

OPTIMASI SENSOR SIDIK JARI (*FINGERPRINT*) DAN PELACAK LOKASI (*GPS TRACKER*) UNTUK KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS *PROTOTYPE*

Suheri Suheri ^{1*}, Bryan Stein Sihombing ², Zainal Arif ³, Syamsul Bahri Widodo ⁴

^{1,2,3,4} *Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Rekayasa, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Meurandeh, Langsa 24416, Aceh*

Email :suheri@unsam.ac.id

ABSTRAK

Sistem keamanan sepeda motor saat ini menggunakan kunci kontak konvensional yang dengan mudahnya dibobol para begal. Adapun sepeda motor dengan sistem keamanan remote kontrol masih saja bisa di dicuri salah satunya dengan mencuri remotnya sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem keamanan sepeda motor menggunakan sensor sidik jari dengan penambahan pelacak lokasi berbasis prototipe. Sistem ini dirancang untuk mengidupkan dan mematikan sepeda motor serta memudahkan akses tanpa membawa kunci lagi. Prototipe ini menggunakan komponen utama seperti sensor sidik jari, arduino mega, modul sim 800L, Gps Neo N8M, sensor getar, Modul LCD I2C 16x2, dan buzzer. Adapun penambahan kontrol untuk membuka jok, tangki motor dan kunci stang melalui servo dan relay. Metode yang digunakan adalah studi literatur, observasi, metode pengembangan dan eksperimen. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat bekerja secara akurat dalam mengenali sidik jari terdaftar, mengaktifkan dan mematikan sistem, serta melacak lokasi kendaraan melalui SMS. Sistem akan mendeteksi adanya percobaan pencurian seperti getaran pada sensor getar dan sidik jari tidak terdaftar, dan pada kondisi tersebut alarm akan menyala.

Kata Kunci : Keamanan Sepeda Motor, Sensor Sidik Jari, GPS Tracker, Arduino Mega

ABSTRACT

The current motorbike security contact system uses conventional keys which can easily be broken into by thieves. Meanwhile, motorbikes with remote control security systems can still be stolen, one of which is by stealing the remote itself. This research aims to create a motorbike security system using a fingerprint sensor with the addition of a prototype-based location tracker. This system is designed to turn the motorbike on and off and make it easier to access without carrying a key. This prototype uses main components such as a fingerprint sensor, Arduino Mega, SIM 800L module, Gps Neo N8M, vibration sensor, I2C 16x2 LCD module, and buzzer. As well as adding controls to open the seat, motorbike tank and handlebar lock via servo and relay. The methods used are literature study, observation, development methods and experiments. Test results show the system can work accurately in recognizing registered fingerprints, activating and deactivating the system, and tracking vehicle location via SMS. The system will detect attempted theft such as vibrations on the vibration sensor and fingerprints not being registered, and in these conditions the alarm will turn on.

Keywords: Motorbike Security, Fingerprint Sensor, GPS Tracker, Arduino Mega

1. PENDAHULUAN

Teknologi di era modern saat ini terus berkembang pesat. Perkembangan teknologi tak lepas dari kebutuhan manusia akan rasa aman (Situmorang dkk., 2015). Oleh karena itu masyarakat dituntut untuk kreatif dalam memanfaatkan teknologi untuk membantu aktivitas mereka, termasuk dalam hal keamanan (M. I. F. Ramadhan, 2021). Salah satu contohnya adalah keamanan kendaraan. Teknologi yang matang dan praktis sangatlah diperlukan untuk melengkapi kebutuhan masyarakat yang beragam. Keamanan kendaraan menjadi salah satu fokus utama, mengingat maraknya kasus pencurian dan perampokan. Oleh karena itu, pengembangan teknologi yang inovatif dan solutif untuk meningkatkan rasa aman menjadi sebuah keharusan.

