

## RANCANG BANGUN ALAT KUNCI BRANKAS OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR *FINGERPRINT* BERBASIS *ARDUINO* *UNO TIPE R3*

Rizky Ramadhan<sup>1</sup>, Ade Kurniawan<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Institut Bisnis Muhammadiyah Bekasi,

[ibmrizky@gmail.com](mailto:ibmrizky@gmail.com), [adekurniawan@ibm.ac.id](mailto:adekurniawan@ibm.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini mengangkat topik Rancang Bangun Alat Kunci Brankas Otomatis Menggunakan Sensor Fingerprint Berbasis Arduino Uno Tipe R3. Brankas merupakan media penyimpanan yang dirancang untuk menjaga keamanan barang-barang berharga, baik milik perorangan maupun organisasi, agar terlindungi dari ancaman kehilangan dan pencurian. Permasalahan yang sering muncul adalah penggunaan kunci mekanis yang rentan hilang, mudah digandakan, atau dibobol. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengamanan yang lebih modern, praktis, dan sulit dipalsukan. Perkembangan teknologi mikrokontroler telah membuka peluang untuk mengotomatisasi berbagai perangkat yang sebelumnya beroperasi secara manual. Salah satu penerapan inovatifnya adalah integrasi teknologi biometrik, khususnya pengenalan sidik jari, yang memiliki tingkat akurasi tinggi dan dapat digunakan sebagai pengganti kunci fisik. Pada sistem yang dirancang, proses autentikasi dilakukan dengan membaca pola sidik jari pengguna yang telah disimpan dalam basis data. Jika data sesuai, maka mekanisme pengunci berbasis solenoid akan terbuka secara otomatis. Sebaliknya, apabila sidik jari tidak dikenali, brankas tetap terkunci dan sistem akan mengaktifkan alarm sebagai bentuk peringatan. Hasil implementasi menunjukkan bahwasanya prototipe sistem ini dapat berfungsi secara optimal, memberikan tingkat keamanan yang lebih baik dibandingkan metode konvensional, serta meningkatkan efisiensi dalam pengoperasian brankas.

**Kata Kunci:** Alat Kunci , Arduino Uno R3, Brankas, Fingerprint

### ABSTRACT

*This research raises the topic of Design and Construction of an Automatic Safe Lock Using a Fingerprint Sensor Based on Arduino Uno Type R3. A safe is a storage medium designed to maintain the security of valuables, both belonging to individuals and organizations, to protect them from the threat of loss and theft. A problem that often arises is the use of mechanical keys that are vulnerable to loss, easy to duplicate, or break into. Therefore, a more modern, practical, and difficult to counterfeit security system is needed. The development of microcontroller technology has opened up opportunities to automate various devices that were previously operated manually. One innovative application is the integration of biometric technology, especially fingerprint recognition, which has a high level of accuracy and can be used as a substitute for physical keys. In the designed system, the authentication process is carried out by reading the user's fingerprint pattern that has been stored in the database. If the data matches, the solenoid-based locking mechanism will open automatically. Conversely, if the fingerprint is not recognized, the safe remains locked and the system will activate an alarm as a form of warning. The implementation results show that this system prototype can function optimally, providing a better level of security than conventional methods, as well as increasing efficiency in safe operation.*

**Keywords:** *Arduino Uno R3, Fingerprint, Key Tool, Safe*

Naskah diterima : 10 Februari 2026, Naskah dipublikasikan : 24 Februari 2026

## PENDAHULUAN

Dalam era digital yang terus berkembang, kebutuhan akan sistem keamanan yang cerdas dan efisien semakin mendesak. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kasus kejahatan, terutama pencurian dan pembobolan, yang menyasar berbagai sektor mulai dari rumah tangga, perkantoran, hingga tempat penyimpanan aset (Cahyono, 2022). Berdasarkan data Statistik Kriminal Indonesia 2023 dari Badan Pusat Statistik (BPS), tindak pidana pencurian menempati peringkat tertinggi, mencakup 31,6% dari total laporan kejahatan sepanjang tahun tersebut. Situasi ini mendorong pengembangan sistem keamanan elektronik berbasis teknologi, yang memadukan sensor biometrik, mikrokontroler, dan perangkat lunak untuk menciptakan solusi keamanan yang lebih modern dan terpercaya (Akbar et al., 2023).

