



Smart Locker Menggunakan Fingerprint dan Face Recognition sebagai Sistem Keamanan Loker Penyimpanan

Koesmarijanto¹, Nurul Hidayati^{2*}, Dista Dwi Cahyani³, Niko Budi Anto⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

¹koesmarijanto@polinema.ac.id, ²nurulhid8@polinema.ac.id, ³distadc@gmail.com, ⁴nikobudianto03@gmail.com

Abstract

Currently, most lockers use keys or passwords for security. This has a high risk of being lost. The key that someone has is easily duplicated by other people, so the security is very low. Therefore, to prevent loss of items, a system is needed to secure the locker with fingerprint and facial recognition. Then the locker can be opened if the user's fingerprint and face match the registered data and there is information sent to the user via an application on the smartphone. Fingerprint testing is carried out by 2 users, the percentage is 95% from 20 tests. Face recognition testing based on distance is carried out with 3 resolutions. The HQVGA resolution is 240 x 176 with a distance of 5-60 cm, the percentage is 57% from the 35x test. The QVGA resolution is 320 x 240 with a distance of 5-70 cm, the percentage is 62.5% from the 40x test. The CIF resolution is 400 x 296 with a distance of 5-70 cm, the percentage is 65% of the 40x test. Time-based face recognition testing is carried out in the morning, afternoon and evening. In the morning the percentage is 60% from 5x tests. Daylight time percentage is 100% from 5x tests. At night the percentage is 80% from 5x tests. For the overall test, it can be concluded that this security system is successfully used and can be applied in everyday life because it can maintain user privacy and can monitor the condition of the locker. So if the user does not have 2 valid accesses, then the locker will not open. Then the system will send information to registered users and rent lockers via an application on a smartphone.

Keywords: face recognition, fingerprint, Internet of Things (Iot), locker, security system.

Abstrak

Saat ini sebagian besar loker menggunakan kunci atau *password* untuk keamanannya. Hal tersebut beresiko tinggi untuk hilang. Kunci yang dimiliki seseorang mudah diduplikasi orang lain, sehingga keamanannya sangat rendah. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kehilangan barang dibutuhkan sistem yang dapat mengamankan loker dengan *fingerprint* dan *face recognition*. Kemudian loker dapat terbuka apabila sidik jari dan wajah pengguna sesuai dengan data yang didaftarkan serta terdapat informasi yang dikirimkan kepada pengguna melalui aplikasi di *smartphone*. Pengujian *fingerprint* dilakukan oleh 2 pengguna persentasenya 95% dari 20x uji. Pengujian *face recognition* berdasarkan jarak dilakukan dengan 3 resolusi. Resolusi HQVGA 240 x 176 dengan jarak 5-60 cm persentasenya 57% dari 35x uji. Resolusi QVGA 320 x 240 dengan jarak 5-70 cm persentasenya 62,5% dari 40x uji. Resolusi CIF 400 x 296 dengan jarak 5-70 cm persentasenya 65% dari 40x uji. Pengujian *face recognition* berdasarkan waktu dilakukan pada waktu pagi, siang, dan malam. Waktu pagi hari persentasenya 60% dari 5x uji. Waktu siang hari persentasenya 100% dari 5x uji. Waktu malam hari persentasenya 80% dari 5x uji. Untuk pengujian keseluruhan, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem keamanan ini berhasil digunakan dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari karena bisa menjaga privasi pengguna dan bisa mengawasi keadaan loker. Jadi apabila pengguna tidak mempunyai 2 akses yang valid, maka loker tersebut tidak akan terbuka. Kemudian sistem akan mengirimkan informasi kepada pengguna yang terdaftar dan melakukan penyewaan loker melalui aplikasi di *smartphone*.

Kata kunci: face recognition, fingerprint, Internet of Things (Iot), loker, sistem keamanan.

Diterima Redaksi : 20-11-2023 | Selesai Revisi : 23-12-2023 | Diterbitkan Online : 31-12-2023

1. Pendahuluan

Saat ini di kantor sistem keamanan lokernya masih menggunakan kunci manual atau kombinasi angka. Namun hal tersebut masih beresiko tinggi untuk hilang. Faktor kehilangannya dikarenakan pengamanan yang kurang terjaga privasinya, misalnya hanya menggunakan kunci manual. Kunci yang dimiliki

seseorang mudah diduplikasi oleh orang lain, sehingga tingkat keamanan yang dimiliki sangat rendah.

Beberapa faktor kehilangan tersebut menyebabkan permasalahan pada keamanan loker kurang aman, khususnya di kantor. Sehingga barang yang dititipkan di kantor bisa diambil sewaktu-waktu dan hilang. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kehilangan tersebut dibutuhkan mikrokontroler untuk

mengamankan loker dengan keamanan ganda, yaitu menggunakan *fingerprint* dan *face recognition*.

Penelitian sebelumnya untuk merancang pengamanan pintu rumah berbasis sidik jari menggunakan mikrokontroler. Pada penelitian ini proses yang dilakukan melalui input sidik jari, identifikasi sidik jari, hingga verifikasi setiap sidik jari yang direkam dalam *database*. Metode yang digunakan yaitu *Unified Modeling Language* (UML). Komponen input yang digunakan yaitu sensor *fingerprint* C3 yang nantinya akan diolah oleh Arduino Uno ATmega 328. Hasil percobaan dari rancangan ini solenoid akan membuka dengan cara bekerja maju dan mundur setelah diberikan arus 5 volt [1].

