

PENGEMBANGAN SISTEM PENCATATAN PUTARAN LARI BERBASIS RFID DAN ESP32 TERINTEGRASI DATABASE

Muhammad Ridwan ¹, Maulana Hasan ², Isa Mahfudi ³,
Vincensius Arga Yoda ⁴, Juanda Rahimatullah ⁵

¹ Rekayasa Keamanan Siber, Politeknik Angkatan Darat

^{2,4,5} Teknik Telekomunikasi Militer, Politeknik Angkatan Darat

Kesatrian Arhanud Junrejo BatuPO Box 42 Malang

³ Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur

ridwan.mtte20@gmail.com

ABSTRAK

Pencatatan putaran lari dalam kegiatan pembinaan fisik umumnya masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan pengolahan data, dan rendahnya akurasi evaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pencatatan putaran lari berbasis Radio Frequency Identification (RFID) dan ESP32 yang terintegrasi dengan database guna meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan secara real-time. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan prototipe yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian dan evaluasi. Sistem yang dikembangkan terdiri dari RFID RC522 sebagai pembaca kartu, ESP32 sebagai pengolah data, RTC DS3231 sebagai pencatat waktu, serta database MySQL sebagai media penyimpanan dan pengolahan data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca kartu RFID secara optimal pada jarak efektif hingga $\pm 1,5$ cm, mencatat timestamp secara real-time dengan konsistensi tinggi, serta mengintegrasikan data UID dan waktu ke dalam database tanpa kehilangan data. Selain itu, sistem mampu menghitung jumlah putaran secara otomatis menggunakan query SQL dengan hasil yang akurat sesuai data pencatatan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi, kecepatan, dan akurasi pencatatan dibandingkan metode manual, serta layak diterapkan sebagai solusi monitoring aktivitas lari berbasis teknologi IoT.

Kata kunci : RFID; ESP32; IoT; Pencatatan Putaran; Database

1. PENDAHULUAN

Pembinaan fisik, khususnya kegiatan lari, merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga kebugaran dan kesiapan individu, terutama dalam lingkungan militer maupun institusi pendidikan. Dalam pelaksanaannya, proses penghitungan putaran lari umumnya masih dilakukan secara manual oleh petugas, sehingga berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan seperti kesalahan pencatatan, keterlambatan rekap data, serta keterbatasan dalam pengelolaan data secara real-time. Sistem manual juga rentan terhadap manipulasi dan kehilangan data, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi akurasi evaluasi performa peserta [1]–[4].

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan sistem otomatisasi telah memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang mampu melakukan pencatatan data secara otomatis dan terstruktur [5]–[9].

Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah Radio Frequency Identification (RFID), yang memungkinkan identifikasi objek secara cepat tanpa kontak langsung, serta memiliki tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi dalam proses pencatatan data [10]–[12].

Teknologi RFID telah banyak diimplementasikan pada berbagai bidang, seperti

sistem absensi, keamanan akses, manajemen inventori, hingga sistem monitoring berbasis IoT [13]–[15].

Penggunaan RFID dalam sistem monitoring berbasis IoT terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi human error secara signifikan dibandingkan metode manual [7] [11].

Selain itu, integrasi RFID dengan mikrokontroler seperti ESP32 memungkinkan sistem untuk terhubung dengan jaringan internet dan database secara real-time, sehingga data yang diperoleh dapat langsung diproses, disimpan, dan dianalisis secara terpusat [16]–[17].

Hal ini memberikan kemudahan dalam pengawasan serta meningkatkan transparansi dan akurasi data.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem berbasis RFID dan ESP32 mampu mencatat data secara cepat dengan waktu respon yang rendah serta tingkat akurasi yang tinggi dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem absensi dan monitoring aktivitas [18].

Selain itu, sistem berbasis RFID juga mampu mengatasi kelemahan metode manual seperti keterlambatan pencatatan dan kesalahan input data, sehingga menghasilkan sistem yang lebih efisien dan andal. Studi lain juga menunjukkan bahwa RFID dapat digunakan untuk sistem penghitungan dan pelacakan objek secara otomatis [6], yang relevan dengan kebutuhan penghitungan putaran dalam aktivitas lari.

