



Application of RFID Technology in Automatic Parking Management to Enhance User Comfort in Parking

Penerapan Teknologi RFID dalam Pengelolaan Parkir Otomatis untuk Peningkatan Kenyamanan Pengguna Parkir

Ananda Asmoro Dewa^{1*}, S. Samsugi², Styawati³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,
Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

E-Mail: ¹ananda_asmoro_dewa@teknokrat.ac.id, ²samsugi@teknokrat.ac.id,
³styawati@teknokrat.ac.id

Received Jul 19th 2024; Revised Aug 25th 2024; Accepted Sept 10th 2024
Corresponding Author: Ananda Asmoro Dewa

Abstract

This research aims to implement an automatic parking gate system using Radio Frequency Identification (RFID) technology. The system is expected to reduce congestion in queues previously managed manually with ticket reading or manual payments. The study develops and tests an automatic parking gate system using RFID to optimize its performance. Testing involves comparing two different conditions of automatic parking gates: RFID and ticket-based systems. This comparison is conducted to determine the time difference required between RFID and ticket systems at automatic parking gates. The tests demonstrate that the average time needed to open the automatic parking gate at the entrance using RFID is 4.2 seconds compared to 7 seconds with tickets, which is 2.8 seconds faster. Similarly, the average time required to open the automatic parking gate at the exit using RFID is 7.1 seconds compared to 12.9 seconds with tickets, which is 5.8 seconds faster. The research findings indicate that RFID usage is faster compared to ticket-based systems.

Keyword: Automatic Parking, ESP 32, Parking Management, RFID, User Convenience

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengimplementasikan sistem palang parkir otomatis menggunakan Radio Frequency Identification (RFID). Sistem ini diharapkan dapat mengurangi durasi waktu dalam antrian yang sebelumnya masih menggunakan pembacaan manual tiket atau pembayaran yang manual. Penelitian mengembangkan dan menguji sistem palang parkir otomatis menggunakan RFID agar lebih optimal. Pengujian dengan membandingkan dua kondisi berbedapada palang parkir otomatis yaitu menggunakan RFID dan menggunakan Tiket, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan berapa waktu yang diperlukan ketika menggunakan RFID dan Tiket pada palang parkir otomatis. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan. Pengujian ini menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang diperlukan untuk membuka palang parkir otomatis pada pintu masuk menggunakan RFID adalah 4,2 detik dibandingkan menggunakan tiket yang membutuhkan waktu 7 detik yang dimana 2,8 detik lebih cepat, dan rata-rata waktu yang diperlukan untuk membuka palang parkir otomatis pada pintu keluar menggunakan RFID adalah 7,1 detik dibandingkan menggunakan tiket yang membutuhkan waktu 12,9 detik yang dimana 5,8 detik lebih cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan RFID lebih cepat dibanding menggunakan Tiket.

Kata Kunci: ESP 32, Kenyamanan Pengguna Parkir, Parkir Otomatis, Pengelolaan Parkir, RFID

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini, teknologi telah mengalami perkembangan pesat dengan munculnya berbagai inovasi baru [1]. Seiring dengan kemajuan tersebut, teknologi informasi sekarang dapat diakses dengan lebih mudah dari berbagai penjuru dunia [2]. Dengan adanya sistem internasional, informasi dari berbagai negara dapat diakses dengan cepat dan mudah. Kemajuan teknologi ini memberikan kenyamanan yang lebih besar, terutama dalam bidang komunikasi [3]. Teknologi telah menyederhanakan dan memperluas interaksi. Secara umum, penggunaan teknologi informasi dan komunikasi sangat penting untuk meningkatkan kemudahan pekerjaan manusia lebih efisien dan cepat [4].

Seiring dengan kemajuan teknologi, berbagai penelitian dilakukan di berbagai bidang. Contohnya adalah penelitian yang memanfaatkan sensor untuk mendeteksi atau mengukur kebutuhan dari sistem yang sedang dirancang [5]. Data yang diperoleh dari deteksi atau pengukuran sensor-sensor ini kemudian digabungkan untuk membentuk sistem pemantauan dan kontrol [6]. Salah satu penerapan teknologi ini adalah sistem parkir otomatis yang memanfaatkan teknologi canggih untuk mengelola akses ke area parkir [7]. Kemajuan teknologi telah menghadirkan solusi-solusi inovatif dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan lahan parkir. Salah satu solusi teknologi yang dapat diterapkan adalah sistem parkir otomatis, yang dirancang untuk mengurangi antrian panjang yang terjadi akibat penggunaan tiket atau pembayaran manual, sehingga mempercepat proses di pintu masuk dan keluar [8].