Penelitian sebelumnya tentang penggunaan *face recognition* untuk akses ruangan. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem keamanan yang dapat mengakses pintu menggunakan *face recognition* berbasis Arduino Uno. Jadi sistem dapat mendeteksi objek wajah sebagai citra dari kamera. Setelah objek terdeteksi, sistem akan melakukan pencocokan wajah dengan citra wajah yang terdapat pada *database* sistem. Citra akan diproses menggunakan metode *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH). Hasil dari penelitian ini yaitu kendali *privilege* pada *smart gate* menggunakan Arduino Uno dan *biometric face recognition* dapat meningkatkan keamanan pada ruangan, dapat memaksimalkan penggunaan komponen elektronik, serta dapat mengimplementasikan algoritma *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) [2].

Berdasarkan era industri 4.0 yang memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) untuk menggabungkan kecerdasan buatan dengan pikiran manusia diperlukan upaya memanfaatkan teknologi dengan membuat inovasi sistem keamanan ganda pada loker di kantor menggunakan *fingerprint* dan *face recognition* disertai notifikasi tentang sistem kerja loker yang dikirimkan ke pengguna melalui aplikasi di *smartphone*. Pada sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 [3], Kamera ESP32 Cam [4], Relay [5], Fingerprint Scanner [6], Solenoid Door [7], Real Time Clock (RTC) [8], Liquid Crystal Display (LCD) [9], Firebase [10], Engsel pir, Modul Step Down DC [11], Adapter DC [12], Kabel Jumper [13], Kabel USB Micro [14], Loker, dan Android Studio [15].

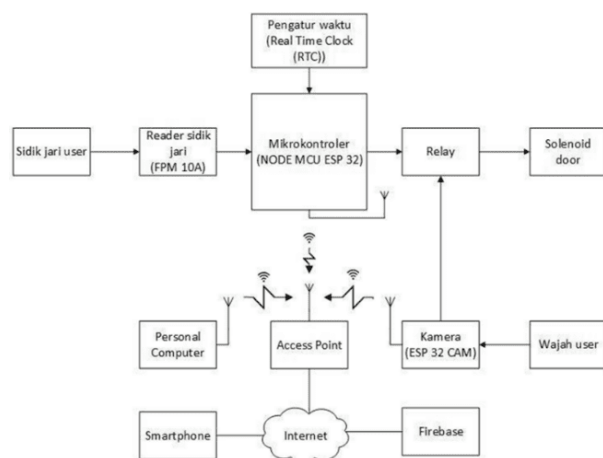
2. Metode Penelitian

2.1. Blok Diagram Sistem

Gambar 1 menunjukkan proses dari sistem keamanan yang akan penulis rancang. Pertama pengguna menginputkan sidik jari dan wajah terlebih dahulu. Sidik jari akan diinputkan melalui reader sidik jari FPM 10A dan wajah akan diinputkan melalui kamera ESP32 Cam. Lalu data sidik jari akan disimpan di Mikrokontroler [16] ESP32 dan data wajah akan disimpan di Web Server dari ESP32 Cam sebagai data pengguna yang sudah daftar. Web Server ini dapat

diakses menggunakan PC yang terhubung ke *Access Point*. ESP32 [17] dan ESP32 Cam tersebut akan terhubung pada *Access Point* dimana *Access Point* tersebut akan terhubung ke internet guna pengiriman data dari Mikrokontroler [18]-[20].

Kemudian relay akan bekerja pada solenoid door apabila ada pengguna yang mau membuka loker, di sini nanti dilakukan pengujian data yang dicocokkan dengan sidik jari dan wajah yang sudah terdaftar. Lalu bisa dilihat data yang masuk sesuai atau tidak dengan data yang sudah terdaftar. Jika sesuai maka loker akan terbuka dan jika tidak sesuai maka loker akan tetap tertutup. Kemudian data-data yang sudah diinput tadi akan dimasukkan ke dalam *firebase* sebagai *database*. Jadi pengguna dapat melakukan monitoring terkait sistem sewa loker tersebut melalui aplikasi pada *smartphone*.

