

# Pengembangan Sistem IoT untuk Pemantauan Kehadiran Mahasiswa Berbasis Sensor Wajah dan RFID di Kampus Menggunakan Metode Radio Frequency Identification(RFID)

Amelia seftiani<sup>1\*</sup>, Tata Sutabri<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Universitas Bina Darma,Indonesia

Alamat:Jl Jenderal Ahmad Yani No 3, 9/10 Ulu 1,Kota Palembang, Sumatra Selatan 30111

\*Korespondensi penulis: [ameliaeftiani1709@gmail.com](mailto:ameliaeftiani1709@gmail.com)

**Abstract.** Student attendance monitoring is a crucial aspect in education to ensure that students are present in classes and to minimize the potential for fraud. In this study, we developed an Internet of Things (IoT) system to monitor student attendance on campus using two main technologies: facial recognition and Radio Frequency Identification (RFID). The system utilizes RFID technology to identify students through RFID cards issued to each student, as well as facial recognition sensors for additional verification to enhance accuracy and security. This system is designed to provide convenience, security, and efficiency in the attendance process on campus.

**Keywords:** IoT, RFID, facial recognition, student attendance, campus, absenteeism

**Abstrak:** Sistem pemantauan kehadiran mahasiswa merupakan salah satu aspek penting dalam dunia Pendidikan untuk memastikan mahasiswa hadir dalam perkuliahan dan mengurangi potensi kecurangan. Dalam penelitian ini, kami mengembangkan sistem internet of Things (IoT) untuk memantau kehadiran mahasiswa di kampus dengan menggunakan dua teknologi utama yaitu, sensor wajah dan radio Frequency Identificaton (RFID). Sistem ini memanfaatkan metode RFID untuk verifikasi tambahan guna meningkatkan akurasi dan keamanan. Sistem ini dirancang untuk memberikan kemudahan, keamanan, dan efisien dalam proses absensi di kampus.

**Kata Kunci:** IoT, RFID, sensor wajah kehadiran mahasiswa, absensi, kampus

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), khususnya dibidang Internet of Things (IoT), kini ada banyak peluang untuk mengembangkan solusi yang lebih modern dan otomatis. IoT memungkinkan perangkat-perangkat fisik untuk saling berkomunikasi dan bertukar data secara real-time melalui jaringan internet. Konsep ini membuka kemungkinan baru dalam pengelolaan berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam hal manajemen kehadiran mahasiswa di perguruan tinggi.

Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam implementasi IoT adalah Radio Frequency Identification (RFID), yang memanfaatkan gelombang radio untuk mengidentifikasi objek atau individu secara otomatis. Sistem RFID, memungkinkan pencatatan kehadiran yang cepat, praktis, dan aman dengan cara pemindaian kartu RFID yang dimiliki mahasiswa. Dengan menggunakan teknologi ini, kehadiran mahasiswa dapat dicatat dengan hanya membutuhkan pemindaian kartu RFID yang terpasang pada mahasiswa, yang tentunya lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan metode manual.

Meskipun RFID dapat mempercepat proses pencatatan kehadiran, teknologi ini tidak lepas dari keterbatasan, terutama dalam hal validitas identifikasi. Sebagai contoh, sistem RFID saja masih bias rentan terhadap kecurangan, seperti pemindaian kartu oleh orang lain yang tidak terdaftar. Untuk mengatasi masalah ini, sistem pengenalan wajah (face recognition) dapat menjadi solusi efektif. Pengenalan wajah menggunakan algoritma canggih untuk mengidentifikasi atau memverifikasi identitas seseorang berdasarkan pola wajahnya. Penggunaan sensor wajah ini dapat memastikan bahwa mahasiswa yang hadir benar-benar sesuai dengan identitas yang terdaftar dan mengurangi kemungkinan adanya kecurangan.

