

# RANCANGAN PROTOTIPE SISTEM PRESENSI MAHASISWA STT CIPASUNG MENGGUNAKAN SENSOR RFID BERBASIS ARDUINO UNO

**Sahara Syarifatul Choeriyah<sup>1\*</sup>, Yanwar Habib**

<sup>1,2</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Cipasung, Jl. Raya Cisinga Km. 1 PO.BOX 24 Cilampunghilir Padakembang Tasikmalaya 46466, Telp/Fax : 0265-2550424

**Keywords:**

Presensi RFID; Arduino Uno; Cloud; R&D; SUS.

**Corespondent Email:**

sahara@sttcipasung.ac.id

**Abstrak.** Kehadiran merupakan indikator penting dalam penilaian akademik mahasiswa. Sistem presensi manual yang masih digunakan di STT Cipasung menimbulkan berbagai masalah seperti fenomena titip absen, risiko kesalahan pencatatan dan rendahnya efisiensi pengelolaan arsip. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem presensi mahasiswa menggunakan sensor RFID berbasis Arduino Uno yang terintegrasi dengan penyimpanan *cloud* untuk meningkatkan akurasi data dan mencegah kecurangan. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan tahapan utama yaitu penyusunan perangkat keras, pengembangan program, dan integrasi sistem. Hasil pengujian teknis menunjukkan seluruh fungsi berjalan dengan baik. Uji kelayakan pengguna menggunakan *System Usability Scale* (SUS) terhadap 14 responden menghasilkan skor sebesar 76,7 yang termasuk ke dalam Grade C dan diklasifikasikan sebagai “Good”. Dari sudut pandang *acceptability*, rancangan prototipe sistem presensi RFID ini juga berada pada kategori *acceptable* yang berarti sistem telah diterima oleh pengguna.



Copyright © **JITET** (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

**Abstract.** Attendance is a critical indicator in the academic assessment of university students. The manual attendance system currently implemented at STT Cipasung presents several issues, including proxy attendance, recording errors, and low efficiency in data management. This study aims to develop a prototype of a student attendance system using an RFID sensor based on Arduino Uno integrated with cloud storage to enhance data accuracy and prevent fraudulent practices. The research employs the Research and Development (R&D) method with three main stages: hardware design, software development, and system integration. Technical testing demonstrates that all system functionalities operate properly. User feasibility testing using the System Usability Scale (SUS) involving 14 respondents resulted in a score of 76.7, which corresponds to Grade C and is classified as “Good.” From an acceptability perspective, the RFID-based attendance prototype also falls into the acceptable category, indicating that the system has been well received by users.

## 1. PENDAHULUAN

Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) sering digunakan sebagai tolak ukur utama prestasi akademik mahasiswa. Salah satu faktor yang mempengaruhi IPK yaitu kehadiran. Sejalan dengan penelitian berjudul “Analisis Korelasi dan Prediksi Pengaruh Kehadiran dan Disiplin terhadap Capaian Akademik Mahasiswa, Studi

Kasus Mahasiswa ATS” mengungkapkan hasil bahwa kehadiran dan disiplin memiliki pengaruh signifikan terhadap capaian akademik mahasiswa di perguruan tinggi [1]. seperti hal nya di Sekolah Tinggi Teknologi Cipasung (STT Cipasung). Dalam proses penilaian akhir, kehadiran mahasiswa menjadi salah satu indikator yang menjadi pertimbangan bagi

dosen. Hasil akumulasi dari penilaian kehadiran, tugas, ujian tengah semester, dan ujian akhir semester akan menjadi faktor penentu perolehan IPK bagi mahasiswa.

Dalam mendukung kegiatan akademik sehari-hari, STT Cipasung memanfaatkan Google Classroom sebagai salah satu platform pembelajaran elektronik (*e-learning*) untuk penugasan dan penilaian. Melalui platform tersebut, memungkinkan data terkait tugas, ujian tengah semester, serta ujian akhir semester dapat tersimpan secara daring berbasis *cloud*. Akan tetapi, terkait data kehadiran di STT Cipasung saat ini, masih menggunakan sistem presensi tradisional yaitu menggunakan tanda tangan secara konvensional. Dalam prosesnya, hal tersebut memunculkan beberapa permasalahan, baik untuk mahasiswa maupun pengelola kampus. Untuk mahasiswa misalnya, sistem presensi dengan metode manual menimbulkan fenomena titip absen. Sementara bagi pihak pengelola kampus, sistem tradisional ini rentan terhadap kesalahan pengelolaan data kehadiran, kehilangan berkas, serta kurang efisien dalam manajemen arsip. Oleh sebab itu, penting untuk merancang sebuah sistem presensi inovatif guna meminimalisir kecurangan mahasiswa dalam melakukan presensi, mempermudah pengelola kampus dalam mengelola arsip serta menyimpan data presensi secara otomatis ke dalam sebuah penyimpanan berbasis *cloud*.

Guna mengatasi permasalahan yang terjadi serta mencapai solusi yang diinginkan, beberapa penelitian terdahulu telah banyak mengadopsi teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) sebagai solusi inovatif untuk sistem presensi yang lebih praktis dan higienis. Teknologi ini memungkinkan pencatatan kehadiran secara otomatis tanpa kontak fisik, sehingga lebih cepat dan efisien [2]. Penelitian terdahulu berjudul “Prototype Sistem Presensi Mahasiswa Menggunakan Sensor RFID Berbasis Arduino Uno dengan Program PLX-DAQ” telah menciptakan suatu sistem presensi berbasis teknologi RFID yang memungkinkan manajemen dan pemantauan data kehadiran mahasiswa melalui *database* PLX-DAQ. Sistem tersebut bertujuan meminimalisir kesalahan manusia, memberikan laporan kehadiran siswa secara langsung, dan memiliki basis data terpusat [3].

Selanjutnya, dalam penelitian berjudul “Implementasi Sistem Presensi Menggunakan RFID Berbasis WEB” diperoleh hasil bahwa RFID *card* mampu menyimpan data dengan akurasi pembacaan yang tinggi pada setiap ID, dimana setiap ID memiliki nomor seri yang unik, sehingga tidak dapat tertukar. Selain itu, sistem ini pun mampu merekam kehadiran pada saat masuk dengan jarak maksimal 1 cm serta memberikan informasi ke dalam *website* dan menyimpannya ke dalam *database* [4].

Penelitian lainnya berjudul “Penerapan RFID dalam Pendataan Kehadiran Pegawai Negeri Sipil Berbasis Arduino” di Kantor Kecamatan Witihama, Flores Timur berhasil merancang sistem pendataan kehadiran dengan baik, RFID *reader* memerlukan waktu 1,30 detik untuk membaca RFID *tag*. Maksimal jarak yang diperlukan RFID *reader* untuk membaca RFID *tag* adalah 3,5 cm. Selanjutnya, diperlukan waktu 1,40 untuk menampilkan *output* data pada Microsoft Excel [5].