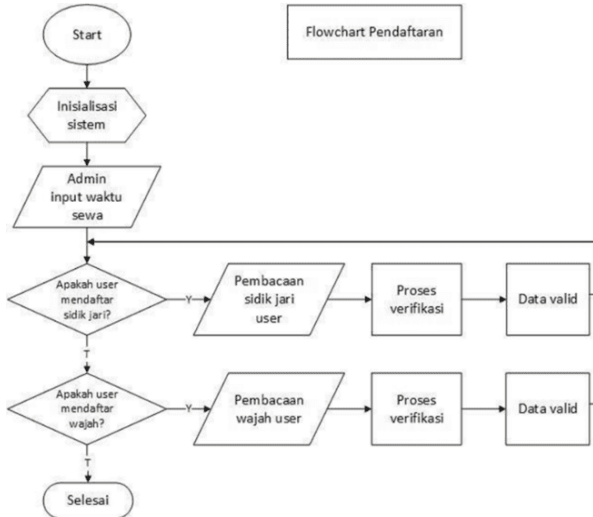


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

2.2. Diagram Alir (*Flowchart*)

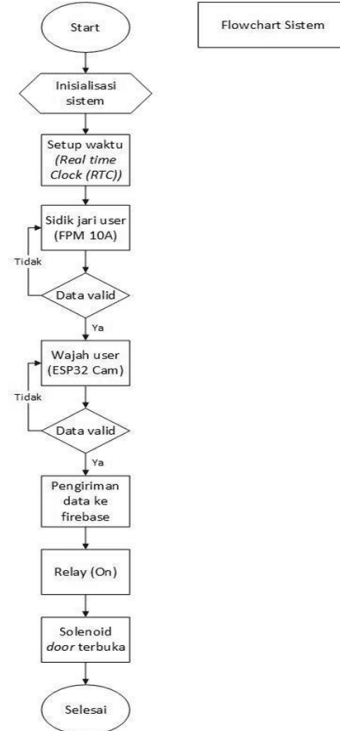
Gambar 2 merupakan *flowchart* pendaftaran dari sistem keamanan penulis. Pengguna mendaftarkan sidik jari dan wajah secara bergantian. Kemudian sistem akan membaca data yang sudah didaftarkan dan melakukan verifikasi guna memastikan data yang didaftarkan valid. Hal yang terjadi pada proses verifikasi sidik jari adalah hasil dari biner sidik jari pertama akan dibandingkan dengan biner sidik jari kedua. Apabila keakuratan biner hampir sempurna maka sidik jari tersebut bisa digunakan. Pada sensor sidik jari FPM10A menghasilkan output dalam bentuk data digital. Data yang dihasilkan biasanya berupa serangkaian angka atau nilai biner yang merepresentasikan pola sidik jari yang terdeteksi. Sensor sidik jari FPM10A menggunakan algoritma pemrosesan untuk mengubah citra sidik jari menjadi data digital. Proses ini melibatkan pemindaian sidik jari menggunakan array sensor optik dan kemudian mengonversinya menjadi representasi digital. Output sensor sidik jari FPM10A biasanya berupa serangkaian byte atau nilai numerik dalam format protokol komunikasi yang ditentukan. Data tersebut dapat berisi informasi seperti posisi piksel, tingkat kecerahan, dan pola unik dari sidik jari yang terdeteksi. Pada source

code ESP32 Cam terdapat IP adres kamera yang bersifat dinamis. IP adres dari web kamera akan berubah mengikuti jaringan atau *wifi* yang digunakan, sehingga IP adres untuk web kamera didapatkan dari hasil olahan dari konektifitas yang digunakan. Apabila data dari sidik jari dan wajah sudah valid, artinya pengguna telah berhasil mendaftarkan data sidik jari dan wajah. Kemudian sistem akan otomatis kembali ke tampilan awal.



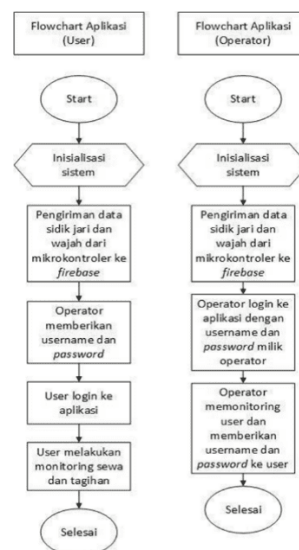
Gambar 2. Flowchart Pendaftaran

Gambar 3 menunjukkan flowchart keseluruhan dari sistem kerja keamanan penulis. Proses pertama dimulai dari inisialisasi sistem terlebih dahulu, lalu set up waktu oleh *Real Time Clock (RTC)*. Pada sistem ini cara kerjanya bergantian. Oleh karena itu, pengguna memasukkan datanya satu persatu. Pengguna memasukkan data sidik jari terlebih dahulu. Apabila data sidik jari valid, maka akan lanjut ke proses memasukkan data wajah. Jika salah satu data yang dimasukkan tidak valid maka prosesnya tidak dapat dilanjutkan dan akan kembali ke tampilan awal. Sebaliknya, jika kedua data yang dimasukkan valid, maka data otomatis terkirim ke firebase dan relay akan bekerja untuk membuka loker melalui solenoid door secara otomatis.



Gambar 3. Flowchart Sistem Keseluruhan

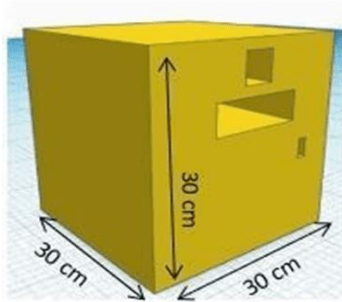
Gambar 4 menunjukkan flowchart aplikasi dari sistem keamanan penulis. Tampilan akses aplikasi ini ada 2, aplikasi sebagai pengguna dan aplikasi sebagai operator. Pertama untuk operator terlebih dahulu. Operator login ke aplikasi menggunakan email dan password milik operator. Di aplikasi ini operator dapat memonitor dan memantau pengguna. Operator juga dapat mengedit informasi data pengguna. Kemudian pengguna login ke aplikasi menggunakan email dan *password* yang telah diberikan oleh operator. Di aplikasi ini pengguna mendapatkan informasi dan notifikasi terkait sistem sewa loker dan biaya tagihan.



