

Sistem Absensi Perkuliahan Berbasis Web dengan QR Code Dinamis Expired Per Sesi Menggunakan Metode Prototype

Ryan Yunus^{*1}, Bijanto²

¹Universitas Islam Negeri Sunan Kudus

²Sekolah Tinggi Teknik Pati

e-mail: ¹ryan.yunus@uinsuku.ac.id, ²biyantokakoi@gmail.com

*Penulis Korespondensi

Diterima: 5 Mei 2026; Direvisi: 22 Mei 2026; Disetujui: 24 Mei 2026

Abstrak

Pencatatan kehadiran mahasiswa secara manual pada perguruan tinggi masih memiliki kelemahan berupa risiko manipulasi data seperti titip absen, proses rekap yang lambat, dan ketidakefisienan waktu perkuliahan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem absensi perkuliahan berbasis web dengan QR Code dinamis yang unik per sesi dan kedaluwarsa otomatis, sehingga dapat diakses melalui browser smartphone tanpa instalasi aplikasi tambahan. Kebaruan utama sistem terletak pada mekanisme expired token otomatis yang menjadikan QR Code tidak dapat digunakan setelah sesi berakhir, meskipun kode masih terbaca secara fisik. Metode Prototype dipilih karena sesuai untuk pengembangan sistem yang cepat dan iteratif dengan melibatkan pengguna secara aktif. Sistem dikembangkan menggunakan PHP CodeIgniter 4, MySQL, library `phpqrcode` untuk menghasilkan QR Code, dan `jsQR` untuk pemindaian melalui kamera browser. Pengujian dilakukan menggunakan Blackbox Testing pada 12 skenario fungsional dan User Acceptance Testing (UAT) skala Likert kepada 20 responden. Seluruh 12 skenario Blackbox Testing berhasil dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil UAT menunjukkan tingkat penerimaan 89,71% dalam kategori Sangat Layak. Sistem terbukti meningkatkan efisiensi pencatatan kehadiran mahasiswa secara real-time, akurat, dan tahan terhadap kecurangan.

Kata kunci: absensi perkuliahan; aplikasi web; qr code dinamis; expired token; metode prototype

Abstract

Manual student attendance recording in higher education still has weaknesses including risks of data manipulation such as proxy attendance, slow attendance reporting, and time inefficiency during lectures. This study aims to develop a web-based lecture attendance system utilizing dynamic QR Codes that are unique per session and automatically expire, accessible through smartphone browsers without additional application installation. The primary novelty lies in the automatic expired token mechanism, which renders QR Codes unusable after a session ends even if the code remains physically readable. The Prototype method was chosen for its suitability in rapid and iterative system development with active user involvement. The system was developed using PHP CodeIgniter 4, MySQL, `phpqrcode` library for QR Code generation, and `jsQR` for scanning via browser camera. Testing was conducted using Blackbox Testing on 12 functional scenarios and User Acceptance Testing (UAT) with a Likert scale to 20 respondents. All 12 Blackbox Testing scenarios succeeded with a 100% success rate. UAT results showed an acceptance rate of 89.71% categorized as Very Feasible. The system proved effective in improving the efficiency of real-time, accurate, and fraud-resistant student attendance recording.

Keywords: lecture attendance; web application; dynamic qr code; expired token; prototype method

I. PENDAHULUAN

Perguruan tinggi memiliki kewajiban mengelola data kehadiran mahasiswa secara akurat dan efisien karena berkaitan langsung dengan penilaian akademik [1]. Sistem informasi yang baik merupakan fondasi

dalam pengelolaan data akademik di perguruan tinggi [2]. Sistem absensi manual yang masih banyak digunakan menghadirkan berbagai permasalahan, di antaranya: rentan terhadap kecurangan titip absen, proses rekap data yang lambat, potensi kehilangan dokumen fisik, serta sulitnya pemantauan kehadiran secara *real-time* [3].

Teknologi QR Code (*Quick Response Code*) menawarkan solusi pencatatan kehadiran yang efisien karena dapat menyimpan data dalam jumlah besar dan dibaca cepat menggunakan kamera *smartphone* [4]. Namun, penelitian terdahulu yang mengembangkan sistem absensi QR Code berbasis *Android* masih memerlukan instalasi aplikasi [5][6], yang menjadi hambatan ketika perangkat mahasiswa memiliki keterbatasan memori atau versi OS yang tidak kompatibel. Sementara itu, penelitian berbasis web yang menggunakan QR Code juga telah dilakukan [7], namun belum mengimplementasikan mekanisme expired token otomatis per sesi perkuliahan.

Implementasi teknologi QR Code dalam sistem absensi perkuliahan di Indonesia telah menjadi topik penelitian yang berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Winata dalam [3] mengidentifikasi bahwa salah satu kendala utama adopsi sistem absensi digital di sekolah menengah kejuruan adalah resistensi pengguna terhadap perubahan dan keterbatasan infrastruktur teknologi. Di perguruan tinggi, kondisi yang berbeda dijumpai: mahasiswa pada umumnya telah familiar dengan teknologi *smartphone* dan memiliki akses internet yang memadai, sehingga hambatan adopsi bersifat lebih teknis daripada kultural. Oleh karena itu, penelitian sistem absensi digital di konteks perguruan tinggi perlu difokuskan pada aspek keamanan dan kemudahan penggunaan lintas perangkat.

Perkembangan teknologi informasi di lingkungan pendidikan tinggi semakin pesat seiring meningkatnya adopsi *smartphone* di kalangan mahasiswa dan dosen. Berdasarkan data Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) tahun 2024, penetrasi internet di Indonesia mencapai 79,5% dari total populasi, dengan mayoritas pengguna mengakses internet melalui perangkat *mobile*. Kondisi ini membuka peluang bagi pengembangan sistem informasi akademik berbasis *mobile-web* yang tidak memerlukan instalasi aplikasi, sehingga lebih mudah diakses oleh seluruh sivitas akademika.