Sensor sidik jari (*Fingerprint*) merupakan perangkat elektronik yang memanfaatkan sensor pemindaian untuk mengidentifikasi sidik jari individu sebagai cara untuk memverifikasi identitas (Sonjaya dkk., 2021). Saat ini penggunaan sensor *fingerprint* telah meluas pada berbagai perangkat elektronik yang memerlukan tingkat keamanan yang tinggi, seperti smartphone, pintu masuk, sistem absensi karyawan, dan lainnya (Diskominfo, 2020). Pada dasarnya fungsi *Fingerprint* adalah untuk melindungi dan melakukan verifikasi, serupa dengan penggunaan password dan pola, namun menggunakan sidik jari sebagai media verifikasi, yang berperan sebagai ID atau kunci utama. Teknologi identifikasi sidik jari telah berkembang pesat dalam berbagai perangkat elektronik. Sebagaimana kita saksikan, banyak perangkat seperti ponsel Android, laptop/PC, brankas pribadi, dan beberapa sistem pengamanan pintu rumah yang telah mengadopsi teknologi sidik jari (Brijet dkk., 2017). Penggunaan teknologi sidik jari untuk mengamankan kendaraan telah terbukti efektif dan andal. Keunikan dan ketidakmungkinan untuk menduplikasi sidik jari memberikan tingkat keamanan yang tinggi (Budi Santoso dkk., 2021).

Sepeda motor merupakan kendaraan dengan dua roda yang didorong oleh mesin. Dua roda tersebut sejajar dan pada kecepatan tinggi, sepeda motor tetap stabil karena gaya giroskopik. Namun, saat kecepatan rendah, stabilitas atau keseimbangan sepeda motor tergantung pada pengaturan setang oleh pengendara (R. Ramadhan & Gunawan, 2019). Penggunaan sepeda motor sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia (Iskandar, t.t.). Dilansir dari Badan Pusat Statistik (BPS), perkembangan jumlah kendaraan sepeda motor pada tahun 2021 mencapai 120.042.298 unit (Badan Pusat Statistik, 2024) (Afandi, 2021). Peningkatan penggunaan sepeda motor beriringan dengan bertambahnya angka kejahatan baik pencurian atau pembegalan pada sepeda motor. Kasus ini selalu meningkat dari tahun ke tahun (Sugiharto & Lestari, 2015). Dilansir pada Databoks kriminal yang dikeluarkan oleh Kepolisian Republik Indonesia (Polri), selama periode Januari-November 2023 terjadi sebanyak 38.438 kasus pencurian kendaraan bermotor di Indonesia (Annur, 2023) (Meilandi, 2024). Meningkatnya angka kriminalitas ini terutama terkait dengan pencurian sepeda motor menjadi sebuah ancaman bagi masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, perlu dikembangkan solusi keamanan yang lebih efektif untuk melindungi aset berharga ini.

Melihat kondisi permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat suatu sistem keamanan sepeda motor yang terintegrasi dengan sensor sidik jari (*Fingerprint*) dan *GPS Tracker*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Pengembangan. Penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya dikembangkan lagi untuk mencapai optimasi dan fitur terbaru berbasis prototipe (Jiang dkk., 2012). Pengembangan yang dimaksud seperti penyatuan komponen sistem keamanan, misalnya arduino mega, sensor sidik jari, modul sim 800L, Gps Neo N8M, sensor getar, Modul LCD I2C 16x2, dan buzzer, digabungkan dalam satu kesatuan. Selain itu penelitian ini juga menambahkan kontrol baru untuk permasalahan membuka & menutup

kunci stang, jok atau tangki minyak (bagi sepeda motor besar). Penelitian ini merupakan gabungan dari penelitian sebelumnya (Hafrizal Kurniawan, 2019). Dari penelitian ini, akan dilakukan beberapa pengembangan, termasuk penggunaan perangkat yang berbeda dan penambahan beberapa fitur untuk memudahkan pengguna dalam penggunaannya.

