



Peningkatan Efisiensi dan Keamanan parkir kendaraan dengan Integrasi KTM berbasis IoT

Fathur Andre Fadilah^{1*}, Binastya Anggara Sekti²
^{1,2}Sistem Informasi, Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul
Fathur.andre16@gmail.com

Abstract

The research carried out includes analysis of the manual parking system previously used on campus and evaluation of the implementation of an IoT-based parking system with KTM integration. This research aims to solve problems caused by manual systems such as long queues, inaccurate recording and high security risks. By integrating IoT technology, this system is expected to increase work efficiency and parking safety. The research method used is a qualitative approach where information is collected through in-depth interviews, field observations and document analysis. Interviews were conducted with students, administrative staff and parking attendants. Field observations observe directly how this system is implemented and functions in field conditions. Document analysis is used to complement the information obtained from interviews and observations. The data collected shows that the IoT-based parking system with KTM integration significantly reduces the time needed to search for a parking space and speeds up entry and exit from the parking space. Users, including students, administrative staff, and parking attendants, are very positive about the system. They believe this system will facilitate access and increase the efficiency and safety of campus parking. The research results show that the IoT-based parking system with KTM integration has succeeded in increasing operational efficiency and parking safety at Esa Unggul University. The conclusion of this research is that the implementation of an IoT-based parking system integrated with KTM at Esa Unggul University has had a significant positive impact on parking efficiency and safety. The study also identified opportunities for further development, such as integration with digital payment systems and analysis of parking data to improve capacity planning.

Keywords: IoT Technology, RFID, Parking Management, Parking System, Automatic Access.

Abstrak

Penelitian yang dilakukan meliputi analisis sistem parkir manual yang sebelumnya digunakan di kampus dan evaluasi implementasi sistem parkir berbasis IoT dengan integrasi KTM. Penelitian ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan yang disebabkan oleh sistem manual seperti antrian yang panjang, pencatatan yang tidak akurat dan resiko keamanan yang tinggi. Dengan mengintegrasikan teknologi IoT, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja dan keselamatan parkir. Metode penelitian yang digunakan yaitu pendekatan kualitatif dimana informasi dikumpulkan melalui wawancara mendalam, observasi lapangan dan analisis dokumen. Wawancara dilakukan terhadap mahasiswa, staf administrasi dan petugas parkir. Observasi lapangan mengamati secara langsung bagaimana sistem ini diterapkan dan berfungsi pada kondisi lapangan. Analisis dokumen digunakan untuk melengkapi informasi yang diperoleh dari wawancara dan observasi. Data yang dikumpulkan menunjukkan bahwa sistem parkir berbasis IoT dengan integrasi KTM secara signifikan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mencari tempat parkir dan mempercepat masuk dan keluar dari tempat parkir. Pengguna, termasuk pelajar, staf administrasi, dan petugas parkir, sangat positif terhadap sistem ini. Mereka yakin sistem ini akan memudahkan akses dan meningkatkan efisiensi dan keamanan parkir kampus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem parkir berbasis IoT dengan integrasi KTM berhasil meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan parkir Universitas Esa Unggul. Kesimpulan dari penelitian kali ini adalah penerapan sistem parkir berbasis IoT yang terintegrasi dengan KTM di Universitas Esa Unggul memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi dan keselamatan parkir. Studi ini juga mengidentifikasi peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem pembayaran digital dan analisis data parkir untuk meningkatkan perencanaan kapasitas.

Kata Kunci: Teknologi IoT, RFID, Sistem parkir, Akses otomatis.

1. Pendahuluan

Internet of Things (IoT) berkembang pesat, dengan perkiraan 14,4 miliar titik akhir aktif pada tahun 2022 dan sekitar 30 miliar perangkat yang terhubung pada tahun 2027. Perkembangan ini membawa tantangan keamanan signifikan, termasuk kerentanan keamanan

intrinsik, daya komputasi terbatas, dan tidak adanya pembaruan keamanan yang tepat waktu[1]. Universitas di seluruh dunia, termasuk Universitas Esa Unggul Tangerang, menghadapi tantangan dalam pengelolaan parkir. Tempat parkir yang terbatas dan tidak teratur menimbulkan ketidaknyamanan bagi mahasiswa dan staf serta mempengaruhi operasional kampus. Oleh

karena itu, solusi yang lebih efisien dan aman diperlukan dalam pengelolaan parkir. Dan juga penelitian ini akan membantu pemangku kepentingan dan pembuat kebijakan dalam mencapai konstruksi berkelanjutan melalui upaya peningkatan adopsi IoT[2].

