

Monitoring Kehadiran Siswa Menggunakan Kartu RFID Rc522 dan Nodemcu Esp8266

Thabrani¹, Nurlindasari Tamsir^{2*}, Muhardi³

^{1,2,3}Teknik informatika, Universitas Dipa Makassar

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 9 Makassar, Telp. (0411) 587194 – Fax. (0411) 588284
e-mail: ¹thabrani@undipa.ac.id, ²nurlindasari@undipa.ac.id, ³muhardi23dipa@undipa.ac.id

Abstrak

Madrasah Aliyah At-Thahiriyah masih menggunakan metode pencatatan kehadiran secara manual yang memiliki beberapa keterbatasan, seperti kurang efisien, rentan terhadap kesalahan, serta sulit dipantau oleh guru dan orang tua. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pemantauan kehadiran siswa secara real-time berbasis website menggunakan kartu RFID RC522 dan NodeMCU ESP8266. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan merancang dan mengimplementasikan sistem yang dapat mencatat kehadiran siswa secara otomatis saat kedatangan dan kepulangan dengan pengujian di 3 (tiga) kelas. Data kehadiran dikirimkan ke server, ditampilkan melalui antarmuka web dan dikirimkan ke email orang tua sebagai notifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat mengirimkan notifikasi berupa Hadir, Tidak Hadir, Bolos, Terlambat, dan notifikasi pulang. Notifikasi Hadir muncul jika siswa melakukan absensi sebelum pukul 07.30, Terlambat antara pukul 07.30–08.00, Bolos jika tidak melakukan absensi saat pulang, dan Tidak Hadir jika tidak melakukan absensi dari pukul 07.30–15.00. Notifikasi pulang dikirimkan ketika siswa melakukan absensi saat kepulangan. Sistem pencatatan kehadiran terbukti berjalan sesuai fungsi, di mana setiap kartu yang ditempelkan ke alat pembaca berhasil mencatat data kehadiran siswa secara otomatis ke dalam sistem dan pengiriman email otomatis ke alamat yang telah didaftarkan sesuai status kehadiran siswa sehingga tidak hanya membantu guru dalam pengawasan, tetapi juga memperkuat keterlibatan orang tua dalam memantau disiplin anak mereka.

Kata kunci: Monitoring, Radio Frequency Identification (RFID), Email.

Abstract

Madrasah Aliyah At-Thahiriyah still uses a manual attendance recording method that has several limitations, such as being inefficient, prone to errors, and difficult to monitor by teachers and parents. Therefore, this study aims to develop a real-time student attendance monitoring system based on a website using an RC522 RFID card and NodeMCU ESP8266. The research method used is an experiment by designing and implementing a system that can automatically record student attendance upon arrival and return with testing in 3 (three) classes. Attendance data is sent to the server, displayed via a web interface and sent to parents' email as a notification. The results of the study show that the system can send notifications in the form of Present, Absent, Truant, Late, and home notification. The Present notification appears if students take attendance before 07.30, Late between 07.30–08.00, Truant if they do not take attendance when returning home, and Absent if they do not take attendance from 07.30–15.00. The home notification is sent when students take attendance when returning home. The attendance recording system has been proven to work according to its function, where each card attached to the reader successfully records student attendance data automatically into the system and sends automatic emails to registered addresses according to the student's attendance status so that it not only helps teachers in supervision, but also strengthens parental involvement in monitoring their children's discipline.

Keywords: Monitoring, Radio Frequency Identification (RFID), Email.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi informasi memberikan dampak besar di berbagai bidang, termasuk pendidikan [1]. Salah satu tantangan yang dihadapi institusi pendidikan adalah proses pencatatan kehadiran siswa yang masih dilakukan secara manual menggunakan buku kehadiran [2]. Pencatatan manual ini sering kali menimbulkan berbagai kendala, seperti ketidaksesuaian waktu,

pencatatan yang tidak akurat, dan potensi kesalahan akibat faktor manusia [3]. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sistem yang lebih modern dan akurat. Teknologi RFID (Radio Frequency Identification) menjadi solusi tepat dalam memantau kehadiran siswa secara efektif [3]. Kartu RFID RC522 memungkinkan identifikasi unik siswa melalui gelombang radio tanpa kontak fisik, sedangkan NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke jaringan Wi-Fi mengirimkan data secara otomatis ke server dan menampilkannya melalui aplikasi web secara real-time [4].

