

Prototype Aplikasi Sistem Akses Terintegrasi dengan Kartu RFID dan Pengenalan Wajah Berbasis Mikrokontroler Esp32

Ni Ketut Hariyawati Dharmi ^{1*)}, Muhammad Rafii Satrio²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

^{*)}Korespondensi: niketuthd@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Sistem akses telah meningkatkan keamanan bangunan, tetapi banyak perangkatnya masih mahal dan bergantung pada produk asing. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi absensi karyawan yang menggabungkan pengenalan wajah berbasis metode *siamese network* dengan RFID untuk autentifikasi dua tahap. Aplikasi ini dirancang untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi, memungkinkan pemantauan dan pendataan akses karyawan secara *real-time* tanpa perlu tambahan perangkat keras saat ada penambahan *node*. Penelitian ini merancang sistem akses berbasis RFID dan pengenalan wajah dengan metode *siamese network*. Sistem terdiri dari *node* RFID, *base station*, *WiFi access point*, *web dashboard*, dan *database*. *Node* membaca UID RFID, mengirim data ke *base station* untuk verifikasi. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 dan terintegrasi dengan web server Next.js untuk memantau serta mengelola data absensi karyawan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa RFID dapat membaca kartu RFID dengan rentang jarak pembacaan berkisar 0 – 10 cm. Komunikasi esp – now dapat melakukan transfer data dengan rentang waktu 0 – 341 ms dan dengan rentang jarak antar mikrokontroler 50 – 400 cm tanpa antena eksternal. Protokol komunikasi http memiliki kecepatan transfer data ± 700 ms pada kecepatan internet *download/upload* 10.5/5.41 Mbps. Pengenalan wajah berhasil dengan model *siamese network* memiliki rata – rata *threshold* 0.736 dari 0.5 untuk pada berbagai kondisi pencahayaan dan jarak.

Kata kunci: Mikrokontroler, RFID, UID, *Siamese Network*

Abstract

Building access systems have enhanced security but often rely on costly foreign products. This research aims to develop an employee attendance application that integrates facial recognition using the Siamese network method with RFID for dual authentication. Designed to improve security and efficiency, the application allows for real-time monitoring and data collection of employee access without requiring additional hardware when expanding the system. The study designs an access system based on RFID and facial recognition with the Siamese network method. The system includes RFID nodes, a base station, a WiFi access point, a web dashboard, and a database. The RFID nodes read UID data, which is sent to the base station for verification. The system uses the ESP32 microcontroller and is integrated with a Next.js web server to monitor and manage employee attendance data. The test results indicate that the RFID can read RFID cards within a reading range of approximately 0 to 10 cm. The ESP-NOW communication can transfer data within a time range of 0 to 341 ms and a distance range of 50 to 400 cm between microcontrollers without using an external antenna. The HTTP communication protocol has a data transfer speed of approximately 700 ms with an internet download/upload speed of 10.5/5.41 Mbps. Facial recognition using the Siamese network model achieved an average threshold of 0.736 out of 0.5 under various lighting conditions and distances.

Keywords: Microcontroller, RFID, UID, *Siamese Network*

I. PENDAHULUAN

Sistem akses merupakan salah satu dari bentuk perkembangan teknologi di bidang keamanan bangunan (*security building*). Perkembangan ini membuat sebuah bangunan khususnya bangunan kegiatan sipil (sekolah, perkantoran, pemerintahan, rumah sewa) menjadi lebih aman karena telah terpasang sistem

Info Makalah:

Dikirim : 05-26-2025;
Revisi 1 : 06-25-2025;
Revisi 2 : -
Diterima : 06-28-2025

Penulis Korespondensi:

Telp : +6285974992595
e-mail :
niketuthd@lecture.unjani.ac.id

akses yang dapat memantau dan mendata akses bagi setiap orang yang memasuki gedung, termasuk setiap pintu akses di dalam gedung tersebut. Saat ini mayoritas gedung perkantoran atau gedung pemerintahan sudah menggunakan sistem akses namun produk atau perangkat sistem aksesnya berasal dari asing.

Karena produk asing memiliki harga yang relatif tinggi sehingga banyak bangunan sipil yang belum menggunakan sistem akses ini. Selain hal yang telah disebutkan di atas, saat ini sistem akses komersil yang digunakan di gedung perkantoran masih menggunakan RFID tanpa pengenalan wajah

sebagai kode akses bagi setiap *user* yang mengakses gedung. Penelitian yang sudah dilakukan diantaranya adalah Sistem Manajemen Kehadiran Menggunakan Metode *Face Recognition* Berbasis Web [1], Sistem Deteksi Wajah untuk Absensi dan Akses Masuk Ruangan [2], dan Sistem Absensi Karyawan Menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) Berbasis Mikrokontroler pada PT. Sarah Cell Telkomsel Soppeng [3].

