

PERANCANGAN DAN REALISASI SMART DOOR LOCK MENGGUNAKAN RFID BERBASIS IOT

1st Gde Agus Wira Satria Pradana
Fakultas Ilmu Terapan
D3 Teknologi Telekomunikasi
Bandung, Indonesia
wiraagus@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Prof. Dr. Indrarini Dyah Irawati, S.T., M.T..
Fakultas Ilmu Terapan
D3 Teknologi Telekomunikasi
Bandung, Indonesia
Indrarini@telkomuniversity.ac.id

3rd Akhmad Alfaruq, S.T., M.T..
Fakultas Teknik Elektro
D3 Teknologi Telekomunikasi
Bandung, Indonesia
AkhmadAlfaruq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Dalam era digital, keamanan dan kenyamanan akses menjadi kebutuhan penting dalam pengelolaan pintu dan ruangan. Sistem smart door lock berbasis RFID dan Internet of Things (IoT) dirancang untuk memenuhi kebutuhan ini dengan menggunakan electromagnetic lock sebagai mekanisme penguncian. Sistem ini tidak hanya mempermudah akses ke laboratorium menggunakan kartu RFID milik mahasiswa dan dosen, tetapi juga secara otomatis mencatat kehadiran mereka. Penelitian menunjukkan keberhasilan sistem dalam membaca kartu RFID hingga 98% pada jarak 2-5 cm dan penguncian pintu yang responsif melalui relay. Data absensi berhasil dikirim secara real-time ke Firebase menggunakan ESP8266, menjadikan sistem ini efisien dan andal untuk manajemen akses dan presensi. Dengan otentikasi berbasis RFID, peningkatan keamanan melalui electromagnetic lock, dan kontrol akses yang lebih baik, sistem ini menawarkan solusi sederhana dan dapat diterapkan di berbagai lingkungan seperti rumah, kantor, atau ruang dengan kebutuhan keamanan tertentu.

Kata Kunci : RFID, scanning, IOT, EM Lock, Smart door lock

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi modern telah menghadirkan otomatisasi sebagai bagian integral dari kehidupan, memungkinkan manusia bekerja lebih efektif dengan alat-alat canggih. Salah satu inovasi penting adalah pengembangan sistem kunci pintu otomatis untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan akses. Teknologi seperti Radio Frequency Identification (RFID) telah digunakan untuk memberikan akses masuk melalui kartu atau perangkat tertentu.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem kunci pintu otomatis. Pakukuh [1] merancang sistem berbasis RFID menggunakan Arduino Uno, namun tanpa integrasi IoT, sehingga penggunaannya terbatas secara lokal. Kurniawan [2] mengembangkan sistem berbasis IoT dengan Telegram sebagai platform kontrol, tetapi tanpa memanfaatkan RFID untuk keamanan

ambahan. Shinta et al. [3] mengintegrasikan IoT dengan aplikasi Android, namun tidak mencakup pencatatan presensi.

Pengembangan sistem Smart Door Lock berbasis RFID yang terintegrasi dengan IoT menggabungkan keamanan RFID, fleksibilitas IoT, dan kemudahan penggunaan perangkat pintar. Selain meningkatkan keamanan, sistem ini juga menawarkan fungsi tambahan, seperti pencatatan presensi otomatis, yang relevan untuk lingkungan pendidikan. Dengan demikian, solusi ini menjadi langkah nyata untuk menghadirkan teknologi yang praktis, aman, dan efisien untuk berbagai kebutuhan.

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah jaringan objek fisik yang terhubung ke internet untuk berbagi data, menerima perintah, dan melakukan tindakan berdasarkan informasi yang diperoleh. Objek fisik ini meliputi sensor, perangkat rumah tangga, perangkat medis, hingga infrastruktur kota. IoT menciptakan ekosistem yang memungkinkan interaksi otomatis antar perangkat, meningkatkan efisiensi, kenyamanan, keamanan, dan kualitas hidup.

Konsep IoT menghubungkan perangkat ke internet atau jaringan lokal, memungkinkan pengelolaan data melalui server atau platform cloud. Data yang dikumpulkan dari perangkat IoT digunakan untuk memahami pola perilaku, mengidentifikasi tren, memprediksi kejadian, dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Teknologi ini menjadi fondasi bagi berbagai inovasi, termasuk sistem smart door lock yang memanfaatkan RFID sebagai autentikasi dan IoT untuk integrasi data real-time.

