

Penerapan Multi Sensor Berbasis ESP8266 dalam Pengembangan Sistem Pemantauan Siswa di Sekolah

K.Y.V. Pradnyaditha^{a1}, AAIN Eka Karyawati^{a2}

Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Informatika,
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Jalan Menuri Gg III, Indonesia
¹vidyayoga7@gmail.com
²eka.karyawati@unud.ac.id

Abstract

Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan siswa dengan sensor multi berbasis ESP8266 untuk memantau kehadiran dan lokasi siswa di sekolah. Data dari sensor RFID dikumpulkan, diproses, dan ditampilkan pada halaman website yang telah dibuat. Setelah dilakukan pengujian, hasil menunjukkan bahwa sistem data logger server (direct) menunjukkan kinerja yang optimal pada malam hari, dengan rata-rata waktu respon mencapai 55 detik dan kecepatan transmisi tertinggi mencapai 0,6 kartu/detik. Pada pagi hari, rata-rata waktu respon adalah 116,9 detik dengan kecepatan transmisi tertinggi 0,2 kartu per detik, sedangkan pada siang hari, rata-rata waktu respon mencapai 96,8 detik dengan kecepatan transmisi tertinggi sebesar 0,23 kartu/detik. Hasil yang didapaat dari uji t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam kecepatan data antara konfigurasi data-logger client dan server. Pengujian fitur web juga menunjukkan bahwa keseluruhan sistem berjalan sesuai dengan test case yang telah ditetapkan, dengan fungsionalitas situs web absensi yang telah teruji dan dapat digunakan dengan baik.

Keywords: Pemantauan Siswa, Multi Sensor, ESP8266, Kehadiran, Lokasi, Keamanan, IoT.

1. Pendahuluan

Pendidikan memiliki peran yang krusial dalam kemajuan suatu negara. Di era digital seperti sekarang ini, penggunaan teknologi dalam bidang pendidikan semakin dibutuhkan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses pembelajaran. Salah satu permasalahan yang sering terjadi di dunia pendidikan adalah memantau kehadiran siswa secara efektif. Kehadiran siswa menjadi salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kinerja siswa dan mengukur efektivitas pengajaran. Namun, memantau kehadiran siswa secara manual dapat memakan waktu dan tenaga yang besar bagi staf sekolah.

Salah satu contoh kasus nyata terjadi di SD Negeri 3 Batur, Batur Utara, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Bali, Indonesia. Sekolah tersebut masih melakukan absensi secara manual, yang menyebabkan masalah saat orang tua siswa menanyakan lokasi terakhir anak mereka. Dengan menerapkan sistem absensi elektronik, orang tua siswa dan guru dapat memonitor lokasi siswa setiap kali mereka memasuki dan meninggalkan kelas. Hal ini dapat dilakukan karena setiap siswa harus melakukan absensi ketika masuk dan pulang sekolah. Selama observasi di SD Negeri 3 Batur, penelitian mengalami kendala terkait cuaca selama musim hujan, yang menyebabkan gangguan pada koneksi Wifi. Meskipun demikian, dengan perencanaan yang cermat dan mungkin penerapan alternatif seperti koneksi internet cadangan atau penyempurnaan infrastruktur, implementasi sistem absensi elektronik masih dapat dijalankan secara efektif untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan di lingkungan sekolah.

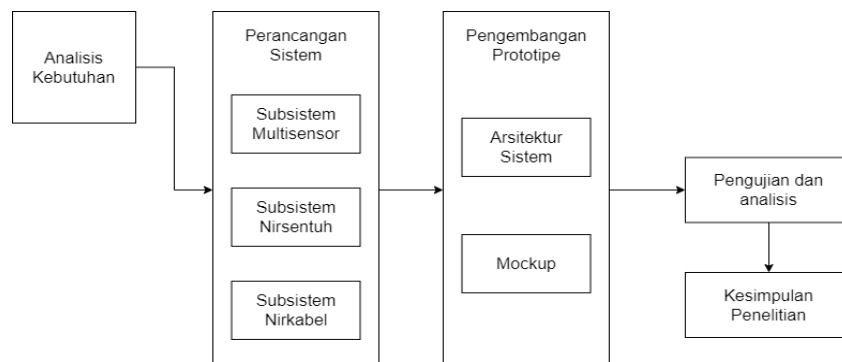
Dalam rangka meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan kehadiran siswa, dikembangkanlah Sistem Monitoring Siswa dengan Multi-Sensor berbasis ESP8266. Sistem ini dapat memantau kehadiran siswa secara otomatis menggunakan teknologi RFID dan memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 sebagai pusat pengolahan data dan menggunakan