Madrasah Aliyah At-Thahiriyah adalah salah satu lembaga pendidikan yang masih menerapkan pencatatan kehadiran manual. Proses ini tidak hanya memakan waktu tetapi juga rentan terhadap berbagai masalah, seperti data kehadiran yang tidak akurat dan kemungkinan kecurangan, dimana siswa terdaftar hadir meskipun tidak berada di sekolah [5]. Selain itu, guru mengalami kesulitan dalam memantau jumlah siswa secara efektif, terutama saat jumlah siswa terus meningkat [6]. Di Madrasah Aliyah At-Thahiriyah, jumlah siswa saat ini terbagi ke dalam tiga kelas: kelas 10 dengan 12 siswa, kelas 11 dengan 8 siswa, dan kelas 12 dengan 8 siswa. Meskipun jumlah siswa relatif kecil, pemantauan yang akurat dan efisien tetap menjadi tantangan.

Dalam penelitian ini, dikembangkan sistem pemantauan kehadiran siswa [7] yang beroperasi dua kali sehari, yaitu saat pagi hari (kedatangan) dan saat pulang sekolah (kepulangan). Teknologi ini menggunakan kartu RFID RC522 [8] untuk membaca identitas siswa, yang kemudian dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 [9] ke server berbasis web [10] yang bertujuan untuk memberikan informasi kehadiran siswa ditampilkan dalam sistem secara real-time, memungkinkan pihak sekolah memantau siswa yang datang dan pulang tepat waktu. Selain itu, data tersebut juga secara otomatis terkirim ke Gmail orang tua siswa sebagai notifikasi untuk memberikan laporan kehadiran anak mereka sehingga mendukung pengawasan disiplin anak.

Gap dari salah satu penelitian yang relevan dengan penelitian ini oleh Prashanth Addagatla [11] ditinjau dari teknologi sistem ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler utama, untuk konektivitas jaringan membutuhkan modul tambahan GSM/GPRS untuk SMS yang dapat meningkatkan biaya operasional pulsa SMS. Sedangkan penelitian ini kombinasi Kartu RFID RC522 (untuk identifikasi) dan NodeMCU ESP8266 (sebagai mikrokontroler dengan Wi-Fi built-in) sehingga menawarkan solusi biaya operasional yang lebih ekonomis untuk konektivitas internet dibandingkan Arduino + modul Wi-Fi terpisah atau modul GSM.

Dengan adanya sistem ini, sekolah dapat memantau waktu kedatangan dan kepulangan siswa secara lebih akurat, efisien, dan transparan. Informasi yang dikirimkan secara real-time tidak hanya membantu guru dalam pengawasan, tetapi juga memperkuat keterlibatan orang tua dalam memantau disiplin anak mereka. Implementasi sistem ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan pencatatan, mencegah potensi kecurangan, serta meningkatkan efektivitas pengelolaan data kehadiran di sekolah. Lebih jauh lagi, sistem ini dapat menjadi model pemantauan berbasis teknologi yang efektif dan efisien bagi lembaga pendidikan lainnya.

Novelty utama terletak pada optimasi desain perangkat keras dan perangkat lunak untuk memastikan data kehadiran dapat diunggah secara real-time ke database berbasis cloud atau web server lokal, memungkinkan akses informasi kehadiran yang up-to-date dari mana saja dan kapan saja.