B. ESP8266

ESP8266 adalah microchip Wi-Fi berbiaya rendah, dengan perangkat lunak jaringan TCP/IP bawaan, dan kemampuan mikrokontroler, yang diproduksi oleh Espressif Systems di Shanghai, Cina. Microcontroller ini memiliki kemampuan untuk

melakukan aktivitas terkait keberadaan WIFI, sehingga dia kemudian digunakan secara luas sebagai Modul WIFI.

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8622. NodeMCU telah *me-package* ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapasitas ases terhadap wifi dan juga *chip* komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB.

C. RFID (Radio Frequency Identification)

RFID merupakan singkatan dari *Radio-Frequency Identification*, yang merupakan teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi, melacak, dan mengelola objek yang memiliki tag atau label RFID. Teknologi ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu tag RFID, pembaca atau scanner RFID, dan sistem atau perangkat lunak yang mengelola data yang dikumpulkan.

D. Elektromagnetik Lock

Emlock, atau kunci elektromagnetik, adalah alat pengunci pintu otomatis yang terdiri dari elektromagnet dan plat dinamo. Prinsip kunci magnetik digital adalah penggunaan elektromagnetik untuk mengunci pintu ketika ia teraliri energi listrik. Elektromagnet akan menyebabkan kedua pelat saling menempel, sehingga menciptakan penguncian. Karena wilayah elektromagnet yang relatif besar, gaya yang ditimbulkan oleh fluks magnetik cukup kuat untuk menjaga pintu terkunci, bahkan di bawah kondisi ekstrim.

E. Website

Website adalah kumpulan halaman web yang saling terhubung dan seluruh file saling terkait. Web terdiri dari page atau halaman dan kumpulan halaman yang dinamakan homepage. Homepage berada pada posisi teratas dengan halaman-halaman terkait berada dibawahnya. Biasanya, setiap halaman dibawah homepage (child page) berisi hyperlink ke halaman lain dalam web.

III. MODEL SISTEM

A. Perancangan Sistem

Proses perancangan smart door lock, presensi dan prosesnya akan dibagi menjadi 3 tahapan utama yaitu, perancangan hardware, perancangan software, dan terakhir adalah integrasi. Setiap tahap memiliki peran penting untuk memastikan sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan.

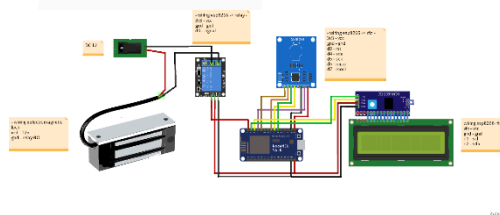


(a) Perancangan Sistem

B. Desain Perangkat Keras

Pemilihan komponen-komponen tersebut menyesuaikan dengan kebutuhan dari sistem yaitu untuk pengaman dan kunci otomatis selain itu juga sebagai sarana presensi. Pemilihan RFID Reader menyesuaikan dengan pengguna yaitu mahasiswa yang pasti memiliki KTM (Kartu Tanda Mahasiswa). KTM biasanya menggunakan RFID sehingga dapat juga digunakan pada sistem ini tanpa harus membuat kartu kembali. Kemudian pemilihan ESP8266 sebagai mikrokontroler beralasan karena fiturnya yang sudah cukup lengkap seperti wifi serta memiliki pinout yang cukup banyak sehingga dapat memenuhi kebutuhan sistem. Selanjutnya pemilihan LCD 16x2 bertujuan untuk tampilan ketika user melakukan tap ke perangkat.

Berikut adalah desain dari perancangan perangkat keras pada penelitian ini :



(b) Desain Perangkat Keras

Gambar diatas merupakan wiring dari sistem smart door lock berbasis RFID, yang terdiri dari beberapa komponen utama seperti NodeMCU ESP8266, modul RFID-RC522, LCD 16x2 dengan I2C, electromagnetic lock, dan relay.