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan sistem berbasis RFID untuk keperluan absensi dan monitoring, penerapan teknologi ini pada konteks penghitungan putaran lari masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian berfokus pada kehadiran atau keamanan akses, sehingga masih terdapat peluang untuk mengembangkan sistem yang lebih spesifik dalam bidang olahraga dan pembinaan fisik. Selain itu, integrasi antara pencatatan waktu (timestamp), identitas pengguna, dan pengolahan data berbasis database secara terstruktur masih menjadi tantangan dalam menghasilkan sistem monitoring yang optimal.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada sistem absensi atau kontrol akses berbasis RFID, penelitian ini mengembangkan sistem pencatatan aktivitas fisik berupa penghitungan putaran lari secara otomatis dan real-time. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi antara identifikasi peserta, pencatatan waktu (timestamp), serta pengolahan data berbasis database untuk menghasilkan informasi jumlah putaran secara akurat. Selain itu, sistem yang dikembangkan dirancang secara portable dan dapat digunakan secara langsung pada aktivitas lapangan, sehingga memiliki keunggulan dalam aspek implementasi praktis dibandingkan sistem sejenis.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, permasalahan dalam penelitian ini adalah rendahnya akurasi dan efisiensi pencatatan putaran lari yang masih dilakukan secara manual serta belum terintegrasi secara real-time dengan sistem penyimpanan dan pengolahan data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pencatatan putaran lari berbasis RFID dan ESP32 yang terintegrasi dengan database guna menghasilkan pencatatan data yang otomatis, akurat, dan real-time. Solusi yang ditawarkan adalah merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan teknologi RFID sebagai identifikasi peserta, modul *Real Time Clock* (RTC) sebagai pencatat waktu, serta database sebagai media penyimpanan dan pengolahan data, sehingga mampu menghasilkan informasi jumlah putaran lari secara cepat, akurat, dan terstruktur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi IoT dan sistem identifikasi otomatis telah mendorong kemajuan signifikan dalam pengembangan sistem monitoring berbasis data secara real-time, khususnya pada aplikasi pencatatan aktivitas dan absensi. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan teknologi RFID yang diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32 untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan pencatatan data. Kajian terhadap penelitian terdahulu diperlukan untuk memahami metode yang telah digunakan, keunggulan yang dicapai, serta keterbatasan yang masih ada dalam pengembangan sistem berbasis RFID dan IoT. Penelitian oleh Azmi et

al. mengembangkan sistem absensi otomatis berbasis RFID dan ESP32-CAM dengan notifikasi real-time [7].

Sistem ini mampu mencatat kehadiran secara otomatis dan mengirimkan informasi secara langsung kepada pengguna. Kelebihan penelitian ini terletak pada integrasi sistem dengan notifikasi real-time, namun masih terbatas pada pencatatan kehadiran tanpa adanya pengolahan data lanjutan seperti perhitungan aktivitas secara berulang atau berbasis waktu.

Penelitian lain oleh Irahmana et al. mengimplementasikan sistem absensi mahasiswa berbasis RFID dengan penyimpanan data pada database MySQL [11].

Sistem ini menunjukkan kemampuan dalam mencatat data secara terstruktur dan terpusat. Meskipun demikian, penelitian ini hanya berfokus pada pencatatan identitas tanpa mengintegrasikan aspek pencatatan waktu secara detail (timestamp) untuk analisis aktivitas yang lebih kompleks.

Selanjutnya, penelitian oleh Maharani et al. mengembangkan sistem palang pintu otomatis berbasis RFID dan ESP32 yang terintegrasi dengan database cloud [13].

Sistem ini unggul dalam integrasi IoT dan kemudahan akses data secara daring. Namun, penerapan sistem masih terbatas pada kontrol akses dan belum mengakomodasi kebutuhan pencatatan aktivitas berulang seperti penghitungan jumlah putaran dalam kegiatan fisik.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada sistem absensi dan kontrol akses berbasis RFID, sementara penerapan teknologi ini pada pencatatan aktivitas fisik yang bersifat berulang dan memerlukan integrasi antara identifikasi, pencatatan waktu, serta pengolahan data masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pencatatan putaran lari berbasis RFID dan ESP32 yang terintegrasi dengan database, dengan keunggulan pada kemampuan pencatatan otomatis, real-time, serta pengolahan data untuk menghasilkan informasi jumlah putaran secara akurat dan terstruktur.

2.1. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis. Dalam sistem monitoring, IoT memungkinkan data yang diperoleh dari sensor atau perangkat input dapat dikirim, disimpan, dan dianalisis secara real-time sehingga meningkatkan efisiensi dan akurasi pengambilan keputusan. Penggunaan mikrokontroler seperti ESP32 dalam sistem IoT mendukung konektivitas nirkabel dan integrasi dengan database, sehingga sangat cocok untuk sistem pencatatan dan monitoring berbasis jaringan [17].

2.2. RFID

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk membaca data dari sebuah tag tanpa kontak langsung. Sistem RFID terdiri dari tag, reader, dan database yang saling terintegrasi untuk melakukan proses identifikasi secara cepat dan akurat. Teknologi ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem absensi, keamanan akses, dan monitoring berbasis IoT karena kemampuannya dalam mengurangi kesalahan manusia serta meningkatkan efisiensi pencatatan data[19].

2.3. Integrasi RFID dan ESP32 dalam Sistem Monitoring

Integrasi teknologi RFID dengan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengembangan sistem otomatisasi berbasis IoT yang mampu melakukan pencatatan data secara real-time. ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data dari RFID reader, kemudian mengirimkannya ke database melalui koneksi jaringan. Sistem ini memungkinkan proses pencatatan, penyimpanan, dan analisis data dilakukan secara terpusat, sehingga meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akurasi dibandingkan sistem manual[14].

3. METODE PENELITIAN

Memuat hasil, Pengujian dan pembahasan tentang skripsi yang telah dilakukan.

