

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

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Kelulusan Jenjang
Strata Satu pada Program Studi Teknik Informatika**

Oleh

Chandra Kusuma Johan
2155201046



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

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

Oleh
Chandra Kusuma Johan
2155201042

Tugas Akhir Ini Telah Diterima dan Disahkan
untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Gelar
SARJANA KOMPUTER (S.Kom)

Pada
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU

Bengkulu, 27 Juli 2025
Disetujui Oleh

Ketua Program Studi,

Dosen Pembimbing,



Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom
NP. 19880511 201408 1 181



Dedy Abdullah, S.T., M.Eng.
NBK. 032 1123 529

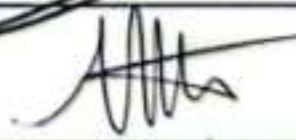
LEMBAR PERSETUJUAN HASIL REVISI

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

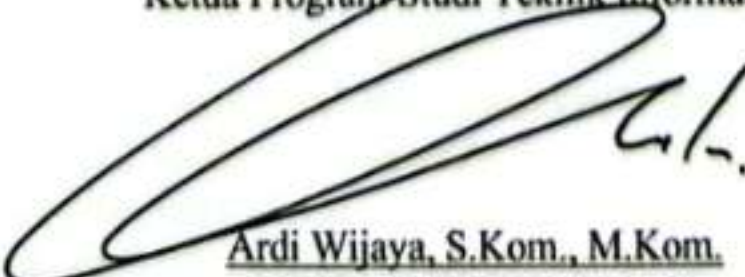
Telah Melakukan Revisi Sesuai dengan Perubahan
dan Perbaikan yang Diminta Pada Saat Sidang Tugas Akhir

Oleh
Chandra Kusuma Johan
2155201042

Bengkulu, 7 Agustus 2025
Menyetujui

No	Nama Dosen	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.	Ketua Penguji	
2.	Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T.	Penguji 1	
3.	Dedy Abdullah S.T., M.Eng.	Penguji 2	

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Informatika


Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.
NP.19880511 201408 1 181

LEMBAR PENGESAHAN

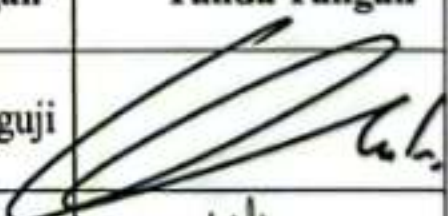
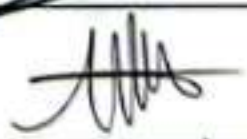
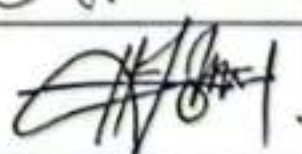
IMPLEMENTASI SMART PADLOCK GUNA MENINGKATKAN SISTEM KEAMANAN PADA KENDARAAN RODA DUA BERBASIS SIDIK JARI DAN MIKROKONTROLER ESP32

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Kelulusan
Jenjang Strata Satu pada Program Studi Teknik Informatika

Oleh
Chandra Kusuma Johan
2155201042

Bengkulu, 7 Agustus 2025
Menyetujui

No	Nama Dosen	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.	Ketua Penguji	
2.	Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T.	Penguji 1	
3.	Dedy Abdullah S.T., M.Eng.	Penguji 2	



Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
RG Guntur Alam, M.Kom., Ph.D.
NP. 19730101 200004 1 040

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Naskah Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Muhammadiyah Bengkulu maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Skripsi ini murni merupakan karya penelitian saya sendiri dan tidak menjiplak karya pihak lain. Dalam hal ada bantuan atau arahan dari pihak lain maka telah saya sebutkan identitas dan jenis bantuannya di dalam lembar ucapan terima kasih.
3. Seandainya ada karya pihak lain yang ternyata memiliki kemiripan dengan karya saya ini, maka hal ini adalah di luar pengetahuan saya dan terjadi tanpa kesengajaan dari pihak saya.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terbukti adanya kebohongan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai norma yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Bengkulu.

