



Rancang Bangun Miniatur Sistem Pemantauan Dokumen Akreditasi Menggunakan RFID dan ESP8266 Berbasis IoT

Miniature Design of Accreditation Document Monitoring System Using IoT-Based RFID and ESP8266

Fitra Adina Nuzulia^{*}, Eko Didik Widiyanto, Adian Fatchur Rochim

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

How to cite: F. A. Nuzulia, E. D. Widiyanto, and A. F. Rochim, "Rancang Bangun Miniatur Sistem Pemantauan Dokumen Akreditasi Menggunakan RFID dan ESP8266 Berbasis IoT," *Jurnal Teknik Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 82-90, 2023, doi: 10.14710/jtk.v2i1.38313 [Online].

Abstract – An organization or agency must have important documents for administrative purposes or evidence. As time goes by, the document will increase. Problems occur when there are too many documents piled up, making it difficult to find old documents. This final project research is expected to speed up and facilitate the search for documents. The system was built using the NodeMCU ESP8266 microcontroller in which there is a WiFi module to support the IoT system. The NodeMCU ESP8266 is connected to the RC522 RFID sensor. Data detected from RC522 will be managed by ESP8266 and will be sent to the database and processed by a web or mobile application. The results of this study are that the RC522 can be extended to a detection distance of 4.5 - 6 cm by using circular aluminum foil on the sensor. RC522 can also detect more than 1 sticker tag with anti-collision algorithm. However, if you use aluminum foil and detect more than 1 sticker, it will cause interference and fail to read the sticker.

Keywords – RFID RC522; Anti-Collision; ESP8266

Abstrak – Suatu organisasi atau instansi pasti memiliki dokumen-dokumen penting untuk keperluan atau bukti administratif. Dengan berjalannya waktu, dokumen akan semakin bertambah. Permasalahan terjadi jika dokumen tertumpuk terlalu banyak sehingga menyulitkan dalam mencari dokumen lama. Penelitian tugas akhir ini diharapkan mampu mempercepat dan memudahkan dalam mencari dokumen. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang didalamnya terdapat modul WiFi guna mendukung sistem IoT. NodeMCU ESP8266 terhubung dengan sensor RFID RC522. Data yang dideteksi dari RC522 akan dikelola ESP8266 dan akan dikirimkan ke basis data dan diolah oleh aplikasi web atau mobile. Hasil dari penelitian ini adalah RC522 dapat diperpanjang jaraknya hingga deteksi 4.5 - 6 cm dengan penggunaan kertas aluminium yang berbentuk melingkar pada sensor. RC522 juga dapat mendeteksi

lebih dari 1 tag stiker dengan algoritma anti-collision. Namun, jika menggunakan kertas aluminium dan mendeteksi lebih dari 1 stiker maka akan menyebabkan interferensi dan gagal dalam membaca stiker.

Kata kunci – RFID RC522; Anti-Collision; ESP8266

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang serba *modern* seperti saat ini, semua dituntut serba praktis dan cepat. Kemudahan dan efektivitas dalam pengoperasian menjadi tolak ukur dalam kemajuan sebuah sistem [1]. Setiap organisasi, lembaga, atau instansi dalam pelaksanaan kegiatan sehari-hari pasti tidak terlepas dari suatu kegiatan administrasi. Kegiatan administrasi pada dasarnya adalah menghasilkan, menerima, mengolah, dan menyimpan berbagai surat, formulir, laporan, dan sebagainya yang bisa disebut dengan istilah arsip.

Arsip dalam suatu organisasi, lembaga, atau instansi disimpan dan diolah sebagai bukti administratif atau sebagai bahan pertimbangan pengambilan keputusan. Arsip yang terjaga dengan aman, rapi, dan teratur akan sangat menunjang kecepatan dan ketepatan arsip tersebut, sehingga dapat memberikan informasi yang dibutuhkan baik oleh individu maupun kelompok [2]. Pengelolaan arsip atau dokumen sangat diperlukan bagi suatu lembaga sebagai pusat informasi. Adanya arsip atau dokumen yang sudah lama tidak digunakan akan menyulitkan suatu lembaga dalam melakukan pendataan. Penempatan arsip atau dokumen yang tidak sesuai tempatnya juga dapat menyulitkan pendataan karena lokasi berkas tidak diketahui oleh pendata.

Suatu lembaga akan selalu menghasilkan berkas yang baru seiring berjalannya waktu. Berkas yang sudah tidak terpakai biasanya akan disimpan di tempat tertentu untuk kebutuhan akreditasi, inventaris, maupun audit. Permasalahan terjadi jika berkas tertumpuk terlalu banyak sehingga dapat menyulitkan pendata dalam mencari berkas yang dimaksud. Pendata juga memerlukan banyak waktu untuk mencari satu-persatu dari berkas tersebut.

Kelalaian dari pengguna merupakan permasalahan yang umum sering terjadi. Pengguna mengambil berkas

^{*} Corresponding author (Fitra Adina Nuzulia)
Email: fitraadinan@students,undip.ac.id



namun tidak diletakkan di tempat semula. Hal ini akan menjadi masalah dalam pendataan. Pendata atau pemilik berkas akan kesulitan juga dalam mencari lokasi dari berkas tersebut. Selain itu, pencarian juga membutuhkan waktu yang tidak singkat sehingga waktu akan terbuang dengan percuma.

Beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dengan sistem pemantauan dokumen yaitu penelitian mengenai pemantauan akses ruangan, penelitian mengenai sistem peminjaman dan manajemen aset laboratorium, penelitian mengenai pembacaan dan penulisan data buku, serta analisis jarak penggunaan pada prototipe *smart home*.