3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan prototipe sistem. Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sebuah sistem pencatatan putaran lari berbasis teknologi RFID dan ESP32 yang terintegrasi dengan database. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian dan evaluasi sistem.

3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa langkah yang ditunjukkan pada Gambar 1, tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, yaitu kegiatan mengkaji berbagai referensi yang berkaitan dengan teknologi RFID, mikrokontroler ESP32, sistem database, serta penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar perancangan. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan, yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak yang diperlukan dalam pembuatan alat. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem, yang meliputi penyusunan blok diagram sistem, perancangan rangkaian perangkat keras, serta desain struktur database yang akan digunakan.

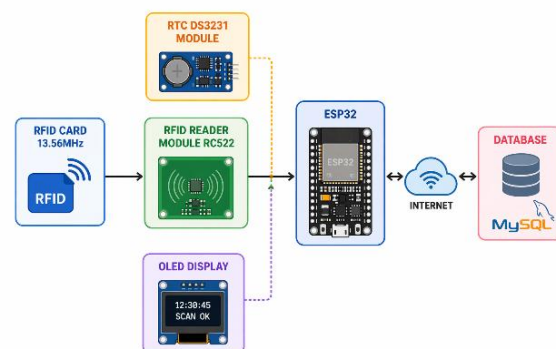


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Setelah perancangan selesai, dilakukan implementasi sistem, yaitu tahap pembangunan dan integrasi seluruh komponen seperti RFID reader RC522, mikrokontroler ESP32, modul RTC DS3231, serta database MySQL agar dapat bekerja secara terintegrasi. Tahap selanjutnya adalah pengujian sistem, yang dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dalam membaca kartu RFID, mencatat waktu (timestamp), serta mengirimkan data ke database secara akurat. Tahap terakhir adalah analisis dan evaluasi, di mana data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan pencatatan putaran lari, sehingga dapat ditarik kesimpulan mengenai kinerja dan keandalan sistem yang telah dirancang.

3.3. Diagram Blok Sistem

Perancangan sistem ini diilustrasikan dalam bentuk diagram blok pada Gambar 2 yang menggambarkan alur kerja serta hubungan antar komponen dalam sistem pencatatan putaran lari berbasis RFID.



Gambar 2. Diagram blok sistem

Berdasarkan Gambar 2, sistem terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu RFID Reader RC522, mikrokontroler ESP32, modul Real Time Clock (RTC) DS3231, serta database sebagai media penyimpanan data terpusat. RFID Reader RC522

berfungsi sebagai perangkat input yang digunakan untuk membaca identitas kartu RFID yang dibawa oleh setiap peserta lari. Setiap kartu memiliki UID (Unique Identifier) yang bersifat unik, sehingga memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi setiap peserta secara otomatis.

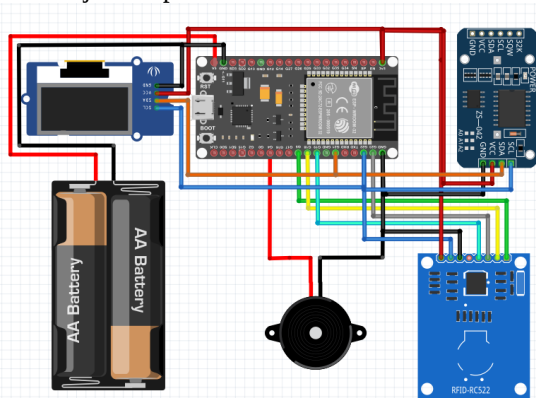
Data hasil pembacaan RFID kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan sistem. ESP32 bertugas untuk memproses data UID yang diterima, mengatur alur kerja sistem, serta mengintegrasikan data waktu yang diperoleh dari modul RTC DS3231. Data waktu ini digunakan sebagai timestamp untuk setiap aktivitas tap kartu, sehingga setiap putaran lari dapat tercatat secara kronologis.

Selanjutnya, data berupa UID dan timestamp dikirimkan ke database melalui koneksi jaringan. Database berfungsi sebagai media penyimpanan sekaligus pengolahan data, dimana data yang tersimpan akan diproses menggunakan query tertentu untuk menghitung jumlah putaran berdasarkan frekuensi kemunculan UID pada interval waktu tertentu.

Dengan mekanisme tersebut, sistem mampu melakukan pencatatan dan penghitungan putaran lari secara otomatis, terstruktur, dan real-time, sehingga dapat meningkatkan akurasi serta mengurangi kesalahan yang umumnya terjadi pada metode manual.