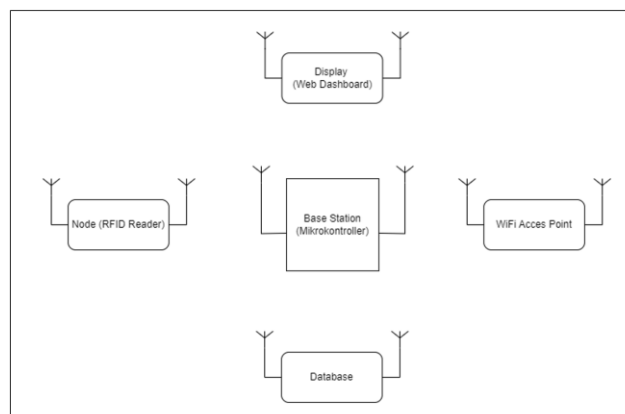
Pada solusi yang pertama, menggunakan mikrokontroler dengan kamera yang terintegrasi dengan menggunakan algoritma pengenalan wajah *Eigenface* hal ini mengakibatkan kualitas kamera terbatas pada *hardware* yang terpasang serta jumlah kamera akan bertambah seiring bertambahnya jumlah *node*. Selain itu membutuhkan waktu kurang lebih 35 detik untuk proses verifikasi data wajah yang ter-input. Pada solusi kedua, masih sama seperti solusi pertama yakni menggunakan mikrokontroler dengan kamera terintegrasi akan tetapi menggunakan algoritma dari *library* bawaan mikrokontroler di mana algoritma ini merupakan algoritma yang lebih sederhana dibandingkan solusi pertama. Sedangkan pada solusi ketiga, tidak ada verifikasi pengenalan wajah dan hanya menggunakan RFID saja sebagai alat untuk mevalidasi karyawan, solusi ketiga ini merupakan solusi yang paling sederhana dari penelitian sebelum – sebelumnya.

Oleh karena itu penelitian ini akan membuat sebuah aplikasi absensi karyawan dengan menggunakan web *server* sebagai *interface management* absensi, *library* OpenCV dengan metode *siamese network* [4] untuk pengenalan wajah serta dilengkapi dengan pembacaan RFID sehingga karyawan memerlukan autentifikasi secara dua tahap untuk melakukan absensi. Selain itu kelebihan aplikasi ini menggunakan kamera *device* yang mengakses web sehingga tidak diperlukan *hardware* tambahan ketika ada penambahan *node*.

II. METODE

A. Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem (Gambar 1) menunjukkan cara kerja keseluruhan dari sistem yang akan dibuat.



Gambar 1 Blok diagram sistem

Pada diagram ini terdapat lima subsistem yaitu:

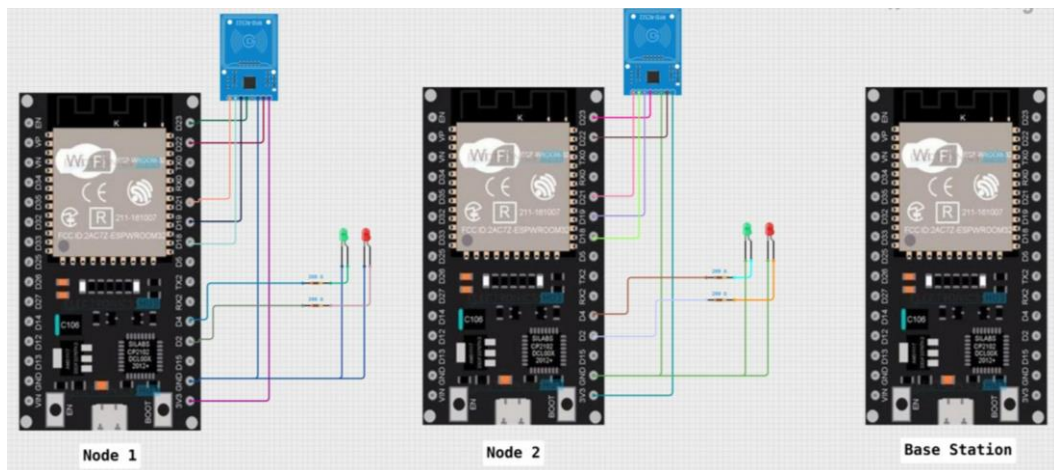
- (1) *Node (RFID Reader)*. *Radio Frequency Identification* merupakan suatu metode identifikasi objek dengan menggunakan gelombang radio. RFID membaca UID (*Universally Unique*

Identifier) dari *transponder* atau *tag* dari rentang frekuensi tertentu menurut spesifikasi *reader* dan *tag*. RFID dapat disematkan di sebuah *device* yang hanya dapat dibaca (*Read Only*) atau di sebuah *device* yang dapat dibaca dan ditulis (*Read & Write*) [5]. Pada subsistem ini terdiri dari mikrokontroler untuk memproses pembacaan UID RFID yang terdiri dari modul RFID Reader dan pemroses mikrokontroler. Sub sistem ini akan mengirimkan data hasil pembacaan RFID lalu diteruskan ke sub sistem *base station* untuk dilakukan verifikasi apakah UID RFID yang terbaca terdapat dalam sistem atau tidak.

