



Perancangan Sistem E-Parking Berbasis Arduino dengan Kartu RFID

Muhammad Ferdi Herdiansyah*, Muhtajuddin Danny, Retno Fitri Astuti

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi

Jl. Inspeksi Kalimalang No.9, Cibatu, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

Email: ^{1,*}mferdiherdiansyah25@gmail.com, ²muhtajuddin.danny@pelitabangsa.ac.id, ³retnofitriastuti13@pelitabangsa.ac.id

Email Penulis Korespondensi: mferdiherdiansyah25@gmail.com

Submitted: 18/12/2024; Accepted: 04/01/2025; Published: 05/01/2025

Abstrak—Keamanan dan efisiensi manajemen parkir merupakan aspek krusial dalam operasional perusahaan dan institusi pendidikan. Di Universitas Pelita Bangsa, sistem parkir konvensional masih menggunakan metode manual dan karcis berbasis kertas, yang tidak efisien serta berpotensi menimbulkan masalah keamanan. Selain itu, kurangnya integrasi antara sistem parkir dan identifikasi kendaraan menambah risiko pencurian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem parkir berbasis RFID yang dapat diakses menggunakan Kartu Tanda Mahasiswa. Sistem ini menggunakan RFID pada frekuensi rendah untuk memastikan keamanan dan akurasi identifikasi kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem RFID mampu menggantikan metode konvensional secara efisien, mengurangi penggunaan kertas, dan meningkatkan kecepatan akses parkir. Sistem ini juga terintegrasi dengan basis data mahasiswa, memungkinkan kontrol akses yang lebih baik dan pencatatan kendaraan secara otomatis. Implementasi sistem di area parkir Universitas Pelita Bangsa tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga pengalaman pengguna, dengan proses pembayaran yang lebih cepat dan manajemen data kendaraan yang terstruktur. Diharapkan, sistem ini dapat menjadi solusi inovatif yang dapat diterapkan di berbagai institusi untuk menghadapi tantangan keamanan dan efisiensi parkir di era digital.

Kata Kunci: E-Parkir; Arduino; RFID; Universitas Pelita Bangsa; Black Box Testing

Abstract—Security and efficiency of parking management are crucial aspects in the operations of companies and educational institutions. At Pelita Bangsa University, the conventional parking system still uses manual methods and paper-based tickets, which is inefficient and potentially creates security issues. In addition, the lack of integration between the parking system and vehicle identification increases the risk of theft. This research aims to design an RFID-based parking system that can be accessed using a Student Identity Card. The system uses RFID at low frequencies to ensure the security and accuracy of vehicle identification. The results show that the RFID system is able to efficiently replace conventional methods, reduce paper usage, and increase parking access speed. The system is also integrated with the student database, enabling better access control and automatic recording of vehicles. The implementation of the system in Pelita Bangsa University's parking area not only improves security but also user experience, with a faster payment process and structured vehicle data management. Hopefully, this system can be an innovative solution that can be applied in various institutions to face the challenges of parking security and efficiency in the digital age.

Keywords: E-Parkir; Arduino; RFID; Pelita Bangsa University; Black Box Testing

1. PENDAHULUAN

Teknologi yang terus berkembang telah memengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam pengelolaan parkir. Salah satu teknologi yang semakin populer adalah Internet of Things (IoT), yang memungkinkan objek fisik untuk saling terhubung melalui jaringan internet [1]. IoT memiliki banyak aplikasi, seperti dalam sistem berbasis drone, layanan kesehatan, manajemen energi, hingga sistem parkir [2]. Dalam konteks sistem parkir, teknologi IoT memungkinkan pengelolaan parkir menjadi lebih efisien [3], termasuk identifikasi kendaraan dan tampilan data secara real-time [4]. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa transformasi fundamental pada berbagai sektor, dengan IoT menjadi salah satu inovasi paling signifikan. IoT bukan lagi sekadar konsep futuristik, melainkan telah menjadi realitas yang mengubah cara manusia berinteraksi dengan lingkungannya. Aplikasi IoT saat ini meluas ke berbagai bidang, termasuk sistem keamanan, manajemen energi, hingga infrastruktur perkotaan yang kompleks. Perguruan tinggi modern juga mulai mengadopsi teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi operasional mereka, salah satunya dalam pengelolaan area parkir. Sistem parkir berbasis IoT mampu mengatur lalu lintas kendaraan masuk dan keluar, mengevaluasi kapasitas parkir berdasarkan jumlah kendaraan, serta memberikan informasi lokasi kendaraan yang diparkir [5]. Selain itu, sistem ini dapat membantu mencegah permasalahan seperti pencurian kendaraan karena setiap kendaraan yang masuk dan keluar tercatat dengan baik.

Universitas Pelita Bangsa (UPB) saat ini masih menggunakan sistem parkir konvensional berbasis karcis kertas dan pembayaran tunai. Sistem ini menimbulkan berbagai masalah, termasuk antrean panjang akibat proses manual, penggunaan kertas yang tidak ramah lingkungan, serta risiko kehilangan kendaraan karena minimnya pencatatan data digital. Area parkir UPB terdiri dari dua lokasi utama, yakni area depan gedung utama untuk rektor, dosen, dan karyawan, serta area samping kantin untuk mahasiswa dan tamu. Sistem manual ini menyebabkan efisiensi operasional rendah, terutama pada jam-jam sibuk ketika terjadi penumpukan kendaraan. Sistem ini membutuhkan pembaruan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan operasional parkir di UPB. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem parkir berbasis IoT yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan Universitas Pelita Bangsa. Sistem ini menggunakan teknologi NodeMCU, modul ESP8266 open-source yang mendukung pengembangan prototipe IoT



[6], dan Radio Frequency Identification (RFID), yang memungkinkan identifikasi kendaraan melalui sinyal radio [7]. Sistem parkir yang diusulkan meliputi portal parkir otomatis dan integrasi dengan aplikasi berbasis web yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP. PHP adalah bahasa pemrograman scripting yang digunakan untuk melengkapi HTML dalam pembuatan aplikasi web dinamis [8]. Data kendaraan akan disinkronkan dengan database berbasis MySQL, sehingga setiap kendaraan yang masuk dan keluar dapat tercatat secara digital. Untuk memastikan efisiensi dalam pengelolaan parkir, sistem ini juga akan menggunakan algoritma fuzzy logic dalam menentukan lokasi parkir yang optimal berdasarkan kapasitas yang tersedia.

Sistem yang diusulkan akan mencakup portal parkir otomatis yang terintegrasi dengan aplikasi berbasis web menggunakan PHP dan database berbasis MySQL. Selain itu, algoritma fuzzy logic akan diterapkan untuk menentukan lokasi parkir yang optimal berdasarkan kapasitas yang tersedia. Sistem parkir ini dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan pengguna parkir yang beragam. Rektor, dosen, dan karyawan hanya perlu menggunakan kartu RFID yang telah terdaftar untuk mengakses area parkir di depan gedung utama. Sistem akan secara otomatis memverifikasi identitas pengguna, membuka portal parkir, dan mencatat data kendaraan ke dalam database. Untuk mahasiswa dan tamu, proses pendaftaran lebih sederhana dengan kartu RFID sementara yang dapat diakses melalui petugas parkir. Namun, sistem parkir berbasis IoT yang ada saat ini cenderung berfokus pada fungsi dasar, seperti mengurangi waktu antrean kendaraan dan memberikan informasi terkait kapasitas parkir.

Penelitian pertama menemukan bahwa sistem parkir berbasis IoT dapat mempercepat proses masuk dan keluar kendaraan sehingga antrean berkurang [9]. Penelitian kedua menyoroti kemampuan sistem IoT untuk mengidentifikasi lokasi kendaraan di berbagai lantai parkir dan menampilkan data tersebut secara online [4]. Penelitian ketiga menunjukkan bagaimana sistem ini dapat membantu pengguna dengan memberikan indikasi lokasi kendaraan yang diparkir [5]. Meskipun penelitian-penelitian tersebut menunjukkan manfaat signifikan dari penerapan IoT dalam sistem parkir, terdapat beberapa gap yang belum terjawab. Penelitian sebelumnya belum secara spesifik membahas penerapan IoT dalam konteks kampus, terutama dalam hal pengelolaan pengguna parkir yang beragam seperti rektor, dosen, karyawan, mahasiswa, dan tamu. Selain itu, tidak banyak penelitian yang mengintegrasikan algoritma cerdas seperti fuzzy logic untuk meningkatkan efisiensi dalam penentuan lokasi parkir optimal berdasarkan kapasitas yang tersedia.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini tidak hanya berfokus pada efisiensi waktu parkir tetapi juga pada pengelolaan pengguna berdasarkan kategori, integrasi real-time data kendaraan, dan penerapan logika fuzzy untuk optimalisasi kapasitas parkir. Dengan sistem ini, Universitas Pelita Bangsa diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, keamanan, dan keberlanjutan lingkungan melalui pengelolaan parkir berbasis teknologi IoT.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