K. Wirawibawa, R. Susana, dan F. Hadiatna tahun 2022 telah melakukan penelitian yang relevan yaitu sistem pemantauan akses ruangan dengan identifikasi *in* dan *out* menggunakan NodeMCU ESP8266 terhubung dengan sensor RFID RC522. Penggunaan *tag* yang dideteksi berupa kartu. Hasil penelitian ini, jarak maksimal kartu yang dapat terdeteksi adalah 3.5 cm serta untuk pendeteksian *multi-tag* baik sejajar maupun digabung tetap tidak dapat terbaca [3].

Darwin dan N. E. Budiayanta tahun 2021 telah melakukan penelitian yang relevan yaitu sistem peminjaman dan manajemen aset laboratorium menggunakan NodeMCU ESP8266 terhubung dengan sensor RFID RC522. Penggunaan *tag* yang dideteksi berupa stiker. Hasil penelitian ini, jarak maksimal stiker yang dapat terdeteksi adalah 2 cm [4].

I. A. Rozaq tahun 2021 telah melakukan penelitian mengenai analisis jarak penggunaan RFID pada prototipe *smart home* menggunakan mikrokontroler terhubung dengan sensor RFID RC522. Penggunaan *tag* yang dideteksi berupa kartu. Hasil penelitian ini, jarak maksimal kartu yang dapat terdeteksi adalah 1.4 cm [5].

Penelitian-penelitian tersebut hampir serupa dikarenakan membangun sistem pemantauan menggunakan mikrokontroler yang terhubung dengan sensor RFID RC522. Namun, belum terdapat penelitian yang melakukan penelitian berkaitan dengan metode yang dapat dilakukan oleh sistem tersebut untuk memperpanjang jarak baca dari sensor RFID RC522 serta metode untuk mendeteksi 2 *tag* secara bersamaan dalam 1 sensor RFID RC522. Penelitian sebelumnya lebih fokus untuk deteksi *tag* dalam jarak dekat atau ditempel sehingga masih ada kemungkinan bahwa hasil dari penelitian sebelumnya dapat ditingkatkan berdasarkan hasil penelitian ini. Hal inilah yang menjadi pembeda penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan penulis. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan utama terhadap bagaimana cara memperpanjang jarak baca sensor RFID RC522 serta dapat mendeteksi lebih dari 1 *tag* secara bersamaan.

II. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Sistem

Alat memiliki prinsip kerja akan mendeteksi *tag* RFID, baik mendeteksi untuk mendaftarkan pada sistem atau mendeteksi untuk mengetahui lokasi dokumen. Pada

saat akan mendaftarkan dokumen, *tag* yang akan ditempelkan pada dokumen dideteksi oleh sensor RFID dan nomor serial *tag* akan disimpan pada basis data beserta nama dokumen. Pada saat dokumen-dokumen telah didaftarkan pada sistem dan dalam jangkauan sensor, maka nomor serial akan dideteksi terus menerus dan masuk ke dalam *real-time database* firebase agar mengetahui lokasi dokumen.

Pada alat ini catu daya yang digunakan yaitu MB102 yang memiliki masukan tegangan dari 6.5 V hingga 12 V, sedangkan keluarannya yaitu 3.3 V atau 5 V. Adaptor yang digunakan 12 V dan memerlukan MB102 untuk menurunkan tegangan dikarenakan NodeMCU ESP8266 bekerja pada tegangan 3.3 V agar lebih optimal. Alat ini dibangun menggunakan 1 buah mikrokontroler yaitu NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang menghubungkan RFID RC522 dengan basis data.

ESP8266 akan dihubungkan dengan WiFi yang sebelumnya telah ditentukan agar bisa melakukan komunikasi dengan basis data dan server. Data dari sensor RFID dikirimkan menuju ESP8266 berupa pembacaan nomor serial dari setiap stiker. Pada ESP8266 data dikelola dan akan dikirimkan menuju basis data. Sehingga, data dari alat yang telah masuk ke basis data dapat ditampilkan pada *web* atau telepon seluler.

B. Identifikasi Kebutuhan Sistem

Identifikasi kebutuhan sistem adalah proses analisis kebutuhan yang diperlukan untuk membangun sistem. Dalam tahap ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Pada kebutuhan fungsional akan menjelaskan bagaimana kerja sistem saat dihadapi dengan situasi tertentu serta bagaimana reaksinya pada masukan tertentu. Pada kebutuhan non-fungsional akan dijelaskan batas kemampuan yang dimiliki oleh sistem.

Kebutuhan fungsional akan menjelaskan bagaimana kerja sistem saat dihadapi dengan situasi tertentu serta bagaimana reaksinya pada masukan tertentu. Kebutuhan fungsional pada penelitian ini adalah alat diharapkan mampu mendeteksi stiker pada dokumen, melakukan klasifikasi letak berdasarkan mikrokontroler, dan mampu menyimpan serta mengirim data mengenai informasi stiker RFID ke Firebase.

Kebutuhan non-fungsional akan menjelaskan batas kemampuan yang dimiliki oleh sistem. Kebutuhan non-fungsional pada penelitian ini sebagai berikut:

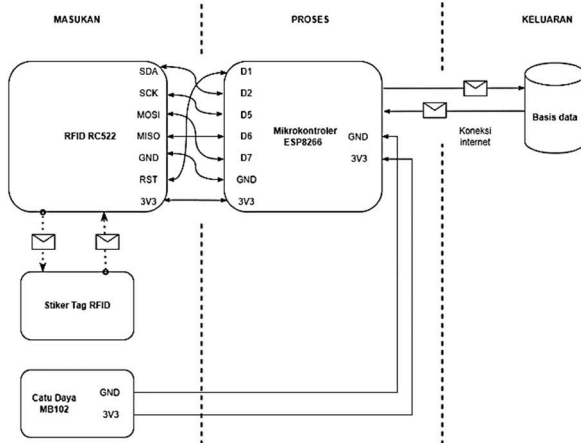
1. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan untuk memroses dan mengolah data dari RC522 menuju basis data.
2. NodeMCU ESP8266 diprogram menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan perangkat lunak Arduino IDE.
3. Firebase digunakan untuk menyimpan data secara waktu nyata.

C. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan-perancangan komponen yang digunakan,



seperti perancangan catu daya, perancangan sensor RFID, dan skema rangkaian keseluruhan. Alat dibangun menggunakan NodeMCU ESP8266 yang dihubungkan dengan sensor RFID RC522. Dalam perancangan alat menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk mengatur program yang diisikan pada mikrokontroler [6]. Berikut adalah gambar blok diagram sistem.



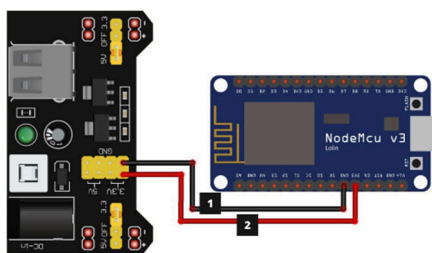
Gambar 1. Blok diagram sistem

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa NodeMCU bertugas sebagai pengontrol dari keseluruhan kerangka RFID, dimana NodeMCU menerima masukan dari sensor RFID RC522 yang akan mendeteksi stiker RFID kemudian data yang telah terdeteksi dikelola oleh NodeMCU dan dikirimkan ke basis data.

Catu daya merupakan elemen krusial dalam sistem karena jika tidak ada catu daya, seluruh rangkaian tidak dapat beroperasi dengan benar. Tujuan dari catu daya adalah menurunkan tegangan. Dalam desain perangkat ini, dibutuhkan tegangan keluaran stabil sebesar 3,3 V yang akan diterima oleh rangkaian dari catu daya. Suplai tegangan ini kemudian akan diserap oleh modul stabilizer tegangan MB102 yang terintegrasi dalam perangkat tersebut [6]. Antarmuka dari catu daya MB102 yang digunakan seperti pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Antarmuka catu daya MB102 dan NodeMCU ESP8266

No	Catu Daya MB102	NodeMCU ESP8266
1	GND	GND
2	+3V3	+3V3



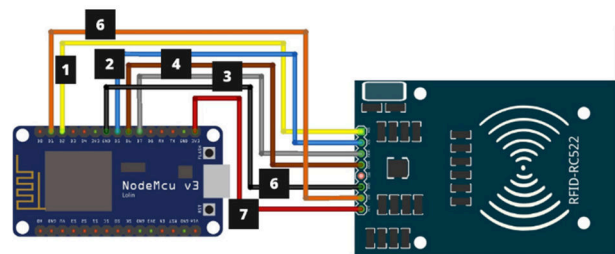
Gambar 2. Perakitan Catu Daya MB102

Sensor RFID merupakan bagian untuk mendeteksi suatu tag RFID. Sensor RFID digunakan untuk mendeteksi stiker yang akan ditempelkan pada dokumen

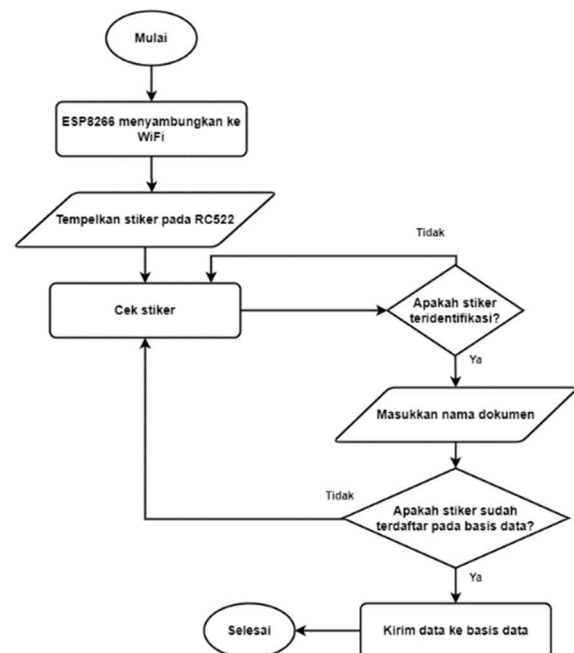
lalu mendaftarkan menuju basis data. Dokumen yang telah terdaftar dapat dideteksi oleh sensor RFID selama berada dalam jangkauan sensor untuk mengetahui lokasi dokumen. Antarmuka dari sensor RFID RC522 yang digunakan seperti pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Antarmuka RFID RC522 dan NodeMCU ESP8266

No	RFID RC522	NodeMCU ESP8266
1	SDA/SS	D2
2	SCK	D5
3	MOSI	D7
4	MISO	D6
5	GND	GND
6	RST	D1
7	+3V3	+3V3



Gambar 3. Perakitan RFID RC522



Gambar 4. Diagram alir pendaftaran dokumen

D. Pengaturan Google Firebase

Google Firebase digunakan untuk menyimpan nomor serial yang dideteksi oleh sensor RFID RC522 dalam basis data. Firebase adalah platform backend dan real-time database yang dimiliki oleh Google. Salah satu fitur yang disediakan oleh Firebase adalah Firebase real-time database, yang menyediakan database NoSQL

yang dapat diakses secara *real-time* melalui *web* atau aplikasi [7].



Gambar 5. Tampilan Google Firebase

Pada Gambar 5 ditunjukkan tampilan *real-time* database untuk sistem pemantauan dokumen akreditasi, pada tampilan tersebut terdapat 5 keluaran dari sensor RFID. Pada “Daftar” digunakan untuk mengetahui stiker terdeteksi atau tidak pada sensor RFID yang dikhususkan saat mendaftar pada basis data. Pada “Data” digunakan untuk melihat nomor serial yang telah terdeteksi oleh RC522, baik yang telah terdaftar maupun belum terdaftar. Setiap nomor serial memiliki *key* *device_id* untuk mengetahui device yang sedang mendeteksi stiker tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Fungsionalitas Perangkat Keras

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan dalam sistem ini dan disambungkan dengan RFID Reader atau RC522 yang memiliki jarak baca kurang dari 10 cm [3]. Pada sistem ini, RFID digunakan untuk mendeteksi dokumen dengan menggunakan stiker sebagai *tag*-nya. Hasil pengujian pada perangkat keras pada Tabel 3 menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik setelah melakukan langkah-langkah instalasi *driver* dan *library* yang sesuai dengan referensi terkait [8].