Tempat parkir dan sistem parkir merupakan komponen yang saling terkait dalam layanan sebuah gedung perkantoran, mal, rumah sakit, bandara, dan hotel. Masih sering terjadi antrian di lokasi-lokasi ini, terutama karena penggunaan sistem tiket parkir pada pintu masuk dan keluar [9]. Keberadaan sistem parkir yang efisien memberikan kenyamanan bagi pengguna tempat umum yang dipakai oleh banyak orang, dikarenakan masih adanya penggunaan tiket parkir yang memerlukan waktu untuk mencetak, mengambil dan memvalidasi tiket tersebut, yang seringkali membuat ketidaknyamanan bagi pengguna parkir yang sedang terburu – buru [10].

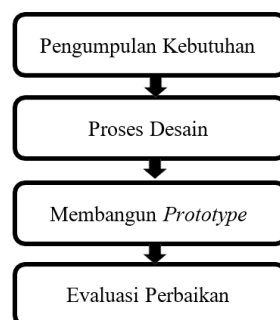
Terkait dengan permasalahan tersebut sudah dilakukan penelitian oleh I Gusti Ngurah Agung Dwipayana, Augustinus Bayu Primawan (2022). Hasil dari penelitian ini adalah Pada percobaan pertama Radio Frequency Identification (RFID) *reader* mampu membaca atau mendeteksi tag 2 dengan jarak diantaranya 1 meter sampai 7 meter. Kemudian pada percobaan kedua RFID *reader* mampu mendeteksi atau membaca tag 2 dengan jarak diantaranya 1 meter hingga 6 meter. Selanjutnya pada percobaan ketiga RFID *reader* mampu mendeteksi atau melakukan pembacaan terhadap tag dengan jarak 1 meter sampai dengan 6,5 meter [11].

Selanjutnya Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Afrizal Zein (2023) [12]. Hasil dari penelitian ini adalah kontroler utamanya adalah Arduino sedangkan Light Emitting Diode (LED) berfungsi sebagai penanda status keadaan pintu, dimana apabila LED merah berarti palang 10 pintu tertutup dan jika biru palang pintu terbuka. RFID sebagai *reader* yang terhubung ke arduino, Micro Servo berfungsi sebagai penggerak palang pintu dan I2C LCD sebagai tampilan untuk mempermudah pengguna.

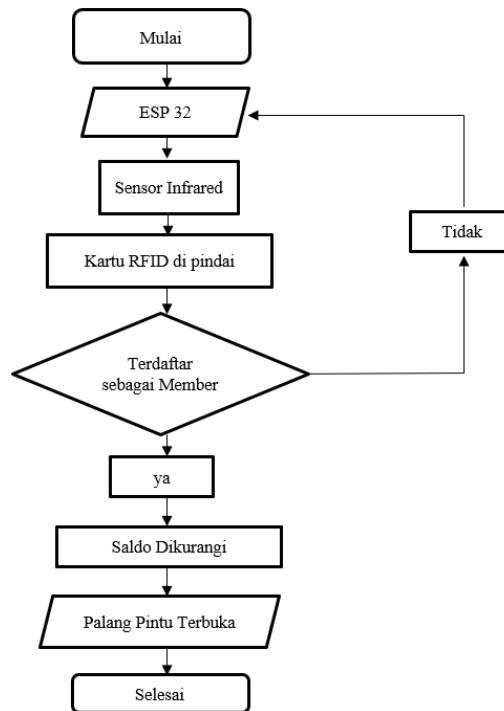
Untuk itu akan dikembangkan suatu teknologi RFID yang dapat mengidentifikasi pengguna parkir secara otomatis yang berbasis IoT. Dengan Sistem yang berbasis Internet of Things memudahkan antar perangkat elektronika, sensor dan sistem lainnya agar dapat "Tersambung antar perangkat melalui jaringan internet, mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali utama yang sebelumnya menggunakan Arduino uno akan dikembangkan dengan menggunakan ESP 32. Penambahan sensor infrared agar dapat mendeteksi apakah ada kendaraan atau tidak di depan palang parkir sebelum memasuki area parkir. Pendaftaran member pada kartu RFID dapat dilakukan pada website agar dapat lebih mempermudah, apabila kartu RFID sudah terdaftar maka palang parkir akan otomatis terbuka untuk masuk ke area parkir dan untuk keluar dari area parkir membutuhkan saldo yang cukup dengan ditambahkannya sistem pembayaran, yang dimana untuk melakukan penambahan saldo dengan melakukan top up saldo yang Masih dilakukan secara manual yaitu dengan membayar kepada petugas parkir yang berada di pintu keluar. Diharapkan dengan perancangan sistem ini mampu membantu mengurangi waktu pada pintu masuk dan keluar [13].

