2022) 144–152.
- [7] E. Nasrullah, A. Ulya Darajat, F. Lukman Hadi, Pembuatan Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Menggunakan SMS, *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro* 15 (2021) 209–217.