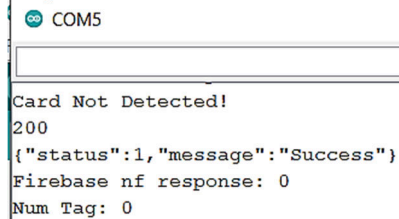
Tabel 3. Pengujian fungsionalitas perangkat keras

No Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status	
1	NodeMCU ESP8266 dihubungkan ke PC/Laptop	Port COM NodeMCU ESP8266 terdeteksi pada laptop	Ya
2	NodeMCU ESP8266 dikoneksikan ke WiFi	NodeMCU ESP8266 berhasil terhubung ke WiFi	Ya
3	NodeMCU ESP8266 ditanam <i>examples</i> program <i>http client</i>	NodeMCU ESP8266 dapat terhubung dengan web server	Ya
4	Tombol RST NodeMCU ESP8266 ditekan	Memulai ulang program	Ya
5	Sensor RFID RC522 dihubungkan ke ESP8266 sesuai <i>wiring</i> diagram	Sensor RFID RC522 dapat terhubung ke ESP8266	Ya
6	<i>Tag</i> RFID ditempelkan ke sensor RFID	Sensor RFID RC522 dapat membaca <i>tag</i> RFID	Ya
7	<i>Power supply</i> MB102 dihubungkan ke ESP8266	Tegangan dapat menghidupkan ESP8266	Ya

B. Pengujian Pembacaan tiker Tag

1. Pengujian Pembacaan Data Tanpa Tag

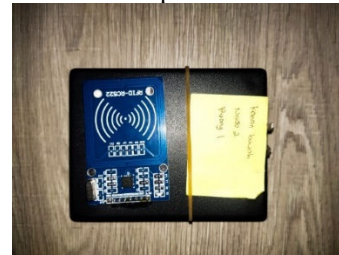
Respon yang diperoleh dari pengujian pembacaan data tanpa *tag* adalah tidak ada respon apapun. Hasilnya tidak terbaca pada *serial com port* maupun basis data dan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian pembacaan data tanpa tag

2. Pengujian Pembacaan dengan Satu Tag

Pengujian pembacaan data dengan satu *tag* meliputi pengujian sensor tanpa diberi tambahan kertas aluminium serta pengujian sensor diberi tambahan kertas aluminium. Pada Gambar 7 merupakan sensor tanpa tambahan kertas aluminium dan Gambar 8 merupakan sensor dengan tambahan kertas aluminium. Pada sensor yang menggunakan tambahan kertas aluminium, kertas tersebut dibentuk secara melingkar dengan diameter lubang atas lebih besar. Pada lubang bawah diameter lebih kecil dan diletakkan pada sensor RFID.



Gambar 7. Sensor tanpa tambahan kertas aluminium



Gambar 8. Sensor dengan tambahan kertas aluminium

Tabel 4. Pengujian NodeMCU bagian daftar tanpa kertas aluminium dengan satu tag

Pada kerangka NodeMCU Daftar						
Jarak (cm)	< 1	1.5	2	2.5	3	≥ 3.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	30	30	17	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	100%	100%	56%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	1	1	2	-



Tabel 4 berisi data hasil pengujian yang dilakukan pada sebuah kerangka NodeMCU dengan memvariasikan jarak antara tag RFID dan sensor RFID. Tabel ini terdiri dari beberapa kolom, yaitu jarak (dalam satuan cm), keberhasilan pembacaan tag RFID sebanyak 30 kali, tingkat keberhasilan pembacaan (dalam persentase), dan waktu yang dibutuhkan untuk membaca tag RFID (dalam detik).

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa ketika jarak antara tag RFID dan sensor RFID kurang dari 1 cm hingga 2,5 cm, keberhasilan pembacaan tag RFID mencapai 100% sebanyak 30 kali pembacaan. Namun, ketika jarak antara tag RFID dan sensor RFID semakin jauh, tingkat keberhasilan pembacaan tag RFID semakin menurun, bahkan pada jarak lebih dari 4,5 cm keberhasilan pembacaan menjadi 0%.

Selain itu, tabel tersebut juga menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membaca tag RFID relatif konstan dan relatif singkat pada jarak antara 1 cm hingga 3,5 cm, yaitu hanya 1 detik. Namun, pada jarak yang lebih jauh, waktu yang dibutuhkan untuk membaca tag RFID menjadi lebih lama, misalnya pada jarak 4 cm waktu yang dibutuhkan sudah menjadi 2 detik.

Tabel 5. Pengujian NodeMCU 1 tanpa kertas aluminium dengan satu tag

Pada kerangka NodeMCU 1						
Jarak (cm)	< 1	1.5	2	2.5	3	≥ 3.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	0	0	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	1	-	-	-	-	-

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada jarak kurang dari 1 cm, keberhasilan pembacaan mencapai 100% sebanyak 30 kali pengujian. Namun, pada jarak 1.5 cm hingga lebih dari 4.5 cm, keberhasilan pembacaan tag RFID sama sekali tidak berhasil dan tingkat keberhasilannya 0%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor RFID pada kerangka NodeMCU tidak dapat membaca tag RFID pada jarak yang cukup jauh dari sensor tersebut. Selain itu, pada jarak kurang dari 1 cm, waktu yang diperlukan untuk mengirimkan data serial melalui COM port hanya sekitar 1 detik.