- (2) *Base Station* (Mikrokontroler). Mikrokontroler adalah prosesor yang dilengkapi dengan memori *timer*, (pararel) pin I/O dan *peripheral* lainnya yang terintegrasi dengan *chip*. Mikrokontroler mengintegrasikan banyak elemen di dalam sebuah *chip* yang dapat menghemat ruang dan perkembangan yang cepat [6]. Sub sistem ini sebagai portal atau *gateway* terpusat yang berfungsi untuk memverifikasi pembacaan RFID yang dikirimkan dari node dan memproses data akses yang diolah dalam sistem
- (3) *WiFi Access Point*. Sub sistem ini berfungsi sebagai *access point* dan *router* untuk mengatur *traffic* komunikasi antar sub sistem.
- (4) *Display* (*Web Dashboard*). Subsistem ini berfungsi sebagai *dashboard* untuk *display monitoring*, mengolah dan mengatur data kartu (tambah, edit kartu, hapus) serta verifikasi wajah.
- (5) *Database*. *Database* adalah tempat penyimpanan data, dirancang untuk mendukung penyimpanan, pengambilan dan pemeliharaan data yang efisien. *Database* dapat dikhususkan untuk menyimpan *file* biner, dokumen, gambar, video, data relasional, data multidimensi, data transaksional, data analitik, atau data geografis untuk beberapa tag nama [7]. Sub sistem ini sebagai penyimpanan digital untuk seluruh proses transaksi data yang terdapat dari sub sistem yang lain.

B. Perancangan Skematik

Perancangan skematik ini terdiri dari tiga bagian yaitu *node 1*, *node 2* dan *base station* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Skematik diagram

C. Perancangan Entity Relationship Diagram (ERD)

Data model ini menggunakan 5 tabel, yaitu tabel *user*, *device*, *tap_history*, *user_on_device*, dan *absence_history*. Masing – masing tabel ini memuat informasi yang mencakup keseluruhan fitur aplikasi.

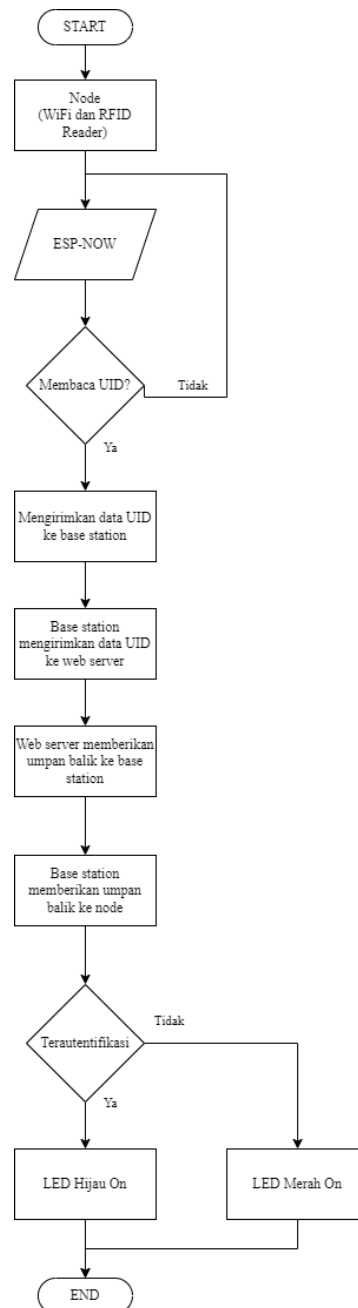
D. Diagram Alir

Diagram alir sistem yang dirancang pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3. Bagian *node* akan mengirimkan hasil pembacaan UID kartu RFID yang di *tap* lalu *node* akan mengirimkan data hasil pembacaan ke *base station* menggunakan protokol *esp-now* setelah itu *base station* akan mengirimkan

data tersebut ke *web server* untuk divalidasi, jika tervalidasi maka data kartu yang di *tap* akan masuk ke *database*. *Base station* akan menerima umpan balik data apabila data yang dikirimkan berhasil tervalidasi, data ini selanjutnya akan diteruskan ke bagian *node*, apabila data yang diterima *node* merupakan *flag true* atau tervalidasi maka *node* akan menyalakan led hijau yang terhubung ke pin *output node*, begitu sebaliknya jika *node* menerima *flag false* maka *node* akan menyalakan led merah sebagai indikator bahwa kartu RFID yang di-*tap* tidak terdaftar.