Bengkulu, 5 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



10000
METERAI
TEMPEL
2C35FAMX450886794

Chandra Kusuma Johan
2155201042

ABSTRAK

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

Nama : Chandra Kusuma Johan
NPM : 2155201042
Dosen Pembimbing : Dedy Abdullah, S.T., M.Eng

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

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF SMART PADLOCK TO ENHANCE SECURITY SYSTEM FOR TWO-WHEELED VEHICLES BASED ON FINGERPRINT AND ESP32 MICROCONTROLLER

NAME : Chandra Kusuma Johan
STUDENT ID : 2155201042
SUPERVISOR : Dedy Abdullah, S.T., M.Eng.

The high rate of motorcycle theft in Indonesia remains a serious issue that has yet to be effectively resolved. Traditional security systems such as mechanical keys and conventional padlocks are considered inadequate, as they are easily damaged or bypassed by criminals. Therefore, a more advanced and tamper-resistant security solution is needed. This study aims to develop a Smart Padlock prototype based on the ESP32 microcontroller, integrating fingerprint biometric authentication and RFID technology as a dual verification system. The research uses a prototyping approach, involving stages of needs analysis, system design, hardware and software implementation, and functional testing. The system consists of the AS608 fingerprint sensor for biometric authentication, the RC522 RFID module for card identification, a solenoid lock as the locking mechanism, and a buzzer as an indicator. The ESP32 serves as the main controller, processing authentication data and activating the solenoid lock upon successful user verification. Testing results show that the system operates with high accuracy in recognizing registered fingerprints and RFID cards. The average response time for unlocking is under 2 seconds, with a false acceptance rate (FAR) of less than 0.1%. Tests also prove that the system is more resistant to break-in attempts compared to conventional mechanical locks. Additionally, the solution is cost-effective, utilizing affordable and widely available components. In conclusion, the ESP32-based Smart Padlock with dual biometric and RFID authentication offers an innovative solution for enhancing the security of two-wheeled vehicles. This system not only provides better protection but also has the potential for further development, such as integration with IoT for remote monitoring via smartphones. Future research may optimize the system by adding real-time alert features or facial recognition to improve overall security.

Keywords: Smart Padlock, ESP32, Fingerprint, RFID, and Vehicle Security.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul "Implementasi *Smart Padlock* Guna Meningkatkan Sistem Keamanan Pada Kendaraan Roda Dua Berbasis Sidik Jari Dan Mikrokontroler ESP32" dengan baik.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh tingginya angka pencurian kendaraan roda dua di Indonesia yang sebagian besar disebabkan oleh lemahnya sistem pengamanan konvensional. Gembok fisik dan kunci mekanis tradisional dinilai sudah tidak memadai untuk mengatasi modus pencurian yang semakin canggih. Oleh karena itu, penulis mengembangkan sistem *Smart Padlock* berbasis teknologi biometrik dan RFID yang dikendalikan secara real-time melalui mikrokontroler ESP32 dengan dukungan Arduino Nano. Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Susiyanto, M.Si. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Bengkulu
2. Bapak RG Guntur Alam, M.Kom., P.h.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu
3. Bapak Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom selaku ketua program studi Fakultas Teknik Informatika.
4. Bapak Dedy Abdullah, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah membantu dalam memberikan pembelajaran, pemikiran, ide, dan arahan kepada saya saat sedang mengerjakan proposal hingga skripsi ini selesai.

5. Seluruh tenaga pengajar dan pegawai program studi S1 Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
6. Kepada orangtua tercinta yaitu Ibu Indah Puspita Sari, Ibu Triana, dan Bapak Johan Syavari terimakasih untuk dukungan, doa dan semangat, serta bantuan moril maupun materil yang selalu diberikan.
7. Keluarga Till Jannah, Puja Anugrah, Aditia Hidayah, Armadhan Syarif Hidayat, Bryan Febriansah, Kevin Aviantoro, Natasya Dewanti, Bintang Hadi dan Dinda Aprilia yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
8. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dengan dirujuk secara individu. penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam membuat skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu analisis dan ide-ide sangat diharapkan dari para pembaca untuk kesempurnaan tulisan ini. Semoga Skripsi ini berharga dalam meningkatkan pengumpulan informasi bagi para pembaca.