C. Desain Perangkat Lunak

Website dalam sistem ini dibangun menggunakan teknologi HTML, CSS, dan JavaScript untuk frontend, serta memanfaatkan Firebase sebagai backend. Teknologi ini dipilih karena kemudahan penggunaannya dan kemampuan Firebase untuk menangani database secara real-time, yang sesuai dengan kebutuhan sistem untuk mengelola data presensi dan aktivitas mahasiswa secara efisien. Fitur utama dari website ini adalah monitoring presensi, di mana sistem menampilkan informasi detail terkait mahasiswa yang telah melakukan presensi. Data yang ditampilkan mencakup nama mahasiswa, waktu presensi, serta log aktivitas mereka di laboratorium. Tampilan ini dirancang agar intuitif dan mudah

dipahami oleh pengguna, seperti administrator atau dosen, untuk memantau aktivitas mahasiswa secara real-time.

IV. HASIL DAN ANALISIS

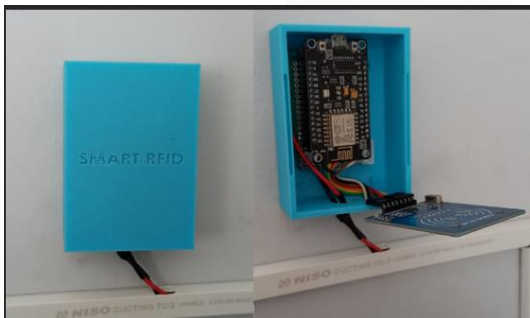
A. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Dalam mengimplementasikan sistem smart door lock berbasis RFID, sistem menggunakan 2 perangkat yang dipasang pada bagian dalam dan luar ruang. Hal ini bertujuan untuk memantau kegiatan mahasiswa lebih detail lagi, mulai dari masuk hingga pulang.



(a) Perangkat RFID luar ruangan

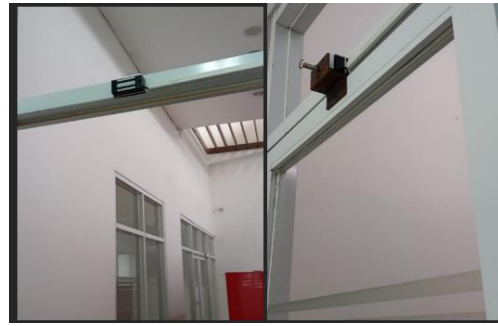
Pada gambar a merupakan perangkat RFID yang berada pada luar ruangan. Perangkat ini berfungsi untuk mencatat waktu masuk pengguna. Perangkat ini dilengkapi LCD sebagai penanda bahwa kartu RFID yang ditempelkan terdaftar atau tidak. Jika kartu RFID tidak terdaftar maka LCD akan memberikan notifikasi untuk mendaftarkan kartu. Selain itu juga perangkat ini dilengkapi oleh relay untuk membuka kunci elektromagnetic



(b) Perangkat RFID dalam ruangan

Pada gambar b merupakan perangkat RFID dalam ruangan, memiliki ukuran lebih kecil karena pada perangkat ini hanya berfungsi sebagai pencatat waktu keluar. Dan tidak dapat digunakan untuk mendaftarkan kartu. Namun meskipun ukurannya lebih kecil namun perangkat ini memiliki fungsi utama sama seperti perangkat yang berada diluar ruangan perangkat ini juga dapat membuka kunci electromagnetic dengan cara memberikan perintah true pada relay melalui database.

Selain kedua perangkat tersebut penempatan elektromagnetik lock cukup krusial karena dapat mempengaruhi kemampuan perangkat dalam mengunci pintu dengan sifat magnetnya.



(c) Penempatan Elektromagnetik doorlock

Setelah sistem dirangkai maka selanjutnya dikemas dalam tempat yang memudahkan sistem untuk digunakan. Kemasan yang dipakai dirancang sedemikian rupa dengan menambahkan terminal listrik yang berfungsi untuk menghubungkan beban dengan sistem yang dibuat. Selain itu juga layar OLED ditempatkan pada bagian luar kemasan sehingga dapat dilihat dengan mudah. Selain memudahkan sistem untuk digunakan kemasan juga berfungsi sebagai pengaman supaya mengurangi tingkat kecelakaan yang dapat terjadi karena berhubungan dengan listrik PLN.