E. Metode Analisis

Metode analisis yang diterapkan dalam penelitian ini mengarah pada evaluasi kualitas, performa komunikasi data setelah terintegrasi menggunakan *topology* STAR – WSN serta protokol HTTP. Data akan disajikan dalam bentuk tabel dengan analisis data untuk masing – masing data hasil percobaan dengan variasi wajah berbeda. Pengukuran akan dilakukan untuk tingkat akurasi dan *error* saat sistem mengenali wajah.



Gambar 3 Diagram alir

F. Realisasi

Realisasi sistem akses kontrol dengan pengenalan wajah ini dilakukan dengan integrasi seluruh komponen antara *base station* dan *node*, lalu *user* akan melakukan autentifikasi pada *node*. *Node* akan mengirimkan data UID RFID ke *base station* untuk melakukan verifikasi apakah kartu yang digunakan terdaftar dalam sistem agar *user* dapat mengakses ruangan kerja. Setelah itu karyawan akan mengakses *dashboard* atau *Human Machine Interface* (HMI) untuk melakukan pengenalan wajah. Kedua data ini nantinya akan direkap di dalam *database* untuk dijadikan data absensi. Data absensi ini juga akan dapat dilihat secara *real-time* di dalam *dashboard*. Karena setiap UID kartu RFID akan *match* dengan wajah setiap karyawan maka setelah data karyawan didaftarkan, satu kartu RFID hanya dapat menyimpan satu wajah dan data pribadi karyawan sehingga absensi dan akses tidak dapat diwakilkan. Data absensi ini nantinya akan dapat dijadikan bahan evaluasi bagi SDM perusahaan untuk meningkatkan kedisiplinan karyawan.

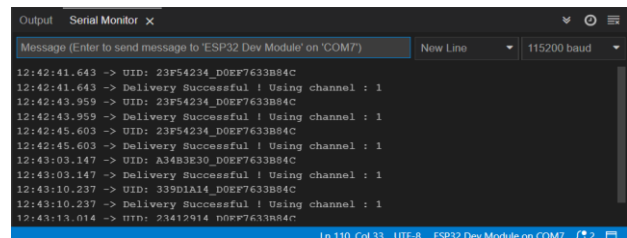
III. HASIL DAN DISKUSI

A. Pengujian Modul RFID

Pengujian modul RFID dilakukan dengan mengukur kecepatan pembacaan UID dengan sampel 10 kartu RFID berbeda dengan pembacaan menggunakan 2 mikokontroler berbeda dan jarak pembacaan bervariasi. Skema pengujian RFID ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan hasil pembacaan UID yang terekam melalui *serial monitor* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4 Skema pengujian RFID



Gambar 5 Tampilan hasil pembacaan UID pada *serial monitor*

Kecepatan pembacaan dan hasil pembacaan dan analisis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Hasil pengujian modul RFID

No.	Hasil Pembacaan (UID)	Response Waktu Pembacaan (ms)	Jarak Kartu dengan Modul (cm)	Mac Address
1.	23F54234	10	2	D0EF76576AF0
2.	A34B3E30	17	3	D0EF76576AF0
3.	339D1A14	16	2	D0EF76576AF0
4.	23412914	25	4	D0EF76576AF0
5.	C1329018	-	16	D0EF76576AF0
6.	23110522	89	5	D0EF76576AF0
7.	34277831	-	13	D0EF76576AF0
8.	32137218	22	6	D0EF76576AF0
9.	B28149J2	58	10	D0EF76576AF0
10.	C71283H8	15	4	D0EF76576AF0
11.	23F54234	13	2	D0EF7633B84C
12.	A34B3E30	-	11	D0EF7633B84C
13.	339D1A14	23	3	D0EF7633B84C
14.	23412914	31	4	D0EF7633B84C
15.	C1329018	-	11	D0EF7633B84C
16.	23110522	14	2	D0EF7633B84C

No.	Hasil Pembacaan (UID)	Response Waktu Pembacaan (ms)	Jarak Kartu dengan Modul (cm)	Mac Address
17.	34277831	26	2	D0EF7633B84C
18.	32137218	6	1	D0EF7633B84C
19.	B28149J2	-	18	D0EF7633B84C
20.	C71283H8	19	3	D0EF7633B84C

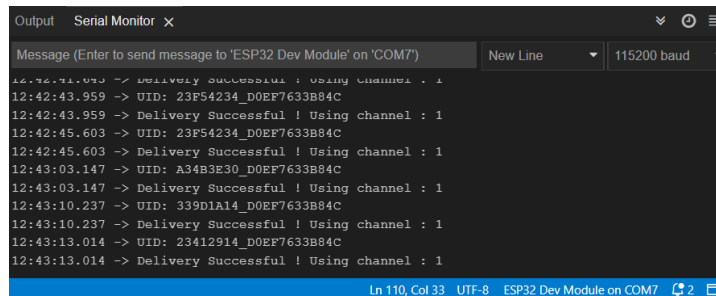
Berdasarkan Tabel 1, didapatkan bahwa terdapat 5 data tidak terbaca yakni pengujian untuk UID C13290I8, 34277831, A34B3E30, B28149J2 dengan jarak pembacaan antara kartu dan modul di atas 10 cm untuk kedua mikokontroler berbeda yang ditandai dengan *mac address* berbeda. Berdasarkan data hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa modul RFID dapat membaca kartu dengan jarak maksimal 10 cm.