Tabel 6. Pengujian NodeMCU 2 tanpa kertas aluminium dengan satu tag

Pada kerangka NodeMCU 2						
Jarak (cm)	< 1	1.5	2	2.5	3	≥ 3.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	3	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	1%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	2	-	-	-

Dapat dilihat pada Tabel 6 keberhasilan pembacaan tag RFID mencapai 100% pada jarak di bawah 1 cm dan 1,5 cm. Namun, pada jarak 2 cm, tingkat keberhasilan menurun drastis menjadi hanya 1%, dan pada jarak 2,5

cm hingga 4,5 cm, tidak ada pembacaan tag RFID yang berhasil.

Selain itu, terdapat kolom ketiga yang menunjukkan waktu yang diperlukan untuk membaca tag RFID dalam satuan detik. Pada jarak di bawah 2 cm, waktu yang diperlukan untuk membaca tag RFID cukup cepat, yaitu hanya 1 detik. Namun, pada jarak 2 cm dan 2,5 cm, waktu yang diperlukan untuk membaca tag RFID menjadi lebih lama, yaitu 2 detik. Pada jarak di atas 4,5 cm, tidak ada waktu yang tercatat karena tidak ada pembacaan tag RFID yang berhasil dilakukan.

Tabel 7. Pengujian NodeMCU 3 tanpa kertas aluminium dengan satu tag

Pada kerangka NodeMCU 3						
Jarak (cm)	< 1	1.5	2	2.5	3	≥ 3.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	30	30	2	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	100%	100%	0.6%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	1	1	2	-

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa sensor RFID pada kerangka NodeMCU 3 berhasil membaca tag RFID dengan tingkat keberhasilan yang berbeda-beda pada setiap jarak. Pada jarak kurang dari 1 cm hingga 3.5 cm, sensor RFID berhasil membaca tag RFID dengan tingkat keberhasilan 100%, namun pada jarak 4 cm dan lebih dari 4.5 cm, tingkat keberhasilan menurun drastis menjadi 0.6% dan 0%, yang menunjukkan kesulitan dalam membaca tag RFID pada jarak yang lebih jauh. Waktu yang dibutuhkan oleh Serial Com Port dalam detik pun berbeda-beda pada setiap jarak, namun tidak terlalu signifikan.

Dari sajian pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 di atas dapat diketahui bahwa tanpa menggunakan kertas aluminium, pembacaan satu stiker tag yang dapat terbaca dengan baik hanya dalam jarak kurang dari sama dengan 1.5 cm. Pada pembacaan stiker ini sangat memiliki jarak yang pendek karena stiker RFID tidak menggunakan antena eksternal dan hanya menggunakan antena bawaan dari stiker. Hasil berbeda dikarenakan sensor RFID yang digunakan berbeda-beda meskipun dalam jenis yang sama. Berikut jarak baca RC522 dapat berbeda-beda tergantung dengan beberapa faktor, yaitu:

1. Antena RC522 memiliki karakteristik yang berbeda-beda, seperti sensitivitas dan bentuk. Hal ini mempengaruhi kualitas sinyal RFID yang dipancarkan oleh RC522 dan menerima sinyal RFID dari tag, yang dapat mempengaruhi jarak baca.
2. Jarak baca RC522 dapat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar, seperti kepadatan benda, kelembaban, suhu, dan yang lainnya. Kepadatan benda di sekitar RC522 dapat menghalangi atau memantulkan sinyal RFID, sehingga mempengaruhi jarak baca.

Daya dan konfigurasi RC522 dapat mempengaruhi jarak baca jika RC522 terlalu rendah maka jarak baca akan terpengaruh.



Tabel 8. Pengujian NodeMCU bagian daftar menggunakan kertas aluminium dengan satu tag pada kerangka NodeMCU Daftar

Jarak (cm)	≤ 3	3.5	4	4.5	5	5.5	≥ 6
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	30	19	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	100%	63%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	1	1	-	-	-

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada jarak ≤ 3 cm, pembacaan berhasil dilakukan dengan sempurna sebanyak 30 kali dari total 30 percobaan, dan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Hal yang sama juga terjadi pada jarak 3,5 cm dan 4 cm, di mana keberhasilan pembacaan mencapai 100%. Namun, pada jarak 4,5 cm, tingkat keberhasilan menurun menjadi 63%, yang berarti hanya 19 dari 30 percobaan yang berhasil. Sedangkan pada jarak ≥ 5 cm, tidak ada satupun percobaan yang berhasil. Selain itu, Tabel 8 juga mencantumkan waktu yang dibutuhkan oleh perangkat untuk membaca data pada objek dengan satuan detik. Pada jarak $\leq 4,5$ cm, waktu yang dibutuhkan untuk membaca data adalah 1 detik, sedangkan pada jarak $> 4,5$ cm, waktu pembacaan tidak dapat ditentukan karena tidak ada satupun percobaan yang berhasil.

Tabel 9. Pengujian NodeMCU 1 menggunakan kertas aluminium dengan satu tag

Jarak (cm)	≤ 3.5	4	4.5	5	5.5	6	≥ 6.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	30	30	27	22	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	100%	100%	90%	73%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	1	1	2	2	-

Berdasarkan Tabel 9, NodeMCU mampu membaca jarak dengan keberhasilan 100% pada semua jarak yang diukur hingga 5.5 cm, tetapi hanya mencapai 73% pada jarak lebih dari atau sama dengan 6.5 cm. Untuk komunikasi serial pada port, pada jarak yang lebih dekat dibutuhkan waktu 1 detik, tetapi pada jarak 5.5 cm dan 6 cm dibutuhkan waktu 2 detik. Sedangkan pada jarak lebih dari atau sama dengan 6.5 cm, tidak ada data waktu yang dicatat karena tidak ada keberhasilan pembacaan.