Dalam literatur terkait, sistem parkir berbasis IoT terbukti efektif dalam berbagai aplikasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengatur posisi parkir kendaraan secara otomatis, menghindari parkir tidak disengaja, dan mengoptimalkan penggunaan tempat parkir[3]. RFID memungkinkan integrasi dengan kartu identitas seperti KTM, yang memfasilitasi dan mengontrol parkir. IoT mencakup miliaran sensor dan aktuator yang mengumpulkan data dari dunia fisik dan mengirimkannya melalui Internet untuk menyediakan layanan dan produk IoT cerdas[4]. Dan juga IoT adalah infrastruktur yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain melalui Internet, menyediakan komponen penting untuk kota pintar[5]. Dalam literatur lain juga menambahkan bahwa IoT dapat dianggap sebagai sistem yang menanamkan kecerdasan[6]. Dalam literatur terkait yang lain mengungkapkan bahwa ada tiga klaster pelanggan berbeda dalam adopsi dan penggunaan perangkat IoT[7]. Dalam jurnal lain dijelaskan tentang pentingnya keamanan dalam sistem IoT agar tidak terhambat oleh ancaman[8].

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan parkir yang tidak efisien dan berbahaya di Universitas Esa Unggul Tangerang. Penelitian ini mempertimbangkan berbagai faktor seperti keamanan, keterbatasan perangkat keras, dan kebutuhan akan protokol yang aman. Seperti yang dijelaskan dalam jurnal terkait, untuk menghindari risiko dan kerentanan keamanan, berbagai sistem dan protokol telah dirancang[9]. Dan kita juga harus memperhitungkan keterbatasan perangkat keras dan pendekatan jaringan area lokal virtual yang berorientasi keamanan[10].

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem parkir berbasis IoT dengan integrasi KTM di Universitas Esa Unggul. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem pembayaran digital dan analisis data parkir. Diharapkan sistem ini dapat mengoptimalkan penggunaan ruang parkir, mempercepat proses keluar masuk kendaraan, serta meningkatkan keselamatan di lingkungan kampus.

2. Metode Penelitian

Dengan menggunakan pendekatan kualitatif, penelitian ini menyelidiki dan memahami implementasi sistem parkir berbasis (IoT) di Universitas Esa Unggul Tangerang, dengan fokus pada integrasi Kartu Mahasiswa (KTM). Pendekatan kualitatif dipilih karena dapat memberikan wawasan mendalam mengenai aspek non-kuantitatif sistem parkir, seperti pengalaman

pengguna, tantangan implementasi, dan persepsi terhadap efisiensi dan keselamatan sistem. Detail desain penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.1. Pendekatan Kualitatif

Pendekatan kualitatif memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mengkaji fenomena secara mendalam dan kontekstual. Penelitian ini menggunakan pendekatan sebagai berikut :

Perspektif pengguna : Melalui wawancara dan observasi mendalam, peneliti dapat memperoleh perspektif berbeda tentang sistem parkir berbasis IoT dari pelajar, pengelola, dan juru parkir. Hal ini memberikan pemahaman yang lebih holistik tentang bagaimana sistem ini diterima dan digunakan dalam konteks kampus.

Mengidentifikasi tantangan dan masalah : Metode kualitatif dapat mengidentifikasi tantangan teknis dan operasional yang mungkin tidak dapat diidentifikasi dengan metode kuantitatif. Hal ini mencakup masalah penggunaan sistem, kebutuhan pemeliharaan, dan area potensial untuk perbaikan.

Wawasan Efisiensi dan Keamanan : Dengan mengumpulkan data dari berbagai pemangku kepentingan, peneliti dapat menilai bagaimana sistem parkir berbasis IoT memengaruhi efisiensi operasional kampus dan keselamatan parkir.