Salah satu perangkat yang umum digunakan dalam sistem keamanan individu adalah brankas. Brankas berfungsi sebagai tempat penyimpanan barang berharga, dokumen penting, maupun informasi rahasia (Veronika & Syahrini, 2021). Namun, sebagian besar brankas di pasaran masih menggunakan sistem penguncian tradisional, seperti kunci fisik atau kombinasi angka manual, yang mudah dibobol dan menyulitkan jika pengguna lupa sandi (Algifari, 2024). Hal ini menimbulkan kebutuhan akan sistem kunci yang lebih aman dan praktis, seperti teknologi sidik jari (fingerprint), yang mengandalkan identitas unik setiap individu (Arsyad & Kartika, 2021). Sebagai metode autentikasi biometrik, fingerprint menawarkan tingkat akurasi tinggi dan sulit dipalsukan, sehingga memperkecil kemungkinan akses tidak sah (Suwardi et al., 2023).

Berbagai studi sebelumnya telah mengembangkan sistem keamanan berbasis Arduino, namun belum banyak yang secara spesifik mengaplikasikannya pada perangkat brankas. Sebagai contoh, penelitian oleh Elektro & Bali (2023) berhasil menciptakan sistem pintu otomatis menggunakan sensor sidik jari dengan Arduino Uno, namun penerapannya belum diarahkan untuk brankas yang memiliki karakteristik teknis berbeda. Sementara itu, Sadi dkk. (2021) mengembangkan prototipe brankas digital berbasis keypad dan RFID, tetapi efektivitasnya masih diragukan dari segi kenyamanan pengguna dan potensi pemalsuan kartu. Hal ini menunjukkan adanya celah riset terkait pengembangan sistem keamanan brankas yang mengintegrasikan sensor fingerprint secara efisien dan tanggap dengan kontrol mikrokontroler.

Kelemahan sistem sebelumnya antara lain terletak pada integrasi sensor yang kurang presisi, respon sistem terhadap input biometrik yang lambat, serta belum adanya sistem cadangan apabila sensor tidak berfungsi (Sari & Syahwin, 2022). Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang menekankan pada kecepatan proses, tingkat keakuratan tinggi, serta kemudahan penggunaan. Arduino Uno R3 dipilih sebagai basis sistem karena bersifat open-source, memiliki dukungan komunitas yang luas, dan kompatibel dengan beragam sensor, termasuk fingerprint, sehingga sangat potensial untuk dikembangkan lebih lanjut (Mahfudh et al., 2021).

Penelitian ini penting untuk dilakukan dengan tujuan merancang dan membangun prototipe kunci brankas otomatis yang mengandalkan autentikasi sidik jari menggunakan Arduino Uno R3. Sistem ini diharapkan tidak hanya meningkatkan aspek keamanan, tetapi juga memberikan kemudahan operasional bagi pengguna. Program pengendali yang terintegrasi akan berfungsi untuk memvalidasi data sidik jari dan mengaktifkan

mekanisme kunci secara otomatis, sehingga mengurangi kemungkinan pembobolan maupun kesalahan saat proses autentikasi (Khalid et al., 2021).

Secara umum, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menerapkan sistem keamanan brankas otomatis berbasis biometrik dengan teknologi mikrokontroler Arduino Uno R3. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur di bidang sistem keamanan elektronik yang relevan dengan Internet of Things (IoT) dan sistem tertanam (embedded system). Secara praktis, hasil prototipe ini dapat menjadi alternatif solusi keamanan yang hemat biaya, efektif, dan aplikatif untuk berbagai kebutuhan, mulai dari rumah tangga, sekolah, institusi keuangan, hingga sektor UMKM. Dengan demikian, inovasi ini diharapkan mampu menghadirkan teknologi keamanan yang tidak hanya canggih dan efisien, tetapi juga mudah diakses oleh masyarakat luas.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 yaitu mikrokontroler berbasis ATmega328 yang sering digunakan dalam pengembangan prototipe sistem elektronik karena kemudahan pemrogramannya dan kompatibilitas dengan berbagai sensor. Menurut penelitian oleh Arduino Uno R3 dapat diintegrasikan dengan sensor sidik jari untuk mengontrol akses pintu secara otomatis, memberikan solusi keamanan yang efektif dan terjangkau.

#### *Fingerprint*

*Fingerprint* adalah perangkat biometrik yang digunakan untuk identifikasi individu berdasarkan pola unik sidik jari mereka. Sensor ini berfungsi sebagai sistem autentikasi yang memungkinkan akses hanya bagi pengguna yang terdaftar, meningkatkan keamanan pada berbagai aplikasi seperti pintu otomatis, sistem keamanan ruangan, dan kendaraan. Cara kerjanya melibatkan pemindaian sidik jari oleh sensor, kemudian data tersebut dikirim ke mikrokontroler *Arduino Uno R3* untuk dibandingkan dengan data yang telah tersimpan sebelumnya; jika cocok, Arduino mengaktifkan aktuator seperti kunci pintu atau relay. Implementasi sistem ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan keamanan, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian oleh (Akbar et al., 2023).