3.4. Perancangan Hardware

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pencatatan putaran lari berbasis RFID yang mampu bekerja secara otomatis dan real-time. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, yaitu mikrokontroler ESP32, modul RFID RC522, modul RTC DS3231, OLED display, buzzer, serta sumber daya berupa baterai 18650. Konfigurasi pengkabelan ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema rangkaian sistem

Tabel 1. Pengkabel dari sistem yang diusulkan

No	Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32	Keterangan
1	RFID RC522	SDA (SS)	GPIO 5	Chip Select (SPI)

No	Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32	Keterangan
2	RFID RC522	SCK	GPIO 18	Clock SPI
3	RFID RC522	MOSI	GPIO 23	Data Master Out
4	RFID RC522	MISO	GPIO 19	Data Master In
5	RFID RC522	RST	GPIO 27	Reset (disarankan)
6	RFID RC522	VCC	3.3V	Tegangan
7	RFID RC522	GND	GND	Ground
8	RTC DS3231	SDA	GPIO 21	Data I2C
9	RTC DS3231	SCL	GPIO 22	Clock I2C
10	RTC DS3231	VCC	5V	Tegangan
11	RTC DS3231	GND	GND	Ground
12	OLED Display	SDA	GPIO 21	Data I2C (shared)
13	OLED Display	SCL	GPIO 22	Clock I2C (shared)
14	OLED Display	VCC	3.3V	Tegangan
15	OLED Display	GND	GND	Ground
16	Buzzer	(+)	GPIO 4	Output suara
17	Buzzer	(-)	GND	Ground
18	Baterai 18650	(+)	VIN ESP32	Sumber daya
19	Baterai 18650	(-)	GND ESP32	Ground

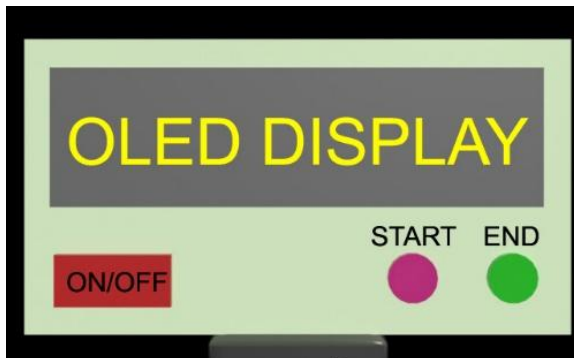
Untuk mendukung implementasi sistem secara optimal di lapangan, dilakukan perancangan fisik perangkat yang mempertimbangkan aspek portabilitas, kemudahan penggunaan, serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan saat kegiatan pembinaan lari berlangsung. Perangkat dirancang dalam bentuk yang ringkas dan terintegrasi menggunakan casing sebagai pelindung komponen internal, sehingga mampu menjaga stabilitas sistem serta mengurangi risiko kerusakan akibat faktor eksternal. Selain itu, penggunaan tripod sebagai penyangga alat bertujuan untuk menempatkan posisi perangkat pada ketinggian dan sudut yang ideal, sehingga memudahkan peserta dalam melakukan proses tap kartu RFID secara konsisten di setiap putaran. Desain ini juga mendukung fleksibilitas penempatan alat pada berbagai lokasi lintasan lari.

Di sisi lain, sistem juga dilengkapi dengan tampilan antarmuka (interface) berbasis OLED display yang berfungsi untuk memberikan informasi secara real-time kepada pengguna. Tampilan ini menyajikan data penting seperti status pembacaan kartu, identitas peserta, serta notifikasi keberhasilan proses tap, sehingga meningkatkan interaksi dan kemudahan monitoring selama penggunaan alat. Visualisasi dari

desain fisik perangkat serta tampilan antarmuka sistem ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Desain alat



Gambar 5. Desain interface alat.

3.5. Perancangan Database

Database pada penelitian ini dirancang menggunakan sistem manajemen basis data MySQL yang berfungsi sebagai media penyimpanan dan pengolahan data secara terpusat serta terintegrasi dengan sistem berbasis ESP32. Perancangan database bertujuan untuk mendukung proses pencatatan putaran lari secara otomatis, real-time, dan terstruktur.

Struktur database disusun dalam beberapa tabel utama yang saling berelasi, yaitu tabel data peserta, tabel data kartu RFID, dan tabel data pencatatan lari. Tabel data peserta digunakan untuk menyimpan informasi identitas peserta seperti nomor induk, nama, dan kelas. Tabel data kartu RFID berfungsi untuk menyimpan UID kartu yang dimiliki oleh setiap peserta serta sebagai penghubung antara identitas peserta dan sistem pembacaan RFID. Sementara itu, tabel pencatatan lari digunakan untuk menyimpan data hasil pembacaan kartu berupa UID dan timestamp sebagai rekaman aktivitas setiap putaran lari.

Integrasi antara ESP32 dan database memungkinkan data hasil pembacaan RFID dikirim dan disimpan secara langsung melalui jaringan, sehingga setiap aktivitas tap kartu dapat tercatat secara real-time. Data yang tersimpan kemudian diolah menggunakan query SQL, seperti fungsi COUNT, untuk menghitung jumlah putaran berdasarkan frekuensi kemunculan UID dalam rentang waktu tertentu. Adapun perencanaan database ini ditunjukkan pada Tabel 2 hingga Tabel 4.