Tabel 10. Pengujian NodeMCU 2 menggunakan kertas aluminium dengan satu tag

Jarak (cm)	≤ 3.5	4	4.5	5	5.5	6	≥ 6.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	30	30	29	8	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	100%	100%	97%	26%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	1	1	2	2	-

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa pada jarak kurang dari atau sama dengan 6 cm, sensor berhasil membaca

dengan sempurna sebanyak 30 kali pembacaan. Namun, pada jarak lebih dari 6 cm, sensor hanya berhasil membaca sebanyak 8 kali pembacaan dari total 30 kali percobaan, sehingga tingkat keberhasilan hanya sebesar 26%. Sedangkan, untuk waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data melalui Serial Com Port, terlihat bahwa pada jarak kurang dari atau sama dengan 5.5 cm, waktu yang dibutuhkan hanya sekitar 1 detik. Namun, pada jarak di atas 5.5 cm, waktu yang dibutuhkan menjadi sekitar 2 detik.

Tabel 11. Pengujian NodeMCU 3 menggunakan kertas aluminium dengan satu tag

Jarak (cm)	≤ 3	3.5	4	4.5	5	5.5	≥ 6
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	30	30	30	29	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	100%	100%	100%	97%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	1	1	1	2	-

Berdasarkan Tabel 11, NodeMCU 3 mampu membaca jarak dengan tingkat keberhasilan 100% pada rentang jarak kurang dari atau sama dengan 5.5 cm, dengan tingkat keberhasilan pembacaan mencapai 97% pada jarak 6 cm. Sedangkan pada jarak lebih dari atau sama dengan 6.5 cm, NodeMCU 3 tidak dapat melakukan pembacaan. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembacaan pada semua rentang jarak adalah 1 detik.

Dari sajian data pada Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, dan Tabel 11 di atas dapat diketahui bahwa menggunakan bantuan kertas aluminium dengan tinggi 4.5 cm, stiker yang dapat terbaca lebih baik dibandingkan tidak menggunakan kertas aluminium yaitu jarak baca hingga 4.5 - 6 cm. Hasil berbeda-beda dikarenakan sensor RFID yang digunakan berbeda-beda meskipun dalam jenis yang sama. Kertas aluminium digunakan secara melingkar sesuai dengan sensor RFID. Kertas aluminium ini berfungsi untuk memperkuat sinyal sensor RFID.

Antena RC522 pada dasarnya adalah sebuah (kumparan yang digunakan untuk menghasilkan medan elektromagnetik pada frekuensi 13.56 MHz untuk berkomunikasi. Ketika kumparan ditempatkan di sekitar aluminium, aluminium dapat bertindak sebagai pengarah medan elektromagnetik dan memfokuskan medan elektromagnetik ke daerah yang diinginkan yaitu pada penelitian ini ke arah atas dengan berbentuk melingkar pada sensor, sehingga memperkuat sinyal dan meningkatkan jarak baca RC522.

3. Pengujian Pembacaan Data Dua Tag Dengan Anti-Collision

Pengujian pembacaan data dengan dua tag menggunakan algoritma *anti-collision*, meliputi: (1) pengujian sensor tanpa diberi tambahan kertas aluminium dan (2) pengujian sensor diberi tambahan kertas aluminium.



Tabel 12. Pengujian NodeMCU 1 tanpa kertas aluminium dengan dua tag

Pada kerangka NodeMCU 1								
Jarak (cm)	≤0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	≥4
Keberhasilan Pembacaan	30	30	0	0	0	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	-	-	-	-	-	-

Dari sajian Tabel 12 terdapat hasil pengujian dengan jarak sensor ke objek yang berbeda-beda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor berhasil membaca objek pada jarak kurang dari atau sama dengan 1 cm dan pada jarak antara 1-1.5 cm. Namun, sensor tidak berhasil membaca objek pada jarak lebih dari 1.5 cm dengan tingkat keberhasilan mencapai 0%. Hal ini terlihat dari jumlah keberhasilan pembacaan yang hanya mencapai 30 kali pada jarak kurang dari atau sama dengan 1 cm dan pada jarak antara 1-1.5 cm. Sedangkan pada jarak lebih dari 1.5 cm, tidak ada keberhasilan pembacaan. Tingkat keberhasilan pembacaan mencapai 100% pada jarak kurang dari atau sama dengan 1 cm dan pada jarak antara 1-1.5 cm, tetapi turun menjadi 0% pada jarak lebih dari 1.5 cm. *Serial Com Port* yang dibutuhkan pada hasil pengujian ini hanya 1 detik.

Tabel 13. Pengujian NodeMCU 2 tanpa kertas aluminium dengan dua tag

Pada kerangka NodeMCU 2								
Jarak (cm)	≤0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	≥4
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	0	0	0	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	-	-	-	-	-	-

Dari hasil pengujian pada Tabel 13 didapatkan bahwa pada jarak kurang dari atau sama dengan 0.5 cm dan 1 cm, seluruh pembacaan sensor berhasil dilakukan dengan baik sebanyak 30 kali dalam 30 pengujian. Namun, pada jarak 1.5 cm sampai dengan 4 cm, sensor tidak mampu membaca dengan berhasil sehingga tidak ada satupun pembacaan yang berhasil dicatat. Seluruh pengujian pada jarak tersebut menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 0%. Sedangkan, pada jarak lebih dari atau sama dengan 4 cm, tidak dilakukan pengujian karena jarak tersebut sudah di luar jangkauan sensor. Serial com port yang digunakan selama pengujian adalah 1 detik. Total pengujian yang dilakukan sebanyak 30 kali untuk setiap jarak.