2. METODOLOGI PENELITIAN

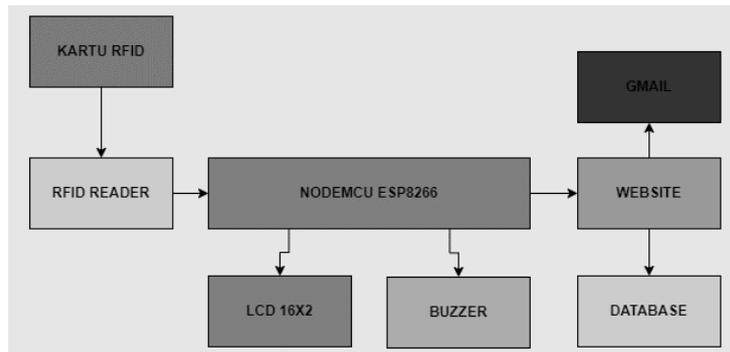
Metode eksperimen penelitian ini dengan metode kuasi-eksperimen [12] yang melibatkan perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah implementasi sistem absensi berbasis RFID dan NodeMCU ESP8266. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan akurasi sistem dalam mencatat kehadiran siswa secara otomatis. Proses eksperimen akan mencakup pengumpulan data melalui observasi dan survei untuk mengukur tingkat kesalahan pencatatan kehadiran, responsivitas guru dan staf dalam memantau kehadiran secara real-time, serta tingkat keterlibatan orang tua dalam memantau kehadiran anak.

Sumber data berasal dari siswa kelas X yaitu data siswa, data kelas dan wali kelas di Madrasah Aliyah At-Thahiriyah, yang terletak di Watu-Watu, Desa Julupa`mai, Kec. Pallangga, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan dengan metode pengumpulan data melalui wawancara langsung kepada kepala sekolah, Guru atau staf administrasi dan observasi lapangan untuk mendapatkan pemahaman tentang kondisi lapangan serta memahami alur proses pencatatan kehadiran dan memastikan kesiapan lingkungan sekolah untuk penerapan sistem.

2.1. Block Diagram

Blok diagram pada Gambar 1, menjelaskan sebuah komponen utama yang menggambarkan sebuah sistem berbasis IoT yang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali untuk memproses data dari RFID Reader setelah membaca kartu RFID. Data yang diolah akan ditampilkan pada

LCD 16x2, disertai notifikasi suara melalui buzzer, dan diteruskan ke website untuk keperluan penyimpanan pada database serta pengiriman notifikasi otomatis melalui Gmail.

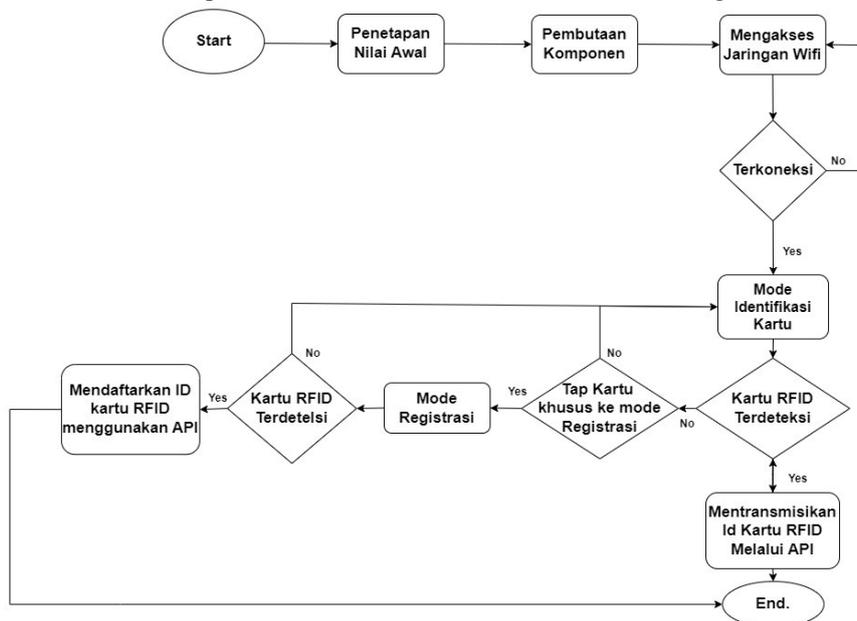


Gambar 1. Blok Diagram

2.2. Flowchart

Pengujian perangkat keras, diuji RFID Reader RC522 [13], LCD [14], dan koneksi WiFi pada NodeMCU ESP8266 [15] untuk memastikan semua komponen berfungsi baik. Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah stopwatch [16] untuk mengukur waktu pencatatan kehadiran serta lembar observasi untuk mencatat kesalahan input data. Parameter yang digunakan meliputi kecepatan pencatatan kehadiran per siswa, akurasi data yang tercatat, dan kemudahan pemantauan data oleh guru serta wali kelas.