Kehadiran mahasiswa merupakan salah satu indikator penting dalam penilaian akademik di perguruan tinggi. Regulasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi mengamanatkan bahwa mahasiswa wajib memenuhi minimal 75% kehadiran sebagai syarat mengikuti ujian. Oleh karena itu, sistem pencatatan kehadiran yang akurat, efisien, dan tahan terhadap kecurangan menjadi kebutuhan mendesak. Sistem absensi manual yang masih digunakan di banyak perguruan tinggi tidak hanya rawan manipulasi seperti titip absen, tetapi juga membutuhkan waktu rekap yang panjang dan rentan terhadap kehilangan data fisik [3].

Berbagai solusi teknologi telah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut, mulai dari sistem berbasis RFID, *fingerprnt*, *face recognition*, hingga QR Code. Di antara berbagai pendekatan tersebut, QR Code menawarkan keseimbangan yang baik antara kemudahan implementasi, biaya rendah, dan aksesibilitas pengguna [4]. Namun, mayoritas implementasi QR Code untuk absensi masih menggunakan QR Code statis yang sama untuk setiap sesi, sehingga rentan terhadap penyalahgunaan berupa penyimpanan dan penerusan kode kepada mahasiswa yang tidak hadir secara fisik.

Kebaruan penelitian ini terletak pada kombinasi tiga aspek yang, sejauh tinjauan pustaka yang dilakukan, belum ditemukan secara bersamaan pada penelitian sebelumnya: [1] sistem berbasis web tanpa instalasi melalui *browser smartphone*; [2] QR Code dinamis unik per sesi perkuliahan; dan [3] mekanisme expired token otomatis yang membuat QR Code tidak dapat digunakan setelah sesi berakhir meskipun kode masih dapat terbaca secara fisik.

Penelitian ini bertujuan: [1] merancang dan membangun sistem absensi berbasis web dengan QR Code dinamis *expired* per sesi menggunakan metode *Prototype*; [2] menguji fungsionalitas dengan *Blackbox Testing*; dan [3] mengukur penerimaan pengguna melalui UAT. Hasil penelitian diharapkan berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan keamanan pencatatan kehadiran mahasiswa.

A. Tinjauan Pustaka

Sistem absensi digital merupakan sistem pencatatan kehadiran yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi sebagai media utama, menggantikan metode manual berbasis kertas atau tanda tangan. Menurut Nuraeni pada [4], sistem absensi berbasis teknologi menawarkan keunggulan signifikan dalam efisiensi waktu, akurasi data, dan kemudahan rekap dibandingkan sistem manual. Berbagai teknologi telah diadopsi untuk sistem absensi digital, antara lain *Radio Frequency Identification* (RFID), *biometrik* (sidik jari, pengenalan wajah), *Near Field Communication* (NFC), GPS, dan QR Code. Di antara berbagai teknologi tersebut, QR Code menjadi pilihan yang semakin populer karena tidak memerlukan perangkat keras tambahan,

biaya implementasi rendah, proses scan cepat dan intuitif, serta kapasitas penyimpanan data yang cukup besar hingga 4.296 karakter alfanumerik per kode. Meskipun demikian, implementasi QR Code statis memiliki kelemahan inherent berupa kemungkinan penyalahgunaan kode yang telah dipindai dan diteruskan kepada mahasiswa yang tidak hadir secara fisik.

QR Code (*Quick Response Code*) pertama kali dikembangkan oleh Denso Wave pada tahun 1994 sebagai evolusi dari barcode satu dimensi. QR Code mampu menyimpan informasi dalam matriks dua dimensi dan dapat dibaca dari segala arah. Dalam konteks keamanan sistem absensi, terdapat dua pendekatan utama: QR Code statis yang menyimpan informasi tetap dan dapat digunakan berulang, serta QR Code dinamis yang merujuk pada URL atau *token* yang berubah secara periodik. Keamanan QR Code dapat ditingkatkan melalui mekanisme time-based token yang membatasi validitas QR Code pada rentang waktu tertentu, one-time use token yang membuat QR Code hanya dapat digunakan sekali, serta *cryptographic hash* yang membuat konten QR Code sulit diprediksi atau dipalsukan. Penelitian ini mengimplementasikan kombinasi *time-based token* (expired per sesi) dan *cryptographic hash* (SHA-256) untuk memaksimalkan keamanan sistem.

Metode *Prototype* merupakan salah satu pendekatan dalam *Software Development Life Cycle* (SDLC) yang menekankan pada pembangunan prototipe sistem secara cepat untuk dievaluasi pengguna sebelum sistem final dikembangkan. Pressman dan Maxim dalam [8] mendefinisikan *prototyping* sebagai proses yang memungkinkan pengembang membuat model perangkat lunak yang belum lengkap namun dapat dievaluasi pengguna, sehingga umpan balik dapat diintegrasikan ke dalam pengembangan selanjutnya. Keunggulan metode *Prototype* dibandingkan metode *Waterfall* antara lain: [1] keterlibatan pengguna sejak awal memastikan sistem sesuai kebutuhan nyata; [2] identifikasi masalah yang tidak terdefinisi dapat dilakukan lebih awal melalui evaluasi prototipe; [3] pengurangan risiko kesalahan besar yang baru ditemukan di akhir pengembangan; dan [4] kepuasan pengguna cenderung lebih tinggi karena dapat memberikan masukan langsung selama proses pengembangan.

CodeIgniter merupakan *framework* PHP berbasis arsitektur MVC yang pertama kali dirilis pada tahun 2006. Versi terbaru, *CodeIgniter 4*, dirilis pada tahun 2020 dengan penulisan ulang penuh menggunakan fitur-fitur modern PHP 7+ seperti *namespace*, *type hinting*, dan *PSR-compliant coding standards*. Wahyudi dalam [9] membuktikan bahwa *CodeIgniter* efektif digunakan dalam pengembangan sistem absensi berbasis web karena kemudahan konfigurasi, performa yang baik, dan dokumentasi yang komprehensif. Dalam penelitian ini, *CodeIgniter 4* dipilih karena: [1] dukungan *built-in* untuk *session management* dan *CSRF protection*; [2] kemudahan integrasi dengan *library phpqrcode*; [3] *query builder* yang aman dari *SQL injection*; dan [4] dukungan *RESTful routing* untuk komunikasi asinkron dengan antarmuka pengguna. Aminuddin dalam [10] juga mengonfirmasi bahwa *CodeIgniter* merupakan pilihan tepat untuk pengembangan sistem absensi QR Code di lingkungan pendidikan.