2. METODELOGI PENELITIAN

Metode *prototype* yang digunakan oleh penulis melibatkan serangkaian langkah sistematis untuk merancang, membangun, dan menguji sistem palang parkir otomatis menggunakan RFID [14], [15]. Pendekatan ini memiliki tujuan untuk mengatasi masalah kemacetan pada pintu masuk dan keluar dalam pengelolaan di tempat parkir yang mempengaruhi kenyamanan pengguna tempat parkir. Dengan Menyatukan beberapa komponen elektronik memiliki tujuan untuk mengembangkan sebuah *prototype* yang mampu secara otomatis membuka palang parkir secara otomatis menggunakan RFID. Metode ini memungkinkan literasi dan perbaikan berkelanjutan, sehingga dapat menghasilkan sistem yang siap untuk diuji dalam kondisi nyata.



Gambar 1. Tahapan *Prototype*



Gambar 2. Flowchart Metodologi

Untuk cara kerja sistem diatas, sensor infared akan mendeteksi apakah ada atau tidak kendaraan di depan palang parkir, lalu pengguna akan menempelkan kartu RFID pada tag yang telah tersedia, apabila sudah terdaftar sebagai member maka Liquid Crystal Display (LCD) I2C akan memberikan info dan palang parkir akan terbuka, namun jika belum terdaftar maka LCD I2C akan memberikan info dan palang parkir tidak akan terbuka, palang pintu akan otomatis tertutup apabila kendaraan sudah melewatinya, apabila kendaraan ingin keluar maka harus menempelkan kartu RFID pada tag yang telah tersedia, apabila memiliki saldo yang cukup maka palang parkir akan terbuka namun apabila saldo tidak mencukupi palang parkir tidak akan terbuka dan LCD I2C akan memberikan info bahwa saldo tidak cukup.

2.1. Pengumpulan Kebutuhan

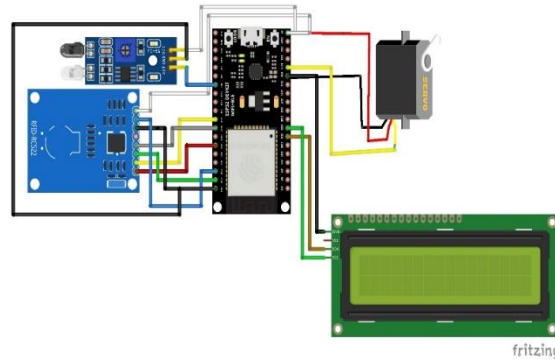
Pengumpulan kebutuhan yang akan dipakai untuk membuat suatu sistem, alat dan bahan yang digunakan untuk membuat sistem “Penerapan Teknologi RFID dalam pengelolaan parkir otomatis untuk peningkatan kenyamanan pengguna parkir”. Sistem ini akan menyambungkan beberapa komponen seperti Mikrokontroler ESP 32, RFID Reader, Sensor Infrared, Motor Servo, LCD I2C, kabel jumper dan ESP Expansion. Semua komponen ini telah dipilih untuk dapat memastikan kompatibilitas dan kinerja yang berjalan secara optimal [16], [17],[18].

Tabel 1. Pengumpulan alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Deskripsi
ESP 32	Berfungsi sebagai erfungsi sebagai mikrokontroleryang dapat mengatur sensor IR, RFID Reader, Servo, dan LCD I2C dapat berjalandengan baik.
RFID Reader	Berfungsi membaca kartu RFID agar membuka palang parkir, apabila RFID sudah terdaftar maka palang parkir akan terbuka, namun apabila belum terdaftar maka palang parkir tidak akan terbuka.
Sensor Infrared	Berfungsi sebagai untuk mengetahui apakah ada kendaraan di depan palang parkir atau tidak.
Motor Servo	Berfungsi untuk membuka dan menutup palangparkir secara otomatis.
LCD I2C	Berfungsi untuk memberikan informasi mengenai member terdaftar atau tidak, saldo mencukupi atautidak, dan informasi lainnya.
Kabel Jumper	Berfungsi untuk menghubungkan antara komponen satu terhadap komponen yang lainnya.
ESP Expansion	Berfungsi untuk menambahkan pin yang terbatas pada esp32.