Teknologi ini diharapkan dapat memberikan fitur keamanan tambahan dengan cara mengidentifikasi pemilik sepeda motor secara unik melalui sidik jari mereka. Selain itu, teknologi ini dapat memberikan kenyamanan bagi pemilik sepeda motor karena memungkinkan akses yang cepat dan aman terhadap kendaraan mereka. Dengan adanya inovasi ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dalam menangani permasalahan keamanan sepeda motor, mengurangi angka pencurian, serta memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pemilik.

2. METODE

2.1 Metode Penelitian

Waktu dan tempat penelitian dilakukan di Universitas Samudra, Kota Langsa, Nanggroe Aceh Darrusalam. Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Metode Observasi

Metode observasi dalam penelitian adalah teknik pengumpulan data dengan mengamati langsung objek atau fenomena yang sedang diteliti, tanpa intervensi dari peneliti

- Studi Literatur

Metode studi literatur merupakan rangkaian tindakan yang melibatkan pengumpulan informasi dari sumber-sumber tertulis, membaca, mencatat, serta mengelola materi penelitian

- Metode Eksperimen

Proses eksperimen dapat melibatkan serangkaian skenario uji, seperti simulasi percobaan pencurian, pengujian akurasi sidik jari pada kondisi basah dan kering serta

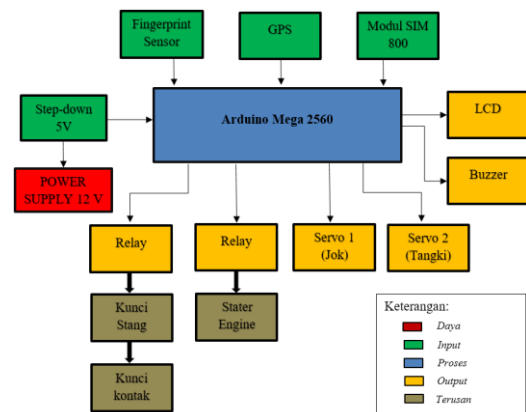
pengujian keakuratan pelacak lokasi (*Gps Tracker*)

Pembuatan prototype dilakukan meliputi sebagai berikut:

- 1) Perancangan Perangkat Keras (Hardware)
- 2) Perancangan Perangkat Lunak (Program)

2.2 Blok Diagram

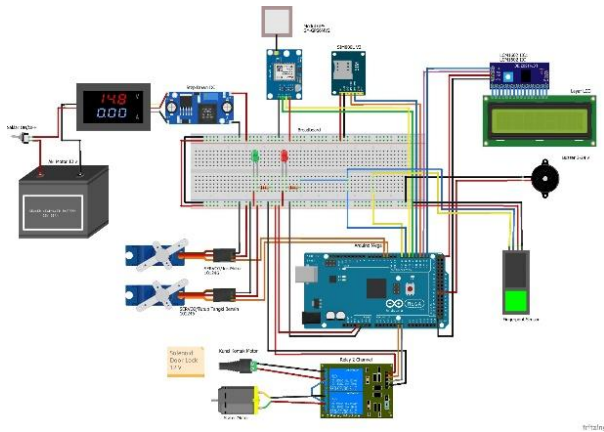
Blok diagram digunakan untuk menggambarkan alur kerja dan hubungan antara komponen-komponen utama dalam sistem. Ini termasuk sensor sidik jari, mikrokontroler, modul GPS, modul GSM, dan perangkat antarmuka pengguna seperti Ponsel. Diagram blok menjelaskan bagaimana alat beroperasi secara keseluruhan, dimulai dari tahap input (masukan), melalui proses, hingga mencapai output (keluaran).