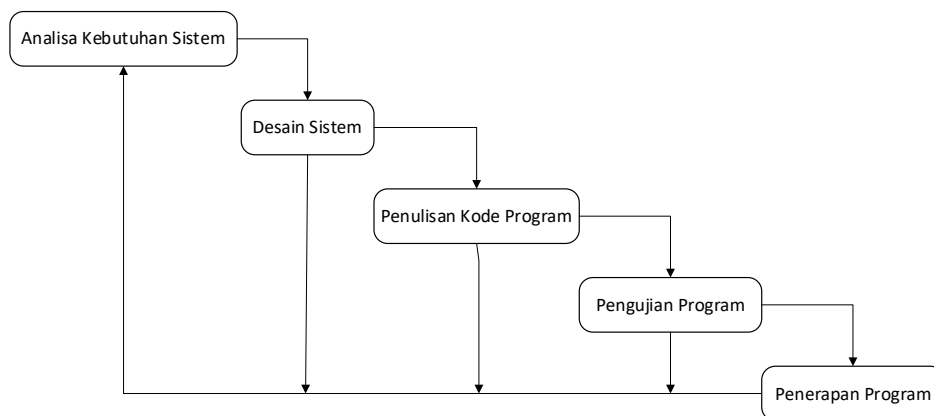
Penelitian ini menggunakan pendekatan terstruktur yang menggambarkan langkah-langkah sistematis mulai dari identifikasi permasalahan hingga implementasi solusi berbasis teknologi IoT menggunakan RFID. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi Masalah : Pada tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap permasalahan sistem parkir di Universitas Pelita Bangsa. Sistem parkir manual berbasis karcis kertas dan pembayaran tunai yang digunakan saat ini menimbulkan berbagai kendala, seperti antrean panjang, minim pencatatan data kendaraan, dan efisiensi operasional yang rendah. Data awal dikumpulkan melalui wawancara dengan narasumber terkait serta observasi langsung di lokasi parkir[10].
- b. Studi Literatur : Tahap ini bertujuan untuk memahami teori-teori yang relevan dan mendapatkan landasan ilmiah terkait implementasi teknologi IoT, NodeMCU, RFID dalam pengelolaan parkir, serta penerapan algoritma fuzzy logic untuk optimasi lokasi parkir. Literatur yang digunakan mencakup jurnal, artikel ilmiah, buku, dan hasil penelitian terdahulu terkait penerapan teknologi berbasis IoT dan algoritma fuzzy logic dalam sistem serupa[11].
- c. Perancangan Sistem : Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem parkir berbasis IoT. Proses ini melibatkan:
 1. Analisis Kebutuhan Sistem : Mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak berdasarkan hasil observasi dan wawancara. Hasil analisis ini akan menjadi dasar dalam memilih teknologi yang sesuai untuk sistem parkir berbasis RFID dan IoT.
 2. Pemodelan Sistem : Menggunakan diagram UML untuk mendeskripsikan alur sistem, termasuk use case diagram, activity diagram, sequence diagram, class diagram. Diagram ini akan menggambarkan bagaimana sistem berinteraksi dengan pengguna dan perangkat keras seperti NodeMCU dan RFID[12].
 3. Desain Antar Muka : Perancangan antarmuka aplikasi berbasis web yang digunakan untuk memonitor data kendaraan secara real-time, memungkinkan pengguna untuk melihat status parkir dengan mudah.
- d. Implementasi Solusi : Tahap implementasi melibatkan langkah-langkah berikut.
 1. Pengembangan prototipe sistem parkir berbasis IoT menggunakan NodeMCU untuk mengontrol portal otomatis.

2. Integrasi RFID untuk identifikasi kendaraan melalui sinyal radio, memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi kendaraan secara otomatis dan memverifikasi pengguna parkir.
 3. Penggunaan bahasa pemrograman PHP untuk membangun aplikasi web dengan database MySQL sebagai penyimpanan data kendaraan. Solusi ini memungkinkan pengelolaan data parkir secara terpusat dan mudah diakses.
- e. Pengujian Sistem : Sistem diuji menggunakan metode Black Box Testing, yang berfokus pada pengujian fungsionalitas aplikasi. Input data kendaraan akan diuji untuk memastikan sistem mampu mengidentifikasi kendaraan, mencatat data ke dalam database, dan mengontrol portal parkir secara otomatis sesuai dengan kebutuhan [13]. Pengujian ini dilakukan dengan menguji setiap fitur aplikasi secara terpisah untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan harapan.
- f. Evaluasi dan Penyempurnaan : Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kinerja sistem yang dikembangkan dengan sistem konvensional yang ada. Feedback dari pengguna parkir juga diolah untuk penyempurnaan sistem. Berdasarkan hasil evaluasi, pengembang dapat memperbaiki kekurangan yang ada, seperti peningkatan akurasi RFID atau efisiensi algoritma fuzzy dalam menentukan lokasi parkir.
- g. Dokumentasi dan Pelaporan : Tahap akhir adalah pendokumentasian hasil penelitian, mulai dari desain, implementasi, hingga hasil pengujian sistem [14]. Laporan disusun secara komprehensif untuk memberikan panduan implementasi di masa mendatang, termasuk rekomendasi perbaikan dan pengembangan sistem lebih lanjut.

2.2 Metode Penyelesaian Masalah

Gambar 1 menunjukkan tahapan pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall, yang terdiri dari langkah-langkah berurutan mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi. Metode ini digunakan karena pendekatannya yang terstruktur memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap dengan evaluasi di setiap tahap. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan Waterfall [15], yang melibatkan tahapan-tahapan berikut:



Gambar 1. Metode Pengembangan Sistem (Waterfall)

Metodologi penelitian merupakan pendekatan untuk menyelidiki dan mengkaji suatu permasalahan melalui metode ilmiah yang dilakukan secara teliti dan sistematis. Proses ini melibatkan pengumpulan, pengolahan, analisis data, serta penarikan kesimpulan secara obyektif dengan tujuan menyelesaikan permasalahan atau menguji hipotesis [16].

- a. Analisis Kebutuhan Masalah : Informasi kebutuhan sistem dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan survei untuk menghasilkan dokumen spesifikasi kebutuhan yang jelas. Output dari tahap ini adalah dokumen spesifikasi kebutuhan sistem yang komprehensif, menjelaskan fitur-fitur, batasan, dan ekspektasi sistem e-parking berbasis RFID di Universitas Pelita Bangsa [17].
- b. Desain Sistem : Tahap ini melibatkan proses perancangan sistem menggunakan pemodelan UML dan desain antarmuka aplikasi yang mempermudah pengguna. Desain sistem ini akan menggambarkan bagaimana sistem parkir berbasis RFID dan IoT berfungsi, serta bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem melalui aplikasi berbasis web [12].
- c. Penulisan Kode Program / Pengkodean : Tahap ini melibatkan proses mengubah desain menjadi kode atau format/bahasa yang dapat dimengerti oleh mesin. Setelah proses pengkodean selesai, sistem dan kode yang telah dibuat akan diuji. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan yang mungkin terjadi [18]. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa PHP untuk aplikasi berbasis web, Arduino IDE untuk mengontrol perangkat keras, serta MySQL untuk manajemen data.
- d. Pengujian Program : Sistem ini menggunakan metode Black Box Testing untuk menguji fungsionalitas sistem, memastikan setiap fitur berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Metode ini menguji aplikasi

berdasarkan input yang diberikan dan memastikan output yang dihasilkan sesuai dengan harapan pengguna [13].

- e. Implementasi Sistem : Prototipe sistem diimplementasikan secara penuh di area parkir Universitas Pelita Bangsa, meliputi pemasangan perangkat keras, pengintegrasian perangkat lunak, dan pelatihan pengguna untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan optimal dan efisien [19].

Metode ini dipilih karena pendekatannya yang terstruktur dan memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap [20], sehingga setiap tahap dapat dievaluasi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

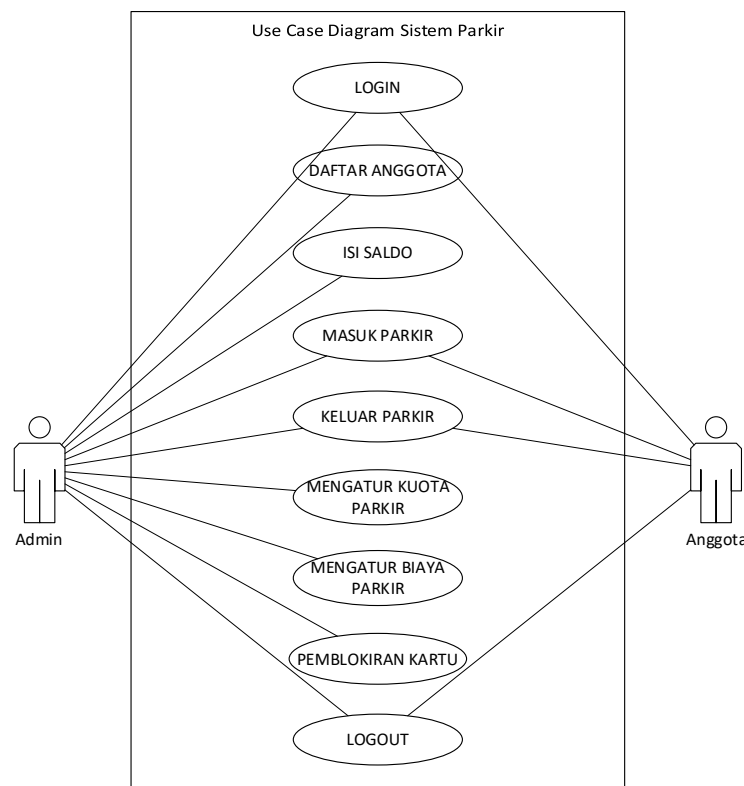
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Sistem