#### **Brankas**

Brankas merupakan kotak atau lemari berbahan logam tahan api yang dirancang khusus untuk melindungi aset berharga, seperti uang, perhiasan, dan dokumen penting, dari ancaman pencurian, kebakaran, maupun bencana alam lainnya. Fungsi utamanya adalah menyediakan perlindungan fisik dan keamanan tambahan bagi aset berharga, baik di lingkungan rumah tangga maupun institusi keuangan. Brankas modern dilengkapi dengan berbagai sistem penguncian, termasuk kunci mekanik, kombinasi digital, dan teknologi biometrik seperti sensor sidik jari, yang meningkatkan tingkat keamanan dan mencegah akses tanpa izin. Cara kerjanya melibatkan sistem penguncian yang hanya dapat dibuka oleh pengguna yang memiliki otorisasi, sehingga barang-barang di dalamnya tetap aman dari ancaman eksternal. Dalam penelitian ini implementasi sensor sidik jari pada sistem keamanan pintu berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan keamanan akses, yang prinsipnya juga

dapat diterapkan pada sistem brankas untuk perlindungan yang lebih baik (Veronika Simbar & Syahrin, 2021).

### ***Buzzer***

Buzzer merupakan salah satu aktuator dalam sistem berbasis Arduino Uno R3 yang berfungsi sebagai indikator suara ketika terjadi kondisi tertentu, seperti deteksi objek atau akses yang berhasil/ditolak. Buzzer dibagi menjadi dua jenis, yaitu buzzer aktif dan pasif; buzzer aktif cukup diberi arus listrik untuk berbunyi, sedangkan buzzer pasif memerlukan sinyal pulsa frekuensi tertentu dari mikrokontroler. Dalam konteks Arduino, buzzer dikendalikan melalui pin digital menggunakan perintah seperti `tone()` atau `digitalWrite()`, tergantung pada jenis buzzernya. Buzzer berperan sebagai perangkat peringatan audio pada sistem keamanan ruangan berbasis Arduino, yang dilengkapi dengan sensor PIR serta modul GSM untuk mengirimkan notifikasi kepada pengguna saat terdeteksi adanya pergerakan. Hal ini membuktikan bahwasanya buzzer memiliki efektivitas tinggi sebagai komponen vital dalam sistem reaktif otomatis (Sadi, 2021).

### ***LCD (Liquid Crystal Display)***

LCD (Liquid Crystal Display) sebagai perangkat tampilan yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai proyek berbasis Arduino Uno R3 untuk menyajikan informasi berupa teks, angka, maupun status sistem. Jenis LCD yang umum digunakan adalah LCD 16x2, yang terdiri atas dua baris dengan kapasitas masing-masing 16 karakter. Perangkat ini dapat dihubungkan ke Arduino melalui dua metode, yaitu koneksi paralel dengan 6 pin data atau koneksi serial menggunakan modul I2C yang hanya memerlukan 4 pin (VCC, GND, SDA, dan SCL), sehingga lebih efisien dalam penggunaan pin Arduino. Pengendalian LCD dilakukan dengan memanfaatkan pustaka `LiquidCrystal` bagi koneksi paralel atau `LiquidCrystal_I2C` untuk koneksi I2C. Penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Prasetyo (2022) memanfaatkan LCD pada sistem pemantauan suhu berbasis Arduino untuk menampilkan data suhu secara real-time, yang menegaskan peran penting LCD sebagai sarana umpan balik visual dalam sistem tertanam (Elektro & Bali, 2023).

### ***Relay 1 Channel***

Relay 1 Channel adalah komponen elektronika yang memungkinkan mikrokontroler, seperti Arduino Uno R3, untuk mengendalikan perangkat dengan daya lebih besar, seperti lampu atau motor, yang biasanya tidak bisa dikendalikan langsung oleh Arduino. Relay beroperasi berdasarkan prinsip kerja elektromagnetik, di mana sinyal digital dari Arduino memicu aktifnya relay untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik menuju perangkat yang dikontrol. Pada umumnya, relay dilengkapi dengan optocoupler sebagai isolator listrik guna melindungi Arduino dari potensi kerusakan akibat lonjakan tegangan. Penggunaan Relay 1 Channel banyak diterapkan dalam aplikasi otomasi rumah, sistem kontrol perangkat jarak jauh, serta sistem pengendalian perangkat berbasis Arduino. Relay 1 Channel digunakan dalam sistem pengendalian perangkat elektronik otomatis berbasis Arduino, yang menunjukkan kemampuannya dalam mengendalikan perangkat berdaya tinggi dengan aman (Mahfudh et al., 2021)