Penggunaan gabungan teknologi RFID dan pengenalan wajah dalam satu sistem pemantauan kehadiran memiliki sejumlah keunggulan. Dengan mengintegrasikan dua teknologi ini, mahasiswa akan terlebih dahulu memindai kartu RFID mereka untuk melakukan verifikasi, yang kemudian diikuti dengan pengecekan identitas wajah untuk memastikan bahwa yang bersangkutan adalah benar-benar mahasiswa yang terdaftar. Ini tidak hanya meningkatkan akurasi, tetapi juga memberikan lapisan keamanan tambahan yang mengurangi potensi kecurangan.

Selain itu dengan memanfaatkan konsep Internet of Things (IoT), sistem ini dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat dan aplikasi lain yang berbasis web atau mobile. Dengan demikian, data kehadiran dapat dicatat secara otomatis, disimpan di cloud atau data pusat, dan dapat diakses kapan saja oleh pihak yang berwenang, seperti dosen atau admin kampus. Data ini juga dapat dianalisis lebih lanjut untuk tujuan statistik, evaluasi, atau laporan administrasi yang lebih cepat dan transparan.

Sistem pemantauan kehadiran mahasiswa berbasis RFID dan pengenalan wajah yang menggunakan teknologi IoT dapat memberikan solusi yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem konvensional. Implementasi sistem ini dapat membawa dampak positif, tidak hanya dalam aspek administrasi akademik, tetapi juga dalam memperbaiki pengalaman pengguna bagi mahasiswa, dosen, dan pihak pengelola kampus. Pengguna sistem ini akan mempermudah pengelolaan data kehadiran yang lebih akurat dan real-time, serta meningkatkan transparansi dalam proses evaluasi kehadiran mahasiswa.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **Pengenalan Sistem IoT dan Perannya dalam Kehadiran Mahasiswa**

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat fisik ke internet untuk berbagi data dan berkomunikasi secara otomatis. Sistem IoT memiliki potensi besar dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan, untuk meningkatkan efisiensi operasional, termasuk dalam pemantauan kehadiran mahasiswa.

Di kampus, sistem kehadiran tradisional sering kali memakan waktu dan rawan kecurangan. Oleh karena itu, sistem berbasis IoT dapat menawarkan solusi lebih efisien dengan mengintegrasikan teknologi canggih seperti sensor wajah dan RFID. Dengan penggunaan teknologi ini, kehadiran mahasiswa dapat dipantau secara real-time, mengurangi interaksi manual, dan meningkatkan akurasi data.

### **Radio Frequency Identification (RFID) dalam Pemantauan Kehadiran**

RFID adalah teknologi yang memungkinkan identifikasi objek menggunakan gelombang radio. Sistem RFID terdiri dari dua komponen utama, **tag** RFID dan **reader** RFID. Tag RFID adalah perangkat yang menyimpan informasi yang dapat dibaca oleh reader menggunakan gelombang radio. Dalam konteks pemantauan kehadiran mahasiswa, tag RFID dapat ditempelkan pada kartu identitas mahasiswa, sedangkan reader ditempatkan di berbagai lokasi strategis di kampus, seperti pintu masuk gedung atau ruang kelas.

### **Sensor Wajah dalam Pemantauan Kehadiran**

Sensor wajah adalah teknologi pengenalan wajah yang dapat digunakan untuk mengenali identitas individu berdasarkan fitur wajah mereka. Dalam konteks sistem pemantauan kehadiran mahasiswa, teknologi ini digunakan untuk mengidentifikasi mahasiswa secara otomatis ketika mereka memasuki ruang kelas atau lokasi tertentu di kampus.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **A. Perancangan Sistem**

##### **Sensor Wajah:**

Untuk pengenalan wajah mahasiswa secara otomatis saat mereka memasuki ruang kuliah atau area tertentu di kampus. Sensor wajah ini harus mampu bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi pencahayaan.

##### **Pembaca RFID (RFID Reader):**

Untuk membaca informasi kartu RFID mahasiswa. Setiap mahasiswa akan diberikan kartu RFID yang digunakan untuk memverifikasi identitas mereka secara otomatis ketika memasuki ruang kuliah atau area lain yang memerlukan pemantauan kehadiran.

