

Rancang Bangun Aplikasi Member Parkir Terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa

Johanes Fernandes Andry¹, Francka Sakti Lee^{*2}, Yemima Monica Geasela³, Ahya Radiatul Kamila⁴, Sintia Meyliana⁵, Samuel Winata⁶

^{1-3,6}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Bunda Mulia Jakarta

⁴Program Studi Data Science, Universitas Bunda Mulia Jakarta

⁵Program Studi Bisnis Digital, Universitas Bunda Mulia Jakarta

E-mail: jandry@bundamulia.ac.id¹, flee@bundamulia.ac.id^{*2},
ygeasela@bundamulia.ac.id³, akamila@bundamulia.ac.id⁴,
s35220029@student.ubm.ac.id⁵, s31210001@student.ubm.ac.id⁶

Abstrak. Dalam konteks universitas, teknologi *smart card* sering kali digunakan sebagai metode autentikasi di gerbang parkir, dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi dan sistem kartu member parkir yang terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) menggunakan metode *Waterfall*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memfasilitasi akses parkir di kampus melalui aplikasi *desktop* yang terhubung dengan KTM, sehingga mahasiswa dapat dengan mudah mengelola keanggotaan parkir mereka. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem ini memberikan berbagai manfaat, termasuk kemudahan dalam verifikasi identitas mahasiswa, otomatisasi proses parkir, serta optimasi sumber daya kampus. Dengan menggunakan metode *Waterfall*, penelitian ini memberikan solusi terstruktur dalam pengembangan aplikasi, mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian, yang secara signifikan meningkatkan efisiensi pengelolaan parkir di kampus. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi integrasi sistem di lingkungan kampus dan membuka wawasan baru tentang implementasi teknologi untuk meningkatkan layanan kampus.

Kata kunci: Teknologi; Smart Card; Mahasiswa; Parkir; Waterfall

Abstract. In the university context, smart card technology is often used as an authentication method at parking gates, with the aim of increasing efficiency and effectiveness. This research focuses on developing an application and parking member card system that is integrated with the Student Identity Card (KTM) using the Waterfall method. The main objective of this research is to facilitate parking access on campus through a desktop application connected to KTM, so that students can easily manage their parking membership. The design results show that this system provides various benefits, including ease of verifying student identity, automation of the parking process, and optimization of campus resources. By using the Waterfall method, this research provides a structured solution in application development, from needs analysis to testing, which significantly increases the efficiency of parking management at campus. This research contributes

to the development of system integration technology in the campus environment and opens new insights into the implementation of technology to improve campus services.

Keywords: Technology; Smart Card; Student; Parking; Waterfall

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk sistem transportasi dan perpustakaan [1]. Di lingkungan kampus yang memiliki mobilitas tinggi, sistem perpustakaan yang efisien dan terintegrasi dapat meningkatkan kenyamanan, keamanan, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan [2]. Namun, banyak kampus di Indonesia masih menghadapi berbagai permasalahan seperti kapasitas parkir yang terbatas, manajemen parkir yang kurang optimal, serta penggunaan karcis parkir yang tidak ramah lingkungan [3].

Permasalahan umum lainnya adalah seringnya kartu member parkir tertinggal dan karcis parkir yang rentan hilang atau rusak, sehingga menyulitkan proses verifikasi dan pembayaran parkir [4]. Penggunaan karcis parkir fisik juga menghasilkan limbah kertas yang berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca [5]. Salah satu solusi inovatif yang dapat mengatasi masalah tersebut adalah integrasi Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) sebagai kartu member parkir berbasis teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*). Sistem ini memungkinkan identifikasi dan autentikasi pengguna secara otomatis dan aman [6]. Beberapa penelitian sebelumnya juga telah mengembangkan sistem parkir berbasis smart card dan berbagai teknologi autentikasi, seperti autentikasi sidik jari dan penggunaan kartu multifungsi [7][8].

Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall*, model pengembangan perangkat lunak yang linear dan terdiri dari lima tahap: analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan [9]. Setiap tahap diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga metode ini cocok untuk sistem dengan spesifikasi yang stabil [10]. Meskipun demikian, model *Waterfall* memiliki kelemahan jika terjadi perubahan persyaratan yang tidak terduga selama proses pengembangan [11]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem perpustakaan kampus yang menggunakan KTM sebagai kartu member parkir, dengan harapan dapat meningkatkan kinerja dan keamanan perpustakaan kampus. Sistem ini memanfaatkan teknologi RFID untuk mengotentikasi pengguna parkir secara otomatis, sehingga tidak memerlukan karcis parkir fisik. Selain itu, sistem ini juga dapat mengurangi limbah kertas yang dihasilkan dari penggunaan karcis parkir tradisional, serta meningkatkan efisiensi manajemen parkir kampus [12].