Bengkulu, 27 Juli 2025

Penulis



Chandra Kusuma Johan

NPM. 2155201042

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN HASIL REVISI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Kerja Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	6
2.1 Penelitian terkait	6
2.2 Internet Of Things.....	7
2.3 Mikrokontroler ESP32.....	8
2.4 Sensor Biometrik (Sidik Jari).....	8
2.5 Sensor RFID (RC522)	9
2.6 Platform Blink	9
2.7 Relay, Buzzer, dan Solenoid Lock	10
2.8 Metode Prototyping.....	10
BAB III ANALISIS MASALAH DAN PERANCANGAN PROGRAM	11
3.1 Tempat Penelitian	11
3.2 Analisis Masalah	11
3.3 Metodologi Pengembangan Sistem.....	12
3.4 Perancangan Sistem	13

3.4.1	Diagram Blok Sistem	13
3.4.2	Perancangan Perangkat Keras	14
3.4.3	Perancangan Perangkat Lunak	15
3.4.4	Flowchart Sistem.....	16
3.5	Spesifikasi Sistem	17
BAB IV IMPLEMENTASI DAN UJI COBA.....		18
4.1	Implementasi Sistem	18
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras	18
4.1.2	Implementasi Perangkat Lunak	20
4.1.3	Implementasi Cloud Service.....	21
4.2	Pengujian Sistem	22
4.2.1	Pengujian Autentikasi Dengan Sidik Jari	22
4.2.2	Pengujian Autentikasi Dengan RFID	24
4.2.3	Pengujian Kendali Output Sistem.....	25
4.3	Evaluasi Sistem.....	26
4.3.1	Kesesuaian Fungsi Sistem	26
4.3.2	Evaluasi Performa Dan Respon	27
4.3.3	Kelebihan Sistem	27
4.3.4	Kekurangan Sistem.....	27
4.3.5	Potensi Pengembangan	28
BAB V PENUTUP.....		29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN.....		33
Lampiran 1 Program Smart Padlock.....		33
Lampiran 2 Program Registrasi Sidik Jari Dan RFID.....		36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perancangan Perangkat Keras	14
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Autentikasi Sidik Jari	22
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Autentikasi Dengan RFID	24
Tabel 4.3 Pengujian Output Sistem	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Kerja Penelitian	5
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	13
Gambar 3.2 Flowchart Sistem	16
Gambar 4.1 Prototipe <i>Smart Padlock</i>	19

LAMPIRAN

Lampiran 1 Program *Smart Padlock*

Program *Smart Padlock* menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Berikut kode program utama *Smart Padlock* :

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6EOqKBnw4"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Smart Padlock"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "BS-LtXu0E_btbq_oYIamuDFLIPNCag9Z"

#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <HardwareSerial.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Preferences.h>
Preferences preferences;

// ===== Konfigurasi PIN =====
#define RST_PIN 22
#define SS_PIN 21
#define RELAY_PIN 5
#define BUZZER_PIN 4

// ===== RFID =====
#define MAX_CARDS 20
MFRC522 mfc522(SS_PIN, RST_PIN);
byte registeredUIDs[MAX_CARDS][10];
byte uidSizes[MAX_CARDS];
int registeredCount = 0;

// ===== Fingerprint =====
HardwareSerial mySerial(2);
Adafruit_Fingerprint finger(&mySerial);

// ===== State =====
bool relayState = false;

char auth[] = "BS-LtXu0E_btbq_oYIamuDFLIPNCag9Z";
char ssid[] = "SmartPadlock";
char pass[] = "11111111";

// ===== Setup =====
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);

  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

  mySerial.begin(57600, SERIAL_8N1, 16, 17);
```



```

finger.begin(57600);
if (!finger.verifyPassword()) {
  Serial.println("Fingerprint tidak terdeteksi!");
  while (true) delay(100);
}