Tahapan desain sistem dilakukan dengan mengacu pada langkah kedua dalam metode Waterfall, yaitu Desain Sistem [21]. Berikut adalah tahapan implementasi dan elemen desain yang diterapkan:

3.1.1 Use case Diagram

Use case adalah deskripsi terorganisir dari kegiatan dalam sistem yang melibatkan actor [22]. Use case menggambarkan interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang dirancang. Secara umum, use case digunakan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang terdapat dalam sebuah sistem informasi serta menentukan siapa saja yang memiliki wewenang untuk menggunakan fungsi-fungsi tersebut [23]. Pada Sistem Parkir, **Gambar 2** menunjukkan Use Case Diagram yang menggambarkan berbagai fungsi atau fitur utama yang tersedia dalam sistem parkir berbasis RFID serta interaksi antara aktor pengguna, yaitu Admin dan Anggota. Aktor Admin memiliki akses penuh ke berbagai fungsi sistem, seperti login, mengatur kuota parkir, mengatur biaya parkir, pemblokiran kartu anggota, serta melakukan logout. Selain itu, Admin juga dapat membantu anggota untuk mendaftar, mengisi saldo, atau mengelola data lain terkait parkir. Di sisi lain, aktor Anggota memiliki akses ke fitur login, logout, masuk parkir, keluar parkir, mengisi saldo, dan melihat data terkait transaksi parkir. Diagram ini menyoroti batasan dan tanggung jawab setiap aktor, memastikan bahwa setiap fungsi dijalankan oleh aktor yang berwenang, sehingga sistem dapat beroperasi secara terstruktur dan aman.



Gambar 2. Usecase Diagram Sistem Parkir

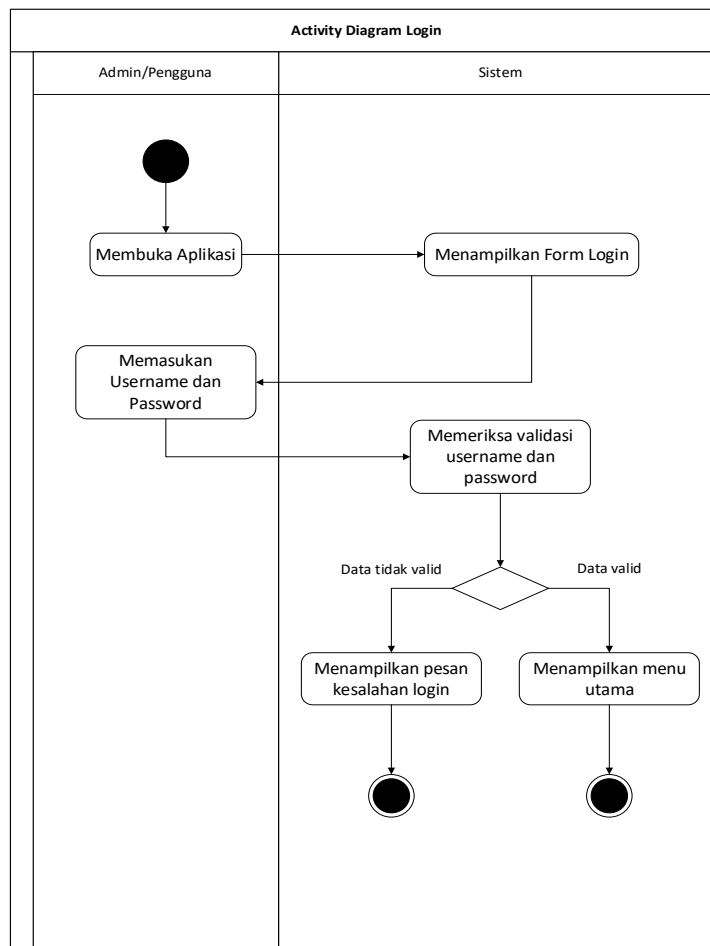
3.1.2 Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan aliran atau rangkaian aktivitas dalam sebuah sistem, dengan fokus pada tindakan yang dilakukan oleh sistem, bukan individu [24]. Activity Diagram memberikan ilustrasi tentang bagaimana sistem informasi berinteraksi dengan pengguna atau dengan sistem lainnya. Diagram ini menunjukkan alur proses interaksi antara sistem informasi dan pihak-pihak yang terlibat, baik pengguna maupun sistem eksternal

[25]. Diagram ini terdiri dari komponen-komponen yang dihubungkan dengan anak panah untuk menunjukkan urutan kegiatan [26]. Activity Diagram dibuat untuk menggambarkan proses kerja sistem pada beberapa skenario utama, yaitu login, masuk parkir, dan keluar parkir. Diagram ini memvisualisasikan urutan aktivitas yang telah didefinisikan selama tahap desain sistem.

3.1.2.1 Activity Diagram Login

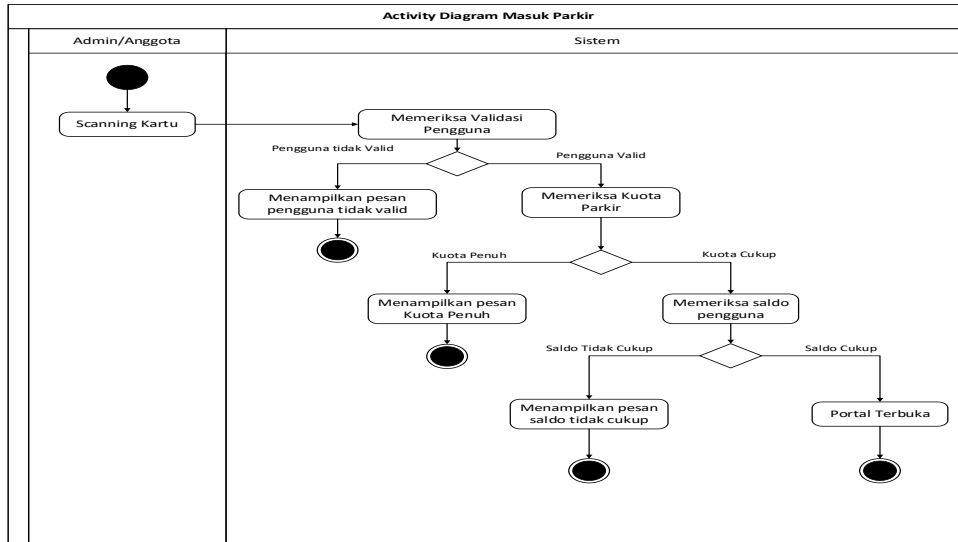
Diagram ini menggambarkan alur proses login antara Admin dan Sistem. Proses dimulai ketika pengguna membuka aplikasi, yang secara otomatis menampilkan formulir login sebagai antarmuka awal. Pada tahap ini, pengguna diminta untuk memasukkan kombinasi username dan password yang telah terdaftar sebelumnya. Data yang dimasukkan kemudian akan diverifikasi oleh sistem untuk memastikan validitasnya. Jika informasi yang diberikan oleh pengguna tidak sesuai dengan data yang tersimpan dalam sistem, maka pada **Gambar 3** akan ditampilkan pesan kesalahan yang menjelaskan bahwa login tidak berhasil. Sebaliknya, jika data yang dimasukkan dinyatakan valid oleh sistem, pengguna akan diarahkan menuju menu utama sebagai tanda berhasil masuk ke dalam sistem. Diagram ini memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki kredensial yang benar dapat mengakses sistem, sehingga meningkatkan keamanan dan integritas data. **Gambar 3** mengilustrasikan keseluruhan proses login dan validasi pengguna untuk mengakses sistem, membantu memastikan keamanan dan akses yang tepat ke fitur yang disediakan.



Gambar 3 Activity Diagram Login

3.1.2.2 Activity Diagram Masuk Parkir

Gambar 4 tersebut merupakan Activity Diagram yang menjelaskan alur proses masuk parkir menggunakan sistem RFID. Proses dimulai dengan pengguna atau anggota melakukan scanning kartu RFID mereka. Sistem kemudian memeriksa validitas pengguna berdasarkan data yang tersimpan. Apabila pengguna tidak valid, sistem akan memberikan notifikasi berupa pesan "pengguna tidak valid" dan menghentikan proses. Jika pengguna valid, sistem melanjutkan dengan memeriksa kuota parkir yang tersedia. Jika kuota penuh, sistem akan menampilkan pesan "kuota penuh" sebagai pemberitahuan kepada pengguna. Namun, jika kuota masih mencukupi, sistem selanjutnya memeriksa saldo pengguna. Jika saldo pengguna tidak mencukupi untuk pembayaran parkir, sistem akan menampilkan pesan "saldo tidak cukup." Sebaliknya, jika saldo mencukupi, sistem secara otomatis membuka portal, memberikan akses kepada pengguna untuk memasuki area parkir. Diagram ini menggambarkan alur kerja yang sistematis, terstruktur, dan berlapis untuk memastikan kelancaran dan efisiensi proses masuk parkir.