data logger untuk merekam data sensor secara terus menerus dalam waktu tertentu. Pada penelitian (Sedghy, 2019) menggunakan teknologi RFID di lingkungan sekolah yang memiliki tujuan untuk mencatat kehadiran atau absensi siswa [1]. Kehadiran siswa dianggap sebagai nilai penting sehingga dapat mempengaruhi nilai akademik dan kinerja di sekolah. Penelitian (Siregar et al., 2024) menggunakan metode data logger untuk merekam data yang telah diukur ke dalam Secure-Digital Card yang mana data tersebut dapat diolah nantinya [2]. Dimana tujuan dari penelitian ini untuk membandingkan nilai akurasi dari radiasi matahari yang diperoleh dari alat konvensional dan alat yang telah dirancang.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang cocok untuk memantau keaktifan siswa dengan menggunakan teknologi RFID di beberapa lokasi. Sistem tersebut diimplementasikan dalam bentuk prototipe yang menggunakan teknologi multisensor, termasuk teknologi RFID, mikrokontroler, dan teknologi Wifi untuk melakukan pencatatan otomatis. Penelitian ini juga membandingkan kecepatan transmisi ke database dengan menggunakan Wifi atau disebut data-logger sebagai client (indirect) dan menggunakan komunikasi langsung dua perangkat antara server (komputer) dan alat atau disebut data-logger sebagai server (direct).

2. Metode Penelitian

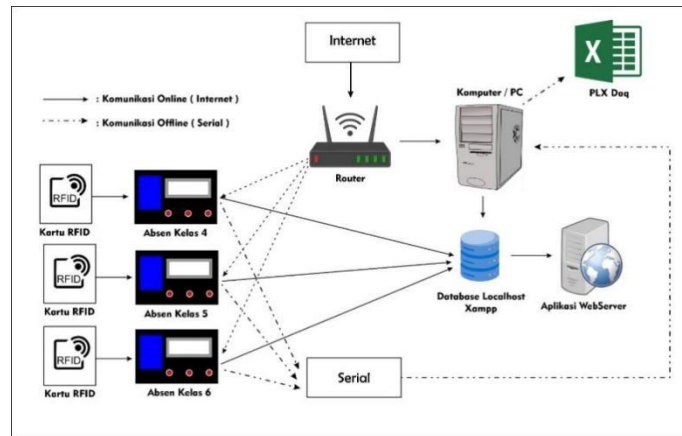
Penelitian ini melibatkan perancangan dan pengujian prototipe sistem dengan melakukan percobaan. Pada penelitian ini, perancangan sistem monitoring menggunakan metode waterfall yang telah dimodifikasi [3]. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan tahapan-tahapan yang telah dimodifikasi dalam metode waterfall tersebut. Langkah-langkah yang akan dilakukan sebagai berikut:



Gambar 1. Konsep multisensor

Pada Gambar 1, merupakan proses kerja multisensor yang melibatkan beberapa sensor yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor tersebut kemudian diteruskan ke sistem akuisisi data, di mana informasi yang diterima lalu dianalisis secara menyeluruh [4]. Proses analisis ini melibatkan beberapa tahapan, termasuk korelasi data, fusi data, dan inversi bersama.

Pertama, dalam tahap korelasi data, berbagai dataset yang dikumpulkan dari sensor-sensor yang berbeda diselaraskan dan disinkronisasi untuk memastikan kesesuaian dan konsistensi dalam informasi yang diperoleh. Langkah ini membantu memperjelas hubungan antara data yang diperoleh dari sensor-sensor yang berbeda [5]. Kemudian, dalam tahap fusi data, informasi dari berbagai sensor digabungkan atau disintesis untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap dan akurat tentang lingkungan atau objek yang diamati. Proses fusi data ini memungkinkan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam dan komprehensif tentang situasi yang diamati. Terakhir, tahap inversi bersama melibatkan analisis lebih lanjut untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena atau objek yang diamati.