SPI.begin();
mfrc522.PCD_Init();
preferences.begin("rfid", false);
loadRFIDData();

Serial.println("Smart Padlock Siap!");

Blynk.begin(auth, ssid, pass);
}

// ===== Loop =====
void loop() {
  Blynk.run();
  if (checkFingerprint()) {
    toggleRelay();
    delay(2000);
  } else if (checkRFID()) {
    toggleRelay();
    delay(2000);
  }
}

// ===== Fingerprint =====
bool checkFingerprint() {
  if (finger.getImage() != FINGERPRINT_OK) return false;
  if (finger.image2Tz() != FINGERPRINT_OK) return false;
  if (finger.fingerFastSearch() != FINGERPRINT_OK) {
    Serial.println("✗ Sidik jari tidak ditemukan.");
    beepGagal();
    return false;
  }

  Serial.print("✓ Sidik jari cocok. ID: ");
  Serial.println(finger.fingerID);
  return true;
}

// ===== RFID =====
bool checkRFID() {
  if (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) return false;
  if (!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) return false;

  if (isCardRegistered(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size)) {
    Serial.print("✓ Kartu RFID cocok: ");
    for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
      Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX); Serial.print("
");
    }
    Serial.println();
    mfrc522.PICC_HaltA();
  }
}

```

```

    return true;
} else {
    Serial.println("✗ Kartu RFID tidak terdaftar.");
    beepGagal();
    mfrc522.PICC_HaltA();
    return false;
}
}

// ===== Relay dan Buzzer =====
void toggleRelay() {
    relayState = !relayState;
    digitalWrite(RELAY_PIN, relayState ? HIGH : LOW);

    // Update ke Blynk
    Blynk.virtualWrite(V1, relayState ? "TERKUNCI" : "TERBUKA");

    if (relayState) {
        Serial.println("🔒 Solenoid MENGUNCI");
        Blynk.logEvent("solenoid_lock", "Smart Padlock terkunci!");
    } else {
        Serial.println("🔓 Solenoid TERBUKA");
        Blynk.logEvent("solenoid_unlock", "Smart Padlock terbuka!");
    }

    beepSukses();
}

void beepSukses() {
    for (int i = 0; i < 2; i++) {
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        delay(100);
    }
}

void beepGagal() {
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    delay(700); // bunyi panjang
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
}

// ===== RFID Helpers =====
bool compareUID(byte *uid1, byte size1, byte *uid2, byte size2)
{
    if (size1 != size2) return false;
    for (byte i = 0; i < size1; i++) {
        if (uid1[i] != uid2[i]) return false;
    }
    return true;
}

bool isCardRegistered(byte *uid, byte size) {
    for (int i = 0; i < registeredCount; i++) {

```



```

        if (compareUID(uid, size, registeredUIDs[i], uidSizes[i]))
        return true;
    }
    return false;
}

void loadRFIDData() {
    registeredCount = preferences.getInt("count", 0);
    for (int i = 0; i < registeredCount; i++) {
        String key = "uid" + String(i);
        uidSizes[i] = preferences.getUChar(("len" +
String(i)).c_str(), 0);
        preferences.getBytes(key.c_str(), registeredUIDs[i],
uidSizes[i]);
    }
}

```

Lampiran 2 Program Registrasi Sidik Jari Dan RFID

Sebelum *Smart Padlock* menggunakan program utama, pastikan sudah mendaftarkan sidik jari dan kartu RFID. Untuk mendaftarkan sidik jari dan RFID menggunakan kode program yang berbeda. Berikut kode program pendaftaran sidik jari dan kartu RFID :

```

#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <HardwareSerial.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Preferences.h>
Preferences preferences;

// ----- PIN KONFIGURASI -----
#define RST_PIN 22
#define SS_PIN 21
#define RELAY_PIN 5 // D5
#define BUZZER_PIN 4 // D4