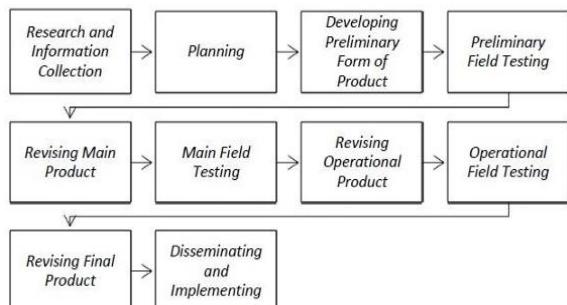
Metode *Research and Development* (R&D) pun kemudian dipilih dalam penelitian ini dikarenakan merupakan salah satu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji validitas serta keefektifan produk tersebut [6]. Pengimplementasian metode tersebut telah banyak digunakan, salah satunya pada penelitian berjudul “Perancangan Sistem Informasi Absensi Siswa Menggunakan Kartu RFID berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMK Negeri 1 Cileungsi”. Setiap tahapan dari metode tersebut membantu proses penelitian lebih terarah dan sistematik. Dengan melalui proses yang baik, penelitian ini pun berhasil mengembangkan sistem informasi absensi menggunakan RFID berbasis IoT di SMK Negeri 1 Cileungsi yang memberikan kontribusi signifikan dalam memudahkan manajemen sekolah dan mendukung transparansi antara sekolah, siswa, dan orang tua

Berdasarkan pada keberhasilan penelitian-penelitian terdahulu yang menerapkan teknologi RFID dalam sistem presensi, penelitian ini pun bertujuan untuk merancang prototipe sistem presensi mahasiswa menggunakan sensor RFID berbasis Arduino Uno di STT Cipasung serta menerapkan metode *Research and Development* dalam pengembangannya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Metode *Research & Development* (R&D)

Metode *Research and Development* (R&D) dikembangkan pada tahun 1980-an oleh Borg & Gall sebagai model desain penelitian pendidikan. Dalam perkembangannya, model ini menjadi pendekatan dominan untuk pengembangan teknologi dan investasi di perusahaan [7]. Langkah-langkah metode R&D sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Metode *Research & Development*  
(Sumber : Borg & Gall, 1983)

Setiap langkah-langkahnya disusun dengan urutan sebagai berikut :

1. Penelitian dan Pencarian Informasi (*Research and Information Collection*)  
Penelitian dimulai dengan studi literatur yang relevan, analisis kebutuhan dan pengembangan kerangka kerja.
2. Perencanaan (*Planning*)  
Pada tahap ini meliputi pengembangan keterampilan dan pengalaman tentang masalah penelitian, pengembangan tujuan untuk setiap tahapan dan perencanaan tahapan penelitian yang diperlukan dan sesuai.
3. Pengembangan Produk Awal (*Developing Preliminary Form of Product*)  
Pada tahap ini, produk eksperimen sudah ada, dikembangkan dengan mengumpulkan dan mengevaluasi komponen pendukung serta pedoman dan petunjuk.
4. Uji Lapangan Awal (*Preliminary Field Testing*)  
Produk asli diuji secara terbatas dengan pihak-pihak terpilih sebanyak 3 - 4 peserta melalui wawancara, kuesioner atau observasi untuk memperoleh dan menganalisis data untuk langkah selanjutnya.
5. Revisi Produk Utama (*Revising Main Product*)  
Berdasarkan informasi yang diperoleh dari tahap keempat, dilakukan revisi produk awal (percobaan). Tergantung dari hasil pengujian produk, revisi dapat dilakukan lebih dari satu kali.
6. Uji Coba Utama (*Main Field Testing*)  
Produk yang telah direvisi, kemudian diuji dalam skala yang lebih besar untuk banyak pihak, sekitar 5 - 15 peserta. Data biasanya dikumpulkan dengan menggunakan metode kualitatif. Beberapa produk perlu dibangun dalam desain penelitian eksperimental untuk mendapatkan umpan balik atau informasi yang tepat di tahap selanjutnya.
7. Pengendalian Produk Fungsional (*Revising Operasional Product*)  
Produk yang diuji pada langkah ini didasarkan pada informasi yang diperoleh dari langkah keenam. Produk ini kemudian dikembangkan sebagai prototipe kerja untuk disetujui.
8. On-site Pengujian Fungsional (*Operational Field Testing*)  
Pengujian model fungsional dilakukan dengan skala yang lebih besar (30 - 40 peserta) dengan wawancara, observasi atau kuesioner.
9. Tinjauan Produk (*Revising Final Product*)  
Produk ini telah sepenuhnya direvisi berdasarkan informasi yang diperoleh pada langkah 8 dan dirilis sebagai produk studi akhir.
10. Diseminasi dan Implementasi (*Disseminating and Implementing*)  
Diseminasi produk melalui *workshop*, publikasi atau presentasi terbuka untuk *stakeholders* terkait.

### 2.2 *Black Box Testing*

Pengujian merupakan salah satu tahapan yang wajib dilakukan dalam pengembangan sistem. Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun telah memenuhi standar teknis yang diharapkan oleh pengembang sebelum disebarluaskan kepada *user* [8]. Salah satu metode pengujian yang umum digunakan yaitu *black box testing*.

*Black box testing* dapat diartikan sebagai sebuah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui bahwa semua fungsi perangkat lunak telah berjalan semestinya sesuai dengan

kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan [8]. Tujuan menggunakan metode ini adalah untuk memastikan beberapa hal berikut ini [9]:

1. Fungsi yang salah atau hilang
2. Kesalahan pada *interface*
3. Kesalahan pada struktur data atau akses *database*
4. Kesalahan performansi
5. Kesalahan inisialisasi dan tujuan akhir

Pengujian *black box* didasarkan pada *test case* dari sistem yang akan diuji. Pada saat proses pengujian, input yang dimasukkan merupakan data acak untuk memastikan apakah sistem dapat memunculkan hasil yang sesuai dengan desain pengujian yang ada pada *test case* yang dibuat atau tidak [8].

### 2.3 System Usability Scale

*System Usability Scale* (SUS) adalah kuesioner dengan metode yang standar dilakukan untuk menilai kegunaan (*usability*) dari suatu sistem melalui item berbasis skala likert [10] [11]. *System Usability Scale* (SUS) pertama kali dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1996 dan terdiri dari 10 item pernyataan dengan item bernomor ganjil berbentuk kalimat positif dan item bernomor genap berbentuk kalimat negatif. Diperlukan ukuran sampel minimal sebanyak 12 - 14 responden untuk mendapatkan hasil penilaian yang cukup andal [12]. Tabel 1 berikut merupakan pernyataan yang digunakan dalam kuesioner SUS [13].

Tabel 1. Kuesioner *System Usability Scale*

| No | Pernyataan   |
|----|--|
| 1  | <i>I think that I would like to use this system frequently</i>                                   |
| 2  | <i>I found the system unnecessarily complex</i>  |
| 3  | <i>I thought the system was easy to use</i>  |
| 4  | <i>I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system</i> |
| 5  | <i>I found the various functions in this system were well integrated</i>                         |
| 6  | <i>I thought there was too much inconsistency in this system</i>                                 |

| No | Pernyataan  |
|----|---|
| 7  | <i>I would imagine that most people would learn to use this system very quickly</i> |
| 8  | <i>I found the system very cumbersome to use</i>                                    |
| 9  | <i>I felt very confident using the system</i>                                       |
| 10 | <i>I needed to learn a lot of things before I could get going with this system</i>  |

Dalam pengisian kuesioner SUS, responden diminta menjawab skala likert 5 poin dari “sangat tidak setuju” hingga “sangat setuju” [12]. Tabel 2 berikut menyajikan bobot dari skala likert yang digunakan.