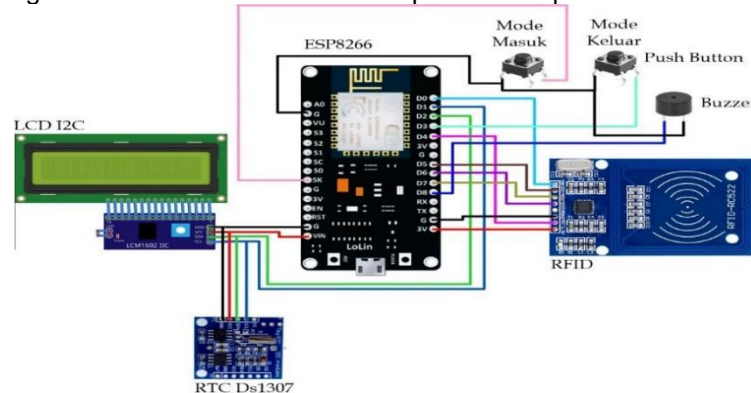


Gambar 2. Arsitektur Sistem Absensi

Pada pengembangan prototipe menggunakan arsitektur sistem yang digambarkan pada Gambar 2, dimana sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja bersama untuk mencatat kehadiran siswa dan mengirimkan data ke database serta aplikasi web server, serta output data serial ke data logger server yang kemudian dikoneksikan secara offline ke PC. Dengan arsitektur ini, sistem dapat menghasilkan data kehadiran siswa secara akurat dan efisien, serta memungkinkan pengguna untuk memantau kehadiran siswa secara real-time melalui aplikasi web, atau menganalisis data secara lebih mendalam dengan mengakses data logger server melalui PC.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada implementasi multisensor pada “Sistem Monitoring Siswa Berbasis ESP8266” berfungsi untuk mendapatkan output nilai yaitu data dari 3 sensor yang telah dipasang dalam masing-masing ruang kelas yang mana dalam kasus ini kelas 4, 5, dan 6. Pada desain sistem terdiri dari tiga bagian utama yaitu RFID, data-logger, dan database. Sistem ini memiliki fungsi untuk merekam data dari RFID, kemudian di transmisikan ke data-logger lalu data diakuisisi ke komputer melalui PLX-DAQ. Pengembangan prototipe, menghasilkan sistem yang terdiri dari tiga modul mikrokontroler ESP8266 yang masing masing di pasang di ruang kelas. Pada Gambar 3 ditunjukkan rangkaian sistem monitoring siswa dengan multisensor berbasis ESP8266. Komunikasi data pada sistem ini dimulai dari RFID sebagai sensor nirsentuh, lalu ESP8266 untuk komunikasi nirkabel. Kemudian data-logger mengakuisisi data dan menggabungkan data dan diterima oleh komputer untuk proses analisis data.