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sistem yang dirancang mungkin tidak sepenuhnya kompatibel dengan infrastruktur parkir yang sudah ada di beberapa kampus. Kedua, skenario pengujian dilakukan dalam lingkup terbatas pada kampus dengan spesifikasi tertentu, sehingga penerapannya di kampus lain mungkin memerlukan penyesuaian lebih lanjut. Urgensi penelitian ini sangat tinggi, mengingat masalah parkir yang sering dihadapi oleh banyak universitas di Indonesia, seperti kemacetan dan inefisiensi manajemen parkir. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan di kampus, sistem perpustakaan yang terintegrasi dengan KTM dapat menjadi solusi yang efektif. Novelty dari penelitian ini terletak pada integrasi KTM dengan sistem perpustakaan berbasis teknologi RFID. Berbeda dari sistem tradisional yang menggunakan karcis parkir fisik, penelitian ini menawarkan solusi digital yang lebih aman, efisien, dan ramah lingkungan. Selain itu, penerapan metode *Waterfall* dalam pengembangan aplikasi desktop untuk lingkungan kampus menunjukkan inovasi dalam mendesain aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dan kampus.

2. Metode

Metodologi penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data untuk penelitian tentang Aplikasi Member Parkir yang Terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) berbasis aplikasi desktop dengan metode *Waterfall* adalah sebagai berikut:

2.1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memahami konsep-konsep dasar yang terkait dengan pengembangan aplikasi perpustakaan berbasis desktop dan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) yang diintegrasikan dengan KTM. Studi ini melibatkan pengumpulan data dari jurnal, buku, artikel ilmiah, dan laporan penelitian terdahulu yang relevan. Selain itu, referensi teori terkait metode pengembangan perangkat lunak berbasis Waterfall, sistem perpustakaan, dan aplikasi desktop juga dikaji untuk menyediakan dasar teoritis yang kuat bagi pengembangan sistem [13]. Dilakukan pengkajian dari 5 penelitian yang sejenis:

"Cloud-based Radio Frequency Identification Authentication Protocol with Location Privacy Protection" [6] yang bertujuan untuk mengatasi masalah keamanan dan privasi dalam sistem identifikasi frekuensi radio berbasis *cloud* (RFID). Protokol ini dirancang menggunakan fungsi hash dan mempertimbangkan otentikasi mutual antara pembaca dan *tag*, serta keamanan transmisi data antara pembaca dan database *cloud*. Penelitian ini menunjukkan bahwa dibandingkan dengan protokol berbasis *cloud* lainnya, solusi yang diusulkan memiliki keunggulan dalam hal biaya penyebaran, skalabilitas, otentikasi *real-time*, dan kompleksitas komputasi pada *tag*. Dengan demikian, jurnal ini relevan dengan penelitian yang penulis lakukan, karena sama-sama berfokus pada sistem keamanan berbasis teknologi.

Penelitian berjudul "Multi-Factor Authentication Using a Smart Card and Fingerprint (Case Study: Parking Gate)" bertujuan untuk menguji keamanan sistem parkir menggunakan kartu pintar yang dilengkapi dengan autentikasi sidik jari. Penelitian ini berhipotesis bahwa kartu pintar tidak dapat digunakan oleh orang lain selain pemiliknya, meskipun kartu tersebut hilang atau datanya telah dikloning. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem parkir dengan autentikasi sidik jari memastikan bahwa kartu tersebut aman dari penyalahgunaan oleh pihak lain. Ini mendukung penelitian penulis yang juga fokus pada pengembangan sistem parkir berbasis kartu pintar dengan perhatian khusus pada aspek keamanan pengguna [8].

"Smart Card: A Single Card Solution for Multiple Activities" oleh Chandrashekhara Himmatrao Patil [7], bertujuan menawarkan solusi kartu pintar *multipurpose* sebagai solusi atas duplikasi sistem kartu pintar. Jurnal ini membahas berbagai aplikasi yang dapat diintegrasikan ke dalam kartu pintar, memberikan kemudahan dan probabilitas data bagi penggunanya. Dengan meningkatnya penggunaan kartu pintar, teknologi ini dianggap sebagai solusi untuk berbagai masalah yang berkaitan dengan identitas dan verifikasi, baik di kantor pemerintah maupun swasta. Temuan ini sejalan dengan tujuan penelitian penulis, yang juga mengeksplorasi penggunaan kartu pintar dalam sistem parkir, memperlihatkan bahwa kartu pintar dapat memberikan efisiensi dan keamanan bagi penggunanya.