B. Pengujian Protokol Komunikasi Esp-Now

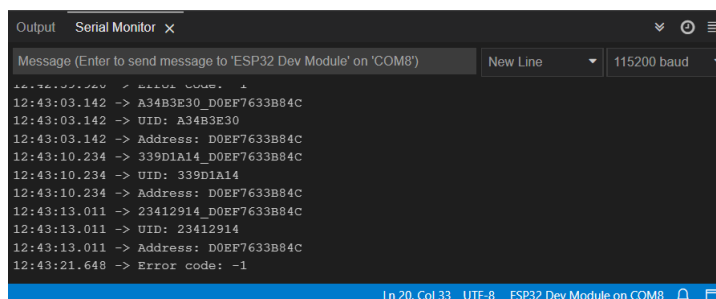
Pengujian komunikasi *esp – now* dilakukan dengan mengukur kecepatan transfer data antara *node* dan *base station* dengan 10 kartu berbeda dengan 2 mikrokontroler berbeda dan dengan jarak antara *node* dan *base station* bervariasi. Skema pengujian ditunjukkan pada Gambar 6, sementara tampilan *serial monitor* ditunjukkan pada Gambar 7 untuk *node* dan Gambar 8 untuk *base station*.



Gambar 6 Skema pengujian komunikasi *esp – now*



Gambar 7 Tampilan *serial monitor node*



Gambar 8 Tampilan *serial monitor base station*

Kecepatan transmisi data, hasil transfer data dan analisis dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil pengujian komunikasi *esp – now*

No.	Data terkirim (char[50])	Data diterima (char[50])	Kecepatan Transfer Data (ms)	Jarak Node dan Base Station (cm)
1.	23F54234_ D0EF76576AF0	23F54234_ D0EF76576AF0	0	50
2.	A34B3E30_ D0EF76576AF0	A34B3E30_ D0EF76576AF0	0	50

No.	Data terkirim (char[50])	Data diterima (char[50])	Kecepatan Transfer Data (ms)	Jarak <i>Node</i> dan <i>Base Station</i> (cm)
3.	339D1A14_ D0EF76576AF0	339D1A14_ D0EF76576AF0	10	150
4.	23412914_ D0EF76576AF0	23412914_ D0EF76576AF0	12	150
5.	C13290I8_ D0EF76576AF0	C13290I8_ D0EF76576AF0	117	250
6.	23110522_ D0EF76576AF0	23110522_ D0EF76576AF0	113	250
7.	34277831_ D0EF76576AF0	34277831_ D0EF76576AF0	233	400
8.	32137218_ D0EF76576AF0	-	-	700
9.	B28149J2_ D0EF76576AF0	-	-	800
10.	C71283H8_ D0EF76576AF0	-	-	900
11.	23F54234_ D0EF7633B84C	23F54234_ D0EF7633B84C	2	50
12.	A34B3E30_ D0EF7633B84C	A34B3E30_ D0EF7633B84C	3	50
13.	339D1A14_ D0EF7633B84C	339D1A14_ D0EF7633B84C	15	150
14.	23412914_ D0EF7633B84C	23412914_ D0EF7633B84C	27	150
15.	C13290I8_ D0EF7633B84C	C13290I8_ D0EF7633B84C	151	250
16.	23110522_ D0EF7633B84C	23110522_ D0EF7633B84C	159	250
17.	34277831_ D0EF7633B84C	34277831_ D0EF7633B84C	341	400
18.	32137218_ D0EF7633B84C	-	-	700
19.	B28149J2_ D0EF7633B84C	-	-	800
20.	C71283H8_ D0EF7633B84C	-	-	900

Berdasarkan Tabel 2, didapatkan data untuk pengujian 7 sampel di kedua *node* dengan jarak antara *node* dan *base station* berkisar antara 50 cm – 400 cm dan kecepatan transfer data berkisar 0 – 341 ms. Sedangkan untuk jarak 700 – 900 cm data tidak berhasil dikirim. Berdasarkan data hasil pengujian didapatkan bahwa jarak efektif untuk melakukan komunikasi data secara *wireless* menggunakan protokol *esp – now* yakni hingga 400 cm.