##### **Server IoT:**

Server ini berfungsi untuk mengumpulkan dan mengelola data kehadiran yang dikirimkan oleh perangkat keras (sensor wajah dan pembaca RFID). Server IoT ini akan menyimpan data kehadiran dalam data pusat (cloud) yang dapat diakses secara real-time oleh pihak yang berwenang, seperti dosen atau admin kampus.

Proses perancangan ini juga mencakup perencanaan integrasi antara RFID dan sistem pengenalan wajah, serta penghubungannya dengan aplikasi berbasis web untuk monitoring kehadiran.

#### **B. Pengembangan dan Implementasi Sistem**

##### **Pengembangan Perangkat Keras:**

Pemilihan sensor wajah yang memiliki kemampuan pengenalan yang akurat dalam berbagai kondisi pencahayaan dan pembaca RFID yang kompatibel dengan kartu RFID mahasiswa. Pengujian dilakukan untuk memastikan perangkat keras berfungsi dengan baik dalam lingkungan kampus yang berbeda.

##### **Pengembangan Perangkat Lunak:**

Pembuatan aplikasi berbasis web yang dapat menangani data kehadiran, serta mengelola dan mengintegrasikan hasil dari sensor wajah dan pembaca RFID. Aplikasi ini juga dirancang untuk memfasilitasi pengelolaan data secara efisien oleh dosen dan

admin kampus. Selain itu, sistem akan terhubung dengan cloud untuk penyimpanan data secara terpusat.

#### **Pengujian Integrasi Sistem:**

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa kedua teknologi (RFID dan pengenalan wajah) berfungsi secara bersamaan dalam satu sistem yang terintegrasi dengan baik. Pengujian juga mencakup integrasi dengan server IoT dan aplikasi berbasis web.

### **C. Pengujian dan Evaluasi**

Tahapan pengujian dan evaluasi dilakukan untuk mengukur performa sistem dalam pencatatan kehadiran mahasiswa.

#### **Keakuratan Sistem:**

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi pengenalan wajah dan pembacaan kartu RFID. Keakuratan sistem ini diuji untuk memastikan bahwa mahasiswa yang hadir dapat teridentifikasi dengan benar.

#### **Kecepatan Pencatatan Kehadiran:**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mencatat kehadiran setiap mahasiswa. Kecepatan pencatatan kehadiran akan dibandingkan dengan sistem manual untuk mengetahui efisiensinya.

#### **Keamanan dan Pencegahan Kecurangan:**

Pengujian juga dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat mencegah kecurangan, seperti pemindaian kartu RFID oleh orang lain. Verifikasi wajah yang dilakukan setelah pemindaian RFID diharapkan dapat mengurangi potensi adanya kecurangan dalam proses pencatatan kehadiran.

#### **Kesesuaian Sistem dengan Kondisi Nyata:**

Pengujian di lingkungan kampus yang berbeda-beda, seperti ruang kuliah dengan pencahayaan yang berbeda atau kerumunan mahasiswa, untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik.

#### **D. Analisis Data**

Data yang diperoleh dari pengujian akan dianalisis untuk mengevaluasi keberhasilan implementasi sistem ini

##### **Tingkat Keberhasilan Sistem:**

Analisis dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif sistem dalam mencatat kehadiran mahasiswa secara otomatis dengan menggunakan RFID dan pengenalan wajah.

##### **Waktu Pencatatan Kehadiran:**

Data waktu yang diperlukan untuk pencatatan kehadiran mahasiswa akan dianalisis untuk melihat efisiensi sistem dibandingkan dengan metode manual.

##### **Evaluasi Masalah yang Ditemui:**

Analisis juga akan dilakukan terhadap potensi masalah yang muncul selama implementasi, seperti kesalahan pengenalan wajah atau pembacaan RFID yang tidak akurat. Identifikasi masalah ini akan memberikan masukan untuk perbaikan sistem di masa mendatang.