2.2. Unit Analisis

Unit analisis penelitian ini meliputi :

Mahasiswa : Sebagai pengguna utama sistem parkir, mahasiswa memberikan wawasan penting tentang bagaimana sistem mempengaruhi pengalaman mereka dalam mengakses dan menggunakan tempat parkir.

Staf Administrasi Kampus : Mereka terlibat dalam pengelolaan dan pengawasan sistem parkir. Perspektif mereka penting untuk memahami dampak sistem terhadap keseluruhan manajemen dan operasional kampus.

Pengelola Parkir: Pihak ini bertanggung jawab atas penerapan, pemeliharaan, dan pengoperasian sistem. Pengalaman mereka dapat mengungkap tantangan teknis dan operasional serta memberikan umpan balik mengenai fungsionalitas sistem.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Wawancara mendalam dilakukan terhadap Mahasiswa, Staf Administrasi Kampus, dan Pengelola Parkir, seperti terlihat pada Tabel 1.

Mahasiswa : Tujuan wawancara ini adalah untuk memahami pengalaman mereka menggunakan sistem parkir berbasis IoT, persepsi mereka terhadap kemudahan akses dan tantangan yang mereka hadapi. Mahasiswa dari berbagai fakultas di wawancarai untuk mendapatkan gambaran yang representatif.

Staf Administrasi Kampus : Wawancara dengan personel administrasi akan dilakukan untuk menentukan bagaimana sistem ini akan mempengaruhi tugas pengelolaan parkir mereka dan bagaimana sistem akan berintegrasi dengan proses pengelolaan kampus.

Pengelola Parkir : Wawancara ini berfokus pada tantangan teknis dan operasional dalam penerapan dan pemeliharaan sistem parkir berbasis IoT. Hal ini mencakup analisis masalah teknis, kebutuhan pemeliharaan, dan kinerja sistem.

Tabel 1. Tabel Wawancara

Pertanyaan	Jawaban
Pengalaman apa yang Anda miliki dengan sistem parkir berbasis IoT KTM (Mahasiswa)	Pengalaman saya cukup positif. Berkat sistem ini, saya bisa parkir dengan mudah tanpa harus mencari tempat kosong. Selain itu, proses penyadapan KTM cepat dan efisien.
Apakah Anda mengalami masalah dalam menggunakan sistem ini? (Mahasiswa)	Terkadang sistem tidak mengenali suara KTM dengan cepat, apalagi saat kendaraan banyak. Hal ini dapat mempengaruhi kecepatan proses check-in dan check-out.
Saran apa yang Anda miliki untuk memperbaiki sistem parkir ini? (Mahasiswa)	Mungkin KTM perlu meningkatkan kecepatan membaca dan informasi lebih lanjut tentang parkir. tempatkan di layar.
Bagaimana sistem parkir berbasis IoT mempengaruhi tugas manajemen parkir Anda? (Staf Administrasi Kampus)	Sistem ini sangat berguna untuk mengatur volume parkir dan mengurangi beban administrasi. Namun, kami perlu menyelesaikan beberapa permasalahan teknis yang muncul.
Bagaimana sistem ini mempengaruhi pekerjaan sehari-hari di kampus? (Staf Administrasi Kampus)	Secara keseluruhan, sistem ini meningkatkan efisiensi parkir dan mengurangi kemacetan di tempat parkir. Namun, diperlukan beberapa penyesuaian agar sistem dapat bekerja dengan lancar.
Saran apa yang Anda miliki untuk memperbaiki sistem parkir ini? (Staf Administrasi Kampus)	Penambahan fungsi pemantauan jarak jauh mungkin diperlukan untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah dengan lebih cepat.
Apa yang menerapkan sistem parkir IoT di kampus? (Pengelola Parkir)	Proses implementasinya cukup sulit. Sebelum mengimplementasikan sistem, kami harus memastikan semua peralatan telah terpasang dengan benar dan melakukan pengujian ekstensif.
Tantangan teknis apa yang sering Anda temui dengan sistem ini? (Pengelola Parkir)	Beberapa masalah teknis termasuk gangguan sinyal RFID dan gangguan pada pembacaan KTM. Ada juga tantangan dalam pemeliharaan rutin.
Rencana apa yang Anda miliki untuk memperbaiki atau mengembangkan sistem ini? (Pengelola Parkir)	Kami merencanakan peningkatan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengatasi permasalahan yang ada, serta integrasi dengan sistem pembayaran digital untuk kenyamanan pengguna.