Tabel 2. Skala Likert

| Pernyataan Jawaban  | Bobot |
|---------------------|-------|
| Sangat Tidak Setuju | 1     |
| Tidak Setuju        | 2     |
| Ragu-ragu           | 3     |
| Setuju              | 4     |
| Sangat Setuju       | 5     |

Setelah data terkumpul, kemudian data hasil perolehan kuesioner dihitung dengan cara memberikan bobot untuk setiap item yang akan berkisar dari 0 sampai 4. Perhitungan bobot untuk setiap item mempunyai aturan sebagai berikut [13]:

1. Untuk item nomor ganjil (1, 3, 5, 7, dan 9), nilai yang diperoleh adalah posisi skala dikurangi 1.
2. Untuk item nomor genap (2, 4, 5, 8, dan 10), nilai yang diperoleh adalah 5 dikurangi posisi skala.
3. Tambahkan nilai-nilai dari pernyataan bernomor genap dan ganjil. Lalu, kalikan hasil penjumlahan tersebut dengan 2,5 kemudian dibagi dengan jumlah responden. Tahap ini akan menghasilkan nilai dari 0 - 100. Persamaan dalam menghitung skor SUS adalah sebagai berikut :

$$X = \frac{\Sigma x \times 2,5}{n}$$

Keterangan :

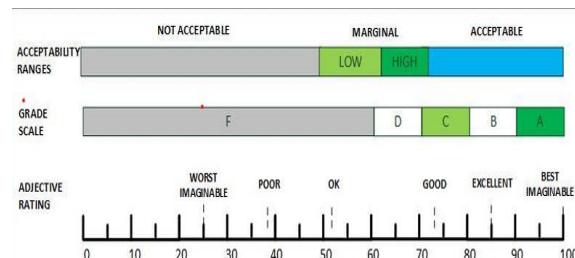
$\bar{X}$  : Skor rata-rata

$\Sigma x$  : Jumlah skor SUS

$n$  : Banyak responden

### 2.3.2 Interpretasi Skor *System Usability Scale*

Dalam menentukan hasil perhitungan *System Usability Scale* (SUS), terdapat tiga sudut pandang yaitu *acceptability*, *grade scale*, dan *adjective rating*. Terdapat tiga tingkatan pada *acceptability* yang terdiri dari *not acceptable*, *marginal*, dan *acceptable*. Sementara *grade scale* terdiri dari A, B, C, D, dan F. Selanjutnya untuk *adjective rating* lebih banyak tingkatan yaitu *worst imaginable*, *poor*, *ok*, *good*, *excellent*, dan *best imaginable* [14]. Gambar 1 berikut menyajikan visualisasi terkait tiga sudut pandang hasil perhitungan SUS [14].



Gambar 2. Penilaian *System Usability Scale*

*Acceptability* digunakan untuk melihat tingkat penerimaan pengguna terhadap perangkat lunak, *grade scale* untuk melihat tingkatan perangkat lunak, dan *adjective rating* digunakan untuk melihat *rating* dari perangkat lunak yang dihasilkan.

### 2.4 Teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*)

RFID adalah teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk mentransfer data dari tag RFID ke perangkat pembaca. Tag ini berisi data unik yang dapat dikenali oleh sistem ketika berada dalam jangkauan *reader* [15].

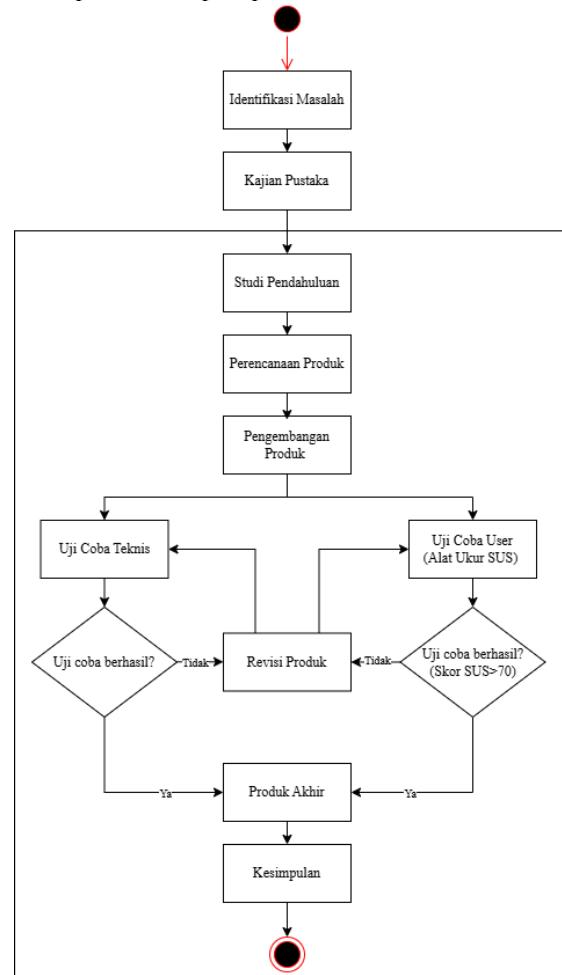
### 2.5 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dengan tipe *system on chip* yang dilengkapi dengan Wi-Fi, bluetooth dan berbagai macam periferal lainnya. Pada ESP32 menggunakan *chip* 32 bit Xtensa LX6 *dualcore*. Model ini memiliki kelebihan seperti mudah untuk digunakan,

jumlah pin Input/Output memadai, dan harga yang relatif murah [16].

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research & Development* (R&D) yang telah dimodifikasi menyesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan. Gambar 1 berikut merupakan tahapan penelitian dalam studi ini.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari setiap tahapan penelitian.

#### 3.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap beberapa permasalahan yang terjadi di STT Cipasung. Hasil yang diharapkan pada tahapan identifikasi masalah adalah mengetahui persoalan yang paling mendesak untuk diselesaikan melalui penelitian.

### 3.2 Kajian Pustaka

Pada bagian ini dilakukan pencarian literatur-literatur terkait serta hasil penelitian terdahulu. Hasil yang diharapkan dari tahapan ini adalah mengetahui metode yang tepat untuk mendukung penelitian serta mengetahui persamaan dan perbedaan dari penelitian saat ini dengan penelitian terdahulu yang serupa.

### 3.3 Studi Pendahuluan

Pada tahap ini akan dilakukan validasi masalah melalui kegiatan seperti observasi sistem presensi yang saat ini berjalan, wawancara dengan dosen, tenaga pendidik, serta mahasiswa. Hasil yang diharapkan dari tahapan ini adalah memastikan bahwa masalah yang telah diidentifikasi benar-benar terjadi di lapangan dan relevan.

### 3.4 Perencanaan Produk

Pada tahap perencanaan produk akan dilakukan analisis kebutuhan fungsional, non fungsional, analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Selain itu pada tahapan ini juga dilakukan rancangan awal sistem berupa alur proses sistem dan *use case diagram*. Rancangan tersebut akan menjadi dasar dalam pengembangan prototipe produk untuk tahap selanjutnya.