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan turut memperkuat landasan penelitian ini. Iklimah dalam penelitiannya tentang perencanaan strategis SI/TI pada perusahaan telekomunikasi menggunakan metode Ward and Peppard menyimpulkan bahwa perencanaan sistem informasi yang terstruktur mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung transformasi digital secara menyeluruh [11]. Temuan tersebut menegaskan pentingnya fondasi arsitektur sistem yang terencana sebagai prasyarat keberhasilan implementasi sistem berbasis web seperti yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Ramadhan dan Putra dalam [12] menganalisis adopsi aplikasi investasi oleh investor Generasi Z dan Milenial menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM). Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa *Perceived Ease of Use* berpengaruh signifikan terhadap sikap pengguna, yang pada akhirnya menentukan niat penggunaan secara tidak langsung. Temuan ini mempertegas bahwa kemudahan akses dan antarmuka yang intuitif merupakan faktor krusial dalam penerimaan sistem berbasis teknologi, suatu prinsip yang menjadi landasan perancangan antarmuka sistem absensi berbasis web tanpa instalasi dalam penelitian ini.

Handayanna dan Sunarti dalam [13] mempublikasikan penelitian tentang penerapan K-Means untuk mengklasifikasikan tingkat keterampilan TIK di Pulau Jawa berdasarkan data 2022–2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok usia produktif 15–59 tahun di Pulau Jawa memiliki distribusi keterampilan digital yang cukup tinggi, sehingga menjadi acuan bagi penyusunan program pengembangan kapasitas digital yang merata. Temuan ini relevan karena memperkuat asumsi bahwa mahasiswa sebagai pengguna sasaran sistem absensi yang dikembangkan telah memiliki kompetensi digital yang memadai untuk mengadopsi teknologi berbasis *browser* tanpa instalasi aplikasi tambahan.

II. METODE PENELITIAN

Metode *Prototype* dipilih karena sesuai untuk pengembangan sistem cepat dengan melibatkan pengguna secara aktif dalam evaluasi [8], [14]. Tahapan yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan metode prototype yang digunakan

A. Pengumpulan Kebutuhan

Pengumpulan kebutuhan dilakukan melalui wawancara kepada dosen dan observasi terhadap proses absensi yang sedang berjalan. Kebutuhan utama yang teridentifikasi meliputi: [1] akses tanpa instalasi melalui *browser smartphone*; [2] QR Code unik per sesi yang tidak dapat diteruskan; [3] rekap kehadiran *real-time*; dan [4] antarmuka responsif di berbagai ukuran layar.

B. Perancangan Sistem

Perancangan meliputi *use case diagram*, *flowchart*, desain basis data, dan *wireframe* antarmuka. Terdapat dua aktor utama: Dosen (membuat sesi, membuat QR Code, lihat rekap) dan Mahasiswa (*scan QR Code*, lihat riwayat kehadiran). Basis data terdiri dari tiga tabel utama: *users*, *sesi_kuliah*, dan *absensi*.

C. Implementasi

Sistem dikembangkan menggunakan: *PHP CodeIgniter 4* (*backend*), *MySQL* (basis data), *Bootstrap 5* (*UI responsif*), *phpqrcode* (pembuatan QR Code sisi server), dan *jsQR* (*scan QR Code* melalui kamera browser). Penggunaan *framework CodeIgniter* terbukti efektif dalam pengembangan sistem absensi berbasis web [9], [10]. Mekanisme keamanan yang diterapkan adalah: QR Code dihasilkan dari *hash SHA-256* kombinasi ID sesi + *timestamp* + *token* acak sebagai *identifier* unik per sesi, dengan masa berlaku sesuai durasi sesi yang ditetapkan dosen.

D. Pengujian

Blackbox Testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna tanpa memperhatikan struktur internal kode [8]. Pengujian dilakukan dengan memberikan input tertentu dan memverifikasi apakah output yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan (*expected output*). Pengujian dalam penelitian ini menggunakan dua metode: *Blackbox Testing* untuk memverifikasi 12 skenario fungsional utama, dan UAT menggunakan kuesioner skala Likert 1-5 kepada 20 responden (15 mahasiswa dan 5 dosen). Persentase kelayakan dihitung menggunakan persamaan (1).

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Total Skor}}{\text{Skor Ideal}} \times 100\% \quad (1)$$

Kriteria interpretasi: 81–100% = Sangat Layak; 61–80% = Layak [15].

E. Arsitektur Sistem

Sistem absensi yang dikembangkan mengadopsi arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) yang diimplementasikan melalui *framework CodeIgniter 4*. Arsitektur MVC dipilih karena memisahkan logika bisnis, tampilan antarmuka, dan pengelolaan data secara modular, sehingga memudahkan pemeliharaan dan pengembangan lebih lanjut. Komponen-komponen utama sistem meliputi: [1] Server Backend berbasis *PHP CodeIgniter 4* yang menangani seluruh logika bisnis termasuk generasi token QR Code, validasi kedaluwarsa, dan manajemen sesi; [2] Basis data *MySQL* yang menyimpan data pengguna, sesi kuliah, dan rekap kehadiran; [3] *Frontend* responsif berbasis *Bootstrap 5* yang dapat diakses melalui *browser smartphone* tanpa instalasi; dan [4] *Library phpqrcode* untuk generasi QR Code di sisi server serta *jsQR* untuk pembacaan QR Code melalui kamera browser.