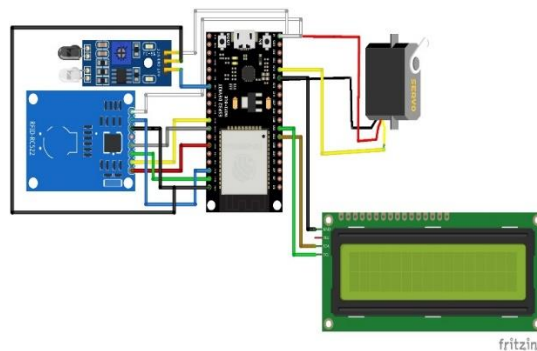
2.2. Proses Desain

Dalam membangun desain sistem palang parkir otomatis menggunakan RFID, diperlukan beberapa komponen utama yang saling tersambung untuk memastikan kegunaan fungsinya [19], [20], [21]. Gambar di bawah ini menunjukkan skema rangkaian yang saling tersambung antara Mikrokontroler ESP 32, RFID Reader, Sensor Infrared, Motor Servo, LCD I2C, kabel jumper dan ESP Expansion yang berada di pintu masuk dan keluar. Komponen-komponen ini disambungkan berdasarkan kegunaan fungsinya untuk membuka palang parkir secara otomatis.



Gambar 3. Rangkain Skematik Pintu masuk

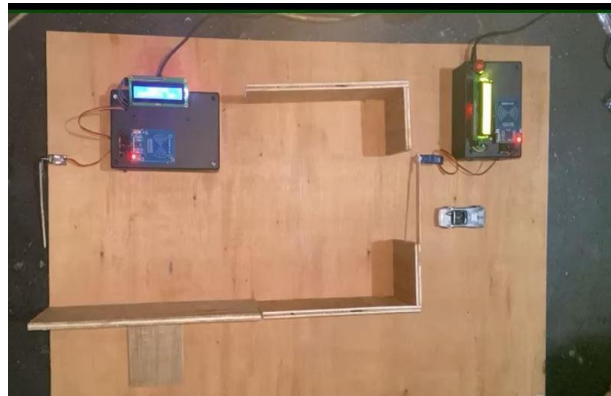
RFID Reader tersambung ke ESP 32 dengan pin SDA tersambung ke pin D21, pin SCK tersambung ke pin D18, pin MOSI tersambung ke pin D23, pin MISO tersambung ke pin D19, pin RST tersambung ke pin D22, pin GND tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke pin 5V, untuk dapat membaca Kartu RFID yang di tempelkan pada RFID Reader. Sensor Infrared tersambung ke ESP32 dengan pin OUT yang tersambung ke pin D4, pin GND yang tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke 5V, untuk mengetahui apakah ada kendaraan di depan palang parkir atau tidak, Motor Servo tersambung ke ESP32 dengan pin OUT yang tersambung ke pin D13, pin GND yang tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke 5V, untuk membuka dan menutup palang parkir secara otomatis. LCD I2C tersambung ke ESP32 dengan pin SDA yang tersambung ke pin D32, pin SCL yang tersambung D33, pin GND yang tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke 5V. untuk memberikan informasi mengenai member terdaftar atau tidak, saldo mencukupi atau tidak, dan informasi lainnya. Kabel Jumper Berfungsi untuk menyambungkan antara komponen satu terhadap komponen yang lainnya.



Gambar 4. Rangkain Skematik Pintu keluar

RFID Reader tersambung ke ESP 32 dengan pin SDA tersambung ke pin D21, pin SCK tersambung ke pin D18, pin MOSI tersambung ke pin D23, pin MISO tersambung ke pin D19, pin RST tersambung ke pin D22, pin GND tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke pin 5V, untuk dapat membaca Kartu RFID yang di tempelkan pada RFID Reader. Sensor Infrared tersambung ke ESP32 dengan pin OUT yang tersambung ke pin D4, pin GND yang tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke 5V, untuk mengetahui apakah ada kendaraan di depan palang parkir atau tidak, Motor Servo tersambung ke ESP32 dengan pin OUT yang tersambung ke pin D13, pin GND yang tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke 5V, untuk membuka dan menutup palang parkir secara otomatis. LCD I2C tersambung ke ESP32 dengan pin SDA yang tersambung ke pin D32, pin SCL yang tersambung D33, pin GND yang tersambung ke pin GND, pin VCC tersambung ke 5V. untuk memberikan informasi mengenai member terdaftar atau tidak, saldo mencukupi atau tidak, dan informasi lainnya. Kabel Jumper Berfungsi untuk menghubungkan antara komponen satu terhadap komponen yang lainnya.