Tabel 14. Pengujian NodeMCU 3 tanpa kertas aluminium dengan dua tag

Pada kerangka NodeMCU 3								
Jarak (cm)	≤0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	≥4
Keberhasilan Pembacaan 30x	30	30	0	0	0	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	1	1	-	-	-	-	-	-

Pada Tabel 14 terdapat data hasil pengujian jarak pembacaan sensor ultrasonik pada jarak dekat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pembacaan sensor dapat berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan 100% pada jarak 0.5 cm dan 1 cm dengan masing-masing dilakukan sebanyak 30 kali pembacaan. Namun, pada jarak 1.5 cm hingga 3.5 cm, sensor tidak dapat membaca objek yang ada di depannya dengan tingkat keberhasilan 0%. Demikian juga pada jarak lebih dari 3.5 cm, sensor tidak dapat membaca objek dengan tingkat keberhasilan 0%. *Serial communication port* yang digunakan untuk mengirim data ke komputer mengambil waktu yang relatif singkat, yaitu 1 detik untuk setiap pembacaan.

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa pembacaan dua stiker RFID yang dapat terbaca dengan baik hanya dalam jarak kurang dari sama dengan 1 cm tanpa menggunakan kertas aluminium. Saat RC522 mendeteksi dua tag sekaligus, jarak pembacaan akan menjadi lebih pendek karena adanya interferensi antar tag yang saling mengganggu dan mempengaruhi satu sama lain. Interferensi terjadi karena tag RFID bekerja berdasarkan prinsip resonansi magnetik, dan protokol ISO/IEC 14443 memungkinkan tag RFID untuk berkomunikasi dengan pembaca RFID secara bersamaan melalui algoritma anti-collision. Implementasi anti-collision pada ESP8266 dan RC522 menggunakan *library* MFRC522 pada Arduino IDE, sehingga memungkinkan tag RFID untuk diakses secara individual dan menghindari tabrakan antara tag RFID yang berdekatan.

Tabel 15. Pengujian NodeMCU 1 menggunakan kertas aluminium dengan dua tag

Pada kerangka NodeMCU 1							
Jarak (cm)	≤0.5	1	1.5	2	2.5	3	≥3.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	0	0	0	0	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	-	-	-	-	-	-	-

Pada Tabel 15, seluruh hasil pembacaan pada jarak kurang dari atau sama dengan 3.5 cm berhasil dengan tingkat keberhasilan 100%. Namun, pada jarak 4 cm dan di atasnya, tingkat keberhasilan menurun drastis, bahkan pada jarak 6.5 cm dan di atasnya tidak ada hasil pembacaan yang berhasil. Selain itu, pada jarak kurang dari atau sama dengan 0.5 cm, tidak ada hasil pembacaan yang berhasil dengan tingkat keberhasilan 0%. *Serial Com Port* pada NodeMCU 1 selalu membutuhkan waktu 1 detik untuk melakukan pembacaan.

Tabel 16. Pengujian NodeMCU 2 menggunakan kertas aluminium dengan dua tag

Pada kerangka NodeMCU 2							
Jarak (cm)	≤0.5	1	1.5	2	2.5	3	≥3.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	0	0	0	0	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Serial Com Port (detik)	-	-	-	-	-	-	-



Pada Tabel 16 tidak ada keberhasilan pembacaan pada jarak apapun (≤ 0.5 cm sampai dengan ≥ 4 cm) dengan tingkat keberhasilan sebesar 0% pada setiap jarak. Begitu juga dengan *Serial Com Port*, tidak ada komunikasi yang terjadi.

Tabel 17. Pengujian NodeMCU 3 menggunakan kertas aluminium dengan dua tag

Pada kerangka NodeMCU 3							
Jarak (cm)	≤ 0.5	1	1.5	2	2.5	3	≥ 3.5
Keberhasilan Pembacaan 30x	0	0	0	0	0	0	0
Tingkat Keberhasilan	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Serial Com Port</i> (detik)	-	-	-	-	-	-	-

Pada Tabel 17 tidak ada keberhasilan pembacaan pada jarak apapun (≤ 0.5 cm sampai dengan ≥ 4 cm) dengan tingkat keberhasilan sebesar 0% pada setiap jarak. Begitu juga dengan *Serial Com Port*, tidak ada komunikasi yang terjadi.

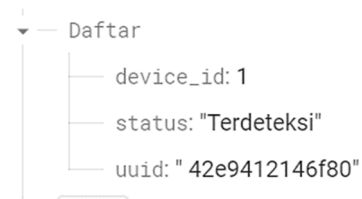
Dari sajian data pada Tabel 15, Tabel 16, dan Tabel 17 di atas dapat diketahui bahwa menggunakan tambahan kertas aluminium ketiga kerangka RFID tidak dapat mendeteksi 2 tag sekaligus. Dampak dari penggunaan kertas aluminium untuk memperpanjang jarak baca RC522 tergantung pada beberapa faktor seperti ukuran, bentuk, dan jarak antena RC522 dengan kertas aluminium. Jika dirancang dengan tidak sesuai, penggunaan kertas aluminium pada RC522 dapat menyebabkan interferensi yang lebih buruk dan dapat mengganggu kinerja RC522 dalam mendeteksi tag RFID.

Salah satu penyebab RC522 tidak bisa mendeteksi tag setelah ditambahkan kertas aluminium adalah interferensi yang lebih buruk karena foil yang digunakan tidak dirancang dengan benar. Kertas aluminium yang digunakan mungkin mengganggu pola radiasi antena RC522 atau memantulkan sinyal RFID pada frekuensi yang berbeda, sehingga RC522 tidak dapat memperoleh data yang diperlukan dari tag RFID.

C. Pengujian Pengiriman Data ke Basis Data Secara IoT

Pada pengujian pengiriman data ke basis data meliputi pengujian nomor serial stiker RFID dapat terdeteksi oleh RC522 lalu dikelola oleh ESP8266 untuk dikirimkan ke *real-time database* Firebase. Pengujian ini ESP8266 menggunakan kartu daya MB102 sebagai sumber daya.