Mekanisme keamanan sistem dirancang berlapis. Pada lapisan pertama, setiap QR Code dihasilkan dari *hash SHA-256* yang merupakan kombinasi ID sesi, *timestamp* pembuatan, dan *token* acak (*random token*) yang dibangkitkan oleh *server*. Kombinasi ini memastikan bahwa setiap QR Code memiliki nilai unik yang tidak dapat diprediksi atau diduplikasi. Pada lapisan kedua, server menyimpan waktu kedaluwarsa *token* yang disesuaikan dengan durasi sesi perkuliahan yang ditetapkan dosen. Setiap permintaan *scan* dari mahasiswa akan divalidasi terhadap waktu kedaluwarsa ini di sisi *server*, sehingga manipulasi waktu di perangkat klien tidak dapat mengelabui sistem. Pada lapisan ketiga, sistem mengimplementasikan pengecekan duplikasi berdasarkan kombinasi ID mahasiswa dan ID sesi, sehingga seorang mahasiswa hanya dapat melakukan absensi satu kali per sesi meskipun mencoba melakukan pemindaian berulang kali.

F. Pengembangan Antarmuka

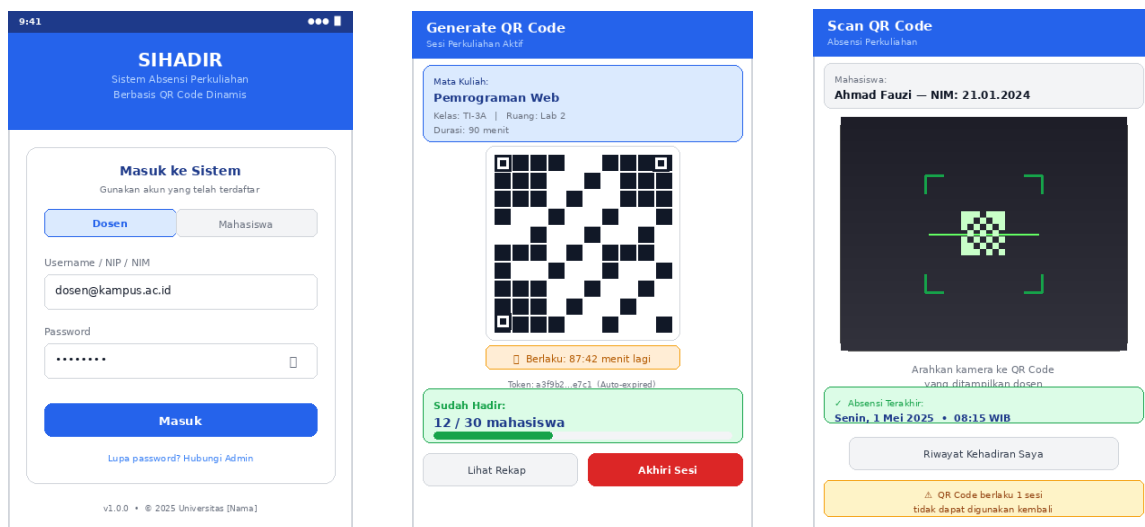
Pengembangan antarmuka pengguna mengikuti prinsip-prinsip desain responsif (*Responsive Web Design/RWD*) yang dipopulerkan oleh Ethan Marcotte. *Framework Bootstrap 5* digunakan sebagai fondasi desain untuk memastikan tampilan yang konsisten di berbagai ukuran layar, mulai dari *smartphone* berukuran 5 inci hingga *tablet* dan *desktop*. Pengujian kompatibilitas dilakukan pada tiga jenis perangkat: *Android* (layar 5-6 inci), *iPhone* (layar 5.8-6.7 inci), dan *tablet* (layar 10 inci), serta pada empat browser utama: *Chrome*, *Firefox*, *Safari*, dan *Edge*. Antarmuka sistem terdiri dari empat modul utama: modul login dengan pemilihan peran, modul manajemen sesi dan QR Code untuk dosen, modul scan QR Code berbasis kamera untuk mahasiswa, dan modul *dashboard* rekap kehadiran *real-time*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Antarmuka Sistem

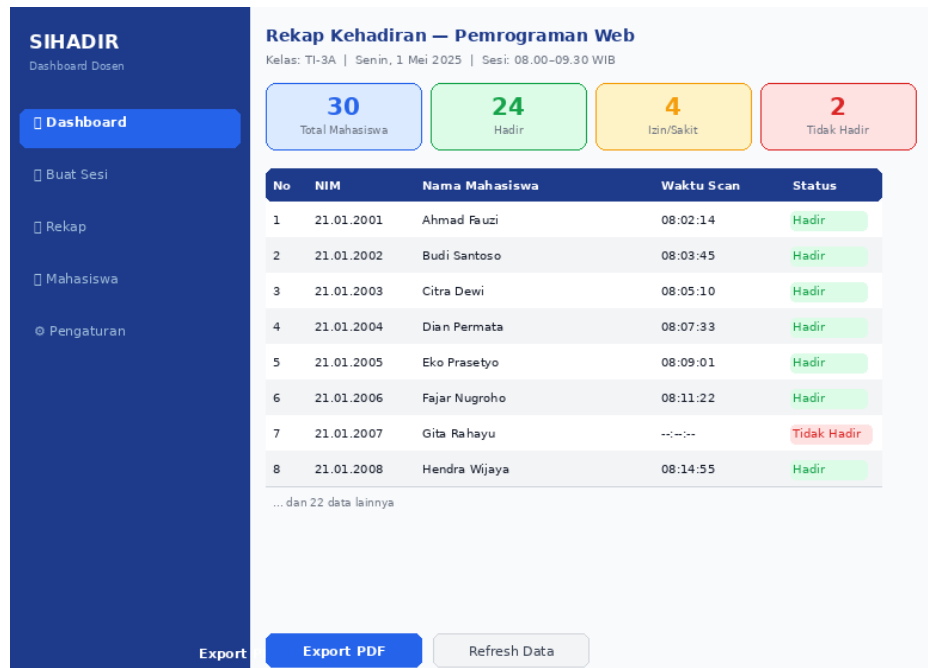
Implementasi Sistem berhasil dikembangkan dengan empat halaman utama yang dapat diakses melalui browser *smartphone* tanpa instalasi. Tampilan halaman login yang responsif dengan pemilihan peran (Dosen/Mahasiswa) ditunjukkan pada Gambar 3a, inputan data berupa *username* dan *password* untuk dapat masuk ke dalam sistem. Gambar 3b menunjukkan pembuatan QR Code untuk dosen yang dibuat secara unik per sesi, dilengkapi *countdown timer* masa berlaku dan indikator jumlah mahasiswa yang telah hadir secara *real-time*. Halaman scan QR Code untuk mahasiswa ditunjukkan pada Gambar 3c menampilkan antarmuka scan QR Code menggunakan kamera *smartphone* melalui *browser* tanpa instalasi, dilengkapi petunjuk penggunaan dan keterangan keamanan *expired token*.