2.3. Membangun Prototype



Gambar 4. Proses Desain

Membangun Prototype melibatkan beberapa tahap penting untuk keberhasilan sistem palang parkir otomatis menggunakan RFID bagi kenyamanan pengguna parkir, mempertimbangkan beberapa seperti ukuran dimensi fisik, pengaturan letak komponen dan efisiensi operasional, gambar di atas menunjukkan alat yang telah dibuat yang terdiri kontak control pada pintu masuk dan pintu keluar dan struktur peyangga atau alas triplek yang digunakan. Dimensi alat ini yang mempunyai alas triplek dengan ketebalan 1 cm, panjang 70 cm dan lebar 60 cm, mengukur dengan lahan yang parkir yang digunakan dengan panjang 22 cm dan lebar 30 cm. alas dibuat dari bahan yang kokoh dan tahan terhadap tekanan, dirancang untuk menahan berat kontrak control yang berisi berbagai macam komponen. Struktur ini stabilitas dan kemandirian alat dari berbagai kondisi lingkungan, kotak kontrol pada pintu masuk memiliki dimensi dengan panjang 12 cm lebar 9 cm dan tinggi 5 cm, kotak kontrol ini diposisikan di pintu masuk sebelum palang parkir, kotak kontrol ini berisikan komponen seperti Mikrokontroler ESP32, RFID Reader, Sensor Infrared, LCD I2C, ESP Expansion, sedangkan kontrol parkir pada pintu keluar memiliki dimensi dengan panjang 15 cm lebar 10 cm tinggi 5 cm, kotak kontrol ini di posisikan di pintu keluar sebelum palang parkir, kotak kontrol ini berisikan komponen seperti ESP32, RFID Reader, Sensor Infrared, LCD I2C, ESP Expansion. Kotak kontrol ini memiliki ukuran dimensi yang mencukupi untuk menampung berbagai komponen dengan rapi dan terlindung dari gangguan luar, servo dipasang sesudah kotak kontrol agar dapat memastikan bahwa RFID telah terintegrasi dengan benar sehingga dapat membuka palang parkir secara otomatis. Semua kabel dan konektor telah dirancang dengan baik agar dapat meminimalisir kerusakan seperti kehilangan daya, terjadinya korsleting antar komponen dan memastikan koneksi yang stabil antar komponen.

2.4. Evaluasi dan Perbaikan

Tahap yang terakhir yaitu melibatkan bagaimana evaluasi pada sistem dan prototype yang telah dibuat. Data dari kendaraan yang masuk dan keluar dikumpulkan dan dianalisis untuk menilai keberhasilan dalam sistem, evaluasi serta perbaikan dapat dilakukan agar mengoptimalkan kinerja sistem. "Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai harapan dalam mengurangi antrian di pintu masuk dan keluar, serta meningkatkan keamanan bagi pengguna parkir." Setiap tahap di dalam penelitian ini dirancang untuk memastikan bahwa prototype yang dihasilkan tidak hanya berfungsi dengan sesuai yang diinginkan akan tetapi efektif dalam mencapai tujuan penelitian yaitu membuka palang parkir dengan otomatis menggunakan RFID dan meningkatkan keamanan bagi para pengguna parkir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Palang Parkir Otomatis menggunakan RFID

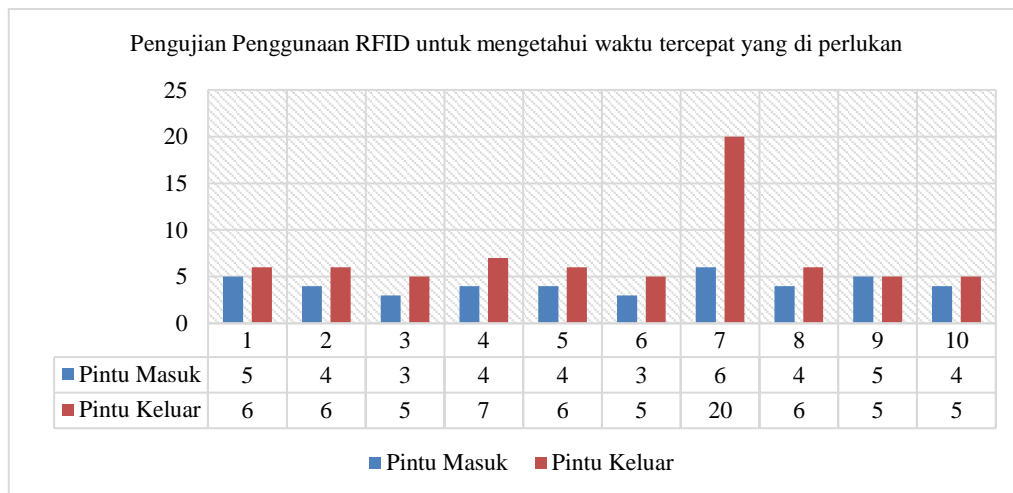
Dilakukan pengujian dengan membandingkan dua kondisi berbeda pada palang parkir otomatis yaitu menggunakan RFID dan menggunakan Tiket, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan berapa waktu yang diperlukan ketika menggunakan RFID dan Ticket pada palang parkir otomatis.