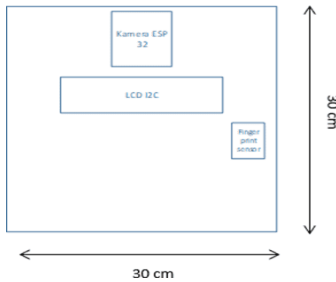
Gambar 4. Flowchart Aplikasi

2.3. Desain Alat

Gambar 5 dan 6 menunjukkan gambar desain loker dari sistem keamanan penulis. Untuk ukuran loker yang digunakan yaitu 30 cm x 30 cm x 30 cm. Loker terbuat dari kayu yang didesain menarik. Di atas loker nanti terdapat box yang berisi komponen pendukung untuk sistem keamanan ini. Untuk ukuran box yang digunakan yaitu 20.5 cm x 6.5 cm x 10.5 cm. Box terbuat dari akrilik yang didesain menarik.



Gambar 5. Desain Alat



Gambar 6. Keterangan Desain Alat

2.4. Pin Rangkaian Sistem

Tabel 1 menunjukkan tabel pin rangkaian sistem. Untuk keterangan mengenai pinnya sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Pin Rangkaian Sistem

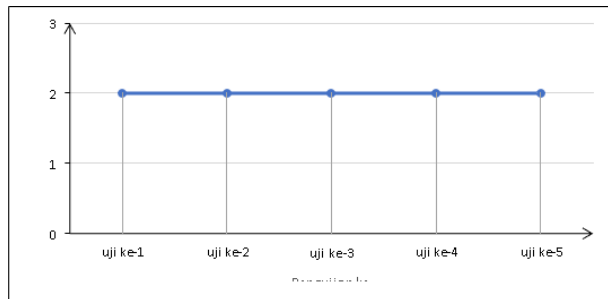
Komponen	Pin		
Fingerprint	GND	>	GND ESP
	RX	>	PIN 17 ESP
	TX	>	PIN 16 ESP
	VCC	>	3.3 V ESP
LCD	VCC	>	5V ESP
	GND	>	GND ESP
	SDA	>	PIN 21 ESP
	SCL	>	PIN 22 ESP
RTC	VCC	>	5V ESP
	GND	>	GND ESP
	SDA	>	PIN 21 ESP
	SCL	>	PIN 22 ESP
Relay	VCC	>	5V ESP
	GND	>	GND ESP
	IN 1	>	PIN 4 ESP
	IN 2	>	PIN 2 ESP CAM
Step Down DC	INPUT	>	12V ADAPTER
ESP 32 CAM	VCC	>	5V ESP
	GND	>	GND ESP

PIN 2 ESP	>	IN 2 RELAY	
32 CAM			
MCU ESP 32	VCC	>	STEP DOWN DC
	GND	>	STEP DOWN DC

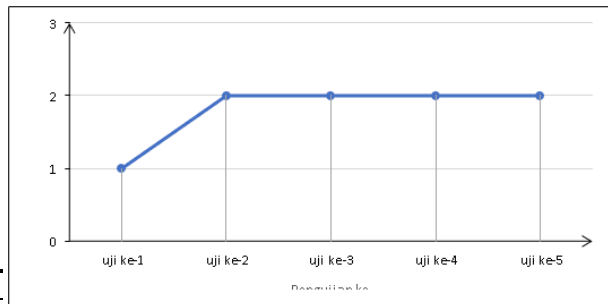
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Fingerprint

Pengujian dilakukan oleh 2 pengguna dan setiap pengguna menguji 2 jari yaitu jari jempol dan jari telunjuk. Gambar 7 menunjukkan gambar grafik hasil pengujian jari jempol dari kedua pengguna. Gambar 8 menunjukkan gambar grafik hasil pengujian jari telunjuk dari kedua pengguna. Garis biru pada grafik menunjukkan data pengujian pengguna 1. Garis oranye pada grafik menunjukkan data pengujian pengguna 2. Persentase pengujian keakurasian fingerprint yaitu 95% berhasil.



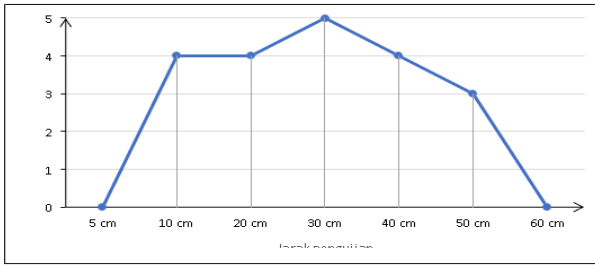
Gambar 7. Gambar Grafik Hasil Pengujian Jari Jempol



Gambar 8. Gambar Grafik Hasil Pengujian Jari Telunjuk

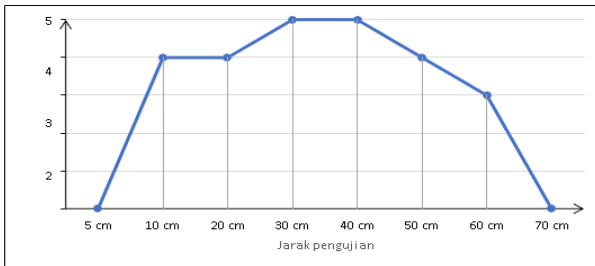
3.2. Hasil Pengujian Kamera Berdasarkan Jarak

Pengujian dilakukan dengan jarak 5-60 cm dan setiap jarak dilakukan 5x uji coba. Gambar 9 menunjukkan gambar grafik hasil pengujian kamera dengan resolusi HQVGA 240 x 176. Garis biru pada grafik menunjukkan pengujian terdeteksi. Garis oranye pada grafik menunjukkan pengujian tidak terdeteksi. Pengujian optimal dilakukan pada jarak 30 cm. Persentase pengujian kamera ini yaitu 57% berhasil.