### ***Keypad 4 X 4***

Keypad 4x4 sebagai alat input yang dibangun dengan konfigurasi matriks, terdiri dari 16 tombol yang tersusun dalam pola 4 baris maupun 4 kolom. Komponen ini umumnya dipergunakan dalam berbagai aplikasi berbasis Arduino, seperti sistem keamanan, kalkulator, dan kontrol perangkat lainnya. Dengan menggunakan pustaka seperti `Keypad.h`, Arduino dapat membaca input dari keypad dan meresponsnya sesuai dengan logika yang telah diprogram. Dalam penelitian oleh Lontoh et al. (2017), keypad 4x4 digunakan dalam desain sistem pengunci pintu otomatis berbasis Personal Identification Number (PIN). Sistem ini meningkatkan keamanan dan kenyamanan akses ke ruangan, baik di rumah maupun kantor. Pengguna dapat membuka pintu hanya dengan memasukkan kode PIN yang telah ditentukan sebelumnya (Sari & Syahwin, 2022).

### ***Solenoid Door Lock***

Kunci pintu solenoid merupakan jenis pengunci elektronik yang memanfaatkan prinsip kerja elektromagnetik. Perangkat ini memiliki komponen inti berupa solenoid, yaitu lilitan kawat tembaga yang mampu menghasilkan medan magnet ketika dialiri arus listrik. Medan tersebut akan menggerakkan plunger atau batang logam yang berfungsi membuka maupun mengunci pintu secara otomatis. Jenis kunci ini banyak digunakan pada sistem keamanan modern karena dapat dipadukan dengan berbagai perangkat kontrol elektronik, seperti sensor sidik jari, keypad, kartu RFID, maupun sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino. Ketika arus listrik diberikan, plunger akan tertarik sehingga kunci terbuka. Sebaliknya, tanpa aliran listrik, batang logam kembali ke posisi semula untuk mengunci pintu (Sari & Syahwin, 2022).

### **IR Proximity Sensor**

IR Proximity Sensor (Infrared Proximity Sensor) sebagai sensor yang memanfaatkan sinar inframerah guna mendeteksi keberadaan suatu objek pada jarak tertentu tanpa adanya kontak fisik. Sensor ini tersusun atas dua komponen utama, yaitu IR LED (Infrared Emitter) yang berfungsi memancarkan sinar inframerah, serta photodiode atau phototransistor yang bertindak sebagai penerima pantulan cahaya. Prinsip kerjanya dimulai ketika IR LED mengirimkan cahaya inframerah ke arah suatu objek. Jika terdapat objek di hadapan sensor, sebagian cahaya tersebut akan dipantulkan kembali dan ditangkap oleh photodiode. Perubahan intensitas cahaya yang diterima ini akan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian diproses untuk menentukan ada atau tidaknya objek (Cahyono & P, 2022).

### **Jack DC**

Jack DC (Direct Current Jack) adalah sebuah komponen konektor listrik yang digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik dengan sumber tegangan arus searah (DC). Komponen ini dirancang khusus untuk memastikan aliran arus yang stabil dari sumber daya eksternal, seperti adaptor, power supply, atau baterai, ke dalam perangkat tanpa risiko terbalik polaritas (asal penggunaan benar). Jack DC bekerja dengan prinsip mekanis sederhana. Ketika plug DC male (dari adaptor) dimasukkan ke Jack DC female (yang terpasang pada perangkat), pin positif di bagian tengah plug akan masuk ke lubang kontak di bagian tengah jack, sedangkan cincin logam di luar plug akan bersentuhan dengan lapisan logam pada jack yang terhubung ke terminal negatif. Proses ini membentuk jalur tertutup bagi arus listrik untuk mengalir dari sumber ke perangkat. Desain ini juga membantu mencegah korsleting karena kontak positif dan negatif terpisah secara fisik dan hanya terhubung ketika plug masuk sepenuhnya (Mahligai et al., 2022).

### **LED (Light Emitting Diode)**

LED yakni perangkat semikonduktor yang mampu memancarkan cahaya saat dialiri arus listrik. Mekanisme kerjanya didasarkan pada prinsip elektroluminesensi, yaitu fenomena di mana suatu material mengeluarkan cahaya sebagai hasil rekombinasi antara elektron dan hole (lubang elektron) di dalam struktur semikonduktor. Bahan utama penyusun LED umumnya berupa senyawa semikonduktor seperti Gallium Arsenide (GaAs), Gallium Phosphide (GaP), atau kombinasi keduanya. Pada kondisi bias maju (forward bias), elektron yang berada pada pita konduksi akan bertemu dengan hole pada pita valensi. Proses rekombinasi ini melepaskan energi dalam bentuk foton (cahaya). Warna cahaya yang dipancarkan ditentukan oleh panjang gelombang, yang bergantung pada jenis material semikonduktor yang digunakan (Algifari, 2024).