C. Pengujian Protokol Komunikasi HTTP

Pengujian protokol HTTP dilakukan dengan mengukur kecepatan transfer data antara *base station* dengan web *dashboard* dengan 10 data UID yang diantaranya 4 kartu telah didaftarkan dan 6 kartu sisanya tidak didaftarkan menggunakan *endpoint* `http://192.168.1.101:3000/excluded-auth/integration-device/{uid_mac address}`. Gambar 9 hingga Gambar 13 menunjukkan rangkaian proses pengujian, dimulai dari proses menjalankan *server web dashboard* (Gambar 9), informasi alamat *server* lokal (Gambar 10), tampilan *serial monitor* komunikasi HTTP pada *node* (Gambar 11), tampilan *serial monitor* komunikasi HTTP pada *base station* (Gambar 12), serta hasil pengukuran kecepatan internet lokal (Gambar 13).

```
PS C:\dirTemp\Unjani\Semester 8 (TA)\TA\Web App\system_access_and_attendance> npm run dev
> system_access_and_attendance_app@0.1.0 dev
> next dev
- ready started server on 0.0.0.0:3000, url: http://localhost:3000
- info Loaded dev from C:\dirTemp\Unjani\Semester 8 (TA)\TA\Web App\system_access_and_attendance\env
- event compiled client and server successfully in 353 ms (20 modules)
- wait compiling...
```

Gambar 9 Menjalankan *server web dashboard*

```
Wireless LAN adapter Wi-Fi:
Connection-specific DNS Suffix . : TL-WA850RE
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::f9b3:58f6:6439:d285%12
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.101
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1
```

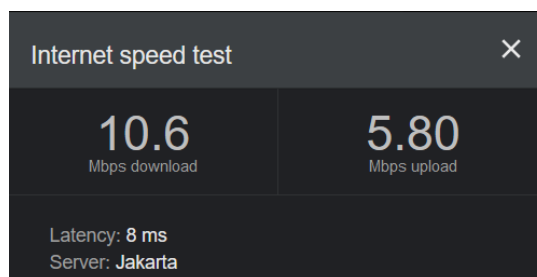
Gambar 10 Alamat *server local*

```
18:53:53.206 -> UID: 23F54234_D0EF7633B84C
18:53:53.206 -> Delivery Successful ! Using channel : 1
18:53:53.906 -> authenticated
18:54:08.523 -> UID: 23F54234_D0EF7633B84C
18:54:08.523 -> Delivery Successful ! Using channel : 1
18:54:08.746 -> authenticated
18:54:14.000 -> UID: A34B3E30_D0EF7633B84C
18:54:14.000 -> Delivery Successful ! Using channel : 1
18:54:14.114 -> authenticated
18:54:18.224 -> UID: 339D1A14_D0EF7633B84C
18:54:18.224 -> Delivery Successful ! Using channel : 1
```

Gambar 11 Serial monitor komunikasi HTTP pada *node*

```
18:53:53.206 -> 23F54234_D0EF7633B84C
18:53:53.206 -> UID: 23F54234
18:53:53.206 -> Address: D0EF7633B84C
18:53:53.905 -> HTTP Response code: 200
18:53:53.905 -> Sending to node...
18:53:53.964 -> Delivery Successful ! Using channel : 1
18:54:08.525 -> 23F54234_D0EF7633B84C
18:54:08.525 -> UID: 23F54234
18:54:08.525 -> Address: D0EF7633B84C
18:54:08.747 -> HTTP Response code: 200
18:54:08.747 -> Sending to node...
```

Gambar 12 *Serial monitor* komunikasi HTTP pada *base station*



Gambar 13 Kecepatan internet *local*

Kecepatan transmisi data menggunakan protokol HTTP antara web *server* dengan *base station* dan analisis dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hasil pengujian komunikasi HTTP

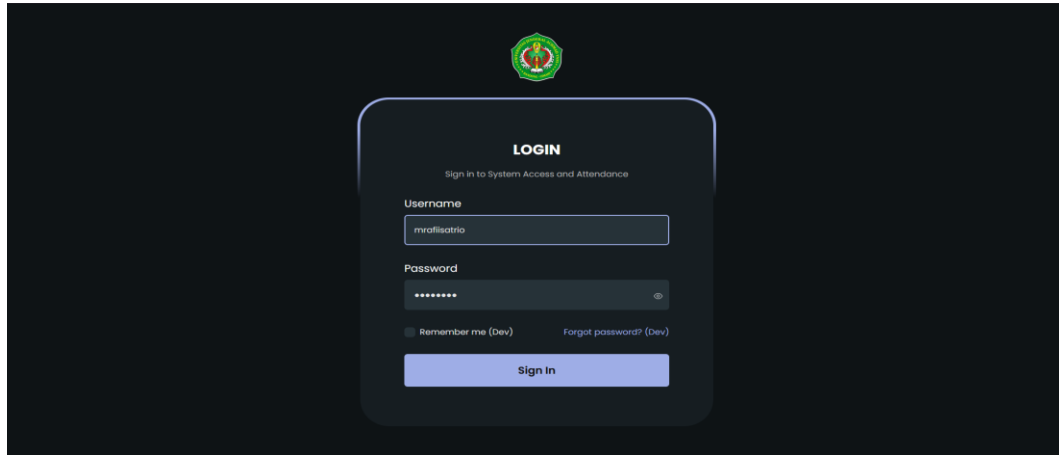
No.	Data terkirim (char[50])	HTTP Status	Terautentifikasi (boolean)	Kecepatan Transfer Data (ms)	Kecepatan Internet Download/Upload (Mbps)
1.	23F54234_D0EF76576AF0	200	1	701	10.6/5.8
2.	A34B3E30_D0EF76576AF0	200	1	751	10.5/5.7
3.	339D1A14_D0EF76576AF0	200	1	729	10.7/5.9