Observasi lapangan dilakukan untuk:

Memantau proses penggunaan: Mengamati bagaimana mahasiswa dan staf menggunakan sistem parkir berbasis IoT, termasuk proses keluar masuk area parkir serta interaksinya dengan KTM. Pengamatan ini memberikan

wawasan tentang bagaimana sistem bekerja dalam praktiknya dan apakah pengguna mengalami masalah atau hambatan.

Deteksi masalah penggunaan : Pantau masalah teknis atau operasional selama penggunaan sistem, seperti kegagalan sistem, kesalahan deteksi, atau keterlambatan proses akses.

Pengumpulan Data Kontekstual: Memberikan data kontekstual yang berguna untuk memahami faktor lingkungan dan situasional yang mempengaruhi penggunaan sistem parkir.

Analisis dokumen meliputi Laporan Implementasi Sistem dan Catatan teknis dan data historis.

Laporan Implementasi Sistem: Meninjau laporan dan dokumentasi terkait implementasi sistem parkir berbasis IoT untuk memahami latar belakang, tujuan dan proses implementasi yang dilakukan.

Catatan teknis dan data historis: Analisis catatan teknis dan data terkait sistem parkir sebelumnya untuk mempelajari perubahan yang dilakukan dan dampaknya terhadap pengelolaan parkir.

2.4 Prosedur pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan:

Persiapan: menyiapkan panduan wawancara, memilih informan dan menyiapkan rencana observasi. Persiapan ini meliputi penyiapan instrumen penelitian dan perencanaan wawancara dan observasi.

Pelaksanaan: Melakukan wawancara dan observasi sesuai jadwal yang telah ditentukan. Informasi yang dikumpulkan dicatat dan disimpan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa informasi yang diperoleh lengkap dan akurat.

Perekaman dan Transkripsi: Rekam wawancara dan transkripsikan rekaman tersebut untuk analisis lebih lanjut. Transkripsi dilakukan secara rinci untuk memastikan bahwa semua informasi yang relevan disertakan.

2.5. Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis dengan metode analisis tematik:

Pengkodean data: Identifikasi dan klasifikasi tema-tema utama yang muncul dari wawancara dan observasi. Proses ini melibatkan pelabelan dan pengelompokan data berdasarkan tema yang relevan.

Klasifikasi dan Tema: Kelompokkan data ke dalam kategori yang relevan untuk menilai efektivitas dan keamanan sistem parkir. Klasifikasi membantu mengatur data untuk memudahkan analisis.

Interpretasi: Interpretasikan hasil untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang pengalaman pengguna, kinerja sistem, dan tantangan yang dihadapi. Interpretasi

ini membantu menarik kesimpulan dari temuan penelitian dan memberikan rekomendasi berdasarkan data.

2.5. Validasi Data

Validasi data dilakukan untuk memastikan keakuratan dan keandalan temuan:

Triangulasi: Membandingkan hasil dari berbagai sumber data (wawancara, observasi, dokumen) untuk memastikan konsistensi dan validitas. Triangulasi membantu mengurangi bias dan memastikan hasil yang lebih akurat.

Verifikasi anggota: observasi dan interpretasi diverifikasi oleh informan untuk memastikan bahwa informasi tersebut akurat dan konsisten dengan pengalaman mereka. Pengecekan anggota meningkatkan keandalan temuan dengan menerima umpan balik dari peserta penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan sistem parkir berbasis internet of things (IoT) di Universitas Esa Unggul dengan mengintegrasikan tiket mahasiswa (KTM) untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan parkir. Menganalisis data yang dikumpulkan melalui wawancara kunci, observasi lapangan dan analisis dokumen, maka temuan dan pembahasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1. Penggunaan Sistem Pencatatan Parkir Manual Sebelumnya

Sebelum menerapkan sistem parkir berbasis IoT, Universitas Esa Unggul menggunakan sistem absensi manual dalam pengelolaan parkir. Sistem ini mengandalkan petugas parkir yang mencatat kedatangan dan keberangkatan kendaraan secara manual. Beberapa permasalahan utama pada sistem ini adalah:

Waktu tunggu: Proses pencatatan manual memakan waktu yang cukup lama sehingga menimbulkan antrian dan penundaan, terutama pada jam sibuk.