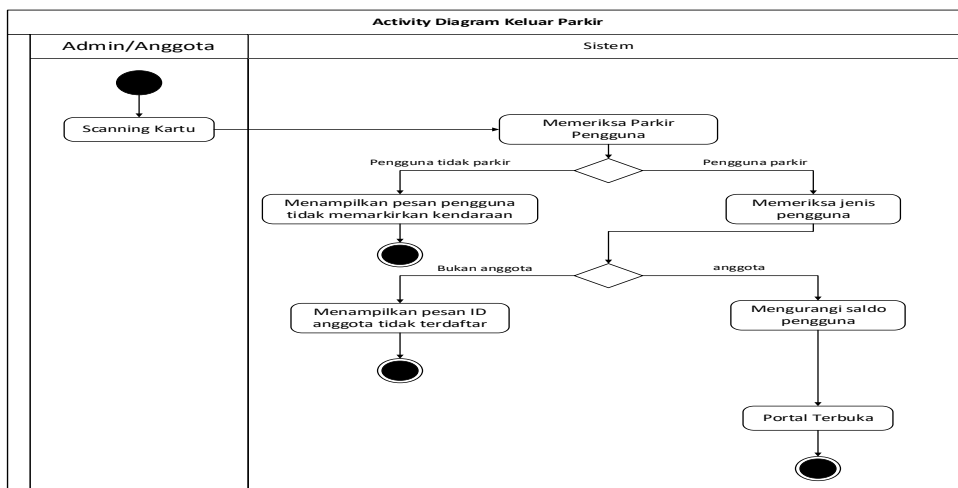


Gambar 4. Activity Diagram Masuk Parkir

3.1.2.3 Activity Diagram Keluar Parkir

Diagram ini menggambarkan proses verifikasi pembayaran dan pengeluaran kendaraan, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**. Proses dimulai dengan pengguna, baik admin maupun anggota, melakukan scanning kartu pada perangkat sistem. Setelah itu, sistem memeriksa apakah pengguna telah memarkirkan kendaraannya. Jika pengguna tidak memarkirkan kendaraan, sistem akan menampilkan pesan "Pengguna tidak memarkirkan kendaraan", dan proses selesai. Namun, jika pengguna telah memarkirkan kendaraan, sistem melanjutkan pemeriksaan jenis pengguna.

Pada tahap pemeriksaan jenis pengguna, sistem menentukan apakah pengguna merupakan anggota atau bukan. Jika pengguna bukan anggota, sistem akan menampilkan pesan "ID anggota tidak terdaftar", dan proses berakhir. Sebaliknya, jika pengguna adalah anggota, sistem akan mengurangi saldo pengguna sesuai tarif parkir yang berlaku. Setelah saldo berhasil dikurangi, portal keluar akan terbuka, memungkinkan pengguna untuk keluar dari area parkir. Dengan demikian, proses selesai setelah portal keluar terbuka. Diagram ini menjelaskan bagaimana sistem memproses validasi pengguna secara otomatis sebelum mengizinkan mereka keluar dari area parkir.



Gambar 5. Activity Diagram Keluar Parkir

3.1.3 Sequence Diagram

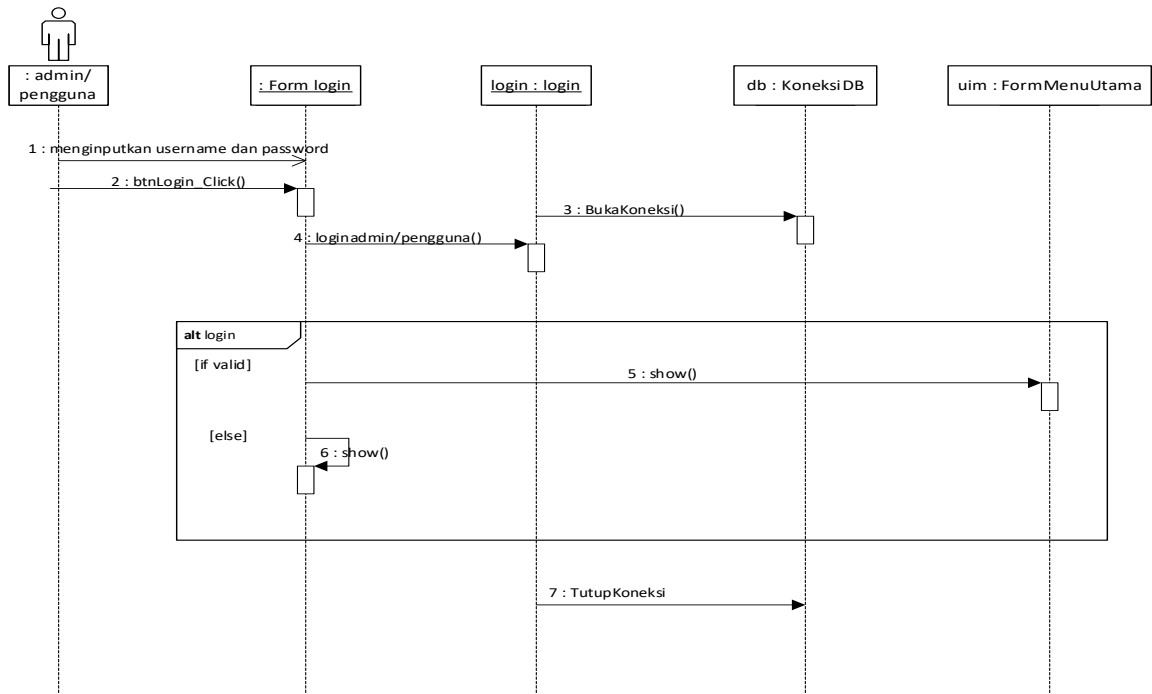
Sequence diagram adalah diagram interaksi yang menunjukkan aliran dalam urutan waktu. Diagram ini menggambarkan aliran tunggal dalam sebuah kasus penggunaan [27], menjelaskan perilaku objek melalui deskripsi waktu hidup objek dan pesan yang dikirim dan diterima antar objek [28]. Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan perilaku dalam sebuah skenario serta menjelaskan bagaimana entitas dan sistem saling berinteraksi, termasuk pesan-pesan yang digunakan selama interaksi tersebut. Semua pesan ditampilkan sesuai dengan urutan eksekusinya. Diagram sequence menunjukkan perilaku objek dalam use case dengan mendeskripsikan siklus hidup objek serta pesan-pesan yang dikirim dan diterima antar objek [29]. Sequence

Diagram disusun untuk memperlihatkan urutan interaksi antara objek pada berbagai skenario utama, yaitu login, masuk parkir, dan keluar parkir. Diagram ini merupakan hasil dari tahapan desain rinci.

3.1.3.1 Sequence Diagram Login

Sequence Diagram login menggambarkan bagaimana proses Admin login ke sistem yang menjelaskan alur interaksi antara pengguna, form login, logika login, database, dan form menu utama dalam proses autentikasi, sebagaimana divisualisasikan pada **Gambar 6**.

Proses dimulai dengan pengguna (admin atau user) memasukkan username dan password di Form Login. Setelah itu, pengguna menekan tombol Login Click(), yang memicu pengiriman data login ke objek login:login untuk diproses. Kemudian, sistem memanggil BukaKoneksi() pada objek database (db:KoneksiDB) untuk memulai koneksi ke basis data. Setelah koneksi berhasil dibuka, sistem memeriksa data login dengan metode loginAdmin/pengguna() di logika login. Sistem melakukan validasi data login. Jika validasi berhasil (data valid), sistem akan memanggil metode show() untuk membuka Form Menu Utama, yang merupakan tampilan utama aplikasi setelah login berhasil. Sebaliknya, jika data login tidak valid, sistem akan memanggil metode show() untuk menampilkan pesan kesalahan kepada pengguna. Setelah proses validasi selesai, koneksi ke database ditutup dengan metode TutupKoneksi(). Dengan demikian, sequence diagram ini menggambarkan alur interaksi secara berurutan untuk memastikan proses login berjalan dengan benar.