Gambar 1 Blok Diagram Input & Output Sistem

2.3 Perancangan Rangkaian

Perancangan keseluruhan sistem terdiri dari empat elemen utama yang saling terhubung, yaitu rangkaian input, rangkaian pengendali, rangkaian output, serta perangkat lunak yang mendukung integrasi antar komponen. Rangkaian ini mencakup berbagai komponen elektronika, baik sebagai input maupun output, yang diperlukan agar mikrokontroler dapat berfungsi dengan optimal. Perancangan rangkaian dibutuhkan sebagai gambaran awal sebelum di implementasikan. Rancangan lengkap dari sistem ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2 Skematik Rancangan Prototipe

2.4 Alat dan Bahan

• Alat

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- Papan ukuran 40 x 50 cm sebagai alas, dengan tebal 1-2 cm.
- Bahan Pendukung Elektronik: Seperti resistor, transistor, lampu LED dan kabel jumper.
- Casing Pelindung: Untuk melindungi komponen dari elemen lingkungan dan potensi kerusakan.
- Lem, baut, mur, cutter, gunting: Untuk merakit dan mengamankan komponen.
- Solder: Untuk menyambungkan beberapa modul yang belum di solder.
- Laptop dengan Sistem Operasi Windows 11 Home 64bit yang akan digunakan untuk program code pada aplikasi Arduino Ide.
- Hp Android untuk pelacakan lokasi perangkat.

• Bahan

Bahan yang diperlukan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sensor Sidik Jari (*Fingerprint*) R307
- Papan Breadboard
- Arduino Mega 2560
- 16x2 LCD I2C
- Buzzer
- Power Supply (Aki 12 V)
- Step Down DC
- Relay 2 Channel
- Modul GPS Ublox Neo M8N
- Modul SIM 800L V2

- Voltmeter digital
- Sensor Getar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan merupakan bagian penting dari penelitian yang bertujuan untuk menyajikan data pembuatan prototipe. Pada bagian ini akan dibahas alur pembuatan prototipe sistem keamanan sepeda motor menggunakan sensor sidik jari dan *GPS Tracker*.

3.1 Pembuatan Perangkat Keras

Dalam pembuatan prototipe diawali dengan menyiapkan perangkat keras atau-alat alat yang dibutuhkan. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

1) Penyiapan komponen

Pembuatan perangkat keras dimulai dengan mempersiapkan seluruh komponen yang telah direncanakan. Semua bahan diletakkan pada plat (papan) yang berfungsi sebagai alas untuk prototipe. Penempatan perangkat dilakukan sesuai dengan rancangan rangkaian yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 3. Penyiapan Komponen Perangkat Keras

2) Penentuan Pin Arduino

Proses penentuan pin Arduino melibatkan menetapkan fungsi atau peran yang akan dimainkan oleh setiap pin pada papan mikrokontroler Arduino. Koneksi antara pin arduino mega dengan komponen akan di sajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Penentuan Pin Arduino

Komponen	VCC	GND	Pin Komunikasi
----------	-----	-----	----------------

LCD I2C 16x2	5V	GND	SDA = Pin 20, SCL = Pin 21
Sensor <i>Fingerprint</i> R307	3.3V - 5V	GND	TX = Pin 15, RX = Pin 14 (Serial 3)
GPS NEO 8M	5V	GND	TX = Pin 17, RX = Pin 16 (Serial 2)
SIM 800L v2	5V	GND	TX = Pin 19, RX = Pin 18 (Serial 1)
Relay 2 Channel	5V	GND	IN1 = A6, IN2 = A7
Servo 1 (Pembuka Jok)	5V	GND	IN = Pin 1
Servo 2 (Pembuka Tangki Minyak)	5V	GND	IN = Pin 2

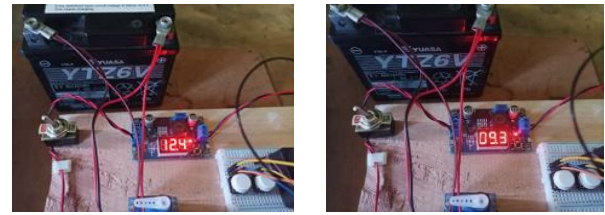
- 3) Penentuan Kabel Sesuai Warna
Penentuan kabel jumper sesuai warna untuk memudahkan dalam membedakan fungsi atau perannya.