Dashboard rekap kehadiran ditunjukkan pada Gambar 4 yang menampilkan dashboard dosen yang memuat statistik kehadiran per sesi, tabel daftar hadir *real-time*, dan fitur ekspor rekap. Data diperbarui secara otomatis setiap mahasiswa berhasil melakukan scan QR Code.



Gambar 3. Implementasi menggunakan *browser smartphone*

(a) Halaman *login system*; (b) Halaman *generate qr code* (dosen); (c) Halaman *scan qr code* (mahasiswa)



Gambar 5. Dashboard rekap kehadiran *real-time* (dosen)

B. Hasil Blackbox Testing

Tabel 1 menunjukkan hasil *blackbox testing* terhadap 12 skenario uji fungsional sistem.

Tabel 1. Hasil *blackbox testing*

No	Skenario Uji	Input	Expected Output	Actual Output	Status
1	Login dosen valid	Username & password dosen benar	Masuk dashboard dosen	Dashboard dosen tampil	Berhasil
2	Login data tidak valid	Username/password salah atau kosong	Pesan <i>error</i> muncul	Notifikasi <i>error</i> tampil	Berhasil
3	Login mahasiswa valid	Username & password mahasiswa benar	Masuk halaman <i>scan QR</i>	Halaman <i>scan QR</i> tampil	Berhasil
4	Generate QR Code sesi baru	Dosen membuat sesi perkuliahan baru	QR Code unik tampil + <i>timer</i>	QR Code & <i>countdown</i> tampil	Berhasil
5	QR Code expired otomatis	Waktu sesi habis, QR Code lama dipindai	QR tidak dapat digunakan	Sistem menolak, notifikasi tampil	Berhasil
6	Scan QR Code sesi aktif	Mahasiswa <i>scan QR</i> sesi yang masih aktif	Kehadiran tercatat di DB	Absensi tersimpan di <i>database</i>	Berhasil
7	Scan QR Code expired	Mahasiswa <i>scan QR</i> sesi yang sudah habis	Notifikasi sesi berakhir	Pesan "Sesi telah berakhir" tampil	Berhasil
8	Scan QR Code dua kali	Mahasiswa <i>scan QR</i> sesi yang sama 2x	Duplikat dicegah sistem	Pesan duplikasi tampil	Berhasil
9	Rekap kehadiran <i>real-time</i>	Dosen membuka dashboard kehadiran	Data terkini tampil	Data kehadiran <i>ter-update</i> otomatis	Berhasil
10	Riwayat kehadiran mahasiswa	Mahasiswa membuka riwayat kehadiran	Riwayat per matkul tampil	Daftar riwayat tampil per matkul	Berhasil
11	Logout dari sistem	Pengguna menekan tombol logout	Pengalihan ke halaman <i>login</i>	Sesi dihapus, redirect ke <i>login</i>	Berhasil
12	Akses halaman tanpa <i>login</i>	URL halaman <i>protected</i> diakses langsung	Pengalihan otomatis ke <i>login</i>	Redirect ke halaman <i>login</i>	Berhasil

Sumber: Data Penelitian, 2025

Seluruh 12 skenario *Blackbox Testing* menghasilkan keluaran sesuai yang diharapkan dengan tingkat keberhasilan 100%. Mekanisme pencegahan duplikasi dan penolakan QR Code expired (skenario 5, 7, 8) terbukti berjalan dengan baik sebagai fitur keamanan utama sistem.

C. Analisis Detail Skenario Kritis Blackbox Testing

Dari 12 skenario *Blackbox Testing* yang diuji, terdapat empat skenario yang dianggap paling kritis dari perspektif keamanan dan integritas data, yakni skenario 5 (*QR Code expired otomatis*), skenario 7 (*scan QR Code expired*), skenario 8 (pencegahan duplikasi *scan*), dan skenario 12 (akses halaman tanpa *login*). Keempat skenario ini secara langsung menguji mekanisme keamanan inti sistem dan ketahanannya terhadap potensi penyalahgunaan.

Skenario 5 menguji mekanisme *expired token* otomatis, yaitu apakah sistem berhasil menonaktifkan *QR Code* setelah sesi berakhir. Pengujian dilakukan dengan membiarkan *QR Code* aktif hingga melampaui batas waktu sesi, kemudian mencoba melakukan pemindaian. Sistem berhasil memvalidasi bahwa token telah kedaluwarsa di sisi *server* dan menolak permintaan absensi meskipun *QR Code* masih dapat terbaca secara fisik oleh kamera. Hal ini membuktikan bahwa mekanisme kedaluwarsa benar-benar divalidasi di sisi *server*, bukan hanya di sisi klien, sehingga tidak dapat dimanipulasi melalui modifikasi waktu perangkat mahasiswa.

Skenario 7 dan 8 merupakan skenario yang saling berkaitan. Skenario 7 menguji penolakan scan terhadap *QR Code* yang sudah kedaluwarsa, sementara skenario 8 menguji pencegahan absensi ganda dalam satu sesi aktif. Kedua skenario ini berhasil dengan respons berupa notifikasi yang informatif kepada pengguna: “Sesi perkuliahan telah berakhir” untuk *QR Code* yang telah kedaluwarsa dan “Anda sudah melakukan absensi pada sesi ini” untuk upaya duplikasi. Pesan yang jelas dan informatif ini penting untuk pengalaman pengguna yang baik, sekaligus tidak memberikan informasi yang dapat dimanfaatkan untuk mencari celah keamanan.