No.	Data terkirim (char[50])	HTTP Status	Terautentifikasi (boolean)	Kecepatan Transfer Data (ms)	Kecepatan Internet Download/Upload (Mbps)
4.	23412914_ D0EF76576AF0	200	1	767	10.2/5.1
5.	C13290I8_ D0EF76576AF0	200	0	712	10.3/5.6
6.	23110522_ D0EF76576AF0	200	0	709	10.1/5.5
7.	34277831_ D0EF76576AF0	200	0	788	10.2/5.6
8.	32137218_ D0EF76576AF0	200	0	714	10.1/5.2
9.	B28149J2_ D0EF76576AF0	200	0	736	10.2/5.3
10.	C71283H8_ D0EF76576AF0	200	0	758	10.4/5.5
11.	23F54234_ D0EF7633B84C	200	1	762	10.5/5.6
12.	A34B3E30_ D0EF7633B84C	200	1	707	10.5/5.5
13.	339D1A14_ D0EF7633B84C	200	1	756	10.1/5.5
14.	23412914_ D0EF7633B84C	200	1	782	10.2/5.4
15.	C13290I8_ D0EF7633B84C	200	0	726	10.1/5.4
16.	23110522_ D0EF7633B84C	200	0	722	10.5/5.5
17.	34277831_ D0EF7633B84C	200	0	730	10.8/5.6
18.	32137218_ D0EF7633B84C	200	0	781	10.7/5.2
19.	B28149J2_ D0EF7633B84C	200	0	724	10.7/5.4
20.	C71283H8_ D0EF7633B84C	200	0	713	10.6/5.8

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan bahwa seluruh sampel terkirim dengan HTTP status 200 atau sukses dengan kecepatan rata – rata pengiriman berkisar antara 701 – 788 ms dengan 4 kartu terautentifikasi dan 6 kartu tidak terautentifikasi, pengujian ini dilakukan dengan kecepatan internet *download/upload* berkisar antara 10.1/5.1 – 10.8/5.9. Berdasarkan data hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa komunikasi data menggunakan protokol HTTP berhasil pada 10 sampel dengan 4 kartu terautentifikasi dan 6 kartu tidak terautentifikasi dan memiliki kecepatan transfer data < 1 detik dengan kecepatan internet rata – rata *download/upload* 10.4/5.51 Mbps.

D. Pengujian Fitur Management Sistem Akses

Pengujian fitur management sistem akses dilakukan dengan menguji fitur *Create, Read, Update, Delete* (CRUD) untuk modul akses, *user* dan *device* serta fitur *export* tabel sebagai data bahan rekap absensi yang dapat diolah. Halaman awal adalah halaman *login* untuk memastikan yang mengakses *web dashboard* adalah pengguna terautentifikasi dan terotorisasi. Pada halaman login terdapat 3 *role* yang dapat digunakan yaitu *superuser*, *owner* dan *staff* di mana *role superuser* dapat mengakses seluruh halaman dan modul, *role owner* dapat mengakses seluruh halaman namun tidak dapat mengakses modul *user* sedangkan untuk *role staff* hanya dapat mengakses *dashboard* saja. Contoh tampilan halaman *login* dengan otorisasi *superuser* ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Halaman *login* dengan otorisasi superuser

E. Pengujian Modul Pengenalan Wajah

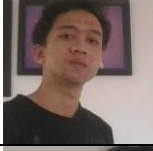
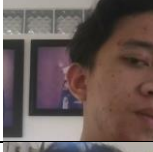
Pengujian pengenalan wajah dilakukan dengan 10 kali *input* foto dengan kondisi pencahayaan dan jarak bervariasi diiterasi dengan 50 verifikasi gambar dengan model siamese yang telah di-*training* dengan 300 gambar positif, 300 gambar negatif dan 300 gambar acuan dengan minimum verifikasi *threshold* 0.5. Hasil pengujian pengenalan wajah ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian pengenalan wajah

No.	Input Gambar (jpg)	Status (boolean)	Verifikasi Threshold	Kecepatan Proses (ms)	Jarak Kamera (cm)
1.		1	0.6	3213	50
2.		0	0.26	2782	100
3.		1	1	2599	50
4.		1	0.66	2567	50
5.		0	0.38	3354	50