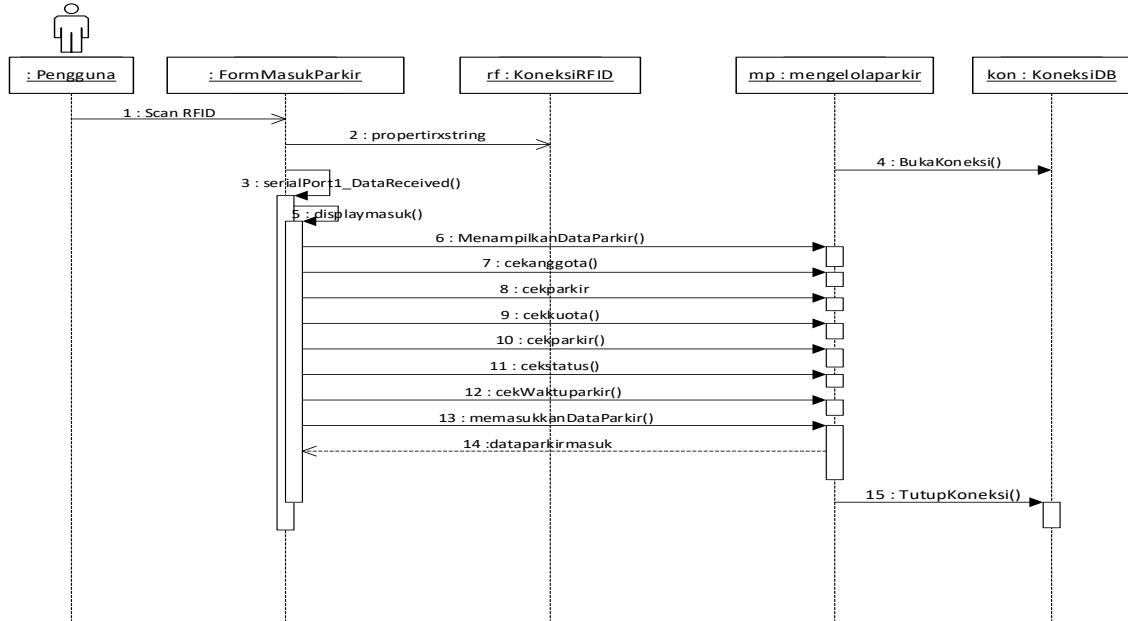


Gambar 6. Sequence Diagram Login

3.1.3.2 Sequence Diagram Masuk Parkir

Gambar yang ditampilkan adalah Sequence Diagram Masuk Parkir, yang menjelaskan alur interaksi antara pengguna, form masuk parkir, perangkat RFID, logika pengelolaan parkir, dan database dalam proses masuk ke area parkir, sebagaimana divisualisasikan pada **Gambar 7**. Proses dimulai ketika pengguna melakukan Scan RFID menggunakan perangkat pembaca RFID. Perangkat **FormMasukParkir** menerima data dari perangkat RFID melalui metode propertiString. Selanjutnya, perangkat RFID mengirimkan data yang diterima dengan metode **serialPort1_DataReceived()**, yang diproses oleh form untuk menampilkan status melalui metode **DisplayMasuk()**. Setelah data diterima, sistem memanggil metode **BukaKoneksi()** pada database (**kon:KoneksiDB**) untuk memulai koneksi. Data yang diterima kemudian diverifikasi melalui serangkaian langkah validasi di modul pengelolaan parkir (**mp: mengelolaParkir**), termasuk: **cekanggota()**: Memeriksa apakah pengguna adalah anggota, **cekparkir()**: Memeriksa apakah kendaraan sedang parkir, **cekkout()**: Memeriksa apakah kendaraan telah keluar, **ceksisa()**: Memeriksa sisa saldo pengguna (jika berlaku), **cekWaktuParkir()**: Memastikan waktu parkir valid. Setelah semua langkah validasi selesai dan data dinyatakan valid, sistem memproses data parkir masuk melalui metode **memasukkanDataParkir()** dan mengembalikan hasil validasi ke form masuk parkir dengan status **dataParkirMasuk**. Akhirnya, koneksi database ditutup menggunakan metode **TutupKoneksi()**.

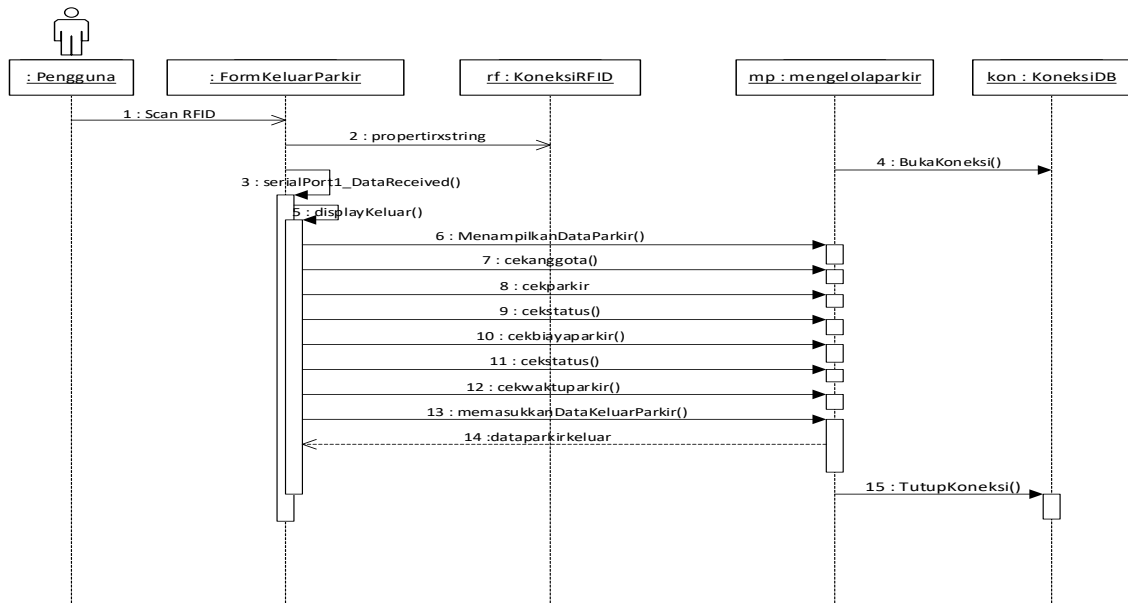
Diagram ini menunjukkan alur proses masuk parkir secara detail, mencakup penerimaan data RFID, validasi data, dan penyimpanan data parkir ke dalam sistem.



Gambar 7. Sequence Diagram Masuk Parkir

3.1.3.3 Sequence Diagram Keluar Parkir

Diagram ini mengilustrasikan proses pengguna keluar dari area parkir, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 8. Proses dimulai ketika pengguna melakukan scan kartu RFID pada alat pembaca RFID. Data yang diperoleh dari kartu RFID kemudian dikirimkan ke komponen **FormKeluarParkir** dalam bentuk string properti. Komponen ini menerima data melalui port serial (**serialPort1_DataReceived()**) dan memprosesnya dengan memanggil fungsi **displayKeluar()** untuk menampilkan data yang relevan. Selanjutnya, sistem melakukan koneksi ke modul **rf.KoneksiRFID** untuk memvalidasi data kartu RFID. Setelah itu, data parkir pengguna ditampilkan, dan sistem melakukan serangkaian pemeriksaan, termasuk validasi status keanggotaan (**cekanggota()**), status kartu parkir (**cekparkir()**), status pembayaran (**cekstatus()**), dan data kendaraan pengguna (**cekdatakendaraan()**). Berdasarkan hasil validasi, sistem menentukan apakah pengguna dapat keluar parkir atau tidak. Jika validasi berhasil, sistem mencatat waktu keluar pengguna melalui fungsi **cekwaktuparkir()** dan menghitung biaya parkir jika diperlukan. Data keluarannya kendaraan dicatat dengan fungsi **memasukkanDataKeluarParkir()** dan disimpan ke database. Setelah semua proses selesai, sistem menutup koneksi database dengan memanggil fungsi **TutupKoneksi()**. Alur ini menunjukkan integrasi yang sistematis antara komponen untuk memastikan proses keluar parkir berjalan lancar dan akurat.