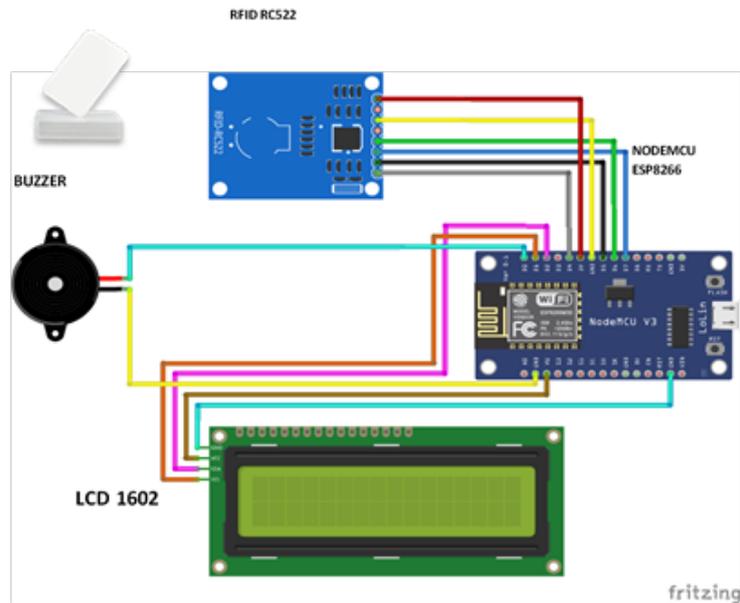
Cara kerja perangkat dijelaskan dalam bentuk flowchart seperti pada Gambar 2, proses diawali dengan penetapan nilai awal untuk menyiapkan sistem sebelum digunakan. Selanjutnya, ketika kartu RFID ditempelkan pada pembaca RFID, sistem akan memeriksa validitas kartu. Jika kartu RFID tidak dikenali, perangkat akan beralih ke mode registrasi untuk pendaftaran pengguna baru. Namun, jika kartu RFID terverifikasi, data akan diproses dan dikirim ke sistem untuk dicatat sebagai kehadiran.



Gambar 2. Flowchart Diagram

2.3. Rangkaian Alat

Skema rangkaian pada Gambar 3, menunjukkan rangkaian perangkat yang terdiri dari NodeMCU ESP8266, modul RFID RC522, Buzzer, dan LCD. NodeMCU berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengatur komunikasi antar-komponen dan menyediakan koneksi WiFi untuk pengiriman data. Modul RFID RC522 digunakan untuk membaca kartu RFID melalui protokol SPI. Buzzer berperan sebagai indikator suara saat kartu terdeteksi, sedangkan LCD menampilkan informasi seperti status kartu dan notifikasi. Semua komponen terhubung menggunakan kabel jumper untuk memastikan koneksi sesuai fungsi masing-masing.



Gambar 3. Skema Rangkaian

Tabel 1. Pin RFID Reader ke NodeMCU ESP8266

PIN RFID READER	PIN NODEMCU ESP8266
SDA	D4
SCK	D5
MOSI	D7
MISO	D6
GND	G
RST	-
3.3V	3V

Tabel 2. Pin LCD 1602 ke NodeMCU ESP8266

PIN LCD 1602	PIN NODEMCU ESP8266
GND	G
VCC	VV
SDA	D2
SCL	D1

Tabel 3. Pin LCD 1602 ke NodeMCU ESP8266

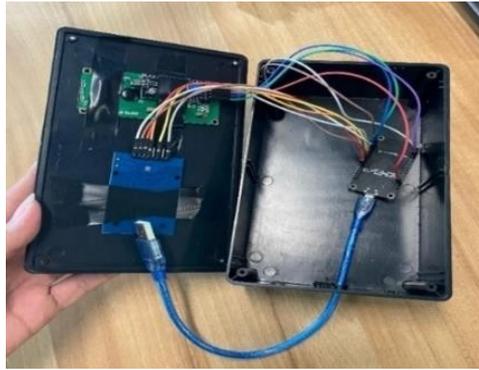
PIN BUZZER	PIN NODEMCU ESP8266
BUZZER + (POSITIF)	D0
BUZZER - (NEGATIF)	G

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada penelitian ini memuat hasil rancangan alat, pengujian dan interface aplikasi.