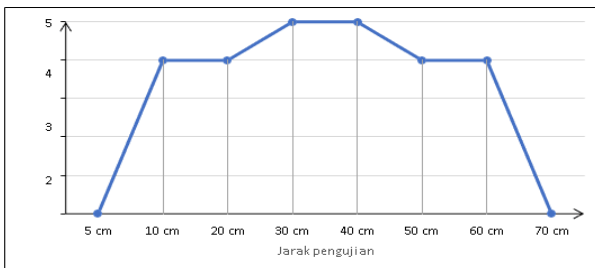
Gambar 9. Hasil Pengujian Kamera Resolusi HQVGA 240 x 176

Pengujian dilakukan dengan jarak 5-70 cm dan setiap jarak dilakukan 5x uji coba. Gambar 10 menunjukkan gambar grafik hasil pengujian kamera dengan resolusi QVGA 320 x 240. Garis biru pada grafik menunjukkan pengujian terdeteksi. Garis oranye pada grafik menunjukkan pengujian tidak terdeteksi. Pengujian optimal dilakukan pada jarak 30-40 cm. Persentase pengujian kamera ini yaitu 62,5% berhasil.



Gambar 10. Hasil Pengujian Kamera Resolusi QVGA 320 x 240

Pengujian dilakukan dengan jarak 5-70 cm dan setiap jarak dilakukan 5x uji coba. Gambar 11 menunjukkan gambar grafik hasil pengujian kamera dengan resolusi CIF 400 x 296. Garis biru pada grafik menunjukkan pengujian terdeteksi. Garis oranye pada grafik menunjukkan pengujian tidak terdeteksi. Pengujian optimal dilakukan pada jarak 30-40 cm. Persentase pengujian kamera ini yaitu 65% berhasil.

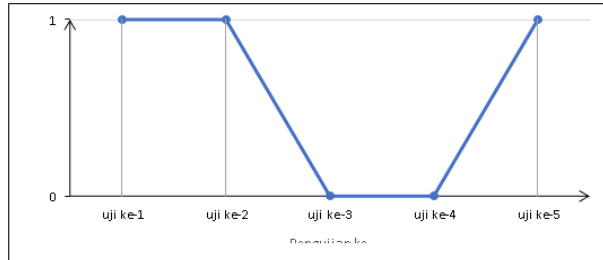


Gambar 11. Hasil Pengujian Kamera Resolusi CIF 400 x 296

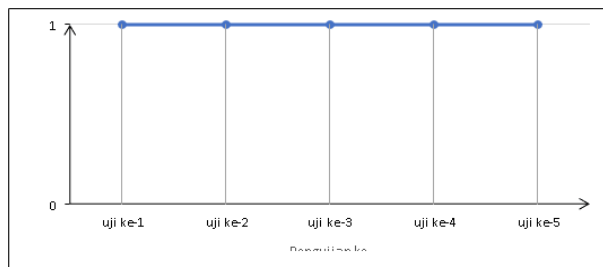
3.3. Hasil Pengujian Kamera Berdasarkan Waktu

Pengujian ini dilakukan pada waktu pagi pukul 09.00 WIB dengan kondisi nilai 104 lux, siang pukul 13.00 WIB dengan kondisi nilai 2151 lux, dan malam pukul 19.00 WIB dengan kondisi nilai 19 lux. Setiap waktu dilakukan 5x uji coba. Gambar 12, 13, dan 14 menunjukkan gambar grafik hasil pengujian kamera berdasarkan waktu. Pengujian optimal dilakukan pada waktu siang hari dengan kondisi nilai 2151 lux. Garis

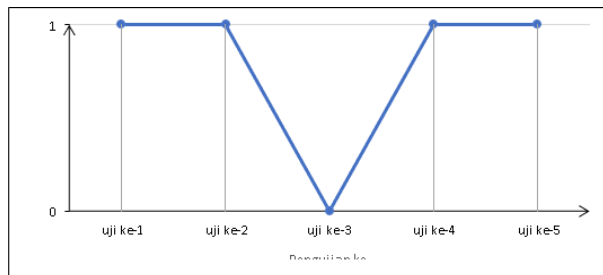
biru pada grafik menunjukkan pengujian pada waktu pagi. Garis oranye pada grafik menunjukkan pengujian pada waktu siang. Garis hijau pada grafik menunjukkan pengujian pada waktu malam. Persentase pengujian waktu pagi mencapai 60% berhasil, waktu siang mencapai 100% berhasil, dan waktu malam mencapai 80% berhasil.



Gambar 12. Hasil Pengujian Kamera pada pagi hari



Gambar 13. Hasil Pengujian Kamera pada siang hari



Gambar 14. Hasil Pengujian Kamera pada malam hari

Gambar 15 menunjukkan nilai lux yang dihasilkan dari pengujian.