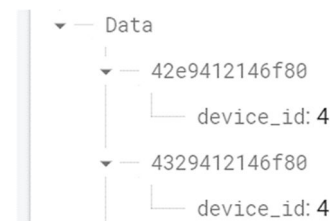
Pada pendaftaran stiker ke sistem, stiker yang harus dideteksi oleh RC522 hanya satu stiker agar tidak terjadi galat sistem. Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa RC522 berhasil mendeteksi stiker yang akan didaftarkan pada sistem. Terdapat *key* `device_id` bernilai 1 karena menggunakan RC522 yang khusus untuk mendaftarkan stiker, *key* `status` untuk mengetahui jika stiker sedang terdeteksi, dan *key* `uuid` untuk menampilkan nomor serial stiker yang sedang dideteksi.



Gambar 9. Hasil deteksi pendaftaran stiker

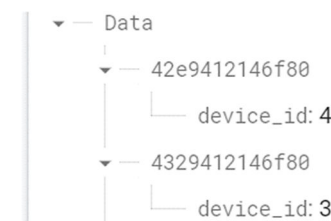
Kode program ESP8266 untuk pendaftaran ini dalam mengirimkan data ke Firebase menggunakan *library* Firebase. *Library* Firebase digunakan untuk menghubungkan modul RC522 dengan ESP8266 ke Firebase dan pengguna dapat mengirim data yang telah terbaca oleh RC522 ke *real-time database* Firebase dan mengakses data tersebut secara *real-time* melalui aplikasi *web* atau *mobile*.

Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa RC522 berhasil mendeteksi dua tag secara bersamaan yaitu dengan nomor serial “4329412146f80” dan selanjutnya dengan nomor serial “42e9412146f80”. Pada saat RC522 berhasil mendeteksi stiker, maka ESP8266 membentuk data dalam format JSON dan mengirimkan permintaan HTTP POST ke Firebase. Firebase akan menerima permintaan HTTP POST dan menyimpan data yang diterima.



Gambar 10. Hasil pengiriman data ke Firebase

Setiap nomor serial yang berhasil dideteksi akan memiliki *key* `device_id` yang berfungsi untuk mengetahui id pada ESP8266 yang mendeteksi stiker tersebut. Id ESP8266 akan berubah sesuai dengan letak stiker pada saat itu. Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa nilai `device_id` pada stiker dengan nomor serial “4329412146f80” berubah menjadi 3 karena stiker dipindahkan ke NodeMCU 2.



Gambar 11. Hasil perubahan data pada Firebase

Key `device_id` terdapat perubahan data menggunakan HTTP POST. Setiap ESP8266 telah memiliki `device_id` masing-masing pada kode program yang tertanam di dalamnya. Setiap ESP8266 mendapatkan nomor serial dari RC522, maka nomor serial tersebut akan merubah *key* `device_id` sesuai dengan id ESP8266 tersebut.



IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, jarak baca sensor RFID RC522 dapat diperpanjang hingga 4.5 – 6 cm dengan menggunakan tambahan kertas aluminium dengan bentuk melingkar pada bagian sensor. Sensor RFID RC522 dapat mendeteksi dua stiker secara bersamaan dengan algoritma *anti-collision* untuk mengatasi masalah tabrakan antara stiker RFID yang berada dalam jangkauan pembacaan yang sama. Penggunaan kertas aluminium saat mendeteksi satu stiker dapat memperpanjang jarak baca sensor, namun saat mendeteksi dua stiker secara bersamaan mengakibatkan interferensi antar stiker dan gagal dalam membaca stiker. Pada pengiriman data dari ESP8266 ke *real-time database* Firebase digunakan untuk mengakses data RC522 secara waktu nyata.

Dari penelitian ini, terdapat beberapa pengembangan yang mungkin dapat dilakukan yaitu untuk mengembangkan algoritma *anti-collision* agar dapat mendeteksi lebih dari dua stiker secara bersamaan. Pada penggunaan kertas aluminium dapat dikembangkan baik, bentuk, ukuran maupun letak agar tidak terjadi interferensi dan kegagalan dalam membaca stiker.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Anggoro, J. Triyono and S. Raharjo, "Implementasi IoT Sistem Pemantauan dan Kendali Pintu Otomatis Berdasarkan Kedekatan Objek," *Jurnal Script*, vol. 9, no. 1, pp. 32-43, 2021.
- [2] R. D. P. Veraniansyah and E. A. Sukma, "Prosedur Pengelolaan Arsip Untuk Keamanan Dokumen Di RSIA Puri Bunda Malang," *Jurnal Administrasi dan Bisnis*, vol. 13, no. 1, pp. 65-74, 2019.
- [3] K. Wirawibawa, R. Susana and F. Hadiatna, "Pemanfaatan RFID MFRC522 dan Sistem Database Untuk Pemantauan Akses Ruang Dengan Identifikasi In dan Out," *Jurnal Orang Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 36-44, 2022.
- [4] Darwin and N. E. Budiayanta, "Rancang Bangun Sistem Peminjaman dan Manajemen Aset Laboratorium Berbasis Implementasi RFID dan Aplikasi Web," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 80-90, 2021.
- [5] I. A. Rozaq, "Analisis Jarak Penggunaan RFID (Radio Frequency Identification) pada Prototipe Smart Home," *Jurnal Orang Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 14-17, 2021.
- [6] H. B. Julio, D. Notosudjono and A. R. M., "Model Simulasi Door Lock Terintegrasi Menggunakan ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1-9, 2021.
- [7] A. S. Mustaqim, D. Kurnianto and F. T. Syifa, "Implementasi Teknologi Internet of Things Pada Sistem Pemantauan Kebocoran Gas LPG dan Kebakaran Menggunakan Database Pada Google Firebase," *Elektron Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 1, pp. 34-60, 2020.
- [8] F. A. Tansir, D. A. Megawati and I. Ahmad, "Pengembangan Sistem Kehadiran Karyawan Paruh Waktu Berbasis RFID (Studi Kasus: Pizza Hut Antasari, Lampung)," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 40-52, 2021.