Tabel 2. Penentuan Kabel Jumper Sesuai Warna

Komunikasi	Warna Kabel
VCC	Merah
GND	Hitam
SDA	Biru
SCL	Ungu
RX	Kuning
TX	Hijau
IN 1	Jingga
IN 2	Abu-abu

- 4) Pemilihan Tegangan

Sumber daya yang digunakan dalam prototipe ini berasal dari aki 12 v. Dalam pemilihan tegangan diperlukan modul stepdown dc untuk menurunkan aki 12 v ke 9 v.



Gambar 4. Tegangan Aki semula 12V diturunkan menjadi 9 V

3.2 Pembuatan Perangkat Lunak / Prgram

Pembuatan perangkat lunak meliputi langkah langkah berikut:

- 1) Persiapan Aplikasi

Pembuatan perangkat lunak dimulai dengan mendownload aplikasi Arduino Ide versi terbaru (2.3.2). Langkah selanjutnya yaitu mendownload library yang dibutuhkan pada pembuatan program pada menu Library Manager.

Tabel 3. Library Program yang Dibutuhkan

Komponen	Nama Library	Versi/Pembuat
Sensor Sidik Jari R307	<i>Adafruit Fingerprint Sensor Library</i>	Adafruit
LCD 12x6 I2C	<i>Liquid Crystal I2C</i>	Frank de Brabander
GPS Neo N8M	<i>Tiny GPS Plus</i>	Mikalhart
Servo SG 90	<i>Servo</i>	Mikalhart
Sim 800L V2	<i>GSMSim</i>	Erdem Arslan
Komunikasi Serial (Opsional)	<i>SoftwareSerial Library</i>	Arduino
Komunikasi I2C (Opsional)	<i>Wire</i>	Arduino

- 2) Pembuatan Program (*Coding*)

- Langkah pertama sebelum program alat yaitu mendaftarkan sidik jari pada sensor sidik jari.
- Pembuatan program awal yaitu dengan memasukkan library yang sesuai dengan perangkat keras.
- Tahap selanjutnya membuat deklarasi dan inisialisasi variabel dan objek, dan pin yang sudah ditentukan.
- Membuat fungsi inisialisasi awal sistem.

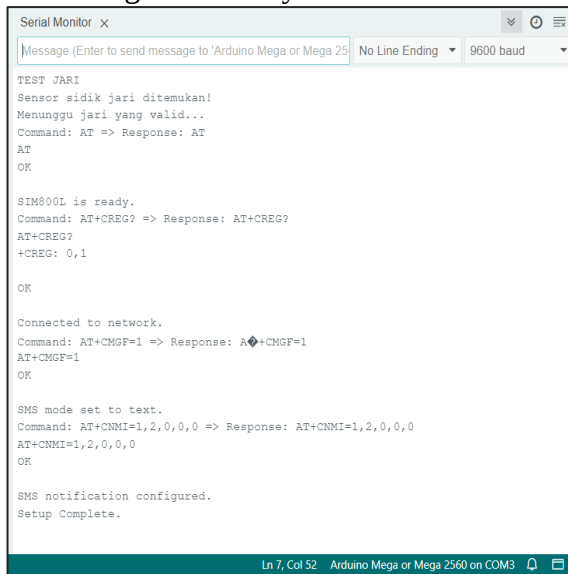
- Pembuatan fungsi setup yang dijalankan satu kali ketika program pertama kali dimulai.
- Membuat fungsi loop yaitu fungsi yang dijalankan berulang kali selama board Arduino aktif.
- Selanjutnya pembuatan kode yang berfungsi menerima pesan dan membalas pesan tersebut berisi lokasi pelacak lokasi.

3) Upload Program

Proses terakhir memindahkan semua kode yang telah dibuat di Arduino IDE ke papan mikrokontroler Arduino sehingga dapat dijalankan sesuai program yang dibuat.