B. Hasil Pemrograman perangkat lunak

Pada implementasi software, sistem menggunakan kombinasi teknologi frontend dan backend untuk memastikan pengelolaan data secara real-time dan efisien. Program pada NodeMCU ESP8266 dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk mengintegrasikan berbagai komponen, seperti modul RFID, relay, dan koneksi dengan Firebase. Fungsi utama program ini meliputi pembacaan kartu RFID, validasi data dengan database Firebase, pengendalian relay untuk membuka dan menutup pintu, serta pengiriman data ke database secara otomatis.

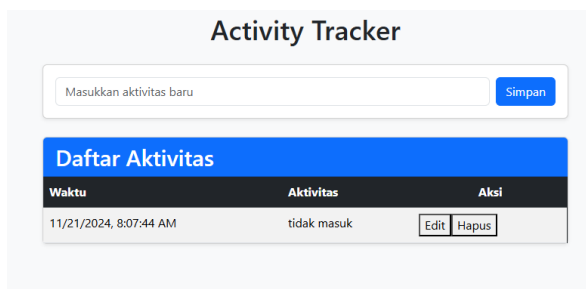
```

WEBSITE_UPDATE
absen.html
activity.html
admin.html
app.js
index.html
login.html
logout.html
register.html
register.js
serviceAccountKey.json
setAdminRole.js
style.css
Website_update.zip
absen.html > ...
  <html lang="en">
  <body class="bg-light">
    <main class="container py-5">
      <div class="row mb-3">
        <div class="col-md-3">
          <input type="text" value="20"/> Tampilkan 20 baris</input>
          <input type="text" value="50"/> Tampilkan 50 baris</input>
          <input type="text" value="100"/> Tampilkan 100 baris</input>
        </div>
        <div class="col-md-3 text-nd-end">
          <button class="btn btn-success me-2" onclick="down">Down</button>
          <button class="btn btn-secondary" onclick="downlo">Downlo</button>
        </div>
      </div>
      <table id="tabelAbsensi" class="table table-striped">
        <thead class="table-dark">
          <tr>
            <th>No</th>
            <th>NIM</th>
            <th>Nama</th>
            <th>Tanggal</th>
            <th>Waktu Masuk</th>
            <th>Waktu Keluar</th>
            <th>Lama Waktu</th>
            <th>Status</th>
          </tr>
        </thead>
        <tbody>
          <tr>
            <td colspan="8">Data akan dimat di sini </td>
          </tr>
        </tbody>
      </table>
      <div class="d-flex justify-content-between align-items-center">
        <button class="btn btn-outline-primary" onclick="next">Next</button>
        <button class="btn btn-outline-primary" onclick="prev">Prev</button>
      </div>
    </main>
  </body>
</html>
  </pre>

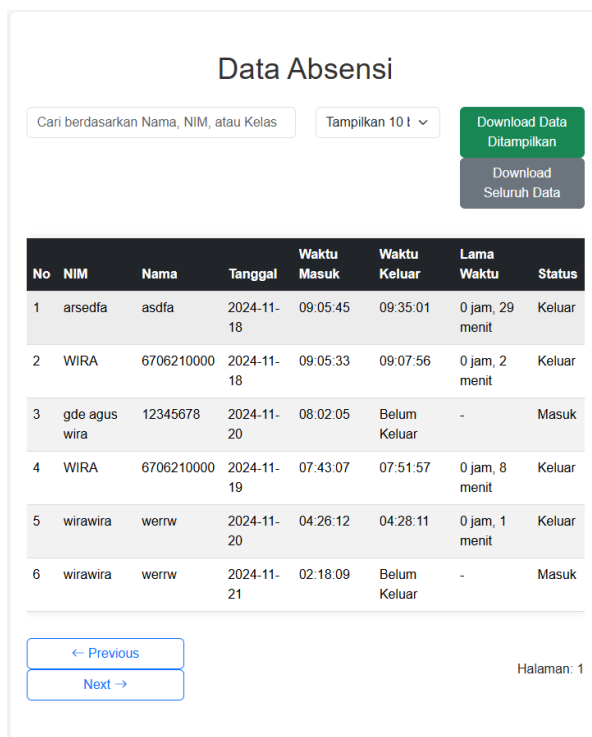
```

(a) Hasil perograman website

Website monitoring dirancang menggunakan teknologi HTML, CSS, dan JavaScript dengan Firebase sebagai backend. Website ini memiliki fitur utama, seperti monitoring data kehadiran mahasiswa secara real-time, form pengelolaan data mahasiswa (ubah, dan hapus), serta log aktivitas mahasiswa yang tercatat dan tersimpan secara otomatis di database Firebase. Dengan antarmuka yang sederhana namun fungsional, website ini mempermudah pengguna, khususnya admin, untuk memantau dan mengelola data.