// ----- RFID KONFIGURASI -----
#define MAX_CARDS 20
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
byte registeredUIDs[MAX_CARDS][10];
byte uidSizes[MAX_CARDS];
int registeredCount = 0;

// ----- FINGERPRINT -----
HardwareSerial mySerial(2); // RX = GPIO16, TX = GPIO17
Adafruit_Fingerprint finger(&mySerial);

// ----- RELAY STATE -----
bool relayState = false;

// ----- SETUP -----
void setup() {
    Serial.begin(115200);
}

```

```

delay(1000);

// Inisialisasi pin
pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Awal relay OFF
digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

// Fingerprint
Serial.println("Inisialisasi Fingerprint...");
mySerial.begin(57600, SERIAL_8N1, 16, 17);
finger.begin(57600);
if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("Fingerprint OK");
} else {
    Serial.println("Gagal inisialisasi fingerprint");
    while (1) delay(100);
}

// RFID
Serial.println("Inisialisasi RFID...");
SPI.begin();
mfrc522.PCD_Init();
Serial.println("RFID Siap");

// Preferences (EEPROM)
preferences.begin("rfid", false);
loadRFIDData();

printMenu();
}

// ----- LOOP -----
void loop() {
    if (Serial.available()) {
        String pilihan = readSerialLine();

        if (pilihan == "1") enrollFinger();
        else if (pilihan == "2") deleteFingerprint();
        else if (pilihan == "3") scanFingerprint();
        else if (pilihan == "4") daftarRFID();
        else if (pilihan == "5") hapusRFID();
        else if (pilihan == "6") cekRFID();
        else Serial.println("Pilihan tidak valid.");

        printMenu();
    }
}

// ----- UTIL -----
String readSerialLine() {
    String input = "";
    while (true) {
        if (Serial.available() > 0) {
            char c = Serial.read();
            if (c == '\n' || c == '\r') {

```



```

        if (input.length() > 0) break;
    } else {
        input += c;
        Serial.print(c);
    }
}
}
Serial.println();
return input;
}

void printMenu() {
    Serial.println("\n=== MENU UTAMA ===");
    Serial.println("1. Daftar Sidik Jari");
    Serial.println("2. Hapus Sidik Jari");
    Serial.println("3. Cek Sidik Jari");
    Serial.println("4. Daftar Kartu RFID");
    Serial.println("5. Hapus Kartu RFID");
    Serial.println("6. Cek Kartu RFID");
    Serial.print("Pilih opsi: ");
}

// ----- FINGERPRINT -----
void enrollFinger() {
    Serial.println("Masukkan ID sidik jari (0-127):");
    String idStr = readSerialLine();
    int id = idStr.toInt();
    if (id < 0 || id > 127) {
        Serial.println("ID tidak valid");
        return;
    }

    Serial.println("Letakkan jari untuk scan pertama...");
    while (finger.getImage() != FINGERPRINT_OK) delay(100);
    if (finger.image2Tz(1) != FINGERPRINT_OK) {
        Serial.println("Gagal proses gambar ke template");
        return;
    }

    Serial.println("Lepas dan letakkan lagi jari...");
    delay(2000);
    while (finger.getImage() != FINGERPRINT_OK) delay(100);
    if (finger.image2Tz(2) != FINGERPRINT_OK) {
        Serial.println("Gagal proses gambar ke template 2");
        return;
    }

    if (finger.createModel() != FINGERPRINT_OK ||
        finger.storeModel(id) != FINGERPRINT_OK) {
        Serial.println("Gagal menyimpan sidik jari");
    } else {
        Serial.println("Sidik jari berhasil didaftarkan");
    }
}

void deleteFingerprint() {

```

```

Serial.println("Masukkan ID sidik jari yang ingin dihapus:");
String idStr = readSerialLine();
int id = idStr.toInt();
if (finger.deleteModel(id) == FINGERPRINT_OK) {
    Serial.println("Sidik jari dihapus.");
} else {
    Serial.println("Gagal menghapus.");
}
}

void scanFingerprint() {
    Serial.println("Letakkan jari Anda...");
    int p = -1;
    unsigned long startTime = millis();