Gambar 15. Gambar Hasil Nilai Lux

Tabel 2 menunjukkan tabel nilai lux:

Tabel 2. Tabel Nilai Lux

Pagi	Siang	Malam
19 lux	104 lux	2151 lux

3.4 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Tabel 3 menunjukkan tabel pengujian sistem keseluruhan:

Tabel 3. Tabel Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Fingerprint	Face Recognition	Keadaan Loker
1	√	√	Terbuka
2	√	x	Tidak Terbuka
3	x	√	Tidak Terbuka
4	x	x	Tidak Terbuka

3.5 Implementasi Tata Letak Loker

Gambar 16 menunjukkan gambar implementasi tata letak loker tampak depan. Loker yang digunakan berdimensi 30 cm x 30 cm x 30 cm. Pada bagian atas loker, terdapat box komponen yang berisi rangkaian sistem keamanan penulis. Pada bagian sisi tengah box komponen terdapat lubang kabel USB Micro yang digunakan untuk mengkoneksikan ESP32 ke laptop. Pada bagian sisi atas tengah loker terdapat komponen kamera ESP32 Cam. Komponen ini berfungsi untuk merekam data wajah dari pengguna. Pada bagian sisi bawah tengah terdapat komponen Liquid Crystal Display (LCD). Komponen ini berfungsi untuk menampilkan waktu, kecocokan sidik jari, dan kecocokan wajah. Pada bagian kanan tengah terdapat komponen reader sidik jari FPM10A. Komponen ini berfungsi untuk merekam data sidik jari dari pengguna.



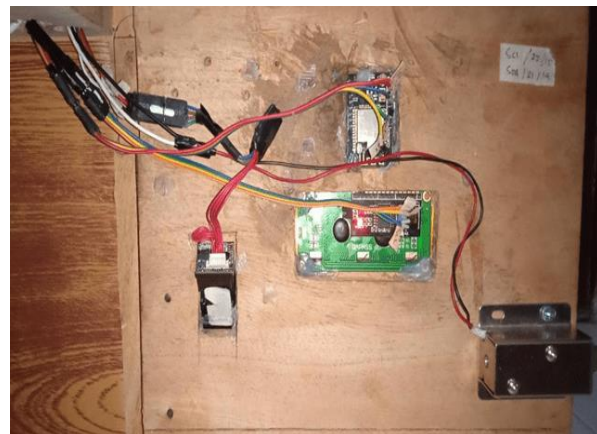
Gambar 16. Gambar tata letak loker tampak depan

Gambar 17 menunjukkan gambar implementasi tata letak loker tampak samping belakang. Pada bagian sisi belakang loker terdapat Adapter DC yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan AC menjadi tegangan DC.



Gambar 17. Gambar tata letak loker tampak belakang

Pada bagian dalam loker sesuai gambar 18 terdapat solenoid door dan engsel pir. Solenoid door berfungsi untuk mengunci pintu, sedangkan engsel pir untuk membuka pintu secara otomatis.

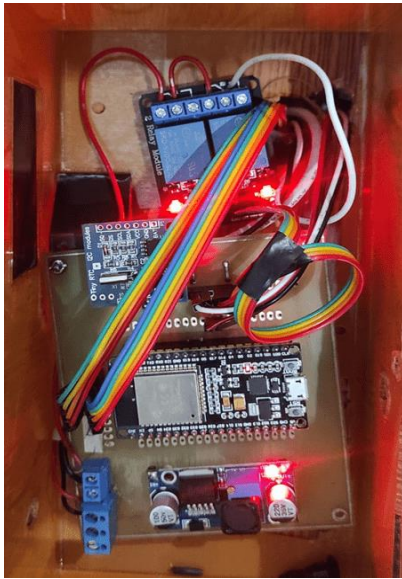


Gambar 18. Gambar tata letak dalam loker

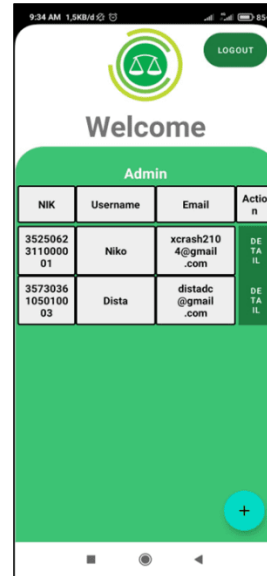
3.4 Implementasi tata letak komponen

Gambar 19 menunjukkan gambar implementasi tata letak komponen yang diletakkan dalam box komponen. Box komponen yang digunakan berdimensi 20.5 cm x 6.5 cm x 10.5 cm. Pada box komponen ini berisi komponen-komponen pendukung yang digunakan, yaitu Mikrokontroler ESP32, Relay 2 Channel, Real Time Clock (RTC) DS1307, dan Modul Step Down DC. Pada rangkaian ini juga menggunakan terminal dan kabel jumper. Terminal berfungsi sebagai tempat penyaluran kabel power supply ke komponen. Kabel jumper berfungsi sebagai kabel yang dihubungkan antar komponen.