3.1. Hasil rancangan alat

Gambar 4 (tampak dalam) dan Gambar 5 (tampak luar) merupakan sistem berbasis RFID yang menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama untuk memproses data dari RFID reader. Ketika kartu atau tag RFID dipindai, data akan dikirim ke NodeMCU untuk diproses, kemudian hasilnya ditampilkan pada LCD. Jika kartu dikenali, buzzer akan berbunyi sebagai indikator keberhasilan. Seluruh komponen alat ditempatkan dalam sebuah box yang berfungsi sebagai pelindung dan perapihan perangkat, di mana pada bagian LCD telah dilubangi agar informasi yang ditampilkan dapat terlihat dengan jelas oleh pengguna.



Gambar 4. Alat Tampak Dalam



Gambar 5. Alat Tampak Luar

Gambar 6 adalah tampilan apabila siswa melakukan absensi pada pagi hari dengan status Hadir dimulai sebelum pukul 07:30 AM. Apabila siswa melakukan absensi diatas pukul 07:30–08:00 AM, maka status siswa tersebut akan terlambat dan apabila siswa melakukan absensi pada jam pulang sekolah dimulai pukul 02:30-03:00 PM.



Gambar 6. Status Kehadiran

3.2. Pengujian

Pengujian notifikasi merupakan tahapan untuk menguji pengiriman email kepada orang tua sebagai pemberitahuan kehadiran siswa. Dalam pengujian ini, dicatat waktu saat siswa melakukan absensi dan waktu saat notifikasi diterima oleh orang tua untuk mengukur kecepatan pengiriman notifikasi. Terdapat tiga kondisi yang diuji dalam proses ini, yaitu untuk memastikan bahwa notifikasi dapat diterima dengan tepat waktu dan sesuai dengan waktu absensi yang tercatat. Hasil pengujian notifikasi adalah sebagai berikut:

3.2.1. Notifikasi Hadir

Jika siswa sudah melakukan absensi dan belum melewati batas toleransi kehadiran, maka sistem akan secara otomatis mengirim pesan kepada orang tua bahwa anaknya telah hadir dan telah melakukan absensi di sekolah.

Tabel 4. Pengujian Notifikasi Hadir

No	Nama	Waktu Absensi	Notifikasi Dikirim	Selisih Waktu	Keterangan
1	Adelia Ramadhani	07:11:00	07:12	1 Menit	Berhasil
2	Nur Madinah	07:13:20	07:14	40 Detik	Berhasil
3	Nur Sakinah	07:14:00	07:15	1 Menit	Berhasil
4	Nurul Azizah	07:16:32	07:17	28 Detik	Berhasil
5	Nurul Khairin	07:16:55	07:17	5 Detik	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem notifikasi kehadiran siswa kepada orang tua berjalan dengan baik dan sesuai dengan mekanisme yang telah dirancang. Sistem ini diatur untuk mengeksekusi proses pengiriman notifikasi secara periodik setiap satu menit. Dengan demikian, apabila siswa melakukan absensi pada pukul 07:11:00, maka notifikasi akan diproses dan dikirim pada eksekusi berikutnya, yaitu pukul 07:12:00. Selisih waktu pengiriman berkisar antara beberapa detik hingga satu menit, tergantung pada waktu absensi dilakukan relatif terhadap jadwal eksekusi sistem.

3.2.2. Notifikasi Terlambat

Jika siswa sudah melakukan absensi dan melewati batas toleransi kehadiran, maka sistem akan secara otomatis mengirim pesan kepada orang tua bahwa anaknya telah sampai di sekolah dengan kondisi TERLAMBAT.