### 3.5 Pengembangan Produk

Tahapan pengembangan produk dilakukan berdasarkan hasil perencanaan sebelumnya. Beberapa langkah yang akan dilakukan pada tahapan ini adalah sebagai berikut :

1. Penyusunan rangkaian perangkat keras (*hardware*) meliputi modul RFID, mikrokontroler ESP32, kabel jumper, LCD 16x2 sebagai media tampilan informasi, dan modul I2C sebagai penghubung antarmuka komunikasi.
2. Pengembangan kode program menggunakan Arduino IDE. Fungsi utama yang diimplementasikan meliputi pembacaan UID kartu RFID, validasi ID pengguna, pencatatan waktu presensi, pengiriman data ke server *cloud*, serta penampilan pesan pada LCD.
3. Proses integrasi akan dilakukan setelah seluruh komponen bekerja secara individual, sehingga sistem mampu menjalankan fungsi presensi secara

otomatis, mulai dari proses pemindaian kartu hingga penyimpanan data presensi pada *cloud*.

### 3.6 Uji Coba Teknis

Setelah prototipe produk dikembangkan, langkah selanjutnya adalah uji coba sistem secara teknis. Uji coba ini bertujuan untuk menguji sejauh mana fungsionalitas sistem telah berfungsi dengan baik.

### 3.7 Uji Coba User (Alat Ukur System Usability Scale)

Untuk mengetahui *feedback* dari pengguna, uji coba *user* juga dilakukan dalam penelitian ini. Instrumen uji coba yang akan digunakan yaitu mengadopsi dari kuesioner *System Usability Scale* (SUS) dengan minimal jumlah sampel sebanyak 12-14 orang. Adapun kriteria pengujian SUS adalah jika skor SUS kurang dari 70, maka akan dilanjutkan ke tahapan revisi produk. Sebaliknya, jika skor SUS lebih dari 70, maka akan dilanjutkan ke tahapan produk akhir.

Hasil yang diharapkan dari tahapan ini adalah mengetahui sejauh mana kepuasan pengguna dalam menggunakan sistem presensi RFID yang dikembangkan.

### 3.7 Revisi Produk

Tahapan revisi produk bertujuan untuk memperbaiki sistem berdasarkan hasil uji coba teknis dan *user*. Jika masih ditemukan *bug* dalam uji coba teknis, maka sistem presensi RFID akan direvisi hingga fitur berfungsi dengan baik. Selanjutnya, jika hasil uji coba *user* menggunakan alat ukur SUS mendapat skor akhir kurang dari 70, maka prototipe produk akan melewati tahapan revisi.

Hasil yang diharapkan dari tahapan ini adalah sistem presensi yang dikembangkan dapat berfungsi lebih stabil dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

### 3.8 Produk Akhir

Produk akhir yang direncanakan pada penelitian ini berupa prototipe sistem presensi berbasis RFID dengan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke layanan penyimpanan data Google Spreadsheet. Sistem ini dirancang untuk melakukan pembacaan UID kartu RFID, menampilkan informasi presensi melalui LCD I2C, serta mengirimkan data presensi secara

*real time* ke Spreadsheet. Prototipe ini menjadi keluaran utama pada tahap pengembangan dan digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja sistem.

### 3.9 Kesimpulan

Tahap kesimpulan akan berisi rangkuman hasil penerapan metode penelitian yang telah direncanakan. Pada bagian ini juga menjawab pertanyaan penelitian atau permasalahan yang diajukan dalam studi ini.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perencanaan Produk

Perencanaan produk dalam penelitian ini diawali dengan analisis kebutuhan sistem meliputi kebutuhan fungsional, kebutuhan non fungsional, kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan alur proses sistem dan *use case diagram*.

#### 4.1.1 Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan spesifikasi yang menggambarkan perilaku dan fungsi yang harus disediakan oleh sistem agar dapat berjalan sesuai tujuan perancangannya. Tabel 4 berikut adalah daftar kebutuhan fungsional yang akan menjadi dasar dalam perancangan alur kerja sistem serta pengembangan prototipe.

Tabel 4. Kebutuhan Fungsional

| ID   | Kebutuhan Fungsional            | Deskripsi  |
|------|---------------------------------|--|
| FR01 | Registrasi Kartu RFID Mahasiswa | Sistem harus memungkinkan admin untuk mendaftarkan kartu RFID baru yang akan digunakan oleh mahasiswa untuk presensi |
| FR02 | Melakukan Presensi              | Sistem dapat membaca kartu RFID saat kartu didekatkan ke sensor  |
| FR03 | Kelola Data Presensi            | Admin dapat melakukan  |

| ID | Kebutuhan Fungsional | Deskripsi                                      |
|----|----------------------|--|
|    |                      | tambah, edit, hapus, dan update data presensi. |

#### 4.1.2 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Sebelum merancang dan mengimplementasikan sistem, diperlukan identifikasi kebutuhan non fungsional sebagai acuan untuk memastikan sistem bekerja secara optimal, stabil, dan sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan. Tabel 5 berikut menyajikan kebutuhan non fungsional pada penelitian ini.

Tabel 5. Kebutuhan Non Fungsional

| No | Kategori     | Kebutuhan Non Fungsional   |
|----|--------------|--|
| 1  | Kinerja      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem mampu memproses pembacaan kartu RFID &lt; 2 detik setelah kartu ditempelkan.</li> <li>2. Data hasil scan RFID tercatat di spreadsheet dalam &lt; 3 detik.</li> </ol>            |
| 2  | Keandalan    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem harus tetap dapat mencatat data meskipun koneksi ke spreadsheet sempat lambat.</li> <li>2. Tidak boleh ada duplikasi pencatatan untuk satu ID dalam satu waktu scan.</li> </ol> |
| 3  | Keamanan     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Spreadsheet hanya dapat diakses oleh pengguna yang memiliki hak akses.</li> <li>2. Akses admin aplikasi untuk mengirim data ke spreadsheet membutuhkan login.</li> </ol>               |
| 4  | Portabilitas | Sistem dapat berjalan di komputer Windows yang terhubung dengan pembaca RFID dan internet.   |

| No | Kategori             | Kebutuhan Non Fungsional  |
|----|----------------------|---|
| 5  | <i>Maintability</i>  | Format spreadsheet mudah diperbarui tanpa merusak proses pencatatan data.         |
| 6  | <i>Dependability</i> | Sistem membutuhkan koneksi internet stabil untuk sinkronisasi dengan spreadsheet. |

#### 4.1.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Terdapat beberapa komponen perangkat keras yang digunakan yaitu model RFID, mikrokontroler ESP32, kabel jumper, LCD 16x2 dan modul I2C.

Modul RFID berperan sebagai pembaca kartu atau *tag* yang digunakan oleh mahasiswa. Model ini bekerja pada frekuensi tertentu dan mampu menangkap kode identitas unik dari setiap kartu yang ditempelkan pada sensor. Informasi yang diperoleh kemudian dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.

Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali sistem. Mikrokontroler ini dipilih karena memiliki kemampuan pemrosesan yang lebih tinggi dibandingkan papan Arduino generasi sebelumnya serta memiliki modul WiFi dan bluetooth terintegrasi.