Penelitian "Implementasi Smart Card Pada Sistem Keamanan Perguruan Tinggi" terkait sistem keamanan di perguruan tinggi menunjukkan bahwa penggunaan teknologi otomatisasi, seperti *smart card* yang terintegrasi dengan mikrokontroler dan barcode, dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan akses kampus [14]. Sistem keamanan konvensional yang masih rentan terhadap pencurian aset, seperti helm, laptop, dan kendaraan bermotor, memerlukan solusi inovatif untuk meningkatkan pengawasan dan mengurangi risiko kejahatan. Penerapan teknologi ini memungkinkan pengendalian portal kampus secara otomatis, yang tidak hanya memudahkan tugas petugas keamanan, tetapi juga menghemat biaya operasional dan menciptakan lingkungan kampus yang lebih aman dan nyaman. Studi ini menjadi landasan untuk merancang aplikasi pemberi parkir terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) sebagai upaya mengoptimalkan sistem keamanan kampus melalui otomatisasi yang andal dan efisien.

Penerapan teknologi Smart Campus berbasis *Smart Card* di IAIN Bone pada penelitian "Pengembangan dan Implementasi Smart Campus Berbasis Smart Card Di Institut Agama Islam Negeri Bone" meningkatkan efisiensi manajemen data dan layanan kampus melalui rekapitulasi data mahasiswa secara elektronik menggunakan standar KSCI dan teknologi dari PT Xirka Silicon Technology serta PT INTI [15]. Sistem ini memperkuat interoperabilitas antar kampus dan berpotensi dikembangkan untuk aplikasi seperti *ticketing*, *loyalty card*, dan *close-loop payment*. Implementasi dilakukan dalam dua tahap:

sosialisasi dan pelatihan, yang mendapat respons positif. Keberhasilan ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut, mendukung transformasi digital dalam manajemen akademik dan operasional kampus.

2.2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pihak-pihak yang relevan, seperti staf pengelola parkir kampus, mahasiswa pengguna layanan parkir, dan tim IT kampus [16]. Wawancara ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna, permasalahan yang sering dihadapi dalam sistem parkir saat ini, dan harapan mereka terhadap sistem baru. Proses wawancara berlangsung secara tatap muka untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam dan mendetail, terutama terkait penggunaan KTM sebagai kartu member parkir dan fitur yang diperlukan dalam sistem *desktop*.

2.3. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengunjungi area parkir kampus dan memantau secara langsung bagaimana sistem perparkiran yang ada saat ini berjalan. Proses ini melibatkan pengamatan terhadap alur masuk dan keluar parkir, penggunaan kartu parkir, serta interaksi pengguna dengan sistem parkir yang sudah ada. Selain itu, observasi juga dilakukan untuk memahami infrastruktur parkir yang tersedia, seperti pintu masuk otomatis dan perangkat pendukung lainnya, yang mungkin mempengaruhi implementasi sistem baru.

2.4. Analisis Kebutuhan Sistem

Setelah data dikumpulkan melalui studi literatur, wawancara, dan observasi, analisis kebutuhan dilakukan untuk mendefinisikan fitur-fitur yang akan diterapkan dalam aplikasi. Tahap ini penting dalam model *Waterfall* [17], di mana kebutuhan sistem harus dipahami secara komprehensif sebelum melanjutkan ke tahap desain dan implementasi. Data dan informasi yang telah diperoleh dianalisis untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna, terutama dalam hal integrasi KTM dengan sistem perparkiran berbasis *desktop* yang aman, efisien, dan mudah digunakan.