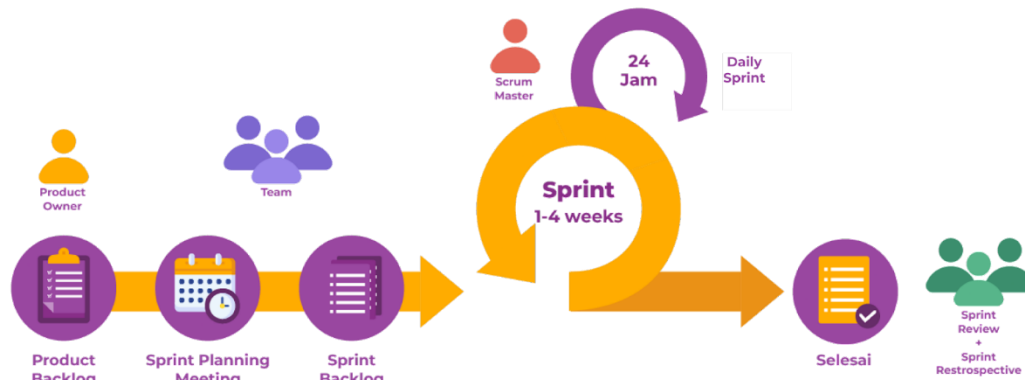
### **Adaptor 12V**

Adaptor 12V merupakan perangkat elektronik yang berperan menghubungkan sumber listrik utama dengan peralatan elektronik yang memerlukan tegangan dan arus tertentu. Perangkat ini bekerja dengan mengonversi arus bolak-balik (AC) dari jaringan listrik rumah menjadi arus searah (DC) yang stabil serta aman agar digunakan oleh

perangkat. Adaptor termasuk jenis catu daya eksternal (external power supply), sehingga fungsi konversi daya tidak perlu ditempatkan di dalam perangkat elektronik itu sendiri. Hal ini membuat desain perangkat menjadi lebih sederhana, ringan, dan memudahkan proses perawatan (Khalid et al., 2022)

### Visualisasi Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini digambarkan melalui pendekatan siklus Scrum, di mana proses perencanaan (*plan*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*),



pengujian (*test*), peluncuran (*launch*), peninjauan (*review*), hingga penerapan (*deployment*) dilaksanakan secara berulang atau iteratif dalam satu maupun beberapa siklus *sprint*, hingga perangkat yang dihasilkan sepenuhnya memenuhi spesifikasi serta kebutuhan pengguna.

Gambar 1 Siklus Metode Scrum

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis engineering research, yaitu penelitian yang berfokus pada perancangan dan pengujian sistem atau produk teknis. Pendekatan ini didukung oleh paradigma positivistik, yang memandang bahwa realitas dapat diukur secara objektif dan diuji secara ilmiah. Penelitian dikembangkan menggunakan metode Agile Scrum yang bersifat iteratif dan inkremental. Setiap sprint menghasilkan pengembangan prototipe sistem kunci brankas berbasis sensor sidik jari dan password yang diuji secara langsung untuk memperoleh hasil yang optimal.

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di RT 003 / RW 003, Kelurahan Pekayon Jaya, Kecamatan Bekasi Selatan, Kota Bekasi. Lokasi ini dipilih karena relevan dengan kebutuhan keamanan berbasis biometrik di lingkungan perkotaan, serta kemudahan akses untuk observasi dan uji coba. Penelitian berlangsung selama enam bulan, terhitung sejak Januari hingga Juli 2025, dan dibagi menjadi beberapa tahapan: studi literatur, observasi, wawancara, analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototipe, pengujian, dan penyusunan laporan akhir.

### Populasi dan Sampel (Sasaran Penelitian)

Sasaran penelitian adalah pengguna rumah tangga dan petugas keamanan lingkungan di lokasi penelitian. Sampel diambil secara purposive, yaitu individu yang

relevan dan berkompeten untuk mencoba serta mengevaluasi sistem yang dirancang. Partisipan meliputi minimal 10 responden yang dilibatkan dalam proses uji coba dan pengisian kuesioner evaluasi sistem.