4) Finishing

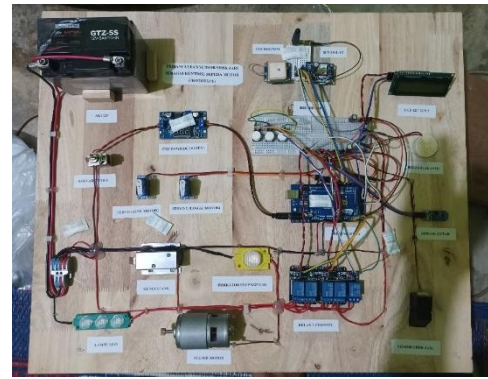
Tahap finishing yaitu melakukan monitoring pada serial monitor pada arduino ide untuk melihat apakah komponen berjalan sesuai program dan berfungsi semestinya.



Gambar 5. Monitoring pada Serial Monitor Arduino Ide

3.3 Pengujian Prototipe

Beberapa skenario pengujian prototipe dilakukan pada perangkat keras untuk memastikan implementasi berjalan dengan baik. Beberapa pengujian yang dilakukan yaitu uji fungsi antara jari dengan sistem, akurasi sensor sidik jari dan pengujian pelacak lokasi. Untuk gambar hasil implementasi bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Implementasi Prototipe

1) Uji Fungsi

Pengujian dilakukan dengan menguji jari yang terdaftar dan tidak terdaftar serta melihat respon sistem.

Jari	Status Jari	Respon Sistem	Relay	Kesimpulan
Jempol Kanan	Terdaftar	Jari diterima, sistem mengaktifkan relay 1 dan 2 (stop kontak dan stater)	ON	Berhasil
Telunjuk Kanan	Terdaftar	Jari diterima, sistem mengaktifkan relay 1 dan 2 (stop kontak dan stater)	ON	Berhasil
Jari Tengah Kanan	Terdaftar	Jari diterima, sistem mengaktifkan relay 1 dan 2 (stop kontak dan stater)	ON	Berhasil
Jempol Kiri	Tidak Terdaftar	Jari ditolak, alarm berbunyi 0,5 detik dan peringatan di Modul LCD	OFF	Berhasil
Telunjuk Kiri	Tidak Terdaftar	Jari ditolak, alarm berbunyi 0,5 detik dan peringatan di Modul LCD	OFF	Berhasil

Gambar 7. Uji Fungsi Prototipe

2) Akurasi Sensor Sidik Jari

Pengujian dilakukan dengan mencoba sidik jari yang terdaftar dan tidak terdaftar pada kondisi jari bersih dan kering, masing masing jari diuji sebanyak 20 kali.

Sidik Jari	Status	TP	FP	TN	FN
Jari jempol kanan	Terdaftar	20	0	0	0
Jari telunjuk kanan	Terdaftar	19	0	0	1
Jari tengah kanan	Terdaftar	20	0	0	0
Jari manis kanan	Tidak terdaftar	0	0	20	0
Jari kelingking kanan	Tidak terdaftar	0	0	20	0
Jari jempol kiri	Terdaftar	19	0	0	1
Jari telunjuk kiri	Terdaftar	20	0	0	0
Jari tengah kiri	Tidak terdaftar	0	0	20	0
Jari manis kiri	Tidak terdaftar	0	0	20	0
Jari kelingking kiri	Tidak terdaftar	0	0	20	0
Total		98	0	100	2

Gambar 8 Akurasi Sensor Sidik jari

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{98 + 100}{98 + 0 + 100 + 2} \times 100\% \\
 &= 0,99 \times 100\% \\
 &= 99\%
 \end{aligned}$$

$$FAR = \frac{0}{0 + 100} \times 100\% = 0\%$$

$$FRR = \frac{2}{2 + 98} \times 100\% = 2\%$$

Ket:

TP: True Positive (Jari yang terdaftar dan diterima sistem)

FP: False Positive (Jari tidak terdaftar dan dikenali sistem)

TN: True Negative (Jari yang terdaftar dan ditolak sistem)

FN: False Negative (Jari yang tidak terdaftar dan tidak dikenali sistem)

FAR: False Acceptance Rate (Persentase sidik jari tidak terdaftar yang secara keliru dikenali oleh sistem sebagai terdaftar)

FRR: False Rejection Rate (Persentase sidik jari terdaftar yang secara keliru ditolak oleh sistem).