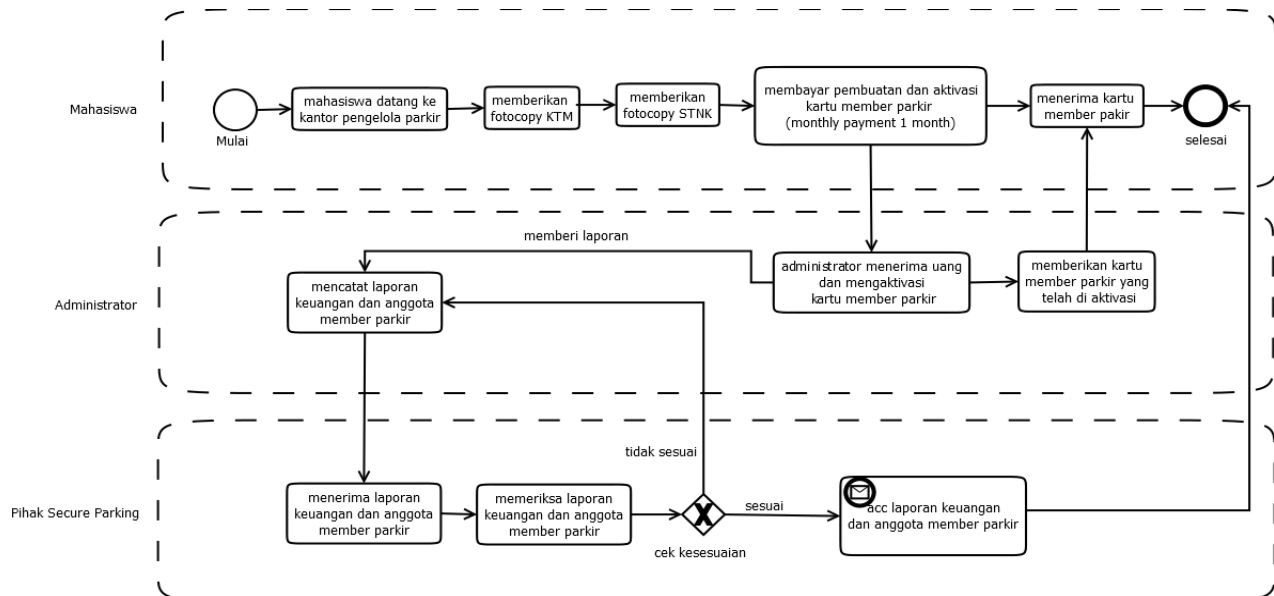
Metode-metode pengumpulan data ini dirancang untuk mendukung seluruh tahapan dalam model *Waterfall*, mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian dan pemeliharaan sistem, guna memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat diimplementasikan dengan baik di lingkungan kampus.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, metode *Waterfall* digunakan untuk pengembangan aplikasi member parkir yang terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM). Tahapan utama dalam metode ini meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Masing-masing tahap diterapkan secara berurutan untuk memastikan kualitas aplikasi yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna:

3.1. Analisis Kebutuhan

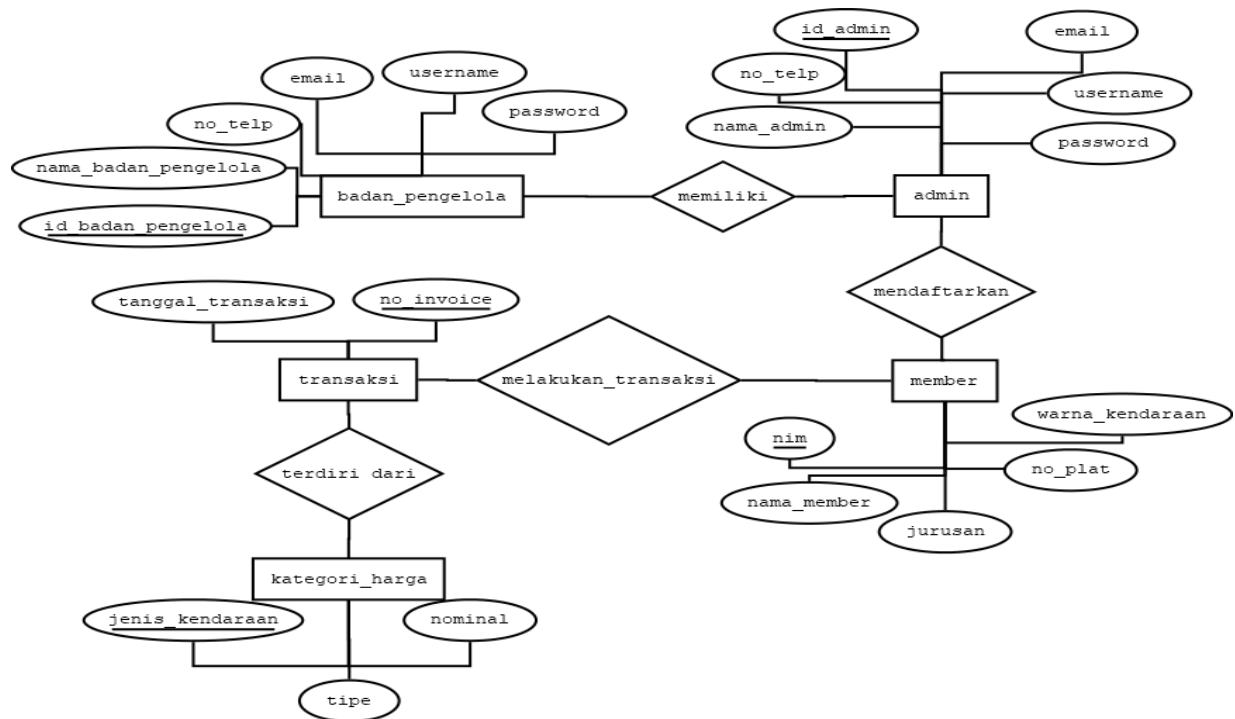
Pada tahap pertama, analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan fitur-fitur yang akan diterapkan dalam aplikasi member parkir. Pada tahap ini, wawancara dilakukan dengan mahasiswa dan pihak administrasi kampus untuk memahami kebutuhan mereka terkait sistem parkir yang efisien dan terintegrasi dengan KTM. Selain itu, data tentang sistem parkir yang ada dan spesifikasi teknis dari KTM dikumpulkan. Analisis kebutuhan ini memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat menyediakan akses parkir yang mudah dan aman menggunakan KTM sebagai identitas tunggal bagi mahasiswa. Sistem ini juga dirancang untuk memberikan informasi parkir secara *real-time* kepada mahasiswa dan pengelola parkir kampus. Proses bisnis pada tahap ini digambarkan melalui *Business Process Model and Notation* (BPMN), di mana mahasiswa mengajukan pendaftaran member parkir dengan membawa persyaratan berupa fotokopi KTM dan STNK, lalu melakukan pembayaran, dan menerima kartu member yang telah diaktifkan untuk bulan pertama, gambar proses dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. BPMN Berjalan dari *Secure Parking* untuk Pendaftaran *Member Parkir*