Tabel 1. Pengujian Penggunaan RFID untuk mengetahui waktu tercepat yang di perlukan

	Pengujian RFID	Pintu Masuk	Pintu Keluar
1	1	5 Detik	6 Detik
2	2	4 Detik	6 Detik
3	3	3 Detik	5 Detik
4	4	4 Detik	7 Detik
5	5	4 Detik	6 Detik

	Pengujian RFID	Pintu Masuk	Pintu Keluar
6	6	3 Detik	5 Detik
7	7	6 Detik	20 Detik
8	8	4 Detik	6 Detik
9	9	5 Detik	5 Detik
10	10	4 Detik	5 Detik
Rata - Rata		4,2 Detik	7,1 Detik

Dapat dilihat pada table 1 diatas bahwa rata-rata waktu yang diperlukan RFID untuk membuka palang parkir pada pintu masuk adalah 4,2 detik, sedangkan waktu yang diperlukan RFID untuk membuka palang parkir pada pintu keluar adalah 7,2 detik dapat dilihat pada gambar 5.



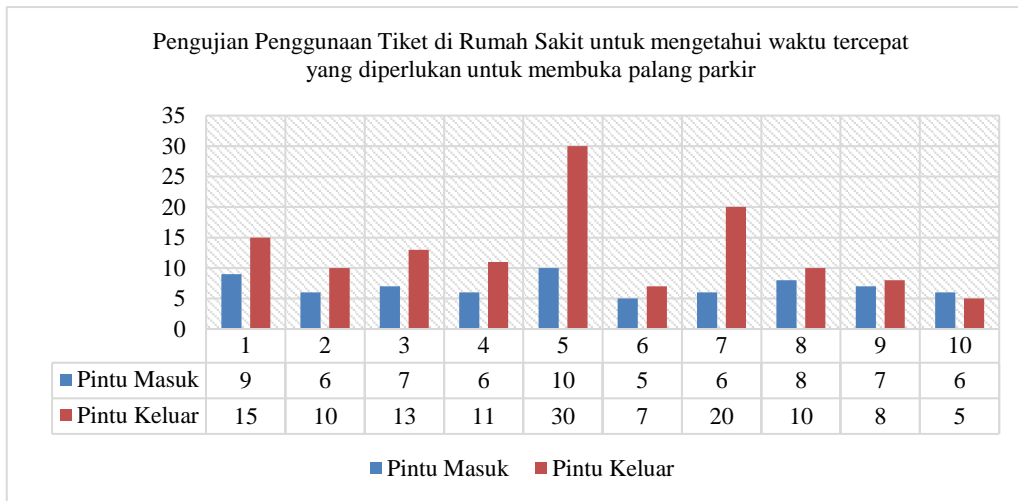
Gambar 5. Pengujian Penggunaan RFID untuk mengetahui waktu tercepat yang di perlukan

Tabel 2. Pengujian Penggunaan Tiket di Rumah Sakit untuk mengetahui waktu tercepat yang diperlukan untuk membuka palang parkir

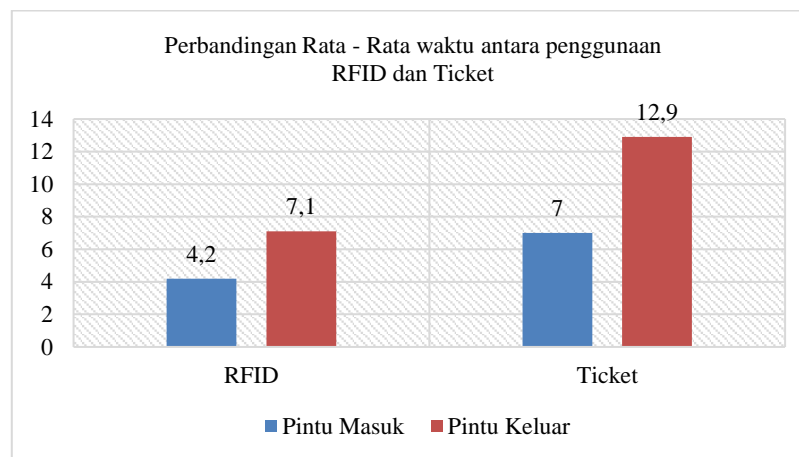
No	Pengujian Ticket	Pintu Masuk	Pintu Keluar
1	Uji 1	9 Detik	15 Detik
2	Uji 2	6 Detik	10 Detik
3	Uji 3	7 Detik	13 Detik
4	Uji 4	6 Detik	11 Detik
5	Uji 5	10 Detik	30 Detik
6	Uji 6	5 Detik	7 Detik
7	Uji 7	6 Detik	20 Detik
8	Uji 8	8 Detik	10 Detik
9	Uji 9	7 Detik	8 Detik
10	Uji 10	6 Detik	5 Detik
Rata - Rata		7 Detik	12,9 Detik