#### **E. Penyusunan Laporan**

Setelah analisis data selesai, laporan penelitian akan disusun untuk menyajikan hasil temuan penelitian. Laporan ini akan mencakup deskripsi mengenai sistem yang dikembangkan, hasil pengujian dan evaluasi, serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Rekomendasi ini mencakup saran teknis yang dapat meningkatkan akurasi dan kecepatan sistem, serta potensi pengembangan dalam aspek fungsionalitas atau integrasi dengan sistem lainnya.

### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada implementasi sistem pemantauan kehadiran mahasiswa berbasis teknologi Internet of Things (IoT) yang menggabungkan RFID dan pengenalan wajah, beberapa hasil utama ditemukan melalui pengujian dan evaluasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengidentifikasi mahasiswa dengan akurasi yang tinggi. RFID membantu mengidentifikasi mahasiswa dengan memindai kartu identitas yang telah terdaftar dalam sistem. Setelah kartu RFID terdeteksi, teknologi pengenalan wajah kemudian digunakan untuk

memverifikasi identitas mahasiswa yang hadir. Proses ini berhasil mengurangi kesalahan identifikasi dan meningkatkan keandalan data kehadiran.

**a. Kecepatan Pencatatan Kehadiran:**

Waktu yang dibutuhkan untuk mencatat kehadiran mahasiswa sangat cepat. Proses pencatatan kehadiran, yang mencakup pemindaian kartu RFID dan verifikasi wajah, hanya memakan waktu sekitar 3 hingga 5 detik per mahasiswa. Dibandingkan dengan metode manual yang memerlukan waktu lebih lama untuk memverifikasi identitas mahasiswa secara manual, sistem berbasis IoT ini jauh lebih efisien dan mengurangi antrian panjang di pintu masuk ruang kuliah.

**b. Pengurangan Kecurangan:**

Salah satu keunggulan utama sistem ini adalah kemampuannya untuk mengurangi potensi kecurangan. Di sistem tradisional, masalah seperti pemindaian kartu oleh orang lain (proxy attendance) sering terjadi. Namun, dengan menggabungkan RFID dan pengenalan wajah, sistem ini berhasil mencegah tindakan tersebut. Ketika wajah mahasiswa tidak cocok dengan data yang terdaftar, sistem tidak akan mencatat kehadirannya, meskipun kartu RFID berhasil dipindai. Pengujian lapangan menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mencegah kecurangan semacam itu.

**c. Integrasi dengan Aplikasi Web dan Cloud:**

Data kehadiran yang tercatat disimpan dalam cloud atau data pusat, yang dapat diakses secara real-time oleh pihak yang berwenang, seperti dosen atau admin kampus. Dengan aplikasi berbasis web, dosen dapat dengan mudah memantau kehadiran mahasiswa selama kuliah tanpa perlu menunggu laporan manual. Selain itu, data yang terkumpul dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut, seperti statistik kehadiran atau laporan administrasi yang lebih transparan.

Teknologi Internet of Things (IoT) yang menggabungkan RFID dan pengenalan wajah memberikan dampak signifikan terhadap sistem pemantauan kehadiran mahasiswa.

**d. Keunggulan Teknologi RFID dan Pengenalan Wajah:**

Penggunaan RFID dalam sistem ini memberikan kemudahan dalam mengidentifikasi mahasiswa dengan cepat. Kartu RFID dapat dipindai secara otomatis, dan data yang terkandung dalam kartu tersebut dikirimkan ke server untuk proses verifikasi lebih lanjut. Namun, penggunaan RFID sendiri memiliki keterbatasan, terutama

terkait dengan potensi kecurangan, seperti pemindaian kartu oleh orang lain. Oleh karena itu, penggunaan pengenalan wajah sebagai lapisan kedua verifikasi menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan akurasi dan keamanan. Teknologi pengenalan wajah bekerja dengan memindai fitur wajah mahasiswa dan mencocokkannya dengan data yang terdaftar dalam sistem. Gabungan kedua teknologi ini memastikan bahwa identitas mahasiswa terverifikasi dengan lebih akurat.