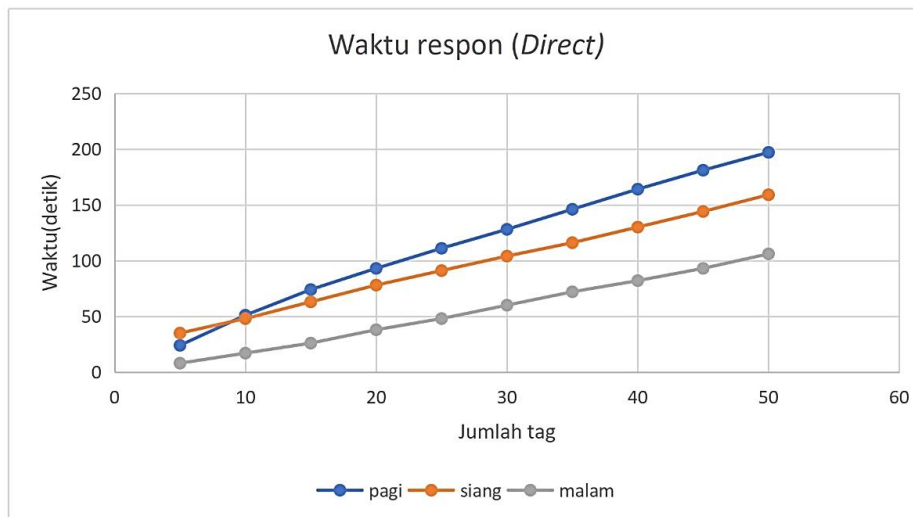


Gambar 3. Rangkaian Sistem

Saat membaca data dari RFID, deteksi RFID ditandai dengan buzzer. RFID dipasang di tiga ruangan dan dihubungkan dengan dengan modul ESP8266. Informasi yang diperoleh berupa kode unik dari tag RFID, lokasinya, waktu dan informasinya disimpan dalam database. Tag RFID dikirim melalui komunikasi nirkabel, dan sistem juga menandakan siswa keluar dan masuk dengan menekan tombol switch masuk dan keluar.

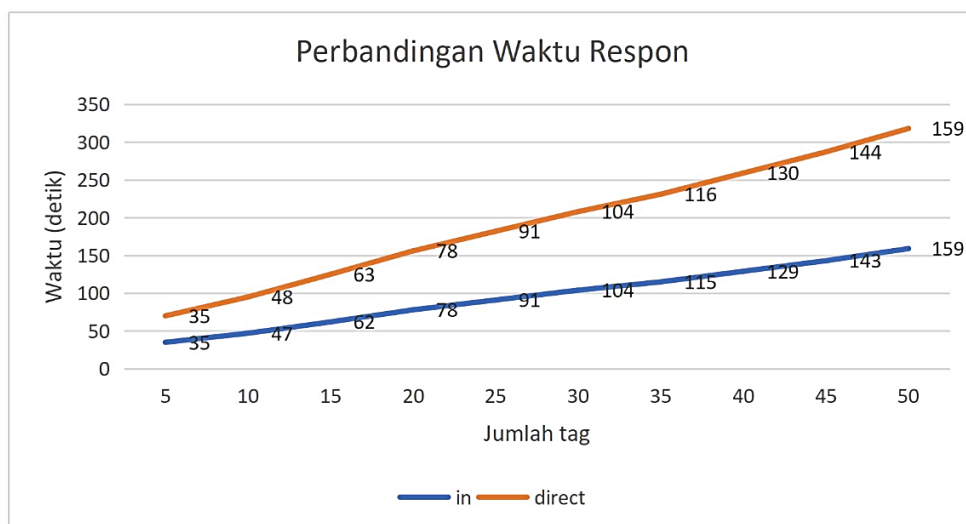
Pengujian dilaksanakan dengan mencatat interval waktu dari pembacaan, pengiriman, hingga penerimaan data. Proses pengujian ini diulang sebanyak 10 kali dengan peningkatan setiap kelipatan 5 pada setiap RFID-tag. Hasil pengujian menunjukkan bahwa

waktu respons langsung pada waktu malam mengalami peningkatan, menandakan perbaikan dalam kinerja sistem. Ini dapat dijelaskan oleh dua faktor utama. Pertama, gangguan elektromagnetik yang umumnya lebih rendah pada malam hari, ketika aktivitas listrik dan kendaraan berkurang, menghasilkan kualitas sinyal yang lebih stabil antara perangkat dan data-logger. Kedua, suhu yang lebih rendah di malam hari meningkatkan efisiensi operasi komponen elektronik, memungkinkan pengiriman data yang lebih cepat. Oleh karena itu, peningkatan waktu respon langsung pada malam hari dapat diatribusikan pada penurunan gangguan elektromagnetik dan kondisi suhu yang mendukung kinerja perangkat keras elektronik.