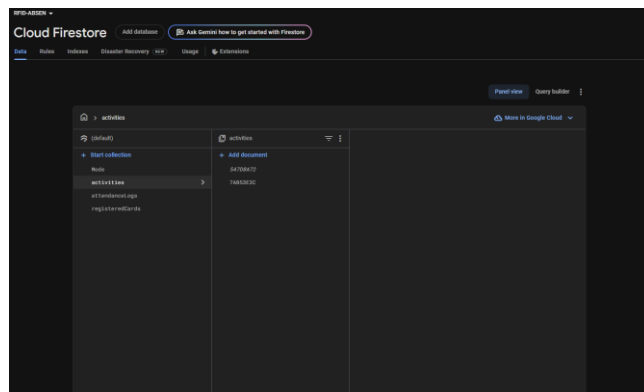


(b) Halaman log aktivitas



(c) Halalaman absensi

Firebase Cloud Firestore digunakan sebagai sistem penyimpanan data yang mendukung sinkronisasi real-time antara NodeMCU dan website. Database ini menyimpan berbagai informasi penting, seperti data kehadiran mahasiswa, informasi kartu RFID, dan log aktivitas. Implementasi ini memastikan semua data dapat dikelola dan diakses dengan mudah melalui website, mendukung kelancaran operasional sistem secara keseluruhan.



(d) Halalaman absensi

C. Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen perangkat keras, perangkat lunak, serta integrasi sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan yang dirancang. Pengujian ini meliputi uji komponen individu, pengujian integrasi antara hardware dan software, serta pengujian sistem secara keseluruhan dalam kondisi nyata. Berikut adalah rincian hasil pengujian sistem:

a. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian pertama dilakukan pada modul RFID, yang bertujuan untuk memastikan bahwa pembacaan kartu RFID berjalan dengan akurat. Pengujian dilakukan pada berbagai jarak pembacaan (2 - 6 cm) dengan masing-masing jarak dilakukan 10 kali pengujian. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Jarak Baca	Jumlah Uji	Berhasil	Gagal	Tingkat Keberhasilan (%)
2 cm	10	10	0	100%
3 cm	10	10	0	100%
4 cm	10	9	1	90%
5 cm	10	8	2	80%
6 cm	10	4	6	40%

Hasil menunjukkan bahwa pada jarak 2 cm hingga 4 cm, pembacaan kartu berhasil 100% dalam 10 percobaan, dengan tingkat akurasi mencapai 98%. Namun, pada jarak 5 cm, tingkat keberhasilan menurun menjadi 80%, dan pada jarak 6 cm, keberhasilan hanya mencapai 40%. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan modul RFID dapat bekerja dengan baik dalam rentang jarak yang optimal, yang sesuai dengan kondisi penggunaan di lapangan.

b. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian software menggunakan metode Black Box Testing yang bertujuan memeriksa fungsionalitas sistem tanpa

mengetahui implementasi internalnya. Pengujian ini berfokus pada input dan output, serta memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Berikut adalah hasil pengujian software pada sistem smart door lock berbasis RFID:

Fungsi	Input	Output yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Login	Username dan password yang valid	Akses ke halaman admin	Akses berhasil tanpa error
	Username dan password yang salah	Pesan kesalahan: "Username atau Password Salah"	Pesan kesalahan muncul sesuai yang diharapkan
Monitoring Data Kehadiran	Data presensi mahasiswa dari Firebase	Tabel data presensi yang menampilkan nama, NIM, waktu presensi	Data ditampilkan dengan benar dan real-time
Pengelolaan Data Mahasiswa	Menghapus data mahasiswa	Data mahasiswa dihapus dari database dan dashboard	Data berhasil dihapus dari database dan tidak tampil
Log Aktivitas	Menampilkan log aktivitas mahasiswa	Tabel log aktivitas yang mencakup waktu dan jenis akses mahasiswa	Log aktivitas tampil dengan benar

Pengujian software menunjukkan bahwa software berfungsi dengan baik. Semua input menghasilkan output yang sesuai dengan yang diharapkan. Sistem dapat melakukan pengambilan data dan mampu menampilkannya pada halaman di website secara real-time tanpa masalah.