Prototype Aplikasi Sistem Akses Terintegrasi dengan Kartu RFID dan Pengenalan Wajah Berbasis Mikrokontroler Esp32

(Ni Ketut Hariyawati Dharmi, Muhammad Rafii Satrio, : Halaman 23 - 34)

No.	Input Gambar (jpg)	Status (boolean)	Verifikasi Threshold	Kecepatan Proses (ms)	Jarak Kamera (cm)
6.		0	0.16	2083	100
7.		1	1	2461	50
8.		0	0.34	2122	100
9.		0	0.14	2642	50
10.		1	0.98	2745	50
11.		1	0.591	3412	50
12.		0	0.48	2784	50
13.		0	0.37	2907	50
14.		1	0.55	3671	50
15.		1	0.51	2948	50
Rata - rata			0,5347	2819	60

Berdasarkan Tabel 4, terdapat 7 data yang tidak mencapai verifikasi *threshold*. Ini dikarenakan cuplikan wajah terpotong, jarak terhadap kamera terlalu jauh, wajah tertutup tangan dan *angle* wajah ketika dicuplik tidak sesuai dengan *angle* wajah ketika model di-*training*. Pada pengujian ini pengambilan data dengan luminasi ruangan yang relatif tinggi seperti pada pengujian nomor 3, 7 dan 10

memiliki nilai verifikasi *threshold* paling tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa wajah dapat dikenali namun perlu ada batasan – batasan dalam pengambilan gambar.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem akses berbasis kartu RFID dapat diimplementasikan secara efektif menggunakan modul RFID dengan jarak pembacaan antara 0 hingga 10 cm. Untuk komunikasi data antar mikrokontroler, protokol *esp-now* terbukti mampu mentransfer data dalam rentang waktu 0–341 ms pada jarak 50–400 cm tanpa menggunakan antena eksternal. Sementara itu, protokol komunikasi HTTP menunjukkan waktu transfer data sekitar 700 ms pada kecepatan internet 10.5/5.41 Mbps, dan dinilai efektif untuk komunikasi antar platform atau media yang berbeda. Sistem web yang dikembangkan telah berhasil menampilkan data secara *realtime* dan mendukung operasi *Create, Read, Update, dan Delete* (CRUD) untuk pengelolaan sistem berbasis database. Selain itu, implementasi algoritma *face recognition* menggunakan *siamese network* yang dilatih dengan 300 gambar mampu mengenali wajah pada jarak 50 cm dalam kondisi pencahayaan ruangan, dengan rata-rata *threshold* sebesar 0.736.

Untuk pengembangan sistem ke depannya, diperlukan penelitian lanjutan agar modul RFID dapat membaca kartu pada jarak lebih dari 10 cm, sehingga meningkatkan fleksibilitas penggunaannya. Pada sisi komunikasi antar mikrokontroler, disarankan penggunaan antena atau komponen tambahan guna memperluas jangkauan protokol *esp-now*. Selain itu, dibutuhkan kajian lebih lanjut terhadap protokol komunikasi lintas platform yang mampu menawarkan kecepatan transfer data lebih tinggi dibandingkan protokol HTTP. Dalam konteks pengembangan sistem aplikasi yang lebih luas, diperlukan perancangan alur bisnis yang lebih matang agar sistem dapat diimplementasikan pada skala yang lebih besar secara efisien. Terakhir, peningkatan jumlah data latih sangat disarankan untuk meningkatkan performa dan akurasi model *face recognition* berbasis *siamese network*, terutama agar dapat bekerja optimal dalam kondisi pencahayaan dan jarak yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. E. A. F. N. Nur Jaini, "Sistem Manajemen Kehadiran Menggunakan Metode Face Recognition Berbasis Web," *Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 48-55, 2021.
- [2]. P. A. W. S. I. M. A. Y. Made Ary Wiradhi Putra, "Sistem Deteksi Wajah untuk Absensi dan Akses Masuk Ruangan," *Repository Politeknik Negeri Bali*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2022.
- [3]. N. E. R. U. Riskayani, "Sistem Absensi Karyawan Menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) Berbasis Mikrokontroler pada PT. Sarah Cell Telkomsel Soppeng," *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JITSI)*, vol. 6, no. 1, pp. 60-67, 2023.
- [4]. A. O. W. P. R. A. Muhammad Dzeaulfath, "*One-Shot Learning* Menggunakan *Siamese Neural Network* untuk Pendeteksian Wajah," in *SENADA 2023*, Jawa Timur, 2023.
- [5]. K. Finkenzeller, *RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Card, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom: WILEY, 2010.
- [6]. G. Gridling and B. Weiss, *Introduction to Microcontrollers*, Vienna: Vienna University of Technology, 2007.
- [7]. N. Sharma, L. Perniu, R. F. Chong, A. Iyer, C. Nandan, A.-C. Mitea, M. Nonvinkere and M. Danubianu, *Database Fundamentals*, 1 ed., Markham: IBM Corporation, 2010.