3.2. Desain Sistem

Setelah kebutuhan ditentukan, tahap selanjutnya adalah desain sistem. Desain ini mencakup perancangan arsitektur sistem, alur data, serta antarmuka pengguna (*user interface*) untuk aplikasi *desktop*.

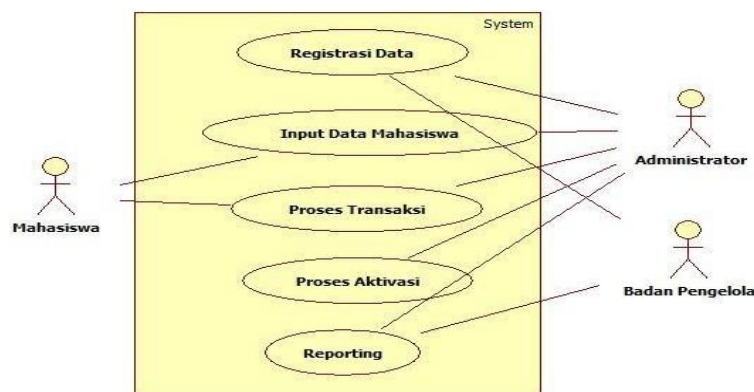


Gambar 3. Entity Relationship Diagram untuk Aplikasi Pendaftaran *Member Parkir* Dengan Kartu Tanda Mahasiswa

Aplikasi *desktop* ini akan dibangun untuk memudahkan mahasiswa dalam mengakses informasi terkait parkir, mendaftar sebagai member parkir, serta memantau status parkir mereka. Selain itu, sistem juga dirancang agar dapat terintegrasi dengan basis data KTM kampus untuk memverifikasi status keanggotaan mahasiswa secara otomatis. Aplikasi *desktop* akan memiliki antarmuka yang *user-friendly*, dengan fitur-fitur seperti pendaftaran, verifikasi otomatis melalui KTM, dan monitoring jumlah parkir yang tersedia. Desain sistem juga memastikan bahwa data mahasiswa yang terkait dengan parkir akan diproses secara aman dan hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang.

Sebagai bagian dari desain sistem, model *Entity Relationship Diagram* (ERD) juga disusun untuk mengatur hubungan antara entitas dalam sistem. Gambar 3 menunjukkan entitas Pengelola yang memiliki relasi dengan entitas *Admin*, yang selanjutnya berhubungan dengan entitas *Member*. Entitas *Member* terkait dengan entitas Transaksi yang menyimpan data transaksi parkir, seperti nomor *invoice* dan tanggal transaksi, serta relasi dengan entitas Kategori Harga yang berisi informasi jenis dan tipe kendaraan beserta harga parkir. Dengan struktur yang dirancang secara matang ini, aplikasi member parkir berbasis KTM dapat diimplementasikan dengan baik dan memberikan manfaat bagi Pengelola maupun mahasiswa kampus.

Setelah menyusun *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk merancang struktur data dan relasi antar-entitas, aplikasi *member* parkir ini juga dirancang dengan diagram *use case* yang mengilustrasikan alur dan hak akses untuk setiap pengguna. Berdasarkan Gambar 4, sebelum mengakses aplikasi dan melakukan transaksi, entitas *Administrator* dan Pengelola wajib melakukan registrasi data terlebih dahulu. Masing-masing entitas memiliki hak akses yang berbeda sesuai peran mereka dalam sistem.