Berikut implementasi tata letak komponen yang sudah dibuat:



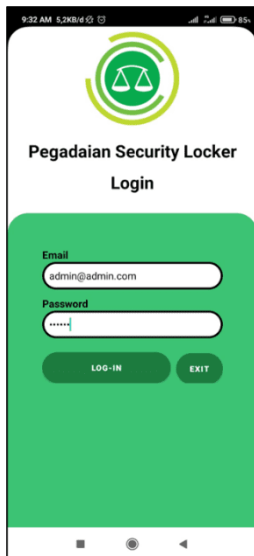
Gambar 19. Gambar tata letak loker komponen



Gambar 21. Halaman Informasi Admin

3.4 Implementasi Aplikasi Sistem

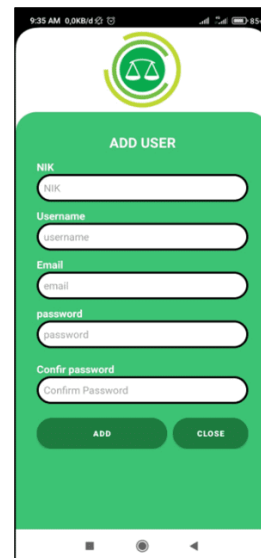
Halaman login merupakan tampilan awal untuk akses masuk aplikasi sebagai admin maupun user. Pada gambar 20 admin memasukkan email dan *password* milik admin terlebih dahulu. Kemudian pilih login.



Gambar 20. Halaman login

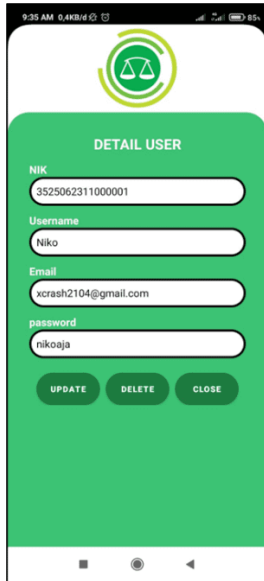
Halaman informasi admin, halaman ini berupa tabel untuk menampilkan akun user yang sudah terdaftar dan sedang menyewa loker. Pada gambar 21 terlihat ada 2 user yang sudah terdaftar. Di sini admin bisa mengetahui dan mengelola terkait informasi tersebut. Informasi pada halaman ini hanya admin yang bisa melihat dan mengedit.

Halaman add user, tampilan halaman admin ada fitur untuk menambahkan akun user supaya user dapat login dengan email dan password yang diberikan oleh admin. Pada gambar 22 ada beberapa poin yang diisi untuk menambahkan akun user yaitu data NIK, *username*, email, *password*, dan *confirm password*. Kemudian pilih add.

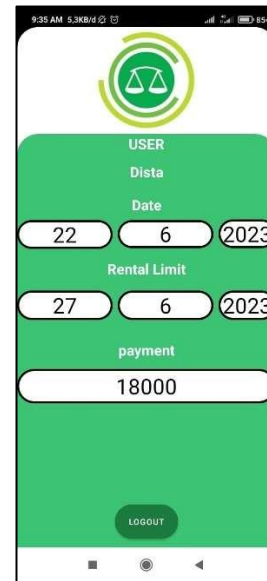


Gambar 22. Halaman Add User

Halaman admin untuk detail user, halaman ini untuk mengedit dan menghapus data user yang sudah terdaftar. Pada gambar 23 sudah tertera data NIK, *username*, email, dan password yang bisa diedit. Pilih menu update untuk mengedit dan otomatis data akan berubah sesuai editan terbaru. Apabila data ingin dihapus, pilih menu delete dan otomatis data akan terhapus.

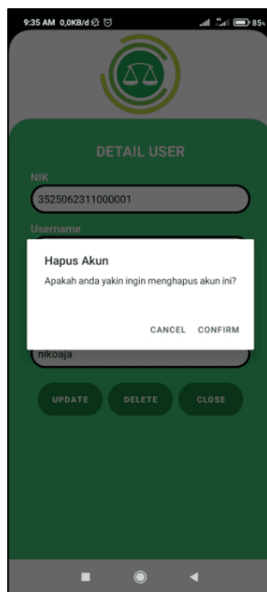


Gambar 23. Halaman Admin Untuk Detail User



Gambar 25. Halaman Informasi User

Halaman delete user, tampilan halaman detail user ada fitur untuk menghapus akun user yang sudah tidak dipakai. Pada gambar 24 ada pertanyaan dahulu sebelum admin menghapus user yaitu “Apakah anda yakin ingin menghapus akun ini?” guna memastikan admin saat menghapus user.



Gambar 24. Halaman Admin Untuk Delete User

Pada halaman Informasi User merupakan tampilan untuk user. Pada gambar 25 tertera informasi yaitu terkait waktu sewa, batas sewa, dan total biaya sewa. *User* hanya bisa melihat tanpa bisa mengedit. Isi dari informasi tersebut hanya admin yang bisa mengelola dan akan disesuaikan dengan data *user* yang masuk.

4. Kesimpulan

Smart Locker Menggunakan *Fingerprint* dan *Face Recognition* sebagai Sistem Keamanan Loker Penyimpanan dapat mengirimkan notifikasi kepada user yang terdaftar dan melakukan penyewaan loker melalui aplikasi *Smart Locker*. Sistem keamanan ini menunjukkan keberhasilan 95% saat melakukan pengujian keakurasian sidik jari dengan rincian 19 kali terdeteksi dan 1 kali tidak terdeteksi. Sistem keamanan ini menunjukkan keberhasilan 57% pada resolusi HQVGA 240 x 176, 62,5% pada resolusi QVGA 320 x 240, dan 65% pada resolusi CIF 400 x 296 saat melakukan pengujian kamera berdasarkan jarak. Jarak yang optimal untuk melakukan pengujian kamera kisaran antara 30-40 cm dan resolusi yang paling baik digunakan yaitu resolusi CIF 400 x 296. Waktu yang tepat untuk melakukan pengujian kamera yaitu dengan kondisi ruangan yang memiliki nilai sekitar 2000-3000 lux.