Tabel 2. Struktur Tabel Peserta (t_peserta)

Field	Tipe Data	Keterangan
id_peserta	INT (PK)	ID unik peserta
nosis	VARCHAR	Nomor induk siswa
nama	VARCHAR	Nama peserta
kelas	VARCHAR	Kelas peserta

Tabel 3. Struktur Tabel Kartu (t_kartu)

Field	Tipe Data	Keterangan
id_kartu	INT (PK)	ID kartu
uid_rfid	VARCHAR	UID kartu RFID
id_peserta	INT (FK)	Relasi ke t_peserta

Tabel 4. Struktur Tabel Pencatatan (t_catatan)

Field	Tipe Data	Keterangan
id_catatan	INT (PK)	ID pencatatan
id_kartu	INT (FK)	Relasi ke t_kartu
timestamp	DATETIME	Waktu tap kartu

3.6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pengujian ini meliputi beberapa aspek utama, yaitu pengujian pembacaan RFID, pengujian pencatatan waktu, pengujian integrasi sistem, serta pengujian fungsional secara keseluruhan.

3.7. Pengujian Pembacaan RFID

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan RFID reader RC522 dalam membaca kartu RFID pada berbagai jarak. Pengujian dilakukan dengan mendekatkan kartu RFID ke reader secara bertahap mulai dari jarak terdekat hingga jarak maksimum pembacaan. Parameter yang diamati adalah keberhasilan pembacaan UID kartu pada setiap variasi jarak.

3.8. Pengujian Pencatatan Waktu (RTC).

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa modul RTC DS3231 mampu mencatat waktu secara akurat pada saat terjadi proses tap kartu RFID. Setiap data UID yang terbaca akan disertai dengan timestamp, kemudian diamati kesesuaian waktu pencatatan dengan waktu aktual.

3.9. Pengujian Integrasi Sistem

Pengujian integrasi bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem, yaitu RFID reader, ESP32, RTC, dan database, dapat bekerja secara terintegrasi. Pada tahap ini diamati alur data mulai dari pembacaan kartu RFID, pemrosesan oleh ESP32, pencatatan waktu oleh RTC, hingga penyimpanan data ke dalam database.

3.10. Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional dilakukan dengan mensimulasikan penggunaan sistem secara langsung dalam kegiatan lari. Beberapa peserta melakukan tap kartu pada setiap putaran, kemudian diamati apakah sistem mampu mencatat jumlah putaran secara

otomatis, akurat, dan real-time sesuai dengan aktivitas yang dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Pembacaan RFID

Pengujian pembacaan RFID dilakukan untuk mengetahui kemampuan modul RFID RC522 dalam membaca kartu pada berbagai jarak. Pengujian dilakukan dengan variasi jarak mulai dari 0 cm hingga 2,7 cm. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 5 hingga Tabel 7.

Tabel 5. Pengujian Kartu RFID peserta 1

No	Jarak	Keterangan
1.	0 cm	Terbaca
2.	0,3 cm	Terbaca
3.	0,6 cm	Terbaca
4.	0,9 cm	Terbaca
5.	1,2 cm	Terbaca
6.	1,5 cm	Terbaca
7.	1,8 cm	Tidak Terbaca
8.	2,1 cm	Tidak Terbaca
9.	2,4 cm	Tidak Terbaca
10.	2,7 cm	Tidak Terbaca

Tabel 6. Pengujian Kartu RFID peserta 2

No	Jarak	Keterangan
1.	0 cm	Terbaca
2.	0,3 cm	Terbaca
3.	0,6 cm	Terbaca
4.	0,9 cm	Terbaca
5.	1,2 cm	Terbaca
6.	1,5 cm	Terbaca
7.	1,8 cm	Tidak Terbaca
8.	2,1 cm	Tidak Terbaca
9.	2,4 cm	Tidak Terbaca
10.	2,7 cm	Tidak Terbaca

Tabel 7. Pengujian Kartu RFID peserta 3

No	Jarak	Keterangan
1.	0 cm	Terbaca
2.	0,3 cm	Terbaca
3.	0,6 cm	Terbaca
4.	0,9 cm	Terbaca
5.	1,2 cm	Terbaca
6.	1,5 cm	Terbaca
7.	1,8 cm	Tidak Terbaca
8.	2,1 cm	Tidak Terbaca
9.	2,4 cm	Tidak Terbaca
10.	2,7 cm	Tidak Terbaca

Berdasarkan Tabel 5 hingga Tabel 7, dihasilkan bahwa hasil pengujian, kartu RFID dapat terbaca dengan baik pada rentang jarak 0 cm hingga 1,5 cm. Namun, pada jarak di atas 1,5 cm, kartu tidak dapat terbaca oleh sistem. Hal ini menunjukkan bahwa jarak efektif pembacaan RFID berada pada kisaran $\leq 1,5$ cm.

4.2. Hasil Pengujian pembacaan UID kartu RFID

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu membaca UID kartu RFID dari masing-masing peserta secara konsisten. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian pembacaan UID kartu RFID

No	ID Kartu RFID	Keterangan
1	2313720250	Peserta 1
2	2422134230	Peserta 2
3	2314299420	Peserta 3
4	2313720250	Peserta 1
5	2422134230	Peserta 2
6	2314299420	Peserta 3
7	2313720250	Peserta 1
8	2422134230	Peserta 2
9	2314299420	Peserta 3
10	2313720250	Peserta 1

Berdasarkan Tabel 8, hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap kartu RFID memiliki UID yang unik dan dapat dibaca dengan baik oleh sistem.