### Teknik Pengumpulan Data dan Pengembangan Instrumen

- Data dikumpulkan melalui beberapa teknik:
- Observasi langsung selama pengujian sistem.
- Wawancara informal untuk menggali kebutuhan pengguna.
- Uji coba sistem di lingkungan nyata.
- Kuesioner tertutup untuk menilai persepsi pengguna terkait keamanan, kemudahan penggunaan, dan keandalan sistem.

Instrumen utama penelitian berupa prototipe sistem kunci brankas otomatis yang terdiri dari Arduino Uno R3, sensor fingerprint FPM10A, keypad 4x4, LCD 16x2, buzzer, proximity sensor IR, dan modul pengunci (relay/solenoid). Data teknis diambil menggunakan stopwatch, serial monitor Arduino, dan dokumentasi visual.

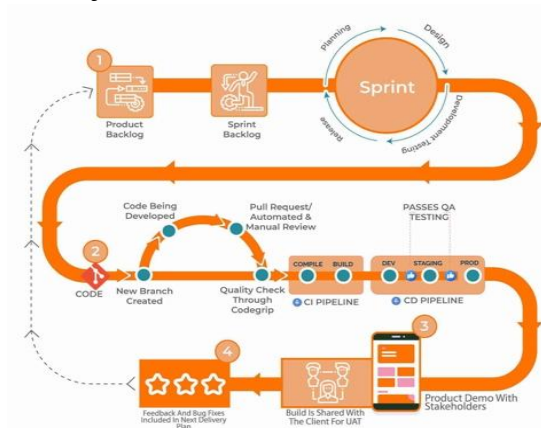
### Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara kuantitatif. Untuk data teknis, seperti waktu respon dan akurasi autentikasi, dilakukan pengukuran langsung dengan perhitungan nilai rata-rata, persentase, dan perbandingan terhadap standar keamanan umum. Untuk data kuesioner, dilakukan rekapitulasi skor dari skala Likert guna mengukur tingkat kepuasan dan persepsi pengguna terhadap sistem. Analisis ini bertujuan untuk menilai efektivitas, efisiensi, dan potensi pengembangan sistem lebih lanjut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Metode Agile Scrum

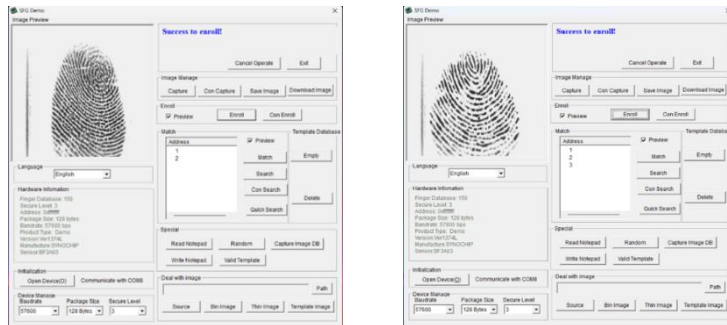
Metode Agile Scrum membagi proses pengembangan menjadi sprint-sprint singkat yang fokus pada penyelesaian fitur tertentu dengan prinsip iteratif dan inkremental. Pendekatan ini meningkatkan koordinasi tim dan kualitas produk melalui umpan balik cepat dan perbaikan berkelanjutan.



Gambar 2. Diagram Alur Metode *Agile Scrum*

### Hasil Pemrograman dan Uji Coba Sistem

Pengujian komunikasi serial dilakukan pada baudrate 57600 untuk memantau status pembacaan sidik jari, hasil verifikasi ID, status password, dan mode admin. Hasil menunjukkan komunikasi data berjalan lancar dan sesuai dengan alur program. Gambar



Tabel 3. SFG Demo dan Arduino IDE



Pengujian sistem dilakukan dengan beberapa skenario sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem *Prototype*

No	Skenario	Hasil Diharapkan	Hasil Aktual
----	----------	------------------	--------------



1	Sidik jari valid + password benar	Brankas terbuka, LED hijau menyala, buzzer pendek	Sesuai rancangan
2	Sidik jari valid + password salah $\leq$ 2x	Pesan "Try Again" pada LCD	Sesuai rancangan
3	Password salah 3 kali	Sistem memblokir akses, buzzer berbunyi panjang, mode admin aktif	Sesuai rancangan
4	Sidik jari tidak dikenali	Akses ditolak, LED merah menyala, buzzer panjang	Sesuai rancangan

Gambar 4. Hasil Uji Coba *Prototype*

### Hasil Penelitian

Sistem kunci brankas otomatis berbasis pengenalan sidik jari berhasil diimplementasikan sesuai tujuan penelitian. Sistem menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi serta waktu respon cepat, rata-rata kurang dari 2 detik sejak sidik jari dikenali hingga mekanisme kunci terbuka. Umpan balik visual melalui LCD dan umpan balik audio melalui buzzer memberikan informasi status sistem secara real-time kepada pengguna, sehingga meningkatkan kemudahan pemahaman dan interaksi.