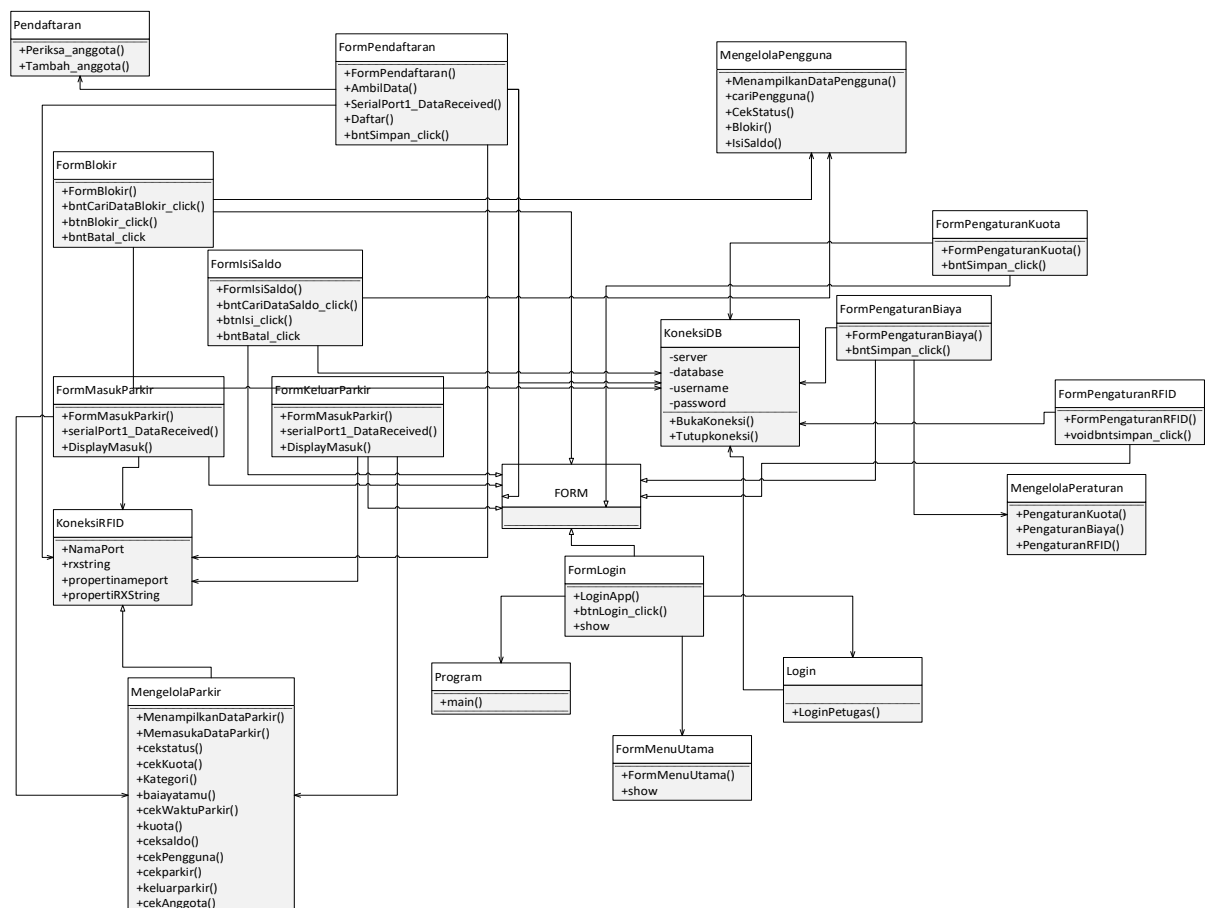
Gambar 8. Sequence Diagram Keluar Parkir

3.1.4 Class Diagram

Class Diagram dirancang untuk mengatur struktur sistem melalui definisi kelas-kelas dan hubungan antar kelas [9], sebagaimana divisualisasikan pada **Gambar 9**. Class diagram tersebut menggambarkan struktur dan hubungan antar kelas dalam sistem pengelolaan parkir berbasis RFID. Kelas utama dalam sistem adalah **FORM**, yang berfungsi sebagai pengendali utama dan terhubung dengan berbagai kelas lain. Kelas **FormMasukParkir** dan **FormKeluarParkir** mengelola proses masuk dan keluar parkir, dengan metode seperti **serialPort_DataReceived()** untuk menerima data dari perangkat keras serta metode untuk menampilkan dan memproses data parkir. Kelas **KoneksiDB** bertugas mengatur koneksi ke database, dengan metode seperti **koneksi()** dan **tutupkoneksi()** untuk memastikan komunikasi dengan database berjalan lancar. Kelas **FormPendaftaran** dan **FormPengaturanRFID** digunakan untuk mendaftarkan pengguna baru dan mengatur data RFID, dengan metode seperti **btnSimpan_click()** untuk menyimpan data.

Selain itu, kelas **MengelolaParkir** menangani validasi data parkir, perhitungan biaya dengan metode **hitungbayar()**, dan pencatatan data parkir dengan **metode catat()**. Proses autentikasi pengguna dikelola oleh kelas **Login**, yang memiliki metode seperti **LoginPage()** dan **btnlogin_click()** untuk masuk ke sistem. Kelas **FormPengaturanBiaya** dan **MengelolaPengguna** digunakan untuk mengatur tarif parkir dan mengelola data pengguna, termasuk menambah, mengubah, dan menghapus data. Kelas **FormMenuUtama** menyediakan antarmuka utama untuk navigasi aplikasi, sementara kelas **Program** berfungsi sebagai entry point aplikasi dengan metode **main()**.

Setiap kelas dalam diagram ini memiliki tanggung jawab spesifik dan saling terhubung untuk membangun sistem yang terintegrasi. Hubungan antara kelas-kelas ini memastikan fungsionalitas sistem parkir berjalan secara efisien, mulai dari pengelolaan data pengguna dan biaya hingga proses masuk dan keluar parkir. Diagram ini mencerminkan arsitektur sistem yang terstruktur dengan baik dan mendukung operasi parkir yang terotomatisasi.



Gambar 9. Class Diagram

3.2 Implementasi Sistem

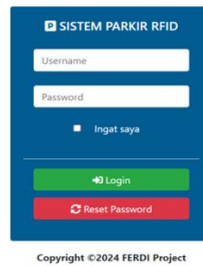
Tahapan implementasi sesuai dengan langkah ketiga dalam metode Waterfall, yaitu Implementation. Beberapa elemen yang diimplementasikan meliputi:

a. Tampilan Login Admin

Gambar 10 tersebut menggambarkan antarmuka login dari Sistem Parkir RFID, yang berfungsi sebagai sistem autentikasi berbasis username dan password. Fitur utama meliputi input kredensial pengguna, opsi "ingat saya"

untuk menyimpan sesi, serta tombol login dan reset password. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan parkir menggunakan teknologi RFID.

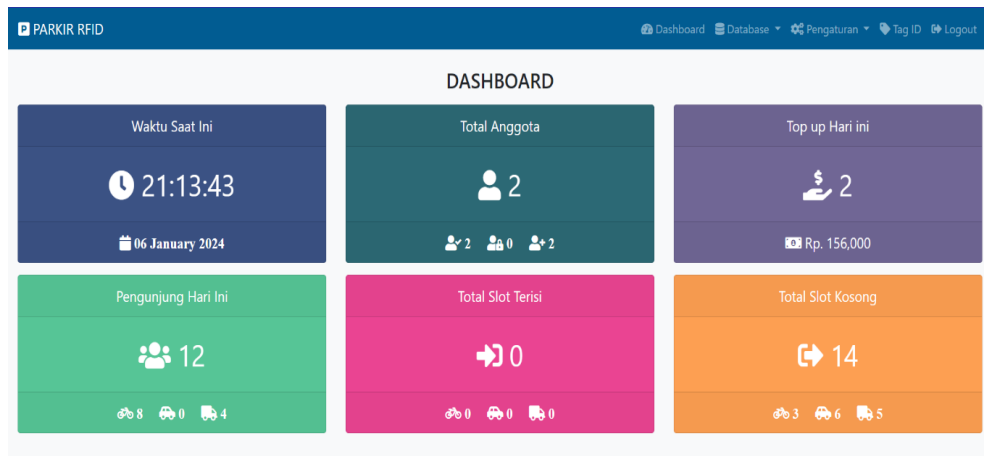
SISTEM PARKIR RFID



Gambar 10. Tampilan Login Admin

b. Tampilan Dashboard Admin

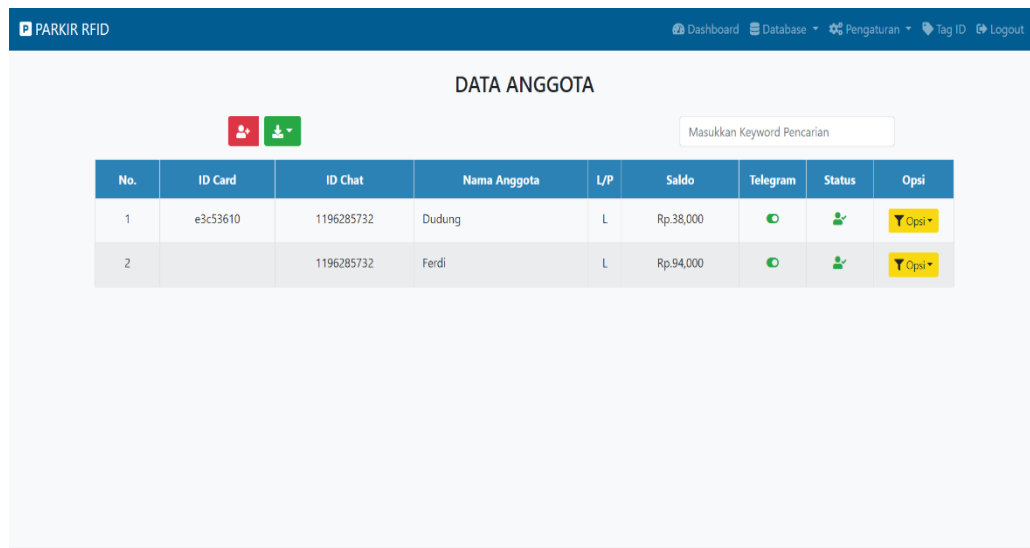
Gambar 11 menunjukkan menampilkan dashboard sistem parkir RFID yang menyajikan informasi real-time, seperti waktu, jumlah anggota, transaksi top-up, pengunjung harian, slot terisi, dan slot kosong. Fitur ini berfungsi untuk memantau dan mengelola data parkir secara efisien, memberikan visualisasi data yang mendukung pengambilan keputusan cepat.