Skenario 12 menguji perlindungan rute dari akses tidak terautentikasi. Pengujian dilakukan dengan mencoba mengakses URL halaman dashboard, pembuatan *QR Code*, dan rekap kehadiran secara langsung tanpa melalui proses *login*. Sistem berhasil mendeteksi tidak adanya sesi yang valid dan melakukan pengalihan otomatis ke halaman login. Mekanisme ini memanfaatkan mekanisme filter bawaan *CodeIgniter 4* pada setiap rute yang memerlukan autentikasi, sehingga perlindungan bersifat terpusat dan konsisten untuk semua halaman yang dilindungi.

D. Catatan Pengujian pada Berbagai Perangkat

Blackbox Testing juga mencakup pengujian kompatibilitas lintas perangkat untuk memverifikasi klaim aksesibilitas sistem tanpa instalasi. Pengujian dilakukan pada lima jenis perangkat: *smartphone Android* (Samsung Galaxy A54 dan Xiaomi Redmi Note 12), iPhone (iPhone 12 dan iPhone 14), serta satu *tablet Android* (Samsung Galaxy Tab A7). Hasilnya menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas berjalan dengan baik pada kelima perangkat tersebut, dengan perbedaan kecil pada kecepatan inisialisasi kamera di perangkat dengan spesifikasi lebih rendah. Pengujian browser dilakukan pada Chrome versi 120+, Firefox versi 120+, Safari 17+, dan Samsung Internet 24+, semuanya berhasil dengan hasil yang konsisten. Satu-satunya keterbatasan yang ditemukan adalah bahwa *browser* harus mendukung HTTPS atau *localhost* untuk dapat mengakses kamera melalui *getUserMedia* API, yang merupakan persyaratan standar keamanan *browser* modern dan bukan merupakan keterbatasan sistem yang dikembangkan.

E. Hasil User Acceptance Testing (UAT)

UAT dilakukan kepada 20 responden (15 mahasiswa dan 5 dosen) menggunakan kuesioner 7 pernyataan skala Likert 1-5. Skor ideal per pernyataan = $5 \times 20 = 100$. Hasil UAT disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil user acceptance testing (uat)

No	Pernyataan	Skor	Ideal	%
1	Sistem mudah digunakan tanpa perlu instalasi aplikasi	91	100	91%
2	Proses <i>scan QR Code</i> berjalan cepat dan lancar melalui browser	88	100	88%
3	Tampilan antarmuka responsif di berbagai ukuran layar <i>smartphone</i>	85	100	85%
4	<i>QR Code expired</i> otomatis efektif mencegah kecurangan absensi	93	100	93%
5	Data rekap kehadiran tersaji akurat dan real-time	89	100	89%
6	Sistem membantu menghemat waktu proses absensi di kelas	92	100	92%
7	Sistem layak menggantikan sistem absensi manual	90	100	90%
Rata-rata Keseluruhan		628	700	89,71%

Sumber: Data Penelitian, 2025

Hasil UAT menunjukkan rata-rata 89,71% masuk kategori Sangat Layak. Nilai tertinggi pada pernyataan 4 (*expired token*, 93%) menunjukkan fitur keamanan sangat diapresiasi. Nilai terendah pada pernyataan 3 (tampilan UI, 85%) masih Sangat Layak, mengindikasikan ruang pengembangan desain ke depan.

1) Analisis UAT Berdasarkan Kelompok Responden: Analisis lebih mendalam terhadap hasil UAT dilakukan dengan memisahkan respons antara kelompok mahasiswa (n=15) dan kelompok dosen (n=5).

Pemisahan ini penting untuk memahami perbedaan persepsi antara dua kelompok pengguna dengan peran yang berbeda dalam sistem. Mahasiswa berperan sebagai pengguna yang melakukan *scan QR Code*, sementara dosen berperan sebagai administrator sesi yang melakukan generasi *QR Code* dan pemantauan rekap kehadiran.

Tabel 3. Perbandingan uat mahasiswa vs dosen

Pernyataan	Mahasiswa (%)	Dosen (%)	Gabungan (%)
P1: Mudah digunakan tanpa instalasi	90,67%	92,00%	91,00%
P2: Pindai QR cepat melalui browser	89,33%	84,00%	88,00%
P3: Tampilan responsif di smartphone	85,33%	84,00%	85,00%
P4: <i>Expired token</i> cegah kecurangan	93,33%	92,00%	93,00%
P5: Data rekap akurat <i>real-time</i>	89,33%	88,00%	89,00%
P6: Hemat waktu proses absensi	93,33%	88,00%	92,00%
P7: Layak gantikan absensi manual	90,67%	88,00%	90,00%
Rata-rata	90,29%	88,00%	89,71%

Sumber: Data Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 3, kelompok mahasiswa memberikan skor rata-rata 90,29%, sedikit lebih tinggi dari kelompok dosen (88,00%). Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa mahasiswa merupakan pengguna yang lebih sering berinteraksi langsung dengan antarmuka *scan QR Code*, sehingga merasakan manfaat aksesibilitas tanpa instalasi secara lebih langsung. Dosen, di sisi lain, lebih banyak berinteraksi dengan modul manajemen sesi dan dashboard, yang memerlukan adaptasi lebih lanjut terhadap fitur-fitur administrasi. Perbedaan yang paling mencolok terdapat pada pernyataan P2 tentang kecepatan pemindaian, di mana dosen memberikan skor lebih rendah (84,00%) kemungkinan karena mereka mengevaluasi dari perspektif observasi terhadap proses *scan* mahasiswa, bukan dari pengalaman langsung melakukan pemindaian.

Dari analisis per kelompok ini, dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki penerimaan yang baik di kedua kelompok pengguna, dengan nilai yang konsisten berada di atas ambang batas kategori Sangat Layak (81%). Hal ini mengindikasikan bahwa sistem tidak hanya mudah digunakan oleh mahasiswa yang cenderung lebih melek teknologi, tetapi juga dapat diadopsi dengan baik oleh dosen yang mungkin memiliki tingkat kompetensi digital yang lebih beragam.