Tabel 5. Pengujian Notifikasi Terlambat

No	Nama	Waktu Absensi	Batas Waktu Masuk	Notifikasi Dikirim	Selisih Waktu	Keterangan
1	Nurul Mutmainnah	07:21:00	07:20:00	07:22	38 Detik	Berhasil
2	St Zaenab Az Zahrah	07:22:20	07:20:00	07:23	40 Detik	Berhasil
3	Syamsul Rijal	07:24:20	07:20:00	07:25	40 Detik	Berhasil
4	Syifa Ramdhani	07:25:32	07:20:00	07:26	28 Detik	Berhasil
5	Wildanun Mufliah	07:25:40	07:20:00	07:26	20 Detik	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem notifikasi keterlambatan siswa berjalan sesuai dengan mekanisme yang dirancang. Batas waktu masuk ditetapkan pukul 07.20.00; absensi setelah waktu tersebut akan tercatat sebagai terlambat. Sistem mengirim notifikasi secara periodik setiap satu menit. Jika siswa absen pada pukul 07:25:40, notifikasi dikirim sekitar pukul 07:26:00. Selisih waktu pengiriman berkisar antara beberapa detik hingga satu menit, tergantung waktu absensi dilakukan.

3.2.3. Notifikasi Tidak Hadir

Jika siswa tidak melakukan absensi sampai pada batas waktu yang ditentukan, maka sistem secara otomatis mengirim pesan kepada orang tua bahwa anaknya tidak hadir atau tidak sampai ke sekolah.

Tabel 6. Pengujian Notifikasi Tidak Hadir

No	Nama	Status Kehadiran	Batas Waktu Absensi	Notifikasi Dikirim	Keterangan
1	Zalsabila	Tidak Hadir	14:30:00	14:31:00	Berhasil
2	Syaiyuda Patria R H	Tidak Hadir	14:30:00	14:31:00	Berhasil

Sistem juga dirancang untuk mendeteksi ketidakhadiran siswa berdasarkan batas akhir absensi yang telah ditentukan, yaitu pukul 14:30:00. Jika hingga pukul tersebut siswa belum melakukan absensi, maka sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ketidakhadiran kepada orang tua pada eksekusi berikutnya, yakni pukul 14:31:00.

3.3. Interface Aplikasi

Gambar 8, adalah pemberitahuan status Hadir, Terlambat, Tidak Hadir dan Pulang dari Gmail sekolah yang secara otomatis terkirim ke G-mail orang tua.



Gambar 7. Notifikasi ke G-mail Orang tua

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat tarik kesimpulan yaitu

1. Sistem pencatatan kehadiran menggunakan kartu RFID terbukti berjalan sesuai fungsi, di mana setiap kartu yang ditempelkan ke alat pembaca berhasil mencatat data kehadiran siswa secara otomatis ke dalam sistem. Berdasarkan pengujian di tiga kelas, seluruh data kehadiran siswa terdapat beberapa selisih waktu pengiriman berkisar antara beberapa detik hingga satu menit, tergantung pada waktu absensi dilakukan relatif terhadap jadwal eksekusi sistem.
2. Fitur pengiriman notifikasi kehadiran siswa melalui gmail kepada orang tua berjalan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap pemindaian RFID menghasilkan pengiriman email otomatis ke alamat yang telah didaftarkan, dan seluruh email diterima dengan isi pesan sesuai status kehadiran siswa. Keterbatasan sistem ini hanya menggunakan Gmail. Oleh karena itu, sistem dapat dikembangkan untuk mengirimkan notifikasi melalui metode lain seperti aplikasi pesan instan (WhatsApp/Telegram). Hal ini akan memberikan fleksibilitas kepada orang tua dalam menerima informasi kehadiran anak mereka dengan cara yang lebih cepat dan sesuai preferensi mereka.
3. Penelitian ini tidak lepas dari kekurangan, maka saran selanjutnya untuk semakin meningkatkan efisiensi pencatatan kehadiran, dapat dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap kecepatan pemrosesan RFID dan respons sistem website. Selain itu, penggunaan perangkat dengan spesifikasi lebih tinggi, sistem perlu diuji lebih lanjut dalam berbagai kondisi jaringan untuk memastikan kestabilannya. Selain itu, sistem juga bisa dilengkapi dengan fitur pencadangan data (backup system) untuk menghindari kehilangan data akibat gangguan teknis..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. Hakim and L. Yulia, "Dampak Teknologi Digital Terhadap Pendidikan Saat Ini," *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, vol. 3, no. 1, Jan. 2024, [Online]. Available: <https://publisherqu.com/index.php/pediaqu>
- [2] S. Riyadi and F. Ramadan, "Sistem Informasi Manajemen Kesiswaan (Simkes) Di Lembaga Pendidikan," *AT-TAKLIM: Jurnal Pendidikan Multidisiplin*, vol. 2, no. 5, pp. 439–455, 2025, [Online]. Available: <https://journal.hasbaedukasi.co.id/index.php/at-taklim> Halaman:439-455
- [3] A. Zakaria, R. P. Astuti, and M. Sohib, "Peran Program Sibaper 5.0 Dalam Meningkatkan Efektivitas Laporan Pencatatan Persediaan Barang Pada Dinas Sosial P3AKB Kabupaten Bondowoso," *Jurnal Penelitian Nusantara*, vol. 1, no. 3, pp. 69–72, Mar. 2025, doi: 10.59435/menulis.v1i3.60.
- [4] R. Angreini, A. Wajiansyah, and S. Supriadi, "Sistem Absensi Menggunakan Sensor Rfid Dan Plx-Daq Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6227.
- [5] D. Hamdani, A. Purno, and H. Heryono, "Perancangan Sistem Presensi Online dengan QR Code Menggunakan Metode Prototyping," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 14, no. 1, Mar. 2024, doi: 10.34010/jati.v14i1.
- [6] R. Husna, Y. Roza, and Maimunah, "Identifikasi Kesulitan Guru Matematika Dalam Pelaksanaan Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19," *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, vol. 7, no. 2, pp. 428–436, Jun. 2021, doi: 10.33394/jk.v7i2.3333.