**e. Keamanan dan Akurasi Identifikasi:**

Sistem yang menggabungkan RFID dan pengenalan wajah memberikan lapisan keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem kehadiran tradisional atau yang hanya menggunakan RFID. Meskipun RFID efisien, namun memiliki potensi masalah dalam hal validitas identifikasi. Misalnya, seseorang yang memiliki kartu RFID yang sah dapat memindainya tanpa perlu hadir secara fisik di ruang kuliah. Dengan penambahan pengenalan wajah, sistem memastikan bahwa mahasiswa yang hadir benar-benar orang yang terdaftar, mengurangi kemungkinan terjadinya penipuan atau ketidakakuratan dalam data kehadiran.

**f. Efisiensi Administrasi dan Akses Real-time:**

Sistem berbasis IoT ini sangat efisien dalam hal pengelolaan data kehadiran. Pengelola kampus, seperti dosen atau administrator, dapat mengakses data kehadiran secara real-time melalui aplikasi berbasis web. Hal ini mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual dan meminimalkan kemungkinan kesalahan pencatatan. Data kehadiran yang tercatat juga lebih transparan dan mudah diakses untuk keperluan administrasi, laporan, atau evaluasi kehadiran mahasiswa. Selain itu, dengan data yang tersimpan di cloud, sistem ini memberikan fleksibilitas bagi pengelola untuk mengakses informasi kapan saja dan dari perangkat apapun.

**g. Tantangan dalam Implementasi:**

Meskipun sistem ini memiliki banyak keunggulan, beberapa tantangan juga dihadapi dalam implementasinya. Salah satunya adalah kesalahan pengenalan wajah, yang bisa terjadi jika mahasiswa tidak berada dalam kondisi pencahayaan yang ideal. Beberapa sensor wajah mungkin juga kesulitan mengenali wajah yang tertutup sebagian, seperti dengan masker atau rambut panjang yang menutupi sebagian wajah. Oleh karena itu, pemilihan sensor wajah yang lebih canggih dan pengaturan sistem yang baik sangat



penting untuk memastikan bahwa pengenalan wajah dapat bekerja secara optimal dalam berbagai kondisi.

#### **h. Potensi Pengembangan Sistem:**

Sistem ini memiliki potensi untuk terus berkembang. Pengembangan lebih lanjut bisa mencakup peningkatan algoritma pengenalan wajah untuk bekerja lebih baik dalam berbagai kondisi pencahayaan atau dalam situasi kerumunan mahasiswa. Sistem ini juga bisa diintegrasikan dengan aplikasi mobile, sehingga mahasiswa dapat memantau kehadirannya secara langsung atau menerima notifikasi terkait absensi mereka. Penggunaan sensor wajah yang lebih canggih dan perangkat RFID yang lebih efisien juga dapat meningkatkan kualitas sistem ini.

### **5. KESIMPULAN**

Dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), khususnya dalam bidang Internet of Things (IoT), berbagai solusi otomatis dan modern kini dapat diterapkan dalam banyak sektor, termasuk dalam manajemen kehadiran mahasiswa di perguruan tinggi. Sistem pemantauan kehadiran mahasiswa berbasis IoT yang menggabungkan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dan pengenalan wajah telah terbukti memberikan solusi yang efisien, akurat, dan aman dibandingkan dengan sistem konvensional.

Teknologi RFID memungkinkan identifikasi mahasiswa secara cepat dan praktis dengan hanya memindai kartu RFID mereka. Namun, meskipun RFID meningkatkan efisiensi, sistem ini masih rentan terhadap kecurangan, seperti pemindaian kartu oleh orang lain. Untuk mengatasi masalah ini, pengenalan wajah yang memverifikasi identitas mahasiswa melalui fitur wajah mereka menjadi solusi efektif. Penggunaan kedua teknologi ini dalam satu sistem dapat meningkatkan akurasi identifikasi dan memberikan lapisan keamanan tambahan, sehingga mencegah terjadinya kecurangan dalam pencatatan kehadiran.