    // Mulai proses pencarian sidik jari
    while (millis() - startTime < 3000) {
        p = finger.getImage();
        if (p == FINGERPRINT_OK) break;
        delay(30);
    }

    unsigned long endTime = millis();
    float responseTime = (endTime - startTime) / 1000.0;

    if (p != FINGERPRINT_OK) {
        Serial.print("Gagal membaca gambar sidik jari. Response
time: ");
        Serial.print(responseTime, 3);
        Serial.println(" detik");
        return;
    }

    if (finger.image2Tz() != FINGERPRINT_OK ||
finger.fingerFastSearch() != FINGERPRINT_OK) {
        Serial.print("Sidik jari tidak ditemukan. Response time: ");
        Serial.print(responseTime, 3);
        Serial.println(" detik");
    } else {
        Serial.print("Sidik jari ditemukan. ID: ");
        Serial.print(finger.fingerID);
        Serial.print(" | Response time: ");
        Serial.print(responseTime, 3);
        Serial.println(" detik");
        toggleRelay();
    }
}

// ----- RFID -----
void daftarRFID() {
    Serial.println("Tempelkan kartu...");
    while (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() ||
!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) delay(100);
    if (addCard(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size)) {
        Serial.println("Kartu berhasil ditambahkan.");
    } else {

```



```

        Serial.println("Kartu sudah ada atau kapasitas penuh.");
    }
    mfrc522.PICC_HaltA();
}

void hapusRFID() {
    Serial.println("Tempelkan kartu untuk dihapus...");
    while (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() ||
!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) delay(100);
    if (removeCard(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size)) {
        Serial.println("Kartu berhasil dihapus.");
    } else {
        Serial.println("Kartu tidak ditemukan.");
    }
    mfrc522.PICC_HaltA();
}

void cekRFID() {
    Serial.println("Tempelkan kartu untuk dicek...");
    unsigned long startTime = millis();
    bool found = false;

    while (millis() - startTime < 3000) {
        if (mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() &&
mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
            found = true;
            break;
        }
        delay(30);
    }

    unsigned long endTime = millis();
    float responseTime = (endTime - startTime) / 1000.0;

    if (!found) {
        Serial.print("Kartu tidak terdeteksi. Response time: ");
        Serial.print(responseTime, 3);
        Serial.println(" detik");
        return;
    }

    // Tampilkan UID kartu
    Serial.print("UID: ");
    for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
        Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? "0" : "");
        Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
        if (i < mfrc522.uid.size - 1) Serial.print(":");
    }
    Serial.println();

    // Cek apakah UID sudah terdaftar
    if (isCardRegistered(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size)) {
        Serial.print("Kartu DITEMUKAN. Response time: ");
        Serial.print(responseTime, 3);
        Serial.println(" detik");
        toggleRelay();
    }
}

```

```

    } else {
        Serial.print("Kartu tidak terdaftar. Response time: ");
        Serial.print(responseTime, 3);
        Serial.println(" detik");
    }

    mfrc522.PICC_HaltA();
}

// ----- EEPROM / Preferences -----
void saveRFIDData() {
    preferences.putInt("count", registeredCount);
    for (int i = 0; i < registeredCount; i++) {
        String key = "uid" + String(i);
        preferences.putBytes(key.c_str(), registeredUIDs[i],
uidSizes[i]);
        preferences.putUChar(("len" + String(i)).c_str(),
uidSizes[i]);
    }
}

void loadRFIDData() {
    registeredCount = preferences.getInt("count", 0);
    for (int i = 0; i < registeredCount; i++) {
        String key = "uid" + String(i);
        uidSizes[i] = preferences.getUChar(("len" +
String(i)).c_str(), 0);
        preferences.getBytes(key.c_str(), registeredUIDs[i],
uidSizes[i]);
    }
}