Ketidakakuratan data: pencatatan manual sering kali tidak akurat dan dapat menyebabkan kesalahan manusia, seperti pencatatan yang tidak lengkap atau salah.

Keamanan: Tanpa sistem otomatis, pemantauan keluar masuk kendaraan tidak maksimal sehingga meningkatkan risiko pelanggaran dan keamanan. Misalnya, kendaraan yang tidak terdaftar bisa masuk tanpa terdeteksi dan kendaraan yang hilang sulit dilacak.

3.2. Persepsi Terhadap IoT KTM

Persepsi pengguna terhadap sistem parkir berbasis IoT dengan integrasi KTM sangat positif. Berikut beberapa hasil wawancara mendalam terhadap mahasiswa, pengelola dan pihak parkir:

Kemudahan Penggunaan : Mahasiswa merasakan sistem ini memberikan kemudahan dalam mengakses lahan parkir. Proses penyadapan KTM cepat dan efisien, mengurangi waktu tunggu dibandingkan sistem manual.

Keamanan : Pengguna merasa lebih aman karena setiap peristiwa parkir dicatat dengan benar, sehingga lebih mudah untuk mengidentifikasi masalah. Mereka juga merasa bahwa sistem ini mengurangi risiko kehilangan kendaraan dan pelanggaran peraturan parkir.

Efisiensi operasional : Staf administrasi dan petugas parkir menyadari bahwa sistem ini meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi beban administrasi dan memfasilitasi pengelolaan volume parkir. Dengan bantuan sistem otomatis, mereka dapat memeriksa ketersediaan tempat parkir secara real time dan mengambil keputusan yang lebih baik mengenai pengaturan parkir.

3.3. Analisis SWOT

Cara mudah membuat layout adalah dengan Analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) dilakukan untuk mengevaluasi penerapan sistem parkir berbasis IoT di Universitas Esa Unggul seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel SWOT

Aspek	Deskripsi
Strengths (Kekuatan)	<p>Efisiensi: Sistem ini meningkatkan parkir dengan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari tempat parkir dan proses masuk/keluar. Dengan menggunakan sistem otomatis, pengguna dapat dengan cepat menemukan tempat parkir gratis.</p> <p>Keamanan: Pencatatan otomatis setiap kejadian parkir meningkatkan keamanan dan memfasilitasi pelacakan. Data peristiwa yang direkam dapat digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan yang mencurigakan atau pelanggaran.</p> <p>Kemudahan penggunaan: Proses penyadapan KTM sederhana dan cepat, sehingga menjamin pengalaman pengguna yang baik. Pengguna hanya perlu mengetuk kartunya untuk masuk dan keluar tanpa interaksi lebih lanjut dengan petugas parkir.</p>
Weaknesses (Kelemahan)	<p>Hambatan Teknis: Mungkin ada beberapa masalah teknis seperti kesalahan pembacaan KTM dan gangguan sinyal RFID. Masalah teknis ini dapat mengganggu kelancaran pengoperasian sistem dan merusak kepercayaan pengguna terhadap sistem.</p> <p>Biaya Pemeliharaan: Memerlukan biaya pemeliharaan berkelanjutan untuk memastikan kinerja sistem yang optimal. Ini termasuk biaya perbaikan perangkat keras, pembaruan perangkat lunak, dan pelatihan staf teknis.</p>
Opportunities (Peluang)	<p>Pengembangan lebih lanjut: Kemampuan untuk mengintegrasikan sistem dengan pembayaran digital dan analisis data parkir untuk meningkatkan perencanaan kapasitas. Integrasi ini dapat memberikan kenyamanan tambahan bagi pengguna dan meningkatkan efisiensi kerja.</p> <p>Pengalaman pengguna yang lebih baik: Dengan mengembangkan fitur tambahan, seperti pemantauan parkir waktu nyata melalui aplikasi seluler, pengguna dapat memperoleh informasi yang lebih baik tentang ketersediaan parkir.</p>