4.3. Hasil Pengujian Pencatatan Waktu (RTC)

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul RTC DS3231 mampu mencatat waktu secara akurat saat terjadi proses tap kartu RFID. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengujian pencatatan waktu

No	Time Stamp
1	Monday, 06.04.2026, 13:10:12
2	Monday, 06.04.2026, 13:10:15
3	Monday, 06.04.2026, 13:10:17
4	Monday, 06.04.2026, 13:14:22
5	Monday, 06.04.2026, 13:15:28
6	Monday, 06.04.2026, 13:15:40
7	Monday, 06.04.2026, 13:18:30
8	Monday, 06.04.2026, 13:19:35
9	Monday, 06.04.2026, 13:20:20
10	Monday, 06.04.2026, 13:23:32

Berdasarkan Tabel 8, dihasilkan bahwa sistem berhasil mencatat timestamp secara real-time pada setiap pembacaan kartu. Data waktu yang dihasilkan memiliki format yang konsisten dan berurutan sesuai dengan waktu kejadian.

4.4. Hasil Integrasi Sistem

Pengujian integrasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen utama, yaitu RFID reader, mikrokontroler ESP32, modul RTC DS3231, dan database, dapat bekerja secara terpadu dalam melakukan proses pencatatan data. Fokus pengujian ini adalah pada kemampuan sistem dalam menggabungkan data UID kartu RFID dengan data waktu (timestamp) serta menyimpannya ke dalam database secara tepat dan konsisten. Proses integrasi dimulai ketika kartu RFID ditap pada reader, kemudian sistem membaca UID kartu dan secara bersamaan mengambil data waktu dari modul RTC.

Kedua data tersebut selanjutnya diproses oleh ESP32 menjadi satu paket data yang terdiri dari UID dan timestamp. Data ini kemudian dikirimkan ke database melalui koneksi jaringan untuk disimpan sebagai data pencatatan aktivitas. Adapun hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Integrasi UID dan Timestamp

No	UID RFID	Timestamp	Status Penyimpanan
1	2313720250	06-04-2026 13:10:12	Berhasil
2	2422134230	06-04-2026 13:10:15	Berhasil
3	2314299420	06-04-2026 13:10:17	Berhasil
4	2313720250	06-04-2026 13:14:22	Berhasil
5	2422134230	06-04-2026 13:15:28	Berhasil
6	2314299420	06-04-2026 13:15:40	Berhasil
7	2313720250	06-04-2026 13:18:30	Berhasil
8	2422134230	06-04-2026 13:19:35	Berhasil
9	2314299420	06-04-2026 13:20:20	Berhasil
10	2313720250	06-04-2026 13:23:32	Berhasil

Hasil pengujian pada Tabel 9 menunjukkan bahwa setiap proses tap kartu RFID menghasilkan data yang lengkap berupa UID dan timestamp, serta seluruh data berhasil disimpan ke dalam database tanpa mengalami kegagalan. Hal ini menunjukkan bahwa proses integrasi antar komponen sistem berjalan dengan baik dan stabil. Selain itu, data yang tersimpan pada database dapat diolah lebih lanjut menggunakan query SQL untuk menghasilkan informasi jumlah putaran lari berdasarkan frekuensi kemunculan UID. Dengan demikian, integrasi sistem tidak hanya berhasil pada tahap pencatatan, tetapi juga mendukung proses pengolahan data secara akurat dan terstruktur.

4.5. Hasil Pengolahan Data (Jumlah Putaran)

Data hasil pencatatan yang telah tersimpan dalam database selanjutnya dilakukan proses pengolahan untuk menentukan jumlah putaran lari yang dilakukan oleh setiap peserta. Proses pengolahan data dilakukan menggunakan query SQL dengan memanfaatkan fungsi agregasi COUNT, yang berfungsi untuk menghitung frekuensi kemunculan UID kartu pada tabel pencatatan. Pengolahan data dilakukan dengan cara mengelompokkan data berdasarkan identitas peserta yang terhubung melalui relasi antara tabel kartu RFID dan tabel peserta. Setiap kemunculan UID yang tercatat pada timestamp tertentu dianggap sebagai satu kali putaran lari. Dengan demikian, jumlah putaran dapat diperoleh dari total data pencatatan yang tersimpan untuk masing-masing

peserta. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengolahan Data Jumlah Putaran

No	Nama Peserta	Jumlah Putaran
1	Peserta 1	4
2	Peserta 2	3
3	Peserta 3	3

Berdasarkan Tabel 10 menunjukkan bahwa Peserta 1 melakukan 4 putaran lari, sedangkan Peserta 2 dan Peserta 3 masing-masing melakukan 3 putaran. Perbedaan jumlah putaran ini diperoleh berdasarkan jumlah data pencatatan UID yang tersimpan pada database, yang secara otomatis dihitung menggunakan query SQL. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu melakukan pencatatan data secara real-time, tetapi juga dapat melakukan pengolahan data secara otomatis untuk menghasilkan informasi jumlah putaran secara cepat dan akurat.