Dapat dilihat pada table 2 bahwa rata-rata waktu yang diperlukan dalam penggunaan tiket untuk membuka palang parkir pada pintu masuk adalah 7 detik, sedangkan waktu yang diperlukan dalam penggunaan tiket untuk membuka palang parkir pada pintu keluar adalah 12,9 detik pada gambar 6.

Dapat dilihat pada tabel 1 dapat dilihat bahwa pengujian kartu RFID memerlukan rata-rata waktu 4,2 detik untuk membuka palang parkir pada pintu masuk dan 7,1 detik untuk pintu keluar. Adapun, rata-rata ini di dapat dari 10 kali uji coba dalam waktu yang berdekatan. Dapat dilihat pada tabel 2 bahwa pengujian kartu tiket memerlukan rata-rata waktu 7 detik untuk membuka palang parkir pada pintu masuk dan 12,9 detik untuk pintu keluar. Adapun, rata-rata ini di dapat dari 10 kali uji coba dalam waktu yang berdekatan. Dapat dilihat perbandingan rata-rata waktu untuk membuka palang parkir pada pintu masuk menghemat waktu 2,8 detik lebih cepat menggunakan RFID dibandingkan dengan tiket yang menggunakan sistem manual. Sedangkan, perbandingan rata-rata waktu untuk membuka palang parkir pada pintu keluar menghemat waktu 5,8 detik lebih cepat menggunakan RFID dibandingkan dengan tiket yang menggunakan sistem manual pada gambar 7.



Gambar 6. Penguujian Penggunaan Tiket di Rumah Sakit untuk mengetahui waktu tercepat yang diperlukan untuk membuka palang parkir



Gambar 7. Perbandingan Rata - Rata waktu antara penggunaan RFID dan Ticket

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada penjelasan yang telah disampaikan di atas, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem palang parkir otomatis dengan menggunakan RFID dapat mempermudah petugas parkir dalam mengelola kendaraan yang masuk dan keluar dari area parkir. Keunggulan dari sistem ini adalah dapat lebih cepat dalam antrian yang sebelumnya masih menggunakan pembacaan manual tiket atau pembayaran yang manual. Penguujian ini menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang diperlukan untuk membuka palang parkir otomatis pada pintu masuk menggunakan RFID adalah 4,2 detik dibandingkan menggunakan ticket yang membutuhkan waktu 7 detik yang dimana 2,8 detik lebih cepat, dan rata-rata waktu yang diperlukan untuk membuka palang parkir otomatis pada pintu keluar menggunakan RFID adalah 7,1 detik dibandingkan menggunakan ticket yang membutuhkan waktu 12,9 detik yang dimana 5,8 detik lebih cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggunakan RFID lebih cepat dibanding menggunakan Ticket.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Teknokrat Indonesia yang telah mendukung dan memberikan fasilitas yang mendukung untuk penulis menyelesaikan karya ilmiah ini, serta bapak/ibu dosen pembimbing yang telah membimbing dan membantu sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik

REFERENSI

- [1] C. Biyik *et al.*, “smart cities Smart Parking Systems : Reviewing the Literature , Architecture and Ways Forward,” pp. 623–642, 2021.
- [2] N. Vincent, A. B. Primawan, P. Studi, T. Elektro, U. S. Dharma, and R. Pi, “ID : 16 Sistem Informasi Parkir Pintar berbasis Web dan IoT Web and IoT-based Smart Parking Information System,” no. November 2020, pp. 101–112.