Gambar 11. Tampilan Dashboard Admin

c. Tampilan Form Data Anggota

Gambar 12 menunjukkan antarmuka sistem manajemen anggota parkir RFID. Fitur utama meliputi tabel data anggota (ID Card, ID Chat, nama, gender, saldo, status), tombol tambah dan ekspor data, pencarian anggota, serta opsi edit dan hapus data. Menu atas menyediakan akses ke dashboard, database, pengaturan, tagging ID, dan logout.



Gambar 12. Tampilan Form Data Anggota

d. Tampilan Data Pengunjung Parkir

Gambar 13 menampilkan antarmuka sistem manajemen data pengunjung parkir RFID. Fitur utamanya mencakup tabel yang menampilkan informasi pengunjung, seperti nama, tanggal, jam masuk, jam keluar, durasi parkir, jenis kendaraan, tarif, dan status parkir. Terdapat tombol untuk memfilter data berdasarkan tanggal dan opsi untuk mengekspor data pengunjung. Menu navigasi di bagian atas memberikan akses ke dashboard, database, pengaturan, tag ID, dan logout.

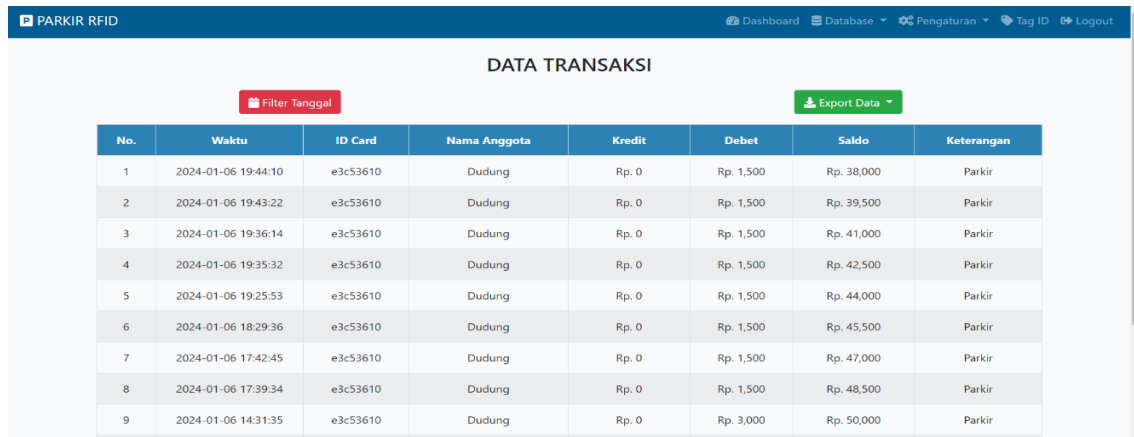


No.	Nama Pengunjung	Tanggal	Jam Masuk	Jam Keluar	Durasi	Kendaraan	Tarif	Status
1	Dudung	06 January 2024	19:43:55	19:44:10	00:00:15	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
2	Dudung	06 January 2024	19:43:10	19:43:22	00:00:12	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
3	Dudung	06 January 2024	19:35:57	19:36:14	00:00:17	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
4	Dudung	06 January 2024	19:26:03	19:35:32	00:09:29	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
5	Dudung	06 January 2024	19:25:41	19:25:53	00:00:12	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
6	Dudung	06 January 2024	18:29:15	18:29:36	00:00:21	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
7	Dudung	06 January 2024	17:40:54	17:42:45	00:01:51	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
8	Dudung	06 January 2024	17:39:25	17:39:34	00:00:09	Roda 2	Rp. 1,500	Selesai
9	Dudung	06 January 2024	14:31:23	14:31:35	00:00:12	Roda 6	Rp. 3,000	Selesai

Gambar 13. Tampilan Data Pengunjung Parkir

e. Tampilan Form Data Transaksi

Gambar 14 menampilkan antarmuka sistem data transaksi parkir RFID. Fitur utama mencakup tabel transaksi dengan informasi waktu, ID Card, nama anggota, kredit, debit, saldo, dan keterangan. Terdapat tombol untuk memfilter data berdasarkan tanggal dan ekspor data transaksi, serta menu navigasi untuk fungsi lain.



No.	Waktu	ID Card	Nama Anggota	Kredit	Debet	Saldo	Keterangan
1	2024-01-06 19:44:10	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 38,000	Parkir
2	2024-01-06 19:43:22	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 39,500	Parkir
3	2024-01-06 19:36:14	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 41,000	Parkir
4	2024-01-06 19:35:32	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 42,500	Parkir
5	2024-01-06 19:25:53	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 44,000	Parkir
6	2024-01-06 18:29:36	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 45,500	Parkir
7	2024-01-06 17:42:45	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 47,000	Parkir
8	2024-01-06 17:39:34	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 1,500	Rp. 48,500	Parkir
9	2024-01-06 14:31:35	e3c53610	Dudung	Rp. 0	Rp. 3,000	Rp. 50,000	Parkir

Gambar 14. Tampilan Form Data Transaksi

f. Tampilan Form Data Tarif Parkir

Gambar 15 menunjukkan fitur "Data Tarif Parkir" dalam sistem manajemen parkir RFID. Fitur ini memungkinkan pengelolaan tarif parkir berdasarkan jenis kendaraan dan durasi waktu parkir, seperti tarif per jam hingga tarif harian. Tombol aksi tersedia untuk mengedit tarif sesuai kebutuhan.



No.	Kendaraan	1 Jam	2 Jam	3 Jam	> 3 Jam	> 24 Jam	Aksi
1	Roda 2	Rp. 1,500	Rp. 2,500	Rp. 3,500	Rp. 8,500/jam	Rp. 21,000/hari	CR
2	Roda 4	Rp. 2,000	Rp. 4,000	Rp. 6,000	Rp. 7,500/jam	Rp. 30,000/hari	CR
3	Roda 6	Rp. 3,000	Rp. 6,000	Rp. 9,000	Rp. 10,500/jam	Rp. 35,000/hari	CR

Gambar 15. Tampilan Form Data Tarif Parkir

3.3 Pengujian Sistem

Tahapan pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing pada tahap keempat metode Waterfall, yaitu Testing. Pengujian memastikan bahwa setiap fitur dalam sistem telah berfungsi sesuai spesifikasi yang telah



dirancang pada tahap sebelumnya. **Tabel 1** di bawah ini menunjukkan hasil pengujian sistem yang dilakukan pada berbagai fitur dalam aplikasi. Pada tabel tersebut, terdapat informasi mengenai kelas uji, butir uji, pengujian yang dilakukan, dan kesimpulan yang diperoleh dari setiap uji coba.

Tabel 1 Pengujian Sistem

No.	Kelas Uji	Butir Uji	Pengujian	Kesimpulan
1.	Parkir	Pengisian Absensi secara otomatis ke dalam database	Sesuai Harapan	Valid
2.	Verifikasi Login	Verifikasi User Verifikasi Password	Sesuai Harapan	Valid
3.	Menampilkan Data Pengguna	Menampilkan Data pengguna	Sesuai Harapan	Valid
4.	Menampilkan Data Petugas	Menampilkan Data petugas	Sesuai Harapan	Valid
5.	Melakukan pengaturan kuota	Memasukkan kuota parkir	Sesuai Harapan	Valid
6.	Menampilkan Laporan	Menampilkan Laporan	Sesuai Harapan	Valid
7.	Melakukan pengaturan biaya parkir	Memasukkan pengaturan biaya parkir	Sesuai Harapan	Valid
8.	Melakukan pendaftaran	Memasukkan data pengguna ke dalam sistem	Sesuai Harapan	Valid
9.	Melakukan pengisian saldo	Merubah saldo pengguna sesuai dengan inputan	Sesuai Harapan	Valid

3.4 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil meningkatkan efisiensi operasional parkir di Universitas Pelita Bangsa. Penggunaan metode Waterfall memberikan alur pengembangan yang terstruktur, mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan pengujian. Sistem ini tidak hanya mempermudah pengelolaan parkir, tetapi juga memperkenalkan teknologi IoT yang ramah lingkungan dan efisien.