4.6. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pencatatan putaran lari berbasis RFID dan ESP32 menunjukkan kinerja yang baik pada seluruh tahapan pengujian, mulai dari pembacaan RFID, pencatatan waktu, integrasi sistem, hingga pengolahan data. Pada pengujian pembacaan RFID, diperoleh bahwa jarak efektif pembacaan berada pada rentang 0 cm hingga 1,5 cm, di mana seluruh kartu dapat terbaca dengan baik, sedangkan pada jarak di atas 1,5 cm kartu tidak lagi terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak efektif pembacaan RFID berada pada kisaran $\leq 1,5$ cm. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa modul RFID RC522 memiliki jarak baca yang relatif pendek namun stabil dan akurat dalam proses identifikasi [11].

Pada pengujian pembacaan UID kartu RFID, sistem mampu membaca setiap kartu secara konsisten dengan UID yang unik untuk masing-masing peserta. Konsistensi pembacaan UID ini juga didukung oleh penelitian [7] yang menyatakan bahwa teknologi RFID mampu memberikan identifikasi unik secara akurat tanpa kesalahan pembacaan. Konsistensi ini sangat penting karena menjadi dasar dalam proses identifikasi peserta. Konsistensi ini sangat penting karena menjadi dasar dalam proses identifikasi peserta. Tidak ditemukannya perubahan atau kesalahan pembacaan UID menunjukkan bahwa sistem memiliki reliabilitas yang baik dalam proses identifikasi, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti metode manual yang rentan terhadap kesalahan pencatatan identitas.

Selanjutnya, pengujian modul RTC DS3231 menunjukkan bahwa sistem mampu mencatat waktu secara real-time dengan format yang konsisten dan urutan waktu yang sesuai dengan kejadian. Hal ini sejalan dengan penelitian [16] yang menunjukkan bahwa ESP32 yang terintegrasi dengan sistem pencatatan waktu mampu menghasilkan data

timestamp secara real-time dan konsisten. Keakuratan waktu ini menjadi komponen penting dalam sistem, karena setiap pencatatan putaran bergantung pada waktu kejadian yang tercatat.

Pada tahap integrasi sistem, seluruh komponen yang terdiri dari RFID reader, ESP32, RTC, dan database berhasil bekerja secara terpadu. Setiap proses tap kartu menghasilkan data UID dan timestamp yang berhasil disimpan ke dalam database tanpa adanya kegagalan. Keberhasilan integrasi sistem ini juga sejalan dengan penelitian [13] yang menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT dengan RFID mampu melakukan pencatatan data secara real-time dan terintegrasi dengan database. Keberhasilan integrasi ini menjadi indikator bahwa sistem telah mampu bekerja secara end-to-end, mulai dari proses input hingga penyimpanan data.

Lebih lanjut, hasil pengolahan data menunjukkan bahwa sistem mampu menghitung jumlah putaran secara otomatis menggunakan query SQL dengan fungsi agregasi COUNT. Hasil penghitungan menunjukkan bahwa Peserta 1 melakukan 4 putaran, sedangkan Peserta 2 dan Peserta 3 masing-masing melakukan 3 putaran. Perbedaan ini sesuai dengan jumlah data pencatatan yang tersimpan pada database, yang menunjukkan bahwa tidak terjadi kehilangan data selama proses pencatatan. Hasil ini mendukung penelitian [18] yang menyatakan bahwa sistem berbasis RFID dan IoT mampu meningkatkan efisiensi serta akurasi dalam pengolahan data dibandingkan metode manual.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pencatatan putaran lari berbasis RFID dan ESP32 yang terintegrasi dengan database, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem berhasil melakukan pembacaan kartu RFID secara konsisten dengan jarak efektif hingga $\pm 1,5$ cm, serta mampu mengidentifikasi setiap peserta melalui UID yang bersifat unik. Modul RTC DS3231 juga mampu mencatat waktu secara real-time dengan format yang konsisten, sehingga setiap aktivitas tap kartu dapat direkam dengan akurat. Selain itu, integrasi antara RFID, ESP32, RTC, dan database berjalan dengan baik, di mana setiap data UID dan timestamp berhasil dikirim dan disimpan tanpa kehilangan data. Proses pengolahan data menggunakan query SQL menunjukkan bahwa sistem mampu menghitung jumlah putaran lari secara otomatis dan akurat berdasarkan frekuensi kemunculan UID. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk menggantikan metode manual dalam pencatatan dan penghitungan putaran lari, karena mampu meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kecepatan pengolahan data.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk

pengembangan sistem selanjutnya. Pertama, sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan modul RFID yang memiliki jangkauan pembacaan lebih jauh agar meningkatkan fleksibilitas penggunaan di lapangan. Kedua, pengembangan sistem monitoring berbasis web atau mobile dapat ditambahkan untuk menampilkan data secara real-time dan lebih interaktif. Selain itu, sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur validasi waktu antar pembacaan untuk menghindari pembacaan ganda dalam waktu yang terlalu singkat. Pengujian sistem juga dapat diperluas dengan jumlah peserta yang lebih banyak serta variasi kondisi lingkungan yang berbeda untuk menguji keandalan sistem secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Fakhrunnisa, A. Ratnasari, and M. L. Khasyar, "Improving the Accuracy and Efficiency of Students' Attendance Management with a Barcode-Based Digital Attendance System," *J. Ilm. Mandala Educ.*, vol. 12, no. 2, pp. 502–511, 2026.
- [2] B. B. Lakshmi, V. Nagar, and A. Pradesh, "Attendance Management System," *Int. J. Creat. Res. THoughts*, vol. 12, no. 6, pp. 560–566, 2024.
- [3] S. B. Ghany and M. Fadlullah, "Design of Student Attendance Information System at MTS Assalafiyah, Tegal City," *J. Artif. Intell. Eng. Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 212–222, 2024.
- [4] F. Syahidi, I. Subasman, A. Aspandi, and M. D. Khotimah, "Enhancing Efficiency in Student Attendance Recording through Implementation of a Digital Presence System: A Field Study in Elementary Schools," *EDUKASIA J. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 6, no. 2, pp. 1339–1352, 2025.
- [5] D. A. N. Esp, C. A. M. Pada, and C. V. Berkat, "Penerapan Sistem Absensi Karyawan Menggunakan RFID dan ESP32-CAM di CV. Berkat Abadi," in *SENAFTI: Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi*, 2025, vol. 4, no. September, pp. 774–783.
- [6] B. Irawan and A. R. Ardiyanto, "Jurnal Informatika: Jurnal pengembangan IT Design and Implementation of IoT-Based Smart Election Using ESP32 and RFID," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 10, no. 3, pp. 727–738, 2025.
- [7] F. I. Azmi, E. Iman, and H. Ujianto, "Sistem Absensi Otomatis Menggunakan RFID dan ESP32-CAM dengan Real-Time Notification," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 479–489, 2025.
- [8] P. Y. Wardana, D. Minggu, and I. Mahfudi, "Perancangan Webserver Sebagai Monitoring Kualitas Air Pada Ransel Filteriasi Air Portable Berbasis Internet of Things," *J. Telkommil*, vol. 7, no. 2, pp. 38–47, 2024.
- [9] I. Mahfudi, F. A. Soelistianto, A. Aditya, and Y. D. Meylinda, "Analisis dan Optimasi Kinerja Transmisi LoRa SX1278 Ra-02 untuk Sistem

- Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things Analysis and Optimization of LoRa SX1278 Ra-02 Transmission Performance for an Internet of Things-Based Water Quality Monitoring Sys,” *J. Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 28–40, 2026.
- [10] M. W. Salfian, H. Khair, and M. A. Syari, “Design of Door Security System using Rfid Based on IoT at Stmik Kaputama,” *J. Artif. Intell. Eng. Appl.*, vol. 5, no. 1, pp. 604–610, 2025.
- [11] R. Irfhamna, L. Kasmini, and K. Kahiruman, “Design and Development of an Rfid-Based Student Attendance System Using Student ID Cards as Identification Media and Local Mysql Recording,” *J. Inov. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 11, no. 1, pp. 110–117, 2026.
- [12] Y. Wijanarko, N. Alfarizal, and M. R. Pratama, “Implementation of an RFID RC522 and IoT-Based Automatic Door Security System in an Electrical Engineering Laboratory,” *Indones. J. Artif. Intell. Data Min.*, vol. 8, no. 2, pp. 478–488, 2025.
- [13] D. Maharani *et al.*, “Implementasi IoT pada Sistem Palang Pintu RFID Otomatis Berbasis ESP32 dengan Integrasi Database Cloud Google Sheets,” in *MDP Student Conference (MSC)*, 2026, pp. 1105–1113.
- [14] A. M. Akbar, W. Fuadi, and N. Nunsina, “Design of Attendance System for Informatics Engineering Lecturers Using RFID Sensors Based on IoT and Telegram Applications,” *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 107–117, 2025.
- [15] V. G. Smart and I. C. Utomo, “System Smart Parking Berbasis Mikrokontroler ESP32 dan RFID Untuk Otomatisasi Akses Parkir di PT . Glory Industrial Semarang,” *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 5, no. 7, pp. 2055–2067, 2025.
- [16] V. Barral, O. Campos, T. D. Bolano, C. J. Escudero, and J. A. G. Naya, “Fine Time Measurement for the Internet of Things: A Practical Approach Using ESP32,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 9, no. 19, pp. 1–14, 2022.
- [17] G. De Carvalho *et al.*, “Design and Implementation of Intelligent Packet Filtering in IoT Microcontroller-Based Devices,” *J. of Internet Serv. Appl.*, vol. 15, no. 1, 2024.
- [18] Y. Darmi, A. S. Utama, and D. Abdullah, “A Multi-Modal IoT-Based Attendance System Using RFID and WhatsApp Notification for Smart Academic and Healthcare Environments,” *J. Intell. Comput. Heal. Informatics*, vol. 6, no. 1, 2025.
- [19] A. Salsabila and L. Anifah, “IoT-Based RFID System for Automated Inventory Management at Depo Train Surabaya Pasar Turi,” *Indones. J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 76–83, 2025.