-
- [7] H. D. Yulianto and R. B. Firdaus, "Perancangan Sistem Informasi Monitoring Magang Design Internship Monitoring Information System," *IJIS Indonesian Journal on Information System*, vol. 6, no. 2, pp. 130–136, Sep. 2021.
- [8] R. N. Khan and Mohd. Amjad, "A Smart RFID Solution for Women's Security," in *Proceedings of 4th International Conference on ICT for Digital, Smart, and Sustainable Development*, M. A. Alam, F. Siddiqui, S. Zafar, and I. Hussain, Eds., Singapore: Springer Nature Singapore, 2024, pp. 301–323.
- [9] B. Satria, "IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266," *sudo Jurnal Teknik Informatika*, vol. 1, no. 3, pp. 136–144, Aug. 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i3.95.
- [10] Magfirah and N. Tamsir, "Penerapan Aplikasi Persediaan Bahan Baku Berbasis Web Pada Futry Bakery & Cake Maros Dengan Metode Min-Max," in *Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, Jul. 2022, pp. 180–187.
- [11] P. Addagatla, "Arduino based Student Attendance Monitoring System using GSM," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 8, no. 7, pp. 338–344, 2019, [Online]. Available: www.ijert.org
- [12] F. E. B. Setyawan, *Metode Penelitian Konsep dan Analisis*. UMMPress, 2025. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=SZJdEQAAQBAJ>
- [13] K. Ali et al., "Design of Adaptive RFID RC522 on IoT Platform with Different Types Passive Tag Based on Self-Service Library Management System (SSLMS)," *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, vol. 33, no. 1, pp. 163–174, Dec. 2023, doi: 10.37934/araset.33.1.163174.
- [14] D. Y. Yoo, Y. Lee, I. You, N. Banthia, and G. Zi, "Utilization of liquid crystal display (LCD) glass waste in concrete: A review," *Cem Concr Compos*, vol. 130, p. 104542, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.CEMCONCOMP.2022.104542.
- [15] T. Sutikno, H. S. Purnama, A. Pamungkas, A. Fadlil, I. M. Alsofyani, and M. H. Jopri, "Internet of things-based photovoltaics parameter monitoring system using NodeMCU ESP8266," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 11, no. 6, pp. 5578–5587, Dec. 2021, doi: 10.11591/ijece.v11i6.pp5578-5587.
- [16] A. R. Ganimeda and M. A. Setiawan, "Pemanfaatan Wifi Probe Untuk Mengetahui Tingkat Kedisiplinan Dan Produktivitas Tenaga Kependidikan (Studi Kasus: Badan Sistem Informasi Universitas Islam Indonesia)," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 11, no. 4, pp. 255–270, Feb. 2024.