4. KESIMPULAN

Dari serangkaian proses perancangan, pembuatan, dan pengujian, sistem parkir berbasis RFID yang dirancang telah berhasil menjawab permasalahan manajemen parkir konvensional yang kurang efisien dan memiliki risiko keamanan. Sistem ini mampu menyederhanakan manajemen parkir melalui otomatisasi proses masuk dan keluar kendaraan, serta memberikan kemudahan dalam pengelolaan data pengguna parkir. Dengan menggunakan Arduino UNO sebagai pusat pengendali, sistem ini mampu mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak secara optimal, menghasilkan performa yang stabil dan efisien dalam penggunaan sumber daya. Selain itu, sistem ini memberikan kontribusi signifikan sebagai solusi inovatif di bidang otomasi parkir, terutama untuk skala kecil hingga menengah, serta mendukung upaya digitalisasi sistem perparkiran di institusi seperti kampus atau area parkir serupa. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam hal skalabilitas dan keamanan. Sistem yang dirancang belum dilengkapi fitur tambahan seperti pengenalan plat nomor otomatis, sensor pendeteksi kendaraan lebih canggih, atau otentikasi ganda yang dapat meningkatkan keamanan kendaraan. Selain itu, implementasi sistem ini belum diuji dalam skala besar yang melibatkan volume kendaraan dan beban kerja lebih tinggi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan sistem yang lebih terukur dengan integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan fitur keamanan tambahan. Penambahan sensor cerdas, pemrosesan data real-time, serta pengujian sistem dalam berbagai kondisi dan skala parkir yang lebih luas dapat dilakukan untuk memastikan validitas dan efektivitas sistem secara menyeluruh. Dengan demikian, sistem parkir ini diharapkan dapat menjadi solusi yang lebih komprehensif, efisien, dan aman untuk manajemen parkir modern di masa depan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada penulis sehingga penelitian dengan judul **“Perancangan Sistem E-Parking Berbasis Arduino dengan Kartu RFID”** dapat penulis selesaikan sesuai dengan rencana karena dukungan dari berbagai pihak yang tidak ternilai besarnya. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.



REFERENCES

- [1] Anggy Giri Prawiyogi and Aang Solahudin Anwar, “Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review,” *J. MENTARI Manajemen, Pendidik. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 187–197, 2023, doi: 10.34306/mentari.v1i2.254.
- [2] R. C. Sukanto, J. D. Irawan, F. X. Ariwibisono, and T. Informatika, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KOLAM IKAN KOI,” vol. 8, no. 6, pp. 12417–12423, 2024.
- [3] A. Wihandanto, A. J. Taufiq, and W. Dwiono, “Rancang Bangun Prototipe Sistem Smart Parking Berbasis Iot Menggunakan Node Mcu Esp8266,” *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 8, no. 1, pp. 18–22, 2021, doi: 10.21107/triac.v8i1.10413.
- [4] Y. Maskurdianto, “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROLING PARKIR BERTINGKAT OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN IMPLEMENTASI INTERNET OF THINK(IoT),” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 113–119, 2019, doi: 10.36040/jati.v3i2.878.
- [5] W. R. Pratama, B. Yulianti, and A. Sugiharto, “Prototipe Smart Parking Modular Berbasis Internet of Things,” *J. Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 52–60, 2022, [Online]. Available: <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jti/article/view/954>
- [6] A. R. Azhar, D. A. Setiawan, N. A. A. Yasmin, T. A. Putri, and G. F. Nama, “Sistem Monitoring Kapasitas Air Dan Pengisian Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Modul Esp8266,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, pp. 218–228, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3966.
- [7] B. Firmansyah, N. Evianti, D. Sidik Permana, A. Mulyana Wihandar, and R. Jaya, “Penerapan Teknologi Smart KTM untuk E-Parking di Area Kampus Menggunakan Radio Frequency Identification,” *J. Tek. Inform. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 8–14, 2023, doi: 10.55606/jutiti.v3i2.2189.
- [8] R. Hermiati, A. Asnawati, and I. Kanedi, “Pembuatan E-Commerce Pada Raja Komputer Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql,” *J. Media Infotama*, vol. 17, no. 1, pp. 54–66, 2021, doi: 10.37676/jmi.v17i1.1317.
- [9] V. Afifah and D. Setyantoro, “Rancangan Sistem Pemilihan dan Penetapan Harga dalam Proses Pengadaan Barang dan Jasa Logistik Berbasis Web,” *J. IKRA-ITH Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 108–117, 2021.
- [10] K. Nikmah, “Penerapan Metode Pembelajaran Observasi Lapangan pada Mata Kuliah Studi Arsip untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa,” *ASANKA J. Soc. Sci. Educ.*, vol. 4, no. 1, pp. 26–33, 2023, doi: 10.21154/asanka.v4i1.5912.
- [11] A. S. Putra, “Analisa Dan Perancangan Sistem Tata Kelola Parkir Cerdas Di Kota Pintar Jakarta,” *J. IKRA-ITH Inform.*, vol. 4, no. 3, pp. 13–21, 2020.
- [12] B. Fachri and R. W. Surbakti, “Perancangan Sistem Dan Desain Undangan Digital Menggunakan Metode Waterfall Berbasis Website (Studi Kasus: Asco Jaya),” *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4, no. 3, p. 263, 2021, doi: 10.54314/jssr.v4i3.692.
- [13] M. Mintarsih, “Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 33–35, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.727.
- [14] Y. Apriyanti, E. Lorita, and Y. Yusuarsono, “Kualitas Pelayanan Kesehatan Di Pusat Kesehatan Masyarakat Kembang Seri Kecamatan Talang Empat Kabupaten Bengkulu Tengah,” *Prof. J. Komun. dan Adm. Publik*, vol. 6, no. 1, 2019, doi: 10.37676/professional.v6i1.839.
- [15] E. Listiyan and E. R. Subhiyakto, “Rancang Bangun Sistem Inventory Gudang Menggunakan Metode Waterfall Studi Kasus Di Cv. Aqualux Duspha Abadi Kudus Jawa Tengah,” *KONSTELASI Konvergensi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 74–82, 2021, doi: 10.24002/konstelasi.v1i1.4272.
- [16] A. M. Dawis et al., *Pengantar Metodologi Penelitian*. 2023.
- [17] A. A. Wahid, “Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi,” *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, vol. 1, no. November, 2020.
- [18] R. Risald, “Implementasi Sistem Penjualan Online Berbasis E-Commerce Pada Usaha Ukm Ike Suti Menggunakan Metode Waterfall,” *J. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 37–42, 2021, doi: 10.32938/jitu.v1i1.1393.
- [19] Y. D. Wijaya and M. W. Astuti, “Sistem Informasi Penjualan Tiket Wisata Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.*, p. 274, 2019.
- [20] Y. S. Rahayu, Y. Saputra, and D. Irawan, “Implementasi Metode Waterfall Pada Pengembangan Sistem Informasi Mobile E-Disarpus,” *Zo. J. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 523–534, 2024, doi: 10.31849/zn.v6i2.20538.
- [21] H. H. Lukmana, M. Alhusaini, and V. Purwayoga, “Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Digital Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall Di Jurusan Informatika Universitas Siliwangi,” *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 7, no. 2, pp. 340–346, 2023, doi: 10.46880/jmika.vol7no2.pp340-346.
- [22] M. Tabrani and I. Rezqy Aghniya, “Implementasi Metode Waterfall Pada Program Simpan Pinjam Koperasi Subur Jaya Mandiri Subang,” *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 14, no. 1, pp. 44–53, 2020, doi: 10.35969/interkom.v14i1.65.
- [23] A. S. Hidayat, W. Ubleeuw, A. Fauzi, and P. M. Akhrianto, “Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer | Vol. 5, No. 2 September 2019 13 SISTEM PENGOLAHAN DATA NILAI BERBASIS WEB PADA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP) KAREL SADSUITUBUN LANGGUR,” *J. Teknol. Inform. dan Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 13–23, 2019, [Online]. Available: <https://repository.bsi.ac.id/index.php/unduh/item/232098/260-517-1-PB.pdf>
- [24] S. Setiawansyah, D. T. Lestari, and D. A. Megawaty, “Sistem Informasi Pkk Berbasis Website Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus: Kampung Purwoejo),” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 3, no. 2, pp. 244–253, 2022, doi: 10.33365/jatika.v3i2.2031.
- [25] F. Hawari, “Sistem Informasi Pengajuan Cuti Karyawan Berbasis Web Menggunakan Framework CodeIgniter(Studi Kasus: Oakwood Premiere Cozmo),” *Foresight*, vol. 23, no. 1, pp. 1–9, 2019.
- [26] B. Simare Mare, A. A. Yana, and U. N. Mandiri, “Perancangan Sistem Informasi Berbasis Web Pada Koperasi Simpan



- Pinjam Sejahtera Bersama,” *Indones. J. Netw. Secur.*, vol. 11, no. 02, pp. 70–76, 2022.
- [27] F. Nurwulan and I. Choldun, “Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Pensiun Pada PT PLN (PERSERO) Distribusi Jawa Barat,” *J. Ilm. Manaj. Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 22–29, 2020.
- [28] A. Noviantoro, A. B. Silviana, R. R. Fitriani, and H. P. Permatasari, “Rancangan Dan Implementasi Aplikasi Sewa Lapangan Badminton Wilayah Depok Berbasis Web,” *J. Tek. dan Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 88–103, 2022, doi: 10.56127/jts.v1i2.108.
- [29] R. Aditya, V. H. Pranatawijaya, and P. B. A. A. Putra, “Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Kegiatan Menggunakan Metode Prototype,” *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 47–57, 2021.