Daftar Rujukan

- [1] Anton Yudhana, Sunardi, dan Priyatno, 2018. Perancangan Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Sidik Jari Menggunakan Metode UML. Vol 10 No 2 Hal 131.
- [2] Alwan Suryansyah, Roni Habibi, dan Rolly Maulana Awangga, 2020. Penggunaan Face Recognition Untuk Akses Ruang. Hal 12.
- [3] Muliadi, Al Imran, dan Muh. Rasul, 2020. Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. Jurnal Media Elektrik, Vol 17 No 2 Hal 73-75.
- [4] Bayu Fandidarman, Ridam Dwi Laksono, dan Krisna Warih Bintang Pamungkas, 2021. Rancang Bangun Mobil Remote Control Pemantau Area Berbasis IoT Menggunakan ESP32 Cam. Jurnal Electrical Engineering Articles, Vol 2 No 1 Hal 31-38.
- [5] Saleh Muhammad, 2017. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. Vol 8 No 3 Hal 181.
- [6] Anastasia Mude dan Leonardus Benediktus Finansius Mando, 2021. Implementasi Keamanan Rumah Cerdas Menggunakan

- Internet of Things dan Biometric Sistem. *Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, Vol 21 No 1 Hal 179-188.
- [7] Ahmad Jufri, 2016. Rancang Bangun dan Implementasi Kunci Pintu Elektronik Menggunakan Arduino dan Android. *Jurnal STT STIKMA Internasional*, Vol 7 No 1 Hal 40-51.
- [8] Hadi Suryawinata, Dwi Purwanti, dan Said Sunardiyo, 2017. Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol 9 No 1 Hal 30-36.
- [9] Fina Supegina dan Dede Sukindar, 2014. Perancangan Robot Pencapit Untuk Penyotir Barang Berdasarkan Warna LED RGB dengan Display LCD Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana, Vol 5 No 1 Hal 9-17.
- [10] Sudiarta I Ketut Gede, I Nyoman Eddy Indrayana, dan I Wayan Suasnawa, 2018. Membangun Struktur Realtime Database Firebase Untuk Aplikasi Monitoring Pergerakan Group Wisatawan. *Jurnal Ilmu Komputer*, Vol 11 No 2 Hal 96-102.
- [11] Suryana Dayat, 2018. Buku Belajar Android Studio. Hal 2-3.
- [12] Dimas Abdullah Sahid dan Sandhi Prajaka, S. Kom., MMSI, 2021. Smart Key Berbasis Arduino IDE Menggunakan Sensor RFID dan Microcontroller ESP32. *Jurnal Teknik Informatika*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Hal 1-13.
- [13] Deosa Caniago Putra, 2022. Perancangan Papan Informasi Mahasiswa Berbasiskan Real Time Clock Pada Labor Elektro Iteba Dengan Memanfaatkan Fasilitas Short Message Service (SMS). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, Vol 4 No 1 Hal 171-177.
- [14] Muhamad Royhan, 2021. Fingerprint Untuk Mengunci Pintu Terintegrasi Dengan Arduino. *Jurnal Teknik Informatika Unis*, Vol 9 No 1 Hal 1-8.
- [15] Angger Sadewo Bayu Dimas, Edita Rosana Widasari, dan Adharul Muttaqin, 2017. Perancangan Pengendali Rumah menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol 1 No 5 Hal 415-425.
- [16] R. H. Yoga Perdana, N. Hidayati, A. W. Yulianto, V. Al Hadid Firdaus, N. N. Sari and D. Suprianto, "Jig Detection Using Scanning Method Base On Internet Of Things For Smart Learning Factory," 2020 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS), Vancouver, BC, Canada, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/IEMTRONICS51293.2020.9216392.
- [17] F. A. Soelistianto, A. Rahmadhani, and N. Hidayati, "Application of Vegetable Composting Method Takakura with Temperature and pH Control Based on Internet of Things", *Jartel*, vol. 13, no. 3, pp. 241-245, Sep. 2023.
- [18] M. N. Zakaria, K. Koesmarijanto, and M. E. Qibthiyah, "Design Of Monitoring System of Height, Weight and Body Mass Index Using Android-Based Nodemcu ESP8266", *Jartel*, vol. 12, no. 1, pp. 20-25, Mar. 2022.
- [19] L. D. Mustafa, A. M. . Imamuddin, and Y. H. P. . Isnomo, "Smart hand glove terapi pasien pasca stroke berbasis internet of things (IoT)", *eltek*, vol. 21, no. 1, pp. 20–27, Apr. 2023.
- [20] A. Plašilová and J. Procházka, "RFID-based Multi-purpose Smart Post Boxes in Smart Cities," 2022 6th International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC), Chengdu, China, 2022, pp. 184-189, doi: 10.1109/ICSGSC56353.2022.9962983.