Aspek	Deskripsi
Threats (Ancaman)	Masalah Keamanan Data: Potensi risiko terkait keamanan data pengguna dan integritas sistem. Sistem harus dirancang dengan baik untuk melindungi data pengguna dari akses tidak sah dan serangan dunia maya. Penolakan pengguna: Pengguna yang kurang paham dengan teknologi baru akan menolak. Beberapa pengguna mungkin merasa kesulitan beradaptasi dengan sistem baru dan lebih memilih menggunakan cara tradisional.

3.4 Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan integrasi KTM pada sistem parkir berbasis IoT di Universitas Esa Unggul berpengaruh positif terhadap efisiensi dan keamanan parkir. Berikut beberapa hasil utamanya:

Pengurangan waktu tunggu: Sistem ini berhasil mengurangi waktu yang diperlukan untuk mencari tempat parkir dan mempercepat keluar masuk tempat parkir. Hal ini memberikan keuntungan besar terutama pada jam sibuk ketika banyak kendaraan masuk dan keluar.

Peningkatan keamanan: Pencatatan otomatis setiap kejadian parkir meningkatkan keamanan dengan menyediakan informasi yang dapat digunakan untuk pelacakan dan analisis. Informasi ini membantu mengidentifikasi pola penggunaan parkir dan mendeteksi anomali.

Pengalaman pengguna: Menurut mahasiswa, akses ke tempat parkir lebih mudah dan cepat, sekaligus mengurangi beban administrasi staf administrasi dan parkir. Sistem otomatis ini mengurangi kebutuhan interaksi manual dan menyederhanakan proses parkir.

3.5 Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian mencakup beberapa aspek penting:

Efisiensi operasional: Penerapan sistem parkir berbasis IoT secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari tempat parkir dan mempercepat proses akses. Hal ini berdampak positif pada pengalaman pengguna dan fungsi kampus secara keseluruhan. Sistem ini memungkinkan pengguna dengan cepat menemukan tempat parkir yang tersedia, sehingga mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari tempat parkir.

Keamanan: Pencatatan otomatis kejadian parkir meningkatkan keselamatan dengan memberikan informasi akurat untuk pelacakan. Hal ini membantu mengurangi risiko pelanggaran data dan meningkatkan rasa aman pengguna. Dengan data kejadian yang terekam, kampus dapat dengan mudah melacak kendaraan masuk dan keluar serta mengidentifikasi potensi masalah keselamatan.

Tantangan Teknis: Meskipun sistem ini memiliki banyak keunggulan, terdapat beberapa tantangan teknis

yang harus diatasi seperti kesalahan pembacaan KTM dan gangguan sinyal RFID. Solusi teknis dan pemeliharaan rutin diperlukan untuk memastikan pengoperasian sistem yang optimal. Studi tersebut juga mengungkapkan bahwa perangkat keras tertentu mungkin memerlukan pembaruan atau patch untuk mengatasi masalah ini.

Potensi Pengembangan: Studi ini mengidentifikasi peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem pembayaran digital dan analisis data parkir untuk meningkatkan perencanaan kapasitas. Pengembangan ini dapat memberikan nilai tambah bagi pengguna dan meningkatkan efisiensi operasional. Misalnya, integrasi dengan pembayaran digital dapat memudahkan pengguna membayar biaya parkir, sementara analisis data dapat membantu kampus merencanakan kapasitas parkir berdasarkan pola penggunaan.

Penolakan Pengguna: Meskipun sebagian besar pengguna bersikap positif terhadap sistem ini, kemungkinan akan ada penolakan dari pengguna yang tidak terbiasa dengan teknologi baru. Pelatihan dan kesadaran yang baik diperlukan bagi semua pengguna untuk mendapatkan hasil maksimal dari sistem ini. Kampus dapat menyelenggarakan sesi pelatihan atau sesi informasi untuk membantu pengguna beradaptasi dengan sistem baru dan memahami manfaatnya.