D. Analisa Hasil

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang dilakukan, sistem smart door lock berbasis RFID ini dapat dikatakan berhasil memenuhi semua tujuan yang telah ditetapkan pada tahap perancangan. Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan kinerja yang baik di semua aspek. Pembacaan kartu RFID sangat baik dengan tingkat keberhasilan yang tinggi dan waktu respon kurang cukup cepat, memastikan pintu dapat dibuka dengan cepat setelah kartu tervalidasi. Relay dan electromagnetic lock bekerja dengan respons yang cukup cepat, yang memungkinkan pintu terbuka hampir seketika begitu kartu mahasiswa valid. Keberhasilan sistem dalam menghubungkan dan

mengirimkan data ke Firebase menunjukkan kehandalan dalam sinkronisasi data secara real-time, menjadikan sistem ini sangat efisien dalam pencatatan presensi mahasiswa.

Sistem ini sepenuhnya memenuhi kebutuhan yang telah ditetapkan, yaitu pengamanan pintu laboratorium berbasis RFID dan pencatatan presensi mahasiswa secara otomatis. Website monitoring yang terintegrasi memungkinkan administrator untuk dengan mudah memantau kehadiran mahasiswa dan mengelola data secara real-time. Pencatatan kehadiran mahasiswa yang otomatis mengurangi kebutuhan pencatatan manual, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi kesalahan manusia.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Sistem smart door lock berbasis RFID berhasil berfungsi sesuai tujuan dengan performa memuaskan. Semua komponen utama, seperti modul RFID, ESP8266, relay, electromagnetic lock, dan LCD, telah diuji dengan baik. Sistem membaca kartu RFID dengan akurasi tinggi pada jarak 2–5 cm, mengontrol kunci pintu dengan respons cepat, dan mengirim data ke Firebase secara real-time. Kendala minor meliputi penurunan akurasi pembacaan RFID di atas 5 cm dan ketergantungan pada koneksi Wi-Fi yang stabil, yang dapat diatasi dengan pengaturan posisi RFID dan jaringan Wi-Fi lebih baik. Secara keseluruhan, sistem ini efisien, andal, ekonomis dibandingkan produk serupa di pasaran, serta menawarkan fleksibilitas untuk pengembangan lebih lanjut.

Saran

1. Disarankan menggunakan modul RFID dengan jarak pembacaan lebih jauh atau menyesuaikan posisi perangkat.
2. Gunakan jaringan WiFi dengan bandwidth yang lebih tinggi dan cadangan jaringan untuk kelancaran sistem.
3. Integrasi fitur seperti pengaturan jadwal akses atau notifikasi untuk meningkatkan fungsionalitas dan keamanan.
4. Lakukan uji coba di lingkungan yang lebih besar untuk memastikan sistem dapat diterapkan secara lebih luas.

REFRENSI

- [1] Danar Bakti Pakukuh, "Rancang Bangun Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Rfid mfrc522 Berbasis Rduino Uno," 2022
- [2] Eko Marta Wahyu Kurniawan, "Kunci Pintu Rumah Otomatis Dengan Magnet Door Lock Berbasis Internet of Things Menggunakan Telegram Rumah Bot," 2020
- [3] Aristia Anggia Shinta, Komalasari, and Niken Endah Larasati, "Pengendalian Kunci Pintu Rumah Menggunakan Android Berbasis Internet Of Things," 2019
- [4] Faridatul Husniyah, Miftachul Ulum, Kunto Aji Wibisono, and Riza Alfita, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Pintu Menggunakan RFID dan Fingerprint," 2021
- [5] Dicka Rifqi Azzizi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Door Lock Menggunakan E-Ktp Berbasis Arduino Wemos Esp8266," 2022
- [6] Djayus Nor Salim, Neira Anjar Pujisusilo , and Samuel Pratama Manik, "Sistem Keamanan Smart Door Lock Menggunakan E-KTP (Elektroknik Kartu Tanda Penduduk) Berbasis Internet of Things (IoT)," 2021