Gambar 4. Grafik Waktu Respon (Direct)

Pada Gambar 4 menunjukkan data waktu respon terkait kenaikan waktu pada konfigurasi langsung (Direct) terlihat konstan.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Waktu Respon

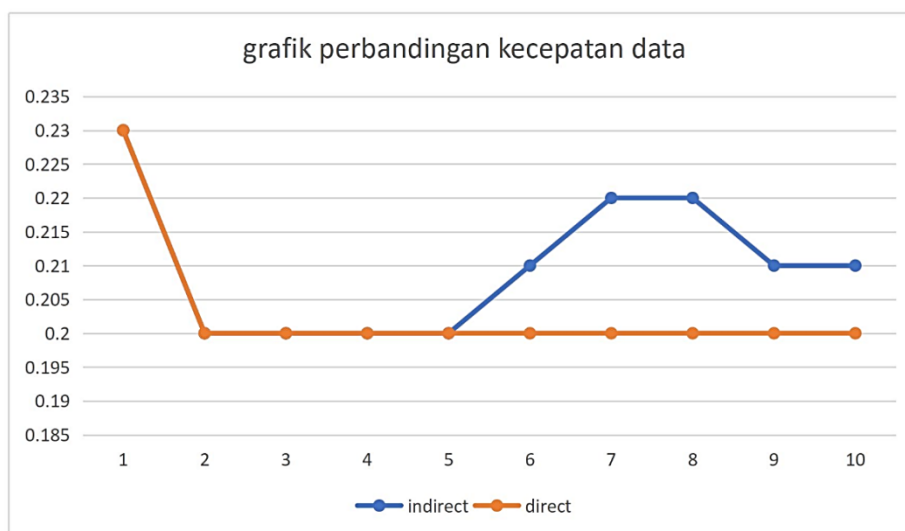
Pada Gambar 5 menunjukkan data perbandingan waktu respon, terdapat dua garis linier biru yang menandakan data konfigurasi tidak langsung (indirect) dan orange menandakan data konfigurasi langsung (direct). Berdasarkan data hasil tersebut, terlihat konfigurasi tidak langsung lebih unggul dengan persenan selisih sebesar 0,5% yang mana hal ini mungkin saja bisa terjadi dikarenakan pada konfigurasi indirect memiliki wifi yang stabil dan pada konfigurasi direct memerlukan software tambahan yaitu PLX-DAQ. Penelitian juga dilakukan dilakukan ketika malam hari dan menghasilkan selisih yang sama yaitu 0,5% antar dua konfigurasi tersebut.

Group Statistics				
Konfigurasi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai 1	10	116.5000	56.97807	18.01805
2	10	116.9000	56.89454	17.99163

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	.000	.988	-.016	18	.988	-.40000	25.46270	-53.89514	53.09514
	Equal variances not assumed			-.016	18.000	.988	-.40000	25.46270	-53.89515	53.09515

Gambar 6. Hasil Uji T waktu Respon

Pada Gambar 6 menunjukkan data hasil uji t untuk waktu respon, tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai konfigurasi langsung dan tidak langsung, baik ketika diasumsikan bahwa variansa sama maupun tidak sama. Ini dapat disimpulkan dari nilai p yang tinggi (lebih besar dari 0.05), yang menunjukkan tidak adanya bukti yang cukup untuk menolak hipotesis nol bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok tersebut.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kecepatan Data

Gambar 7 menampilkan perbandingan kecepatan data antara kedua konfigurasi. Garis oranye menunjukkan konfigurasi langsung (direct), sedangkan garis biru mewakili konfigurasi tidak langsung (indirect). Dari grafik tersebut, terlihat bahwa kecepatan data pada konfigurasi tidak langsung lebih tinggi daripada konfigurasi langsung. Ini menunjukkan bahwa komunikasi pada konfigurasi client lebih cepat daripada konfigurasi server.

Group Statistics				
Konfigurasi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai 1	10	.21	.011	.003
2	10	.21	.013	.004

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	.262	.615	.768	18	.452	.004	.005	-.007	.015
	Equal variances not assumed			.768	17.433	.453	.004	.005	-.007	.015

Gambar 8. Hasil Uji T Kecepatan Data

Pada Gambar 8 menunjukkan data hasil uji t untuk kecepatan data yang tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kecepatan data dari kedua kelompok, baik saat varian diasumsikan sama maupun tidak sama. Hal ini diperkuat oleh nilai p yang tinggi (lebih

besar dari 0.05), menandakan bahwa tidak ada bukti yang cukup untuk menolak hipotesis nol bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok tersebut.