3) Pengujian Pelacak lokasi (GPS Tracker)

Komponen pelacak lokasi yaitu Modul Sim 800L V2 dan GPS NEO N8M. Pelacakan lokasi didapatkan dengan mengirimkan pesan dari Hp sesuai program yaitu “FIND” maka modul akan secara otomatis mengirimkan lokasi berupa koordinat GPS. Berikut adalah pengujian keakurasian pelacak lokasi saat di luar dan di dalam ruangan.

• Pengujian di Luar Ruangan

Percobaan di Luar Ruangan			
Percobaan	Lokasi dari Gps Tracker	Lokasi Sebenarnya	Selisih (m)
1.	Latitude : 4.45752670 Longitude : 97.97563900	Latitude : 4.457528 Longitude : 97.975670	3.44 m
2.	Latitude : 4.45751810 Longitude : 97.97563900	Latitude : 4.457528 Longitude : 97.975670	3.61 m
3.	Latitude : 4.45753150 Longitude : 97.97564700	Latitude : 4.457528 Longitude : 97.975670	2.58 m
4.	Latitude : 4.45751760 Longitude : 97.97563900	Latitude : 4.457528 Longitude : 97.975670	3.63 m
5.	Latitude : 4.45751760 Longitude : 97.97563900	Latitude : 4.457528 Longitude : 97.975670	3.63 m
Waktu Gps Neo N8M mendapatkan sinyal satelit di luar ruangan = 1-2 menit dan sinyal lancar yang ditandai pada indikator sinyal berkedip selang 1 detik)			

• Pengujian di Dalam Ruangan

Percobaan di Dalam Ruangan			
Percobaan	Lokasi dari Gps Tracker	Lokasi Sebenarnya	Selisih (m)
1.	Latitude : 4.45763020 Longitude : 97.97571600	Latitude : 4.457583 Longitude : 97.975688	6,07 meter
2.	Latitude : 4.45763020 Longitude : 97.97571600	Latitude : 4.457583 Longitude : 97.975688	8,20 meter
3.	Latitude : 4.45764020 Longitude : 97.97569300	Latitude : 4.457583 Longitude : 97.975688	11,0 meter
4.	Latitude : 4.45762680 Longitude : 97.97572300	Latitude : 4.457583 Longitude : 97.975688	6,21 meter
5.	Latitude : 4.45764970 Longitude : 97.97567700	Latitude : 4.457583 Longitude : 97.975688	7,48 meter
Waktu Gps Neo N8M mendapatkan sinyal satelit di dalam ruangan = 5 menit, bahkan tidak mendapatkan sinyal sama sekali. Sinyal kurang lancar yang ditandakan dengan indikator sinyal bisa sewaktu-waktu hidup mati			

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Pembuatan sistem kontrol sepeda motor menggunakan sensor sidik jari (*Fingerprint*) dengan penambahan pelacak lokasi dilakukan dengan; pembuatan perangkat keras meliputi penyiapan komponen, penentuan pin arduino, penentuan sesuai warna kabel, pengaturan tegangan; dan pembuatan perangkat lunak meliputi persiapan aplikasi, pendaftaran sidik jari, pembuatan program (*coding*), upload program, dan monitoring pada Arduino Ide. Prototipe yang dibuat berjalan sesuai program yang dibuat, dapat dilihat pada pengujian fungsi sensor sidik jari didapatkan 5 status berhasil dari 5 percobaan; akurasi sensor sidik jari 99 % dan tingkat jari terdaftar yang ditolak sistem (FRR) 2 %; serta pengujian pelacak lokasi ketika di luar ruangan didapatkan rata-rata (3.38 m), dan ketika didalam ruangan (7,80 m)

4.2. Saran

Dalam pembuatan prototipe sistem keamanan sepeda motor ada beberapa saran untuk menghindari kegagalan pembuatan yaitu:

1. Disarankan ketika upload program, arduino sudah terhubung dengan daya dari aki untuk menghindari kekurangan tegangan yang bisa berakibat program tidak berjalan.
2. Disarankan menggunakan elco pada pin tegangan (+-) agar menstabilkan arus yang masuk ke komponen-komponen prototipe.
3. Disarankan menggunakan sensor sidik jari model kapasitif karena tahan air dan lebih akurat ketika jari kotor atau berdebu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. M. (2021). IMPLEMENTASI TEKNOLOGI RFID SEBAGAI SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 7(2), 181–186.
- Annur, C. M. (2023, Desember 12). *Pencurian, Kejahatan yang Paling*

- Banyak Terjadi per Akhir November 2023. Databooks.*
- Badan Pusat Statistik. (2024, Februari 29). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2021-2022*. bps.go.id.
- Brijet, Z., Kumar, B. S., & Bharathi, N. (2017). Vehicle Anti-Theft System Using Fingerprint Recognition Technique. *Open Academic Journal of Advanced Science and Technology*, 1(1), 36–41.
- Budi Santoso, T., Dwi Kurnia, G., & Lama - Jakarta Selatan, K. (2021). RANCANG BANGUN KEAMANAN KENDARAAN MENGGUNAKAN SIDIK JARI DAN GPS TRACKING BERBASIS ARDUINO PADA SEPEDA MOTOR. Dalam *Jurnal Satya Informatika* (Vol. 6, Nomor 2).
- Diskominfo. (2020, Januari 21). *Apa itu Fingerprint dan Fungsinya*. diskominfo.kedirikab.go.id.
- Hafrizal Kurniawan, M. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR DENGAN SIDIK JARI DAN NOTIFIKASI PANGGILAN TELEPON BERBASIS ATMEGA 328. 6(2).
- Iskandar, A. (t.t.). *MOTORCYCLE ENGINE START SYSTEM USING FINGERPRINT AND VOICE COMMAND*.
- Jiang, B., Zhang, Z., Chan, W. K., Tse, T. H., & Chen, T. Y. (2012). How well does test case prioritization integrate with statistical fault localization? *Information and Software Technology*, 54(7), 739–758.
- Meilandi, M. R. (2024). *ENGAGEMENT KOMUNIKASI PETUGAS DAN NARAPIDANA TERKAIT PROSES PEMBINAAN DAN PELATIHAN KETERAMPILAN DI LAPAS KELAS II-A KABUPATEN REJANG LEBONG*.
- Ramadhan, M. I. F. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN SENSOR FINGERPRINT DAN MODUL GPS NEO6M BERBASIS ARDUINO DENGAN APLIKASI BLYNK.
- Ramadhan, R., & Gunawan, E. (2019). *Sistem Aplikasi Inventory Sepeda Motor Pada Sistem Aplikasi Inventory Sepeda Motor Pada Dealer Yamaha Surya Prima Gambut Berbasis Visual*.
- Situmorang, M., Fitri, E., & Aritonang, Y. (2015). Designing Motorcycle Safety System Using Fingerprint Sensor, SMS Gateway, and GPS Tracker Based on ATmega328. *Journal of Technomaterial Physics *Corresponding author at: Jalan Biolteknologi*, 3(1), 2021–2030.
- Sonjaya, I., Gunawan, R., & Yuldam, N. (2021). *Penggunaan Modul Sensor Sidik Jari (Fingerprint) sebagai verifikasi Ganda untuk Sistem Simulasi Pemilu* Article information.
- Sugiharto, R., & Lestari, R. (2015). UPAYA KEPOLISIAN DALAM PENANGGULANGAN KEJAHATAN PERAMPASAN SEPEDA MOTOR DI JALAN RAYA (Studi Kasus di Polrestabes Semarang). Dalam *Jurnal Pembaharuan Hukum: Vol. II* (Nomor 2). Mei-Agustus.