// ----- LOGIKA AKSES -----
bool compareUID(byte *uid1, byte size1, byte *uid2, byte size2)
{
    if (size1 != size2) return false;
    for (byte i = 0; i < size1; i++) {
        if (uid1[i] != uid2[i]) return false;
    }
    return true;
}

bool isCardRegistered(byte *uid, byte size) {
    for (int i = 0; i < registeredCount; i++) {
        if (compareUID(uid, size, registeredUIDs[i], uidSizes[i]))
return true;
    }
    return false;
}

bool addCard(byte *uid, byte size) {
    if (registeredCount >= MAX_CARDS || isCardRegistered(uid,
size)) return false;
    for (byte i = 0; i < size; i++) {
        registeredUIDs[registeredCount][i] = uid[i];
    }
}

```



```

    }
    uidSizes[registeredCount] = size;
    registeredCount++;
    saveRFIDData();
    return true;
}

bool removeCard(byte *uid, byte size) {
    for (int i = 0; i < registeredCount; i++) {
        if (compareUID(uid, size, registeredUIDs[i], uidSizes[i])) {
            for (int j = i; j < registeredCount - 1; j++) {
                memcpy(registeredUIDs[j], registeredUIDs[j + 1],
sizeof(registeredUIDs[j]));
                uidSizes[j] = uidSizes[j + 1];
            }
            registeredCount--;
            saveRFIDData();
            return true;
        }
    }
    return false;
}

// ----- RELAY DAN BUZZER -----
void toggleRelay() {
    relayState = !relayState;
    digitalWrite(RELAY_PIN, relayState ? HIGH : LOW);
    beepBuzzer(2);
}

void beepBuzzer(int count) {
    for (int i = 0; i < count; i++) {
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        delay(100);
    }
}

```

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) saat ini menunjukkan kemajuan yang sangat pesat dan menjadi salah satu pilar utama dalam transformasi digital di berbagai sektor. IoT tidak hanya menghubungkan perangkat fisik ke internet, tetapi juga menghasilkan volume data yang sangat besar yang terus meningkat secara eksponensial. Menurut studi terbaru, data yang dihasilkan oleh jaringan IoT diperkirakan akan mencapai 163 zettabytes pada tahun 2025, meningkat sepuluh kali lipat dibandingkan dengan data yang dihasilkan pada tahun 2016 (Amin et al., 2022). Selain itu, integrasi IoT dengan teknologi pendukung seperti big data, kecerdasan buatan, machine learning, blockchain, dan edge computing semakin memperkuat kemampuan IoT dalam memberikan solusi cerdas dan efisien di berbagai bidang, mulai dari smart city, kesehatan, hingga industri 4.0. Namun, perkembangan ini juga menghadirkan tantangan signifikan terkait arsitektur sistem, keamanan data, dan integrasi teknologi yang perlu diatasi untuk memaksimalkan potensi IoT di masa depan.

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 (Hasan et al., 2024)

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 (Aryatama & Samsugi, 2024) 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 (Arifin et al., 2022). Sensor sidik jari hanya akan mengizinkan akses bagi pengguna yang memiliki pola sidik jari yang cocok dan telah tersimpan dalam alat (Azis et al., 2024)

1.2 Pertanyaan Penelitian

Smart Padlock merupakan solusi keamanan tambahan untuk kendaraan roda dua yang menggabungkan sistem penguncian fisik dengan teknologi autentikasi biometrik sidik jari dan RFID, berfungsi sebagai lapisan pengaman ganda (dual-layer security) yang lebih andal dibanding kunci konvensional. Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, maka yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini yaitu :

"Bagaimana cara meningkatkan sistem keamanan kendaraan roda dua dan pengguna dapat memantau status kunci kendaraan melalui *smartphone* ?"

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu :

Meningkatkan sistem keamanan kendaraan roda dua secara signifikan dengan menggunakan teknologi modern dan memudahkan pengguna untuk memantau kendaraan sudah terkunci atau belum melalui smartphone.

1.4 Kerangka Kerja Penelitian

Adapun kerangka kerja penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar kerangka kerja berikut ini:



Gambar 1.1 Kerangka Kerja Penelitian