4. Kesimpulan

Pengenalan sistem parkir berbasis IoT bersama Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah meningkatkan operasional parkir di Universitas Esa Unggul secara signifikan. Perjalanan ke dan dari tempat parkir lebih cepat dan menghemat waktu yang dihabiskan untuk mencari tempat parkir gratis. Sistem ini juga meningkatkan keselamatan parkir dengan mencatat setiap parkir secara otomatis. Data yang direkam dapat digunakan untuk pemantauan dan analisis, yang membantu mengurangi risiko pelanggaran data dan meningkatkan rasa aman pengguna. Pengguna, termasuk pelajar, staf administrasi, dan parkir, memiliki sikap positif terhadap sistem ini. Mereka yakin sistem ini akan memudahkan akses dan meningkatkan efisiensi dan keamanan parkir kampus. Meskipun sistem ini memiliki banyak keunggulan, masih terdapat beberapa tantangan teknis yang harus diatasi, seperti kesalahan pembacaan KTM dan gangguan sinyal RFID. Solusi teknis dan pemeliharaan rutin diperlukan untuk memastikan pengoperasian sistem yang optimal. Terdapat peluang bagus untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem pembayaran digital dan analisis data parkir untuk meningkatkan perencanaan kapasitas. Pengembangan ini dapat memberikan nilai tambah bagi pengguna dan meningkatkan efisiensi operasional. Penelitian di masa depan dapat fokus pada peningkatan teknologi yang digunakan dalam sistem parkir berbasis IoT, seperti mengembangkan algoritma yang lebih baik untuk

pembacaan KTM dan meningkatkan stabilitas sinyal RFID. Penggunaan teknologi canggih seperti pembelajaran mesin juga dapat dieksplorasi untuk memprediksi ketersediaan tempat parkir. Penelitian di masa depan dapat mengeksplorasi integrasi sistem parkir dengan platform pembayaran digital. Hal ini memudahkan pengguna dalam membayar biaya parkir serta meningkatkan kenyamanan dan efisiensi bertransaksi. Penelitian lebih lanjut dapat menganalisis data parkir yang dikumpulkan untuk memahami pola penggunaan parkir, mengidentifikasi waktu puncak, dan mengoptimalkan manajemen volume parkir. Informasi ini juga dapat digunakan dalam perencanaan pengembangan infrastruktur parkir di masa depan.