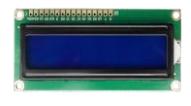
Untuk menghubungkan setiap komponen, digunakan kabel jumper sebagai media koneksi antar perangkat keras. Penggunaan kabel jumper memudahkan proses perakitan prototipe, memungkinkan fleksibilitas dalam pengujian rangkaian, serta mempermudah modifikasi apabila diperlukan penyesuaian pada konfigurasi sistem.

Sebagai media keluaran, sistem menggunakan LCD 16x2 yang berfungsi menampilkan informasi secara langsung kepada pengguna. Kehadiran tampilan ini membantu memastikan interaksi pengguna dengan sistem berjalan secara intuitif dan informatif.

Agar komunikasi antara ESP32 dan LCD dapat dilakukan dengan lebih efisien, digunakan modul I2C. Modul ini memungkinkan penggunaan dua jalur komunikasi saja, sehingga jumlah pin yang dibutuhkan pada mikrokontroler menjadi lebih sedikit. Selain menghemat pin, protokoler I2C juga mempercepat proses pengiriman data dari

mikrokontroler ke tampilan LCD serta meningkatkan keteraturan rangkaian perangkat keras. Tabel 6 berikut menyajikan daftar kebutuhan perangkat keras yang akan digunakan dalam pengembangan prototipe.

Tabel 6. Kebutuhan Perangkat Keras

| No | Kebutuhan            | Gambar  |
|----|----------------------|---|
| 1  | Mikrokontroler ESP32 |    |
| 2  | LCD 12 x 2           |    |
| 3  | Modul I2C            |    |
| 4  | Kabel Jumper         |   |
| 5  | RFID                 |  |

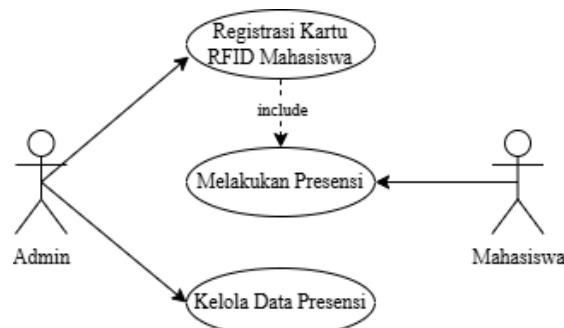
#### 4.1.4 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada rancangan prototipe sistem presensi ini digunakan dua perangkat lunak utama yaitu Arduino IDE dan Google Spreadsheet. Arduino IDE berfungsi sebagai platform pemrograman untuk menulis, mengompilasi, serta mengunggah kode ke mikrokontroler ESP32. Melalui perangkat lunak ini, logika pembacaan UID RFID, pengolahan data, dan proses pengiriman presensi diatur secara menyeluruh.

Google Spreadsheet digunakan sebagai media penyimpanan data presensi secara *real time*. Integrasi dengan Google Apps Script memungkinkan ESP32 mengirimkan data melalui protokol HTTP sehingga setiap aktivitas presensi langsung tercatat dalam lembar Spreadsheet. Pemanfaatan layanan ini memberikan keunggulan berupa aksesibilitas tinggi, kemudahan pemantauan data, serta tidak memerlukan infrastruktur server tambahan.

#### 4.1.5 Perancangan Use Case Diagram

Pada perancangan prototipe sistem presensi RFID terdapat dua aktor utama yang berinteraksi dengan sistem yaitu mahasiswa dan admin. Mahasiswa berperan sebagai pengguna yang melakukan presensi. Sedangkan admin memiliki hak akses untuk melakukan registrasi kartu RFID mahasiswa serta mengelola data presensi. Gambar 4 berikut adalah use case diagram dalam penelitian ini.



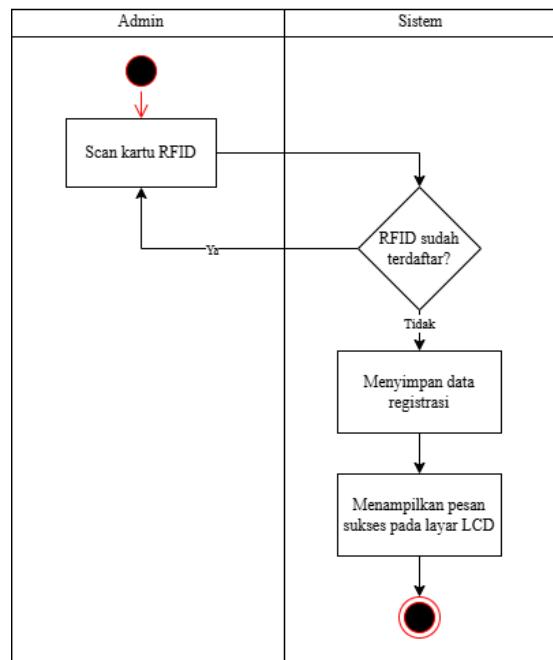
Gambar 4. Use Case Diagram

Berikut disajikan uraian lengkap mengenai setiap use case yang mencakup tujuan penggunaan, alur interaksi antara aktor dan sistem.

##### 1. Use Case : Registrasi Kartu RFID Mahasiswa

Use case Registrasi Kartu RFID Mahasiswa dilakukan oleh admin dan berfungsi untuk mendaftarkan kartu RFID yang akan digunakan untuk melakukan presensi. Jika kartu RFID belum terdaftar, maka sistem akan menyimpan data registrasi tersebut. Tabel 7 berikut memperlihatkan alur proses pendaftaran atau registrasi Kartu RFID mahasiswa oleh admin.

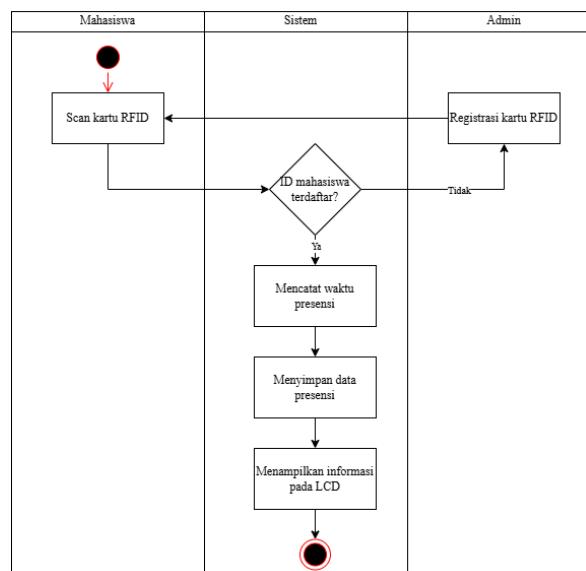
Tabel 7. Diagram Aktivitas Registrasi Kartu RFID Mahasiswa



##### 2. Use Case : Melakukan Presensi

Use case Melakukan Presensi dilakukan oleh mahasiswa. Jika ID mahasiswa telah terdaftar, maka data presensi akan masuk ke *cloud* dan sistem akan menampilkan informasi berhasil. Sebaliknya, jika ID mahasiswa belum terdaftar, maka admin perlu mendaftarkan ID mahasiswa terlebih dahulu agar ID terbaca oleh sistem. Tabel 8 berikut adalah alur proses melakukan presensi oleh mahasiswa.