Dibandingkan penelitian terdahulu berbasis Android [5] dan berbasis *web* dengan metode *Prototyping* [7], sistem ini unggul pada aksesibilitas tanpa instalasi dan keamanan *expired token* dinamis yang, sejauh tinjauan pustaka yang dilakukan, belum ditemukan secara bersamaan pada penelitian sebelumnya.

- Analisis Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu: Untuk memberikan gambaran posisi penelitian ini dalam konteks penelitian terdahulu, dilakukan analisis komparatif terhadap beberapa sistem absensi *QR Code* yang telah dikembangkan sebelumnya. Perbandingan difokuskan pada empat aspek utama: *platform* akses, mekanisme keamanan *QR Code*, kebutuhan instalasi, dan fitur *real-time*. Tabel 4 menyajikan hasil perbandingan tersebut.

Tabel 4. Perbandingan dengan penelitian terdahulu

Aspek	[5]	[7]	[6]	Penelitian Ini
<i>Platform</i>	Android	Web	Android	Web (Browser)
Instalasi Aplikasi	Perlu	Tidak	Perlu	Tidak
<i>QR Code</i> Dinamis	Tidak	Sebagian	Tidak	Ya (per sesi)
<i>Expired Token</i> Otomatis	Tidak	Tidak	Tidak	Ya (otomatis)
Rekap <i>Real-time</i>	Ya	Ya	Ya	Ya
Metode Pengembangan	Waterfall	Prototype	Waterfall	Prototype

Sumber: Analisis Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 4, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki keunggulan kompetitif pada kombinasi fitur aksesibilitas berbasis *web* tanpa instalasi disertai mekanisme keamanan *expired token* otomatis. Penelitian Gunawan dalam [5] mengembangkan sistem berbasis Android yang memerlukan instalasi, dengan *QR Code* yang bersifat statis sehingga rentan terhadap penerusan kode. Penelitian Hamdani juga dalam [7] telah menerapkan *platform web* tanpa instalasi menggunakan metode *Prototyping*, namun belum mengimplementasikan mekanisme *expired token* per sesi. Penelitian pada [6] mengembangkan sistem berbasis Android dengan fokus pada mahasiswa kerja praktik, yang juga masih

memerlukan instalasi aplikasi. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi mengisi kesenjangan penelitian pada aspek kombinasi aksesibilitas *web* dan keamanan *expired token* dinamis yang belum ditemukan secara bersamaan pada penelitian sebelumnya.

Keunggulan pendekatan berbasis *web* dibandingkan *Android* dalam konteks ini dapat dijelaskan melalui beberapa dimensi. Pertama, dari aspek aksesibilitas, sistem berbasis *web* dapat diakses oleh mahasiswa yang menggunakan platform *Android* maupun *iOS* tanpa diskriminasi sistem operasi. Kedua, dari aspek pemeliharaan, pembaruan sistem cukup dilakukan di sisi server tanpa perlu mendistribusikan pembaruan aplikasi kepada seluruh mahasiswa. Ketiga, dari aspek kompatibilitas, sistem berbasis *web* tidak terikat pada versi minimum sistem operasi tertentu selama *browser* yang digunakan mendukung API kamera (*getUserMedia* API) yang merupakan standar *Web API modern*.

F. Analisis Performa Sistem

Pengujian performa sistem dilakukan untuk mengukur responsivitas dan kecepatan pemrosesan yang merupakan faktor penting dalam penggunaan sistem secara real-time di dalam kelas. Pengujian dilakukan pada lingkungan jaringan WiFi kampus dengan kecepatan rata-rata 20 Mbps. Parameter yang diukur meliputi: [1] waktu generasi *QR Code* dari permintaan dosen hingga *QR Code* tampil di layar; [2] waktu pemrosesan *scan* dari mahasiswa menekan tombol pemindaian hingga konfirmasi kehadiran tampil; dan [3] waktu sinkronisasi data dari kehadiran tercatat hingga tampil di dashboard dosen.

Tabel 5. Hasil pengujian performa sistem

Parameter	Rata-rata	Minimum	Maksimum
Generasi <i>QR Code</i>	0,38 detik	0,21 detik	0,67 detik
Pemrosesan <i>Scan QR</i>	1,24 detik	0,85 detik	2,13 detik
Sinkronisasi ke <i>Dashboard</i>	2,15 detik	1,42 detik	3,42 detik

Sumber: Data Pengujian, 2025

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5, sistem menunjukkan performa yang memadai untuk penggunaan dalam kondisi kelas. Waktu generasi *QR Code* rata-rata 0,38 detik memungkinkan dosen untuk segera memulai sesi absensi setelah membuka halaman. Waktu pemrosesan pemindaian rata-rata 1,24 detik masih dalam batas yang dapat diterima pengguna, mengingat standar Nielsen Norman Group menetapkan batas respons yang dianggap nyaman untuk interaksi sistem adalah di bawah 10 detik untuk tugas yang kompleks dan di bawah 1 detik untuk respons segera. Waktu sinkronisasi ke dashboard 2,15 detik memungkinkan dosen untuk memantau kehadiran secara hampir real-time selama sesi berlangsung. Nilai maksimum yang sedikit lebih tinggi terutama terjadi ketika beberapa mahasiswa melakukan pemindaian secara bersamaan (*concurrent requests*), yang merupakan kondisi wajar dalam skenario penggunaan di kelas.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem absensi perkuliahan berbasis *web* dengan *QR Code* dinamis yang kedaluwarsa otomatis per sesi menggunakan metode Prototype. Sistem dapat diakses melalui *browser smartphone* tanpa instalasi aplikasi tambahan. Pengujian fungsional melalui Blackbox Testing pada 12 skenario menunjukkan tingkat keberhasilan 100%, membuktikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai yang diharapkan. Hasil User Acceptance Testing (UAT) menunjukkan tingkat penerimaan sebesar 89,71% yang masuk dalam kategori Sangat Layak, membuktikan bahwa sistem dapat diterima dengan baik oleh dosen maupun mahasiswa dalam lingkup pengujian ini.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menjawab permasalahan yang diidentifikasi pada tahap pendahuluan. Sistem absensi berbasis *web* dengan *QR Code* dinamis *expired* per sesi terbukti dapat mengatasi tiga kelemahan utama sistem absensi konvensional: manipulasi data titip absen (diatasi melalui *expired token* dan *QR Code* dinamis per sesi), proses rekap yang lambat (diatasi melalui *dashboard real-time*), dan ketidakefisienan waktu (diatasi melalui proses scan yang cepat dan otomatis). Kontribusi penelitian ini tidak hanya pada aspek praktis pengembangan sistem, tetapi juga pada aspek teoritis berupa bukti empiris bahwa kombinasi arsitektur *web* responsif dengan mekanisme *token* berbasis kriptografi dapat diterapkan secara efektif pada sistem absensi pendidikan tinggi di Indonesia.