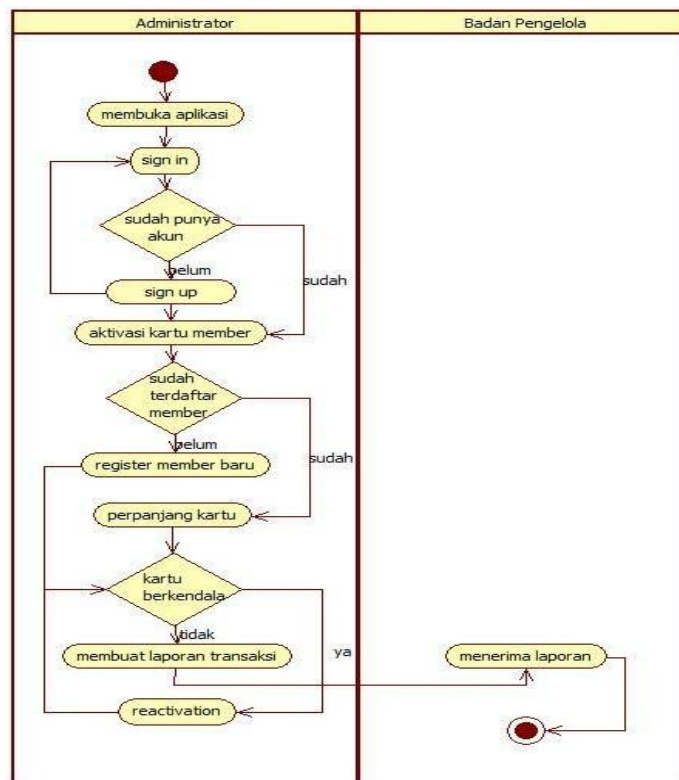


Gambar 4. Use Case untuk Aplikasi Pendaftaran Member Parkir Dengan Kartu Tanda Mahasiswa

Dalam aplikasi ini, terdapat dua akun berbeda, yaitu akun *Administrator* dan Pengelola. Mahasiswa, meskipun tidak memiliki akun dalam aplikasi, tetap perlu menginput data mereka ke dalam sistem untuk mengaktifkan status sebagai member parkir. Akun *Administrator* memiliki akses penuh ke seluruh fitur aplikasi, termasuk registrasi data, input data mahasiswa, proses transaksi, aktivasi kartu, serta pembuatan laporan (*reporting*). Sementara itu, akun Pengelola hanya dapat mengakses fitur registrasi data dan pembuatan laporan, sehingga perannya lebih terbatas dibandingkan dengan *Administrator*. Dengan desain ini, aplikasi member parkir berbasis KTM ini memastikan pengelolaan parkir kampus yang terstruktur dan aman, serta mempermudah proses pengelolaan data dan transaksi parkir mahasiswa.

Melanjutkan dari *use case diagram*, dalam Gambar 5 *activity diagram* aplikasi pendaftaran *member* parkir dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM), terdapat dua aktor utama, yaitu *administrator* dan badan pengelola. Proses dimulai dari administrator yang mengakses aplikasi dan melakukan sign in. Apabila administrator belum memiliki akun, maka sistem akan meminta proses *sign up* terlebih dahulu untuk registrasi akun baru.

Setelah berhasil masuk ke dalam aplikasi, *administrator* dapat melakukan berbagai aktivitas utama terkait pengelolaan member parkir. Aktivitas pertama adalah melakukan aktivasi kartu. Jika mahasiswa yang akan didaftarkan belum terdaftar sebagai *member*, *administrator* perlu melakukan register *member* baru terlebih dahulu. Namun, jika mahasiswa sudah terdaftar sebagai *member*, *administrator* dapat langsung memperpanjang kartu *member* parkir sesuai kebutuhan.



Gambar 5. Activity Diagram untuk Aplikasi Pendaftaran Member Parkir Dengan Kartu Tanda Mahasiswa

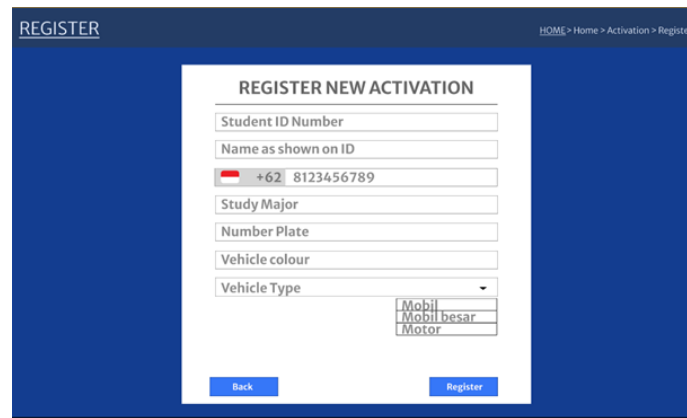
Selain itu, *activity diagram* juga mengantisipasi kemungkinan kendala pada kartu *member*. Apabila terjadi kendala, *administrator* dapat melakukan proses aktivasi ulang (*reaktivation*) untuk mengembalikan fungsi kartu *member*. Jika tidak ada kendala, *administrator* dapat melanjutkan untuk membuat laporan yang akan diterima oleh badan pengelola. Proses ini memungkinkan badan pengelola untuk memantau aktivitas dan status keanggotaan *member* parkir secara efisien, sekaligus memastikan bahwa sistem berjalan dengan lancar dan sesuai dengan standar operasional yang ditetapkan.