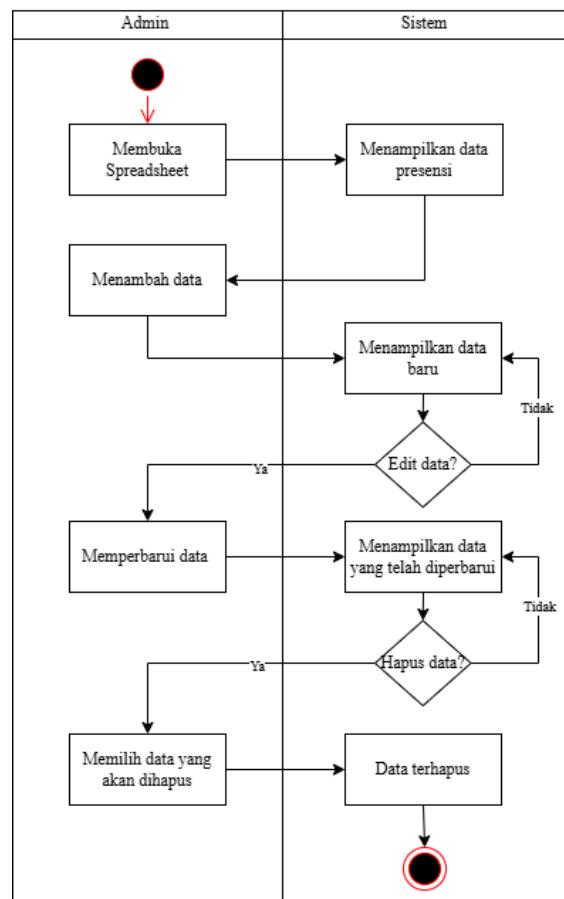
Tabel 8. Diagram Aktivitas Melakukan Presensi



### 3. Use Case : Kelola Data Presensi

Use case Kelola Data Presensi dilakukan oleh admin. Admin bisa menambah, mengedit, serta menghapus pada data presensi yang telah terintegrasi ke dalam Spreadsheet. Tabel 9 berikut adalah alur proses kelola data presensi oleh admin

Tabel 9. Diagram Aktivitas Kelola Data Presensi



## 4.2 Pengembangan Produk

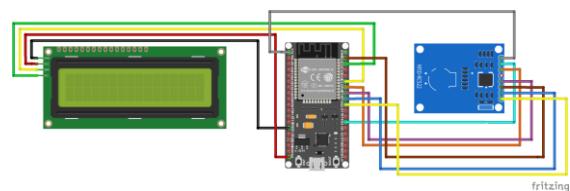
Pengembangan produk dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama yaitu penyusunan rangkaian perangkat keras (*hardware*), pengembangan kode program, serta proses integrasi.

### 1. Penyusunan Rangkaian Perangkat Keras (*Hardware*)

Tahap pertama berfokus pada perakitan dan konfigurasi seluruh komponen perangkat keras yang digunakan. Komponen utama terdiri dari modul RFID, mikrokontroler ESP32, LCD

16x2, modul I2C dan kabel jumper sebagai penghubung antar perangkat.

Pada tahap ini, modul RFID dipasang dan dikalibrasi untuk memastikan kemampuan membaca tag berjalan optimal. Pengujian awal menunjukkan bahwa modul dapat mendeteksi kartu mahasiswa dalam jarak kurang lebih 3 cm dengan tingkat respons yang stabil. ESP32 kemudian disiapkan sebagai pusat pengolahan data, bertugas menerima ID kartu dari modul RFID. LCD 16x2 yang terhubung melalui modul I2C digunakan sebagai media tampilan informasi. Penggunaan I2C membantu mereduksi jumlah pin yang digunakan sehingga rangkaian menjadi lebih rapi dan minim kesalahan koneksi. Secara keseluruhan, tahap penyusunan perangkat keras menghasilkan konfigurasi rangkaian yang stabil, responsif, dan siap digunakan pada tahap pemrograman. Rancangan prototipe sistem presensi dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Rancangan Sistem Presensi

### 2. Pengembangan Kode Program

Tahap kedua adalah pengembangan kode program sebagai dasar logika kerja sistem. Kode dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++ yang memuat fungsi seperti pembacaan RFID, validasi ID, informasi tampilan LCD, hingga komunikasi ke server cloud melalui WiFi. Fungsi utama dalam kode meliputi :

- Inisialisasi modul RFID dan konfigurasi pin ESP32
- Pembacaan ID kartu dan validasi dengan daftar ID yang terdaftar
- Pengiriman data presensi ke *cloud*
- Menampilkan status pada LCD 16x2

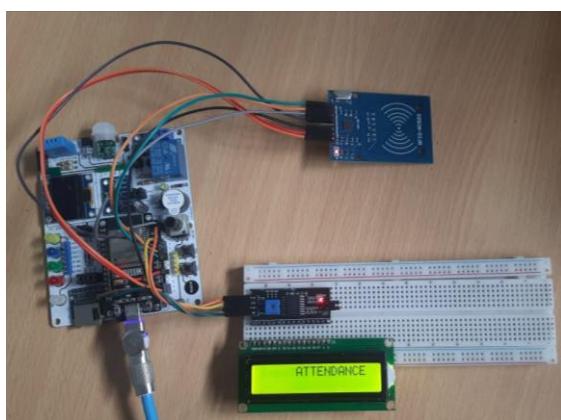
### 3. Proses Integrasi Sistem

Tahap terakhir adalah integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Proses ini mencakup penghubungan fisik perangkat, upload program ke ESP32, pengujian

komunikasi RFID-mikrokontroler-LCD, serta koneksi ke server cloud.

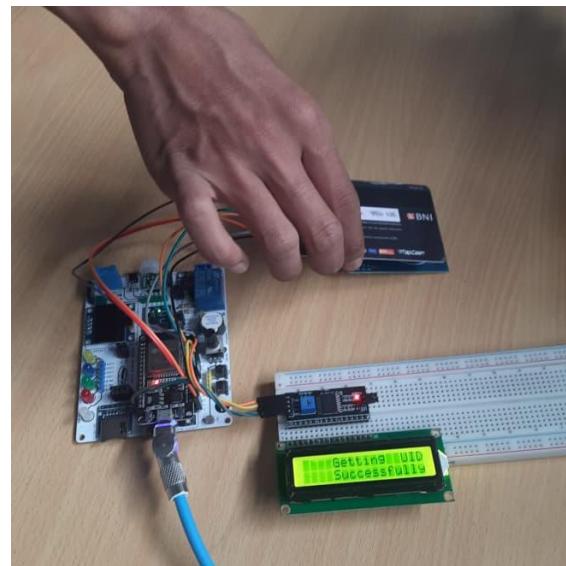
Integrasi dilakukan secara iteratif untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat berinteraksi dengan benar. Ketika kartu RFID dipindai, sistem berhasil menampilkan informasi pada LCD dan mengirimkan data presensi secara real time ke *cloud* tanpa keterlambatan yang signifikan. Integrasi modul I2C terbukti membantu meningkatkan kestabilan tampilan dan mempercepat proses debugging karena penggunaan pin yang lebih sederhana.