Daftar Rujukan

- [1] D. Canavese, L. Mannella, L. Regano, and C. Basile, "Security at the Edge for Resource-Limited IoT Devices," *Sensors*, vol. 24, no. 2, pp. 1–17, 2024, doi: 10.3390/s24020590.
- [2] O. S. Dosumu and S. M. Uwayo, "Modelling the adoption of Internet of things (IoT) for sustainable construction in a developing economy," *Built Environ. Proj. Asset Manag.*, vol. 13, no. 3, pp. 394–411, 2023, doi: 10.1108/BEPAM-08-2022-0123.
- [3] S. T. Mekatronika, P. Citra, and R. Pi, "Vol 5, 2023," vol. 5, pp. 1–18, 2023.
- [4] A. Dawod, D. Georgakopoulos, P. P. Jayaraman, and A. Nirmalathas, "A Survey of Techniques for Discovering, Using, and Paying for Third-Party IoT Sensors," *Sensors*, vol. 24, no. 8, p. 2539, 2024.
- [5] F. Zeng, C. Pang, and H. Tang, "Sensors on Internet of Things Systems for the Sustainable Development of Smart Cities: A Systematic Literature Review," *Sensors*, vol. 24, no. 7, 2024, doi: 10.3390/s24072074.
- [6] A. Tripathi and M. Kushwaha, "A model for evaluating the impediments to secure and trustworthy IoT environment: a software industry study," *Manag. Environ. Qual. An Int. J.*, vol. 34, no. 3, pp. 589–604, 2023, doi: 10.1108/MEQ-07-2022-0195.
- [7] E. Eslami, N. Razi, M. Lonbani, and J. Rezazadeh, "Unveiling IoT Customer Behaviour: Segmentation and Insights for Enhanced IoT-CRM Strategies: A Real Case Study," *Sensors*, vol. 24, no. 4, 2024, doi: 10.3390/s24041050.
- [8] Y. Ali, H. U. Khan, and M. Khalid, "Engineering the advances of the artificial neural networks (ANNs) for the security requirements of Internet of Things: a systematic review," *J. Big Data*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.1186/s40537-023-00805-5.
- [9] F. Arat and S. Akleylek, "Modified graph-based algorithm to analyze security threats in IoT," *PeerJ Comput. Sci.*, vol. 9, pp. 1–29, 2023, doi: 10.7717/PEERJ-CS.1743.
- [10] A. F. Gentile, D. Macri, D. L. Carni, E. Greco, and F. Lamonaca, "A Performance Analysis of Security Protocols for Distributed Measurement Systems based on Internet of Things with Constrained Hardware and Open Source Infrastructures," pp. 1–19, 2024.
- [11] D. Mohamed and O. Ismael, "Enhancement of an IoT hybrid intrusion detection system based on fog-to-cloud computing," *J. Cloud Comput.*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.1186/s13677-023-00420-y.
- [12] Z. Liu, Y. Yuan, B. Zhao, and Y. Wang, "Internet of things security evaluation mechanism based on meta attribute fluctuation," *PLoS One*, vol. 18, no. 7 July, pp. 1–15, 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0282630.
- [13] S. Iqbal, N. F. Alshammari, M. Shouran, and J. Massoud, "Smart and Sustainable Wireless Electric Vehicle Charging Strategy with Renewable Energy and Internet of Things Integration," *Sustain.*, vol. 16, no. 6, 2024, doi: 10.3390/su16062487.
- [14] S. Asodekar, S. Shinde, N. Dubey, N. Mumbai, N. Mumbai, and I. Introduction, "Parking Management System - (A GUI Based Interface)," vol. 8, no. 4, pp. 87–91, 2024.
- [15] A. G. Jaafar, S. A. Ismail, A. Habir, K. A. Z. Ariffin, and O. M. Yusop, "A Raise of Security Concern in IoT Devices: Measuring IoT Security Through Penetration Testing Framework," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 15, no. 5, pp. 676–691, 2024, doi: 10.14569/ijacsa.2024.0150568.
- [16] Achmad Solechan, Jarot Dian Susatyo, Toni Wijanarko AP., and Febryantahanuji Febryantahanuji, "PELUANG BISNIS PADA PENERAPAN INDUSTRIAL INTERNET OF THING (IIoT)," *J. Publ. Ilmu Komput. dan Multimed.*, vol. 1, no. 3, pp. 259–268, 2022, doi: 10.55606/jupikom.v1i3.784.
- [17] H. M. Rai, Atik-Ur-Rehman, A. Pal, S. Mishra, and K. K. Shukla, "Use of Internet of Things in the context of execution of smart city applications: a review," *Discov. Internet Things*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.1007/s43926-023-00037-2.
- [18] M. Saad, S. A. Haidery, A. Bhandari, M. R. Bhutta, D. J. Park, and T. S. Chung, "An Efficient Privacy and Anonymity Setup on Hyperledger Fabric for Blockchain-Enabled Internet of Things (IoT) Devices," *Electron.*, vol. 13, no. 13, 2024, doi: 10.3390/electronics13132652.
- [19] M. A. K. Raiaan, N. M. Fahad, S. Chowdhury, D. Sutradhar, S. S. Mihad, and M. M. Islam, "IoT-Based Object-Detection System to Safeguard Endangered Animals and Bolster Agricultural Farm Security," *Futur. Internet*, vol. 15, no. 12, 2023, doi: 10.3390/fi15120372.
- [20] N. Monios, N. Peladarinos, V. Cheimaras, P. Papageorgas, and D. D. Piromalis, "A Thorough Review and Comparison of Commercial and Open-Source IoT Platforms for Smart City Applications," *Electron.*, vol. 13, no. 8, 2024, doi: 10.3390/electronics13081465.