Dengan kombinasi *use case* dan *activity diagram* ini, alur operasional aplikasi dapat dipahami dengan jelas, memperlihatkan interaksi pengguna, kondisi alternatif, serta bagaimana setiap fungsi saling terkait dalam mendukung sistem pendaftaran member parkir berbasis KTM.

3.3. Implementasi

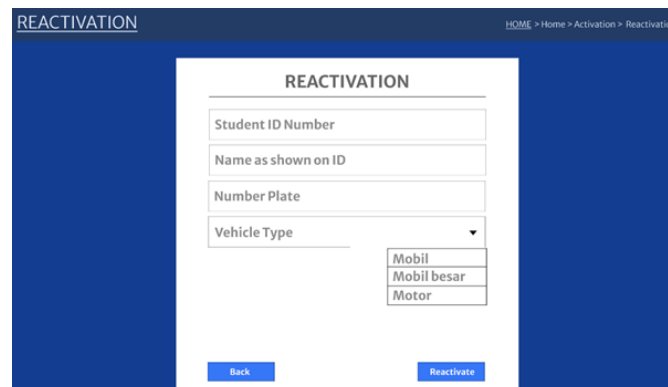
Pada tahap implementasi, hasil desain sistem diubah menjadi kode program. Aplikasi *desktop* dibangun menggunakan teknologi pengembangan perangkat lunak modern, seperti bahasa pemrograman Java, yang memungkinkan integrasi yang mudah dengan sistem basis data kampus serta perangkat parkir yang ada di lapangan. Fitur utama yang dikembangkan meliputi pengelolaan data member parkir, verifikasi otomatis KTM, serta tampilan informasi parkir yang dapat diakses secara real-time oleh mahasiswa melalui

aplikasi desktop. Pada tahap ini, aplikasi *desktop* akan dikembangkan agar dapat diinstal pada komputer-komputer yang terhubung dengan sistem parkir kampus. Sistem juga dilengkapi dengan modul *administrasi* yang memungkinkan pengelola kampus untuk memantau aktivitas parkir, menganalisis data penggunaan parkir, serta mengatur keanggotaan mahasiswa.

The screenshot shows a web interface for 'REGISTER NEW ACTIVATION'. The page has a blue header with 'REGISTER' on the left and a breadcrumb trail 'HOME > Home > Activation > Register' on the right. The main form is white and contains several input fields: 'Student ID Number', 'Name as shown on ID', a phone number field with a dropdown for country code (currently '+62') and a text input (currently '8123456789'), 'Study Major', 'Number Plate', 'Vehicle colour', and 'Vehicle Type' which is a dropdown menu. The 'Vehicle Type' dropdown is open, showing three options: 'Mobil', 'Mobil besar', and 'Motor'. At the bottom of the form are two buttons: 'Back' and 'Register'.

Gambar 6. Tampilan Register

Pada Gambar 6, menampilkan *form* untuk melakukan registrasi atau aktivasi kartu *member* parkir baru, *admin* perlu memasukkan data mahasiswa yaitu *student ID number* (Nomor Induk Mahasiswa atau NIM), nama mahasiswa yang mendaftar, nomor telepon, jurusan, plat nomor kendaraan, warna kendaraan, serta tipe kendaraan (motor, mobil, atau mobil besar). Lalu, akan dilanjutkan ke pembayaran sebelum aktivasi dilakukan. Pada proses ini, *admin* hanya dapat mendaftarkan kendaraan satu per satu, apabila mahasiswa memiliki 2 kendaraan yang ingin didaftarkan, maka *admin* harus melakukan *input* data mahasiswa 2 (dua) kali dengan kendaraan yang berbeda.