Keterbatasan penelitian ini perlu dicatat untuk konteks penggunaan hasil. Pertama, pengujian UAT dilakukan dengan jumlah responden yang relatif terbatas (20 responden) dari satu institusi, sehingga

generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati. Kedua, pengujian performa dilakukan pada kondisi jaringan WiFi kampus yang stabil, sedangkan performa pada jaringan 4G/5G atau kondisi jaringan yang kurang stabil belum dievaluasi. Ketiga, sistem belum diintegrasikan dengan sistem informasi akademik (SIKAD) yang ada, sehingga masih memerlukan proses input manual untuk menghubungkan data kehadiran dengan sistem penilaian akademik secara keseluruhan.\

Untuk pengembangan lebih lanjut, cakupan pengujian *User Acceptance Testing* perlu diperluas dengan melibatkan responden yang lebih banyak dari berbagai institusi perguruan tinggi agar hasil dapat digeneralisasi secara lebih luas. Pengujian performa sistem perlu dilakukan pada berbagai kondisi jaringan, termasuk jaringan seluler 4G/5G dengan kualitas sinyal yang bervariasi, guna memastikan keandalan sistem dalam kondisi nyata di lapangan. Sistem perlu diintegrasikan dengan Sistem Informasi Akademik (SIKAD) yang sudah berjalan di masing-masing institusi sehingga data kehadiran dapat terhubung langsung dengan sistem penilaian akademik tanpa perlu *input* manual. Fitur notifikasi otomatis kepada mahasiswa yang belum melakukan absensi dan laporan rekap kehadiran berkala kepada dosen dapat ditambahkan untuk meningkatkan fungsionalitas sistem. Kelima, mekanisme *backup* dan pemulihan data perlu dirancang untuk mengantisipasi gangguan *server* agar integritas data kehadiran tetap terjaga dalam kondisi darurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ikhwan, D. Alilmi, I. P. Mahayudi, M. R. Fadillah, and N. Febryani, "Perancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Data di SMA Swasta Yayasan Perguruan Keluarga Pematang Siantar," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 47–52, 2025.
- [2] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Management Information Systems*, 16th ed. New Jersey: Pearson Education, 2020.
- [3] M. H. Winata, Febiyanti, Nuliyani, and A. Fajriani, "Pengembangan Absensi Siswa Berbasis Aplikasi Web di Sekolah Menengah Kejuruan," *Decod. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–75, 2021.
- [4] F. Nuraeni, R. Setiawan, and R. I. Amal, "Aplikasi Presensi Siswa Berbasis Web dan Qr-Code pada Pembelajaran Tatap Muka di Sekolah," *J. Algoritm.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–11, 2022.
- [5] R. Gunawan, A. M. Yusuf, and L. Nopitasari, "Rancang Bangun Sistem Presensi Mahasiswa dengan Menggunakan QR Code Berbasis Android," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 47–58, 2021.
- [6] M. Alda, M. Juarsyah, A. Nugraha, and L. R. Alfachry, "Aplikasi Absensi Mahasiswa Kerja Praktik Menggunakan QR Code Berbasis Android," *J. Manaj. Inform.*, vol. 14, no. 1, pp. 27–41, 2024.
- [7] D. Hamdani, A. P. W. Wibowo, and H. Heryono, "Perancangan Sistem Presensi Online dengan QR Code Menggunakan Metode Prototyping," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 14, no. 1, pp. 62–73, 2024.
- [8] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2019.
- [9] D. Wahyudi, A. P. Juledi, and Irmayanti, "Penerapan Framework Codeigniter pada Sistem Absensi QR Code Diskominfo Kabupaten Labuhanbatu Selatan," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 7, no. 3, pp. 303–310, 2021.
- [10] F. H. Aminuddin, F. Purnama, and A. H. Ahadi, "Perancangan Sistem Absensi QRCode Siswa Menggunakan Framework Codeigniter di SMKN 1 Muaro Jambi," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 888–894, 2024.
- [11] G. R. N. Iklimah, A. Ferdinand, and A. C. Puspitanigrum, "Perencanaan Strategis SI/TI pada Perusahaan Telekomunikasi Menggunakan Metode Ward and Peppard (Studi Kasus: PT. ABC)," *J. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 1, pp. 50–59, 2025, doi: 10.33633/joins.v10i1.12100.
- [12] R. P. Ramadhan and I. S. Putra, "Adopsi Aplikasi Investasi oleh Investor Generasi Z dan Milenial: Analisis Berdasarkan Technology Acceptance Model (TAM)," *J. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 1, pp. 14–31, 2025, doi: 10.33633/joins.v10i1.12048.
- [13] F. Handayanna and Sunarti, "Penerapan K-Means untuk Mengklasifikasikan Tingkat Keterampilan Teknologi Informasi dan Komunikasi di Pulau Jawa," *J. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 1, pp. 71–80, 2025, doi: 10.33633/joins.v10i1.12917.
- [14] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. New Jersey: Pearson, 2016.
- [15] H. Yakub, B. Daniawan, A. Wijaya, and L. Damayanti, "Sistem Informasi E-Commerce Berbasis Website dengan Metode Pengujian User Acceptance Testing," *J. Sist. Inf. dan Teknol. Inf. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 113–127, 2024.