Gambar 6 berikut menunjukkan kondisi LCD saat sistem pertama kali dijalankan. Pada tampilan awal, LCD menampilkan teks “Attendance” yang menandakan bahwa perangkat berada pada model siaga dan siap melakukan proses pembacaan kartu RFID.



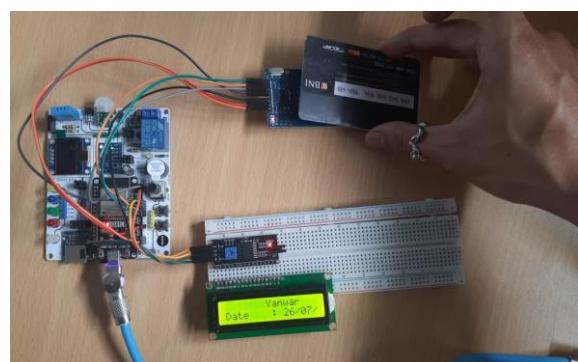
Gambar 6. Mode Attendance

Pada tahap berikutnya, dilakukan proses pemindaian (*scan*) kartu RFID untuk memastikan modul RC522 mampu membaca kode unik (UID) pada kartu dengan baik. Ketika kartu didekatkan ke sensor, LCD menampilkan pesan “Getting UID Successfully”. Pesan tersebut menunjukkan bahwa sistem berhasil memperoleh UID dari kartu yang dipindah dan proses komunikasi antara modul RFID, mikrokontroler, serta LCD berjalan tanpa gangguan. Keberhasilan pembacaan UID ini merupakan indikator bahwa perangkat keras berfungsi dengan baik dan siap melanjutkan ke tahap validasi serta pencatatan presensi. Kondisi tersebut dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. UID Berhasil Terbaca

Proses selanjutnya adalah memastikan bahwa modul LCD 16x2 yang terhubung melalui antarmuka I2C mampu menampilkan informasi presensi secara tepat setelah kartu RFID ditempelkan pada sensor. Pada saat kartu RFID yang telah terdaftar ditempelkan ke reader, sistem secara otomatis mengekstraksi UID kartu dan melakukan pencocokan dengan data mahasiswa yang disimpan pada basis data lokal. Apabila ditemukan kecocokan, mikrokontroler mengirimkan dua jenis informasi penting untuk ditampilkan pada layar LCD yaitu nama mahasiswa pada baris pertama dan tanggal presensi masuk pada baris kedua. Hal ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Informasi Presensi pada LCD

Kemudian gambar 9 dan 10, menyajikan tampilan untuk presensi masuk dan keluar setelah terintegrasi dengan Spreadsheet.

| No | Aspek yang Diuji | Indikator  | Hasil       |
|----|------------------|--|-------------|
|    |                  | ditolak?   |             |
| 3  | Penyimpanan Data | Apakah data presensi tersimpan di Spreadsheet?                 | (Ya) Sukses |
| 4  | Output Sistem    | Apakah LCD menampilkan data mahasiswa yang melakukan presensi? | (Ya) Sukses |
| 5  | Waktu Proses     | Apakah waktu proses < 2 detik per scan?                        | (Ya) Sukses |

Gambar 9. Tampilan Presensi Masuk

| No | Aspek yang Diuji | Indikator  | Hasil       |
|----|------------------|--|-------------|
|    |                  | ditolak?   |             |
| 3  | Penyimpanan Data | Apakah data presensi tersimpan di Spreadsheet?                 | (Ya) Sukses |
| 4  | Output Sistem    | Apakah LCD menampilkan data mahasiswa yang melakukan presensi? | (Ya) Sukses |
| 5  | Waktu Proses     | Apakah waktu proses < 2 detik per scan?                        | (Ya) Sukses |

Gambar 10. Tampilan Presensi Keluar

Secara keseluruhan, hasil pengembangan sistem menunjukkan bahwa modul LCD mampu menampilkan data identitas mahasiswa dan tanggal presensi dengan jelas, akurat, dan responsif. Hal ini mengonfirmasi bahwa integrasi antara mikrokontroler, modul RFID, dan I2C LCD telah berjalan optimal sesuai dengan tujuan sistem.

#### 4.3 Uji Coba Teknis

Uji coba teknis dalam penelitian ini mengadopsi dari langkah-langkah pengujian *black box*. Pengujian teknis bertujuan untuk mengetahui sejauh mana fungsionalitas dalam rancangan prototipe sistem presensi mahasiswa di STT Cipasung telah berfungsi dengan baik. Tabel 10 merupakan hasil pengujian pada prototipe sistem presensi mahasiswa berbasis Arduino Uno.

Tabel 10. Hasil Pengujian

| No | Aspek yang Diuji     | Indikator   | Hasil       |
|----|----------------------|---|-------------|
| 1  | Pembacaan Kartu RFID | Apakah sistem bisa membaca ID kartu/tag dengan cepat? | (Ya) Sukses |
| 2  | Validasi Data        | Apakah kartu yang tidak terdaftar akan                | (Ya) Sukses |

Keseluruhan aspek yang diuji menampilkan hasil “sukses”. Hal tersebut berarti fungsionalitas dalam prototipe sistem presensi mahasiswa telah berfungsi dengan baik.

#### 4.4 Uji Coba User

Setelah melakukan uji coba teknis, langkah selanjutnya adalah uji coba user. Responden yang terlibat dalam pengujian ini sebanyak 14 orang mahasiswa. Alat ukur *System Usability Scale* (SUS) dipilih untuk uji coba user guna menilai kegunaan (*usability*) dari produk yang telah dirancang.

Tabel 11 berikut adalah 10 item kuesioner SUS yang digunakan dalam penelitian ini dan telah diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia.

Tabel 11. Item Kuesioner SUS

| No | Pernyataan   |
|----|--|
| 1  | Saya ingin terus menggunakan sistem presensi RFID ini di perkuliahan STT Cipasung. |
| 2  | Saya merasa sistem presensi RFID ini terlalu rumit untuk digunakan.                |
| 3  | Saya merasa sistem presensi RFID ini mudah digunakan saat mengikuti perkuliahan.   |

| No | Pernyataan   |
|----|--|
| 4  | Saya memerlukan bantuan teknisi atau orang lain untuk menggunakan sistem presensi RFID ini.          |
| 5  | Saya merasa fitur-fitur dalam sistem presensi RFID ini berjalan sebagaimana mestinya.                |
| 6  | Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten dalam sistem presensi RFID ini.                      |
| 7  | Saya percaya sebagian besar mahasiswa akan cepat memahami cara menggunakan sistem presensi RFID ini. |
| 8  | Saya merasa sistem presensi RFID ini membingungkan.  |
| 9  | Saya merasa percaya diri saat menggunakan sistem presensi RFID ini untuk absen perkuliahan.          |
| 10 | Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum bisa menggunakan sistem presensi RFID ini.       |

Setelah kuesioner tersebut diisi oleh responden, analisis data kemudian dilakukan mengacu pada aturan perhitungan skor SUS. Hasil perhitungan menunjukkan skor yang diperoleh sebesar 76.7. Bila dilihat dari sudut pandang *acceptability*, sistem presensi RFID berada pada kategori *acceptable* yang berarti sistem tersebut sudah diterima oleh pengguna. Kemudian dari sudut pandang *grade scale*, sistem presensi RFID berada pada *grade C* dan termasuk ke dalam kategori “Good”.