Setelah merancang dan melakukan pengujian, hasilnya dicatat dalam form pengujian. Kemudian, melakukan analisis dan menarik kesimpulan berdasarkan penilaian keselarasan dengan standar yang diharapkan. Apabila hasil sesuai akan diberi kesimpulan bahwa pernyataan valid dan begitu juga sebaliknya. Pengujian dilakukan terhadap website absensi yang mencakup 16 pengujian yang berfokus pada berbagai menu dan fitur yang disediakan oleh website tersebut. Setiap pengujian dirancang untuk menguji fungsionalitas dan responsivitas dari menu-menu utama, termasuk penambahan data baru, proses absensi siswa, serta manajemen data siswa. Dengan demikian, pengujian mencakup aspek-aspek krusial dalam operasional dan penggunaan sehari-hari dari sistem monitoring kehadiran siswa ini. Proses pengujian dilakukan dengan cermat dan terstruktur, menggunakan serangkaian test case yang telah dipersiapkan sebelumnya. Setiap langkah dalam pengujian direkam dan dievaluasi untuk memastikan bahwa fungsi-fungsi yang diuji berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan tidak menghasilkan kesalahan atau kegagalan dalam prosesnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi Sistem Monitoring Siswa dengan Multi-Sensor berbasis ESP8266, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi RFID dan sensor lainnya secara efektif meningkatkan efisiensi dalam memantau kehadiran siswa di sekolah. Hasil pengujian dengan sistem langsung, kinerja terbaik terjadi pada malam hari dengan waktu respons rata-rata sebesar 55 detik dan kecepatan transmisi tertinggi mencapai 0,6 kartu per detik. Di pagi hari, waktu respons rata-ratanya adalah 116,9 detik dengan kecepatan transmisi tertinggi 0,2 kartu per detik, dan pada siang hari, waktu respons rata-ratanya mencapai 96,8 detik dengan kecepatan transmisi tertinggi sebesar 0,23 kartu per detik. Berdasarkan hasil uji t, tidak ada perbedaan signifikan dalam kecepatan data antara konfigurasi data-logger client dan server. Nilai p yang tinggi menunjukkan bahwa tidak ada bukti cukup untuk menolak hipotesis nol bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara kedua konfigurasi tersebut. Oleh karena itu, dari segi kecepatan transmisi dan waktu respons, kedua konfigurasi data-logger dapat dianggap memiliki kinerja yang serupa. Selanjutnya, pengujian fitur web menunjukkan bahwa keseluruhan sistem berjalan sesuai dengan test case yang telah ditetapkan. Fungsionalitas situs web absensi telah diuji dan dapat digunakan dengan baik. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kinerja sistem dan menunjukkan bahwa sistem ini dapat diandalkan dalam memantau kehadiran siswa dengan efisien dan efektif.

Referensi

- [1] B. M. Sedghy, "Evolution of Radio Frequency Identification (RFID) in Agricultural Cold Chain Monitoring: A Literature Review," *J. Agric. Sci*, vol. 11, no. 3, p. 43, 2019.
- [2] N. S. A. A. A. F. B. A.-S. H. A. H. D. Rjeib, "Attendance and information system using RFID and web-based application for academic sector," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl*, vol. 9, no. 1, p. 266–274, 2018.
- [3] N. H. M. F. A. W. Siregar, "Rancang Bangun Alat Ukur Radiasi Matahari Berbasis Arduino Uno Dan Data Logger," *J. Tek. Fis*, 2024.
- [4] Y. W. Q. N. Z. Wang, "Multi-Sensor Fusion in Automated Driving: A Survey," *IEEE Access*, vol. 8, p. 2847–2868, 2020.
- [5] Y. A. F. A. A. N. Z. Zakiah, "Sistem Multi-Sensor Nirkabel Berbasis RFID Untuk Pemantauan Keaktifan Siswa," *J. Rekayasa Elektr*, vol. 15, no. 3, 2020.