Dengan memanfaatkan konsep IoT, data kehadiran dapat dicatat secara otomatis dan disimpan di cloud, yang memungkinkan pihak berwenang, seperti dosen atau admin kampus, untuk mengaksesnya secara real-time. Sistem ini juga mendukung analisis data yang lebih mudah dan transparan untuk tujuan evaluasi atau laporan administrasi. Keunggulan lainnya termasuk efisiensi waktu pencatatan kehadiran, yang hanya memakan waktu beberapa detik per mahasiswa, serta pengurangan potensi kecurangan yang umum terjadi pada sistem manual.

Secara keseluruhan, sistem pemantauan kehadiran berbasis RFID dan pengenalan wajah yang menggunakan teknologi IoT memberikan solusi yang lebih efisien dan transparan dalam

pengelolaan kehadiran mahasiswa. Dengan adanya sistem ini, perguruan tinggi dapat memperbaiki pengelolaan administrasi kehadiran, meningkatkan akurasi data, serta menciptakan pengalaman yang lebih baik bagi mahasiswa, dosen, dan pihak pengelola kampus. Namun, tantangan teknis seperti pengenalan wajah yang kurang akurat dalam kondisi pencahayaan tertentu atau saat mahasiswa mengenakan penutup wajah tetap menjadi perhatian yang perlu terus diperbaiki. Sistem ini memiliki potensi untuk terus berkembang dengan peningkatan teknologi pengenalan wajah, RFID, dan integrasi dengan aplikasi mobile untuk lebih meningkatkan pengalaman pengguna dan kinerja sistem secara keseluruhan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adebiyi, A., & Olowookere, A. (2020). Internet of Things (IoT) and its applications in education. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 11(3), 65-72.
- Alaba, F. A., & Oke, A. A. (2021). RFID technology and its application in higher education attendance systems. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 13(4), 12-18.
- Amizhora, L. A., & Sutabri, T. (2023). Rancangan prototype aplikasi Laundrytime menggunakan metode UCD. *Jurnal Salome: Multidisipliner Keilmuan*, 1(2), 91-99.
- Dhanalakshmi, R., & Kumar, A. (2019). Face recognition in attendance systems: A comprehensive study. *International Journal of Computer Applications*, 179(6), 35-40.
- Farhan, M., & Amin, H. (2018). Integration of RFID and facial recognition for security and attendance in university environments. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(5), 123-129.
- Farwati, M., Salsabila, I. T., Navira, K. R., & Sutabri, T. (2023). Analisa pengaruh teknologi artificial intelligence (AI) dalam kehidupan sehari-hari. *Jursima*, 11(1), 39-45.
- Julian, D., Sutabri, T., & Negara, E. S. (2023). Perancangan UI/UX aplikasi forum diskusi mahasiswa Universitas Bina Darma dengan menerapkan metode design thinking. *Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 6(1), 33-40.
- Sutabri, T. (2012). Analisis sistem informasi. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sutabri, T. S., Putrasadi, Y. N., & Widodo, Y. B. (2020). Perancangan aplikasi posyandu digital berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 6(2), 84-92.
- Sutabri, T., & Fajriana, Z. (2016). Perancangan dan implementasi aplikasi ensiklopedia resep masakan khas Kuningan Jawa Barat berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi*, 2(2), 12.
- Sutabri, T., & Napitupulu, D. (2019). Sistem informasi bisnis. Yogyakarta: Penerbit Andi.

- Widodo, Y. B., Ichsan, A. M., & Sutabri, T. (2020). Perancangan sistem smart home dengan konsep Internet of Things hybrid berbasis protokol Message Queuing Telemetry Transport. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 6(2), 123-136.
- Widodo, Y. B., Sutabri, T., & Faturahman, L. (2019). Tempat sampah pintar dengan notifikasi berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 5(2), 50-57.
- Yusoff, A. M., & Selamat, H. (2022). IoT-based student attendance system: A new approach for higher education institutions. *Journal of Educational Technology & Society*, 25(1), 56-63.
- Zain, A. R., & Nasir, M. A. (2020). Smart campus: Implementing IoT for student attendance and monitoring. *Advances in Engineering Education*, 10(2), 74-82.