Mengacu pada kriteria pengujian SUS, tahap revisi produk dilakukan jika perolehan skor SUS kurang dari 70. Sebaliknya, jika skor SUS lebih dari 70, maka akan dilanjutkan pada tahapan produk akhir. Oleh sebab perolehan skor SUS dalam uji coba user sebesar 76.7, maka pengembangan produk akan dilanjutkan pada tahapan produk akhir dengan tanpa melewati tahapan revisi.

#### 4.5 Produk Akhir

Produk akhir yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan sebuah prototipe rancangan sistem presensi mahasiswa berbasis RFID yang telah melalui proses perancangan,

pengembangan dan pengujian. Perancangan prototipe ini dikembangkan untuk membantu proses pencatatan kehadiran mahasiswa secara lebih cepat, akurat, dan efisien dibandingkan metode presensi manual yang selama ini digunakan.

Produk akhir terdiri dari dua komponen utama yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Pada bagian perangkat keras, sistem menggunakan modul RFID sebagai pembaca kartu, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, serta LCD 16x2 berstandar I2C sebagai media tampilan informasi hasil pemindaian kartu. Seluruh perangkat dihubungkan melalui rangkaian yang telah dirancang secara sistematis sehingga mampu bekerja secara stabil dalam proses identifikasi kartu RFID dan pengiriman data presensi.

Pada sisi perangkat lunak, produk akhir berupa program yang ditanamkan pada mikrokontroler yang berfungsi untuk membaca ID kartu, melakukan validasi awal, menampilkan informasi mahasiswa pada LCD, serta mengirimkan data presensi ke Spreadsheet sebagai media penyimpanan. Integrasi dengan Spreadsheet dipilih karena bersifat ringan, mudah dipantau, serta memungkinkan admin untuk mengelola data presensi secara langsung tanpa perlu masuk ke panel sistem terpisah.

#### 5. KESIMPULAN

Berikut ini adalah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan :

1. Prototipe sistem presensi mahasiswa STT Cipasung menggunakan sensor RFID berbasis Arduino Uno dirancang menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Metode tersebut dipilih karena mampu menghasilkan dan menguji efektivitas prototipe. Terdapat tiga tahapan utama dalam penelitian ini yaitu penyusunan perangkat keras yang meliputi modul RFID, mikrokontroler ESP32, kabel jumper, LCD 16x2 sebagai media tampilan informasi dan modul I2C, pengembangan kode program menggunakan Arduino IDE, dan integrasi sistem. Hasil pengujian teknis menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas seperti registrasi kartu RFID mahasiswa, melakukan presensi, dan kelola data presensi telah berhasil diuji dan berjalan dengan baik.

2. Uji kelayakan pengguna juga dilakukan dengan menggunakan alat ukur *System Usability Scale* (SUS) terhadap 14 responden yang menghasilkan skor sebesar 76,7. Berdasarkan interpretasi SUS, skor tersebut termasuk ke dalam Grade C dan diklasifikasikan sebagai "Good". Dari sudut pandang *acceptability*, rancangan prototipe sistem presensi RFID berada pada kategori *acceptable* yang berarti sistem telah diterima oleh pengguna.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan gagasannya dalam pengembangan prototipe sistem presensi ini. Kepada responden yang juga telah bersedia meluangkan waktunya untuk terlibat dalam proses pengujian serta bagi seluruh pihak yang telah berkontribusi untuk meningkatkan kelengkapan dan kualitas karya tulis ini.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Musakirawaty, A. Tahir, and - Israkwaty, "Analisis Korelasi dan Prediksi Pengaruh Kehadiran dan Disiplin terhadap Capaian Akademik Mahasiswa, Studi Kasus Mahasiswa ATS," *Journal of Mandalika Literature*, vol. 5, no. 4, pp. 953–961, Oct. 2024, doi: <https://doi.org/10.36312/jml.v5i4.3787>.

[2] R. Firmansyah, A. I. Purnamasari, A. Bahtiar, and E. Wahyudin, "Sistem Absensi RFID dan Arduino Nano untuk Meningkatkan Identifikasi Kehadiran," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, pp. 712–720, Jan. 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5702>.

[3] F. Zidan and R. Badarudin, "Prototype Sistem Presensi Mahasiswa Menggunakan Sensor RFID berbasis Arduino Uno dengan Program PLX-DAQ," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 3, pp. 1878–1888, Aug. 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4500>.

[4] G. H. Sinaga, F. A. Batubara, and M. Rusdi, "Implementasi Sistem Presensi Menggunakan RFID Berbasis Web," *Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.51510/trekritel.v2i1.410>.

[5] A. A. Tokan, I. Fitri, and R. Nuraini, "Penerapan RFID dalam Pendataan Kehadiran Pegawai Negeri Sipil Berbasis Arduino," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 5, no. 3, pp. 1150–1157, Jul. 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30865/mib.v5i3.3056>.

[6] T. Siregar, "Tahapan Model Penelitian dan Pengembangan (Research and Development) (R&D)," *Journal of Education, Social Sciences & Humanities*, vol. 1, no. 4, Oct. 2023, doi: <https://doi.org/10.58355/dirosat.v1i4.48>.

[7] R. Mesra *et al.*, *Research & Development dalam Pendidikan*. Deli Serdang, Sumatera Utara: PT. Mifandi Mandiri Digital, 2023.

[8] A. Fahrezi, F. N. Salam, G. M. Ibrahim, R. R. Syaiful, and A. Saifudin, "Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Inventori Barang Berbasis Web di PT. AINO Indonesia," *Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2022.

[9] Uminingsih, M. N. Ichsanudin, M. Yusuf, and Suraya, "Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 0.55123 .

[10] I. K. R. Janardana, I. N. T. A. Putra, and N. P. D. Anggraeni, "Analisis Usability dan User Experience Aplikasi Spotify dengan Metode System Usability Scale dan UEQ," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 13, no. 2, Apr. 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6442>.

[11] P. Vlachogianni and N. Tsolios, "Perceived Usability Evaluation of Educational Technology Using the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ): A Systematic Review," *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 54, no. 3, pp. 392–409, Aug. 2023, doi: 10.1080/15391523.2020.1867938.

[12] T. Tullis, "A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability." Jun. 2006.

[13] J. Brooke, "SUS : A Quick and Dirty Usability Scale," 1995.

[14] U. Ependi, F. Panjaitan, and T. B. Kurniawan, "System Usability Scale vs Heuristic Evaluation: A Review," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 65–74, 2019.

[15] M. Syahputra and A. I. Santoso, "Rancang Bangun Sistem Absensi Otomatis Berbasis RFID dan ESP32 di Kampus AMIK Polibisnis Perdagangan," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 14, no. 1, pp. 614–622, 2025, doi: <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14816>.

[16] A. Wagyana and Rahmat, "Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)," *Jurnal Ilmiah Setrum*, vol. 8, no. 1, pp. 238–247, 2019.