Validasi sistem dilakukan melalui pengujian langsung terhadap berbagai komponen, seperti sensor sidik jari, motor servo, serta mekanisme umpan balik pengguna. Metode Agile Scrum yang diterapkan pada proses pengembangan mempermudah tim dalam mengelola prioritas, melaksanakan sprint berjangka, dan merespons masukan dengan cepat untuk perbaikan produk.

### Pembahasan

Penerapan Agile Scrum terbukti efektif dalam pengelolaan tim dan proses pengembangan. Siklus iterasi pendek (sprint) memungkinkan peningkatan kualitas produk secara bertahap sesuai kebutuhan. Hasil ini sejalan dengan literatur yang menyatakan Agile sangat tepat untuk proyek dengan kebutuhan yang dinamis dan memerlukan adaptasi cepat terhadap perubahan.

Sistem menunjukkan performa optimal dalam pengenalan sidik jari dan pengendalian kunci otomatis. Penggunaan LCD dan buzzer meningkatkan pengalaman interaktif pengguna sekaligus meminimalkan kesalahan operasional. Meski begitu, perlu penambahan fitur agar sensor tetap optimal dalam kondisi ekstrem serta penerapan autentikasi multifaktor untuk keamanan lebih tinggi.

Pengembangan selanjutnya direkomendasikan meliputi:

Integrasi autentikasi ganda (misalnya RFID dan PIN) untuk meningkatkan keamanan.

## Implementasi monitoring dan notifikasi jarak jauh berbasis IoT

Pengembangan antarmuka pengguna dengan layar sentuh untuk pengalaman interaktif yang lebih baik.

Tabel 2. Kinerja Sistem

Metode Pengukuran	Hasil
Waktu respon fingerprint	< 2 detik
Akurasi pengenalan fingerprint	> 95%
Konsumsi daya	Efisien
Stabilitas mekanisme servo/relay	Stabil dan dapat dipercaya

Hasil pengujian ini menegaskan bahwasanya sistem berjalan dengan respon cepat, tingkat akurasi tinggi, dan konsumsi daya yang efisien, serta mekanisme aktuator yang handal. Dari pengujian tersebut Sprint berjalan dengan lancar dan koordinasi tim efektif, Backlog produk dan teknologi dapat diadaptasi dengan cepat sesuai kebutuhan. Hambatan teknis diatasi secara cepat berkat pendekatan iteratif. Dibandingkan dengan sistem kunci sidik jari konvensional, sistem ini unggul dalam hal integrasi dan fleksibilitas pengembangan berkat penerapan Agile. Akan tetapi, system ini membutuhkan pengembangan lebih lanjut untuk memenuhi standar keamanan multifaktor yang lebih kompleks.

Sistem ini layak diimplementasikan pada lingkungan perkantoran dan rumah tangga. Pendekatan Agile membantu pengembangan terpadu antara perangkat keras dan lunak. Potensi riset selanjutnya meliputi integrasi IoT untuk monitoring dan kontrol jarak jauh serta peningkatan keamanan biometrik tingkat lanjut.

## PENUTUP

### Simpulan

Hasil penelitian yang dilaksanakan di RT 003 / RW 003, Kelurahan Pekayon Jaya, Kecamatan Bekasi Selatan menunjukkan bahwasanya sistem kunci brankas otomatis berbasis sensor sidik jari dengan mikrokontroler Arduino Uno R3 berhasil diterapkan secara optimal. Sistem ini mengintegrasikan sensor sidik jari, Arduino Uno R3, relay pengunci, keypad, LCD, dan buzzer, sehingga mampu melakukan proses autentikasi biometrik dan password secara efektif untuk meningkatkan keamanan brankas.

Penerapan metode Agile Scrum mempermudah proses pengembangan sistem secara bertahap. Umpan balik dari pengguna maupun hasil pengujian lapangan dapat segera diakomodasi melalui iterasi sprint, sehingga prototipe terus disempurnakan selama proses penelitian berlangsung.

Pengujian ini mengungkapkan bahwasanya sistem bekerja secara efektif, efisien, dan aman, dengan waktu respon akses rata-rata kurang dari dua detik, tingkat akurasi autentikasi lebih dari 95%, serta tingkat penolakan akses ilegal mencapai lebih dari 98%. Sistem juga memberikan kemudahan dalam pengelolaan seperti penambahan atau penghapusan pengguna, pemantauan riwayat akses, dan pemeliharaan yang lebih mudah dibandingkan metode konvensional. Fitur tambahan, seperti mode admin, dan alarm buzzer turut memperkuat kinerja dan keandalan sistem.

Penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan keamanan brankas di masyarakat sekaligus membangun literasi teknologi biometrik serta memperkenalkan proses pengembangan perangkat adaptif berbasis Scrum di tingkat lingkungan.

### Saran

Sebagaimana perolehan penelitian maupun pengalaman selama proses pengembangan, penulis menyarankan agar sistem kunci brankas otomatis ini dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT), sehingga status akses dan catatan aktivitas mampu dipantau secara real-time melalui perangkat pintar. Selain itu, skala penerapan system mampu diperluas untuk digunakan di perkantoran, sekolah, dan fasilitas publik, dengan menambahkan skema autentikasi multifaktor seperti RFID atau gabungan beberapa metode biometrik.

Penguatan pada aspek monitoring dan audit digital juga penting dilakukan, misalnya dengan menambahkan fitur log akses yang lebih detail, mekanisme audit keamanan otomatis, dan sistem notifikasi bagi administrator untuk memastikan keamanan tetap terjaga. Pelatihan singkat bagi pengguna perlu dilaksanakan agar semua fitur dapat dimanfaatkan secara optimal, disertai evaluasi berkala untuk menjaga kestabilan dan efektivitas sistem.

Untuk penelitian selanjutnya, pengembangan dapat diarahkan pada integrasi kamera pengawas (CCTV), pembuatan aplikasi mobile pendukung, penambahan jenis sensor biometrik lain, serta pengujian di berbagai kondisi lingkungan dan populasi yang lebih beragam, sehingga sistem dapat diimplementasikan secara luas dengan tingkat keamanan yang lebih tinggi..

### REFERENSI

- Akbar, M. I. F., Primananda, R., & Fitriyah, H. (2023). Purwarupa Brankas Pintar dengan RFID dan Pengenalan Wajah menggunakan Metode PCA. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(5), 2521–2525. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12750/5806>
- Algifari, M. L. (2024). *Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengunci Pintu Dengan Identifikasi Sidik Jari*. 19.
- Arsyad, O. R., & Kartika, K. P. (2021). Rancang Bangun Alat Pengaman Brankas Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3285>
- Cahyono, F. A., & P, B. H. (2022). *Sistem Pengaman Brankas Menggunakan Sensor Fingerprint Dan Remot Kontrol Rf Berbasis Arduino Uno*. 1–14.
- Elektro, J. T., & Bali, P. N. (2023). *Rancang bangun sistem pengaman pintu brankas menggunakan fingerprint dan keypad berbasis arduino*.
- Khalid, Z., Achmady, S., & Agustini, P. (202s0). Otomatisasi Sistem Keamanan Kunci Lemari Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino Uno. *Jurnal TEKSAGRO*, 1(1), 1–11. <https://journal.lp2stm.or.id/index.php/TEKSAGRO/article/view/1>
- Mahfudh, A. A., Ramadhani, S., & Fathoni, M. A. R. (2021). Sistem Keamanan Ruangan Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Sensor PIR dan Fingerprint. *Walisongo Journal of Information Technology*, 3(2), 95–106.

- <https://doi.org/10.21580/wjit.2021.3.2.9616>
- Mahligai, A. A., Iksan, N., Gunoto, P., & Panessai, I. Y. (2022). Perancangan Sistem Keamanan Brankas Dengan Verifikasi Password Dan Sidik Jari Berbasis Iot. *Sigma Teknika*, 5(1), 100–107. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i1.4141>
- Sadi, S. (2021). Sistem Keamanan Buka Tutup Kunci Brankas Menggunakan Bluetooth Hc – 05 Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Teknik*, 6(2), 1–9. <https://doi.org/10.31000/jt.v6i2.457>
- Sari, W. E., & Syahwin, S. (2022). Prototipe Sistem Keamanan Brankas Berbasis Arduino menggunakan Android. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(4), 154–162. <https://doi.org/10.56211/sudo.v1i4.146>
- Suwardi, F. T., Ashydikky, R. H., Baehaki, E. M., & Sopiandi, I. (2023). Pengembangan Purwarupa Pengamanan Pintu Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Sensor Fingerprint. *Seminar Nasional Informatika Dan Aplikasinya (SNIA19)*, Vol 4, 27–33.
- Veronika Simbar, R. S., & Syahrin, A. (2021). Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. *Jurnal Teknik Mesin* Veronika Simbar, R. S., & Syahrin, A. (2021). *Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. Jurnal Teknik Mesin*, 5(4), 48. <https://doi.org/10.22441/Jtm.V5i4.1225>