- [3] J. J. Barriga, J. Sulca, A. Ulloa, D. Portero, and S. G. Yoo, "applied sciences A Smart Parking Solution Architecture Based on LoRaWAN and Kubernetes," 2020.
- [4] A. M. Id, S. Kristen-antonow, and M. Paulus, "A question of morals? The role of moral identity in support of the youth climate movement Fridays4Future," pp. 1–16, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0248353.
- [5] I. Winarsih and R. Mahendra, "Sistem Parkir Otomatis Menggunakan Rfid Berbasis Mikrokontroler At 89S51," vol. 8, pp. 1–9, 2009.
- [6] F. Tannujaya, F. Hasanah, and A. Tio, "Design and Realization of Parking System Prototype Using RFID Based Microcontroller with Reservation Service via Website for Four-wheel Vehicle," vol. 207, no. Issat, pp. 444–450, 2021.
- [7] Y. Maskurdianto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontroling Parkir Bertingkat Otomatis Berbasis Arduino Dengan Implementasi Internet Of Think (IoT)," vol. 3, no. 2, 2019.
- [8] A. Adwindean and A. Sofwan, "Perancangan Aplikasi Antarmuka Smart Open Parking Berbasis Perancangan Aplikasi Antarmuka Smart Open Parking Berbasis Internet Of Things (Iot) Pada Perangkat Android," no. May, 2023, doi: 10.14710/transient.7.3.803-810.
- [9] T. E. S *et al.*, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE REBSERVASI PARKING," no. 1, pp. 52–62, 2023.
- [10] V. N. Sulistyawan, N. A. Salim, F. G. Abas, and N. Aulia, "Parking Tracking System Using Ultrasonic Sensor HC-SR04 and NODEMCU ESP8266 Based IoT," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1203, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1203/1/012028.
- [11] I. G. Ngurah, A. Dwipayana, and A. B. Primawan, "Prototipe Sistem Parkir Dengan Rfid Long Range Berbasis Arduino Uno R3 Parking System Prototype With Rfid Long Range Based On Arduino," vol. 4, no. 1, pp. 355–364, 2022.
- [12] A. Zein, "Pengelolaan Sistem Parkir Dengan Menggunakan Long Range RFID Reader Berbasis Arduino Uno," *J. Ilmu Komput. JIK*, vol. 6, no. 2, pp. 32–37, 2023.
- [13] S. Yudha, Y. Rahmanto, and S. Styawati, "Implementasi Teknologi Berbasis Web untuk Efisiensi Waktu Pencarian Lahan Parkir," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 614–622, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i2.1269.
- [14] M. R. Ramadhan, R. K. Lesmana, F. S. Siregar, and R. Ridho, "Rancangan Teknologi RFID Gerbang Parkir Pada UINSU Medan," vol. 3, no. 1, pp. 12–18, 2023.
- [15] I. S. Tionadi and T. Fatimah, "Prototype Sistem Monitoring Ketersediaan Slot Parkir Khusus Member Pada Rain Gym Members-Only Parking Slots At Rain Gym," vol. 3, no. April, pp. 152–161, 2024.
- [16] S. A. Syarif, "Simulasi Implementasi Rfid Pada Sistem Parkir Motor (Studi Kasus : Fakultas Teknik Univ . Muhammadiyah Jakarta)," vol. 5, no. 2, pp. 1240–1254, 2022.
- [17] R. Sutanty, P. Konsep, P. Menggunakan, and K. Tanda, "Perancangan Konsep Parkir Menggunakan Kartu Tanda Mahasiswa (Ktm) Berbasis Qr Code Pada Universitas Medan Area Skripsi Oleh : Ratih Sutanty Fakultas Teknik Perancangan Konsep Parkir Menggunakan Kartu Tanda Mahasiswa (Ktm) Berbasis Qr Code Pada Unvers," 2024.
- [18] N. Anggraini *et al.*, "Smart Parking System Menggunakan Ultra High Frequency RFID Dengan Progressive Web Apps (PWAs)," no. 95, pp. 153–162, 2023.
- [19] A. Istiqlal, M. Taufan, A. Zaen, and W. W. Pratama, "Prototype Smart Parking Berbasis IoT," vol. 5, no. 2, 2023.
- [20] S. E. Anjarwani, H. I. Illina, and N. Agitha, "Sistem Informasi Daya Tampung Area Parkir Pada Pusat Perbelanjaan Untuk Meningkatkan Layanan Penggunaan Parkir (Studi Kasus: Lombok Epicentrum Mall)," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.29303/jcosine.v6i1.284.
- [21] A. P. Prakoso, W. Pisen, D. Bisono, D. B. Saefudin, A. Fudholi, and F. N. Rohman, "Comparative Study on NACA-9405, NACA-9503 and NACA-9506 Airfoil Profiled Blade Open-Channel Flow Cross-Flow Turbine," *Public Research Journal of Engineering, Data Technology and Computer Science*, vol. 1, no. 1, pp. 10–19, Jul. 2023, doi: 10.57152/predatecs.v1i1.833.