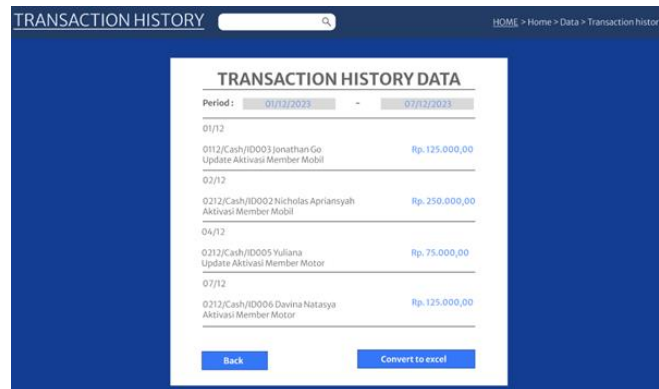
The screenshot shows a web interface for 'REACTIVATION'. The page has a blue header with 'REACTIVATION' on the left and a breadcrumb trail 'HOME > Home > Activation > Reactivation' on the right. The main form is white and contains several input fields: 'Student ID Number', 'Name as shown on ID', 'Number Plate', and 'Vehicle Type' which is a dropdown menu. The 'Vehicle Type' dropdown is open, showing three options: 'Mobil', 'Mobil besar', and 'Motor'. At the bottom of the form are two buttons: 'Back' and 'Reactivate'.

Gambar 7. Tampilan Aktivasi Ulang Kartu

Pada Gambar 7, menunjukkan form untuk melakukan aktivasi ulang kartu *member* parkir apabila terjadi kendala. Di dalam *form*, *admin* perlu memasukkan data NIM, nama *member*, nomor plat kendaraan, dan tipe kendaraan. Setelah itu, *admin* akan mengklik *reactivate* agar kartu dapat di aktivasi ulang.

Pada Gambar 8, menampilkan contoh *transaction history*. *Admin* dapat membuat laporan dengan mengklik "*convert to excel*" agar laporan dapat langsung ditampilkan dalam bentuk excel. Ada juga

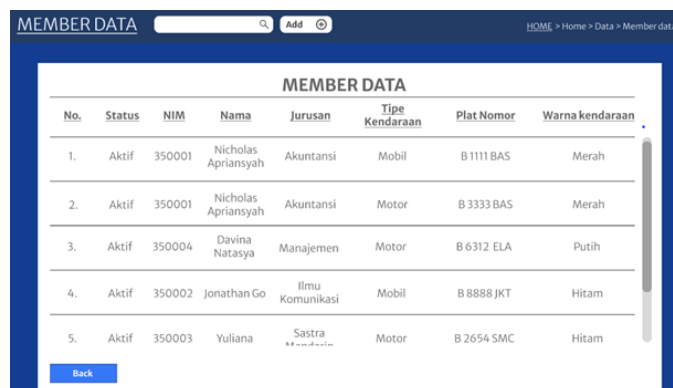
pilihan *search* agar mempermudah *user* untuk menemukan data yang diinginkan. Selain itu, tampilan ini juga dapat diakses oleh Pengelola.



TRANSACTION HISTORY DATA			
Period			
01/12	0112/Cash/ID001 Jonathan Go	Update Aktivasi Member Mobil	Rp. 125.000,00
02/12	0212/Cash/ID002 Nicholas Apriansyah	Aktivasi Member Mobil	Rp. 250.000,00
04/12	0212/Cash/ID005 Yuliana	Update Aktivasi Member Motor	Rp. 75.000,00
07/12	0212/Cash/ID006 Davina Natasya	Aktivasi Member Motor	Rp. 125.000,00

Gambar 8. Tampilan *Transaction History* yang Ditentukan

Gambar 9 menampilkan data dari *member* yang telah terdaftar, di dalamnya terdiri dari status *member* parkir, apakah kartunya masih aktif atau tidak, nomor induk mahasiswa, nama, jurusan, tipe kendaraan, plat nomor, dan warna kendaraan. Pada tampilan *member* data, terdapat *search* untuk mencari data *member* yang diinginkan dan *add* untuk menambahkan *member* baru (kembali pada menu *register*). tampilan ini juga dapat diakses oleh Pengelola.



No.	Status	NIM	Nama	Jurusan	Tipe Kendaraan	Plat Nomor	Warna kendaraan
1.	Aktif	350001	Nicholas Apriansyah	Akuntansi	Mobil	B 1111 BAS	Merah
2.	Aktif	350001	Nicholas Apriansyah	Akuntansi	Motor	B 3333 BAS	Merah
3.	Aktif	350004	Davina Natasya	Manajemen	Motor	B 6312 ELA	Putih
4.	Aktif	350002	Jonathan Go	Ilmu Komunikasi	Mobil	B 8888 JKT	Hitam
5.	Aktif	350003	Yuliana	Sastra	Motor	B 2654 SMC	Hitam

Gambar 9. Tampilan *Member Data*

3.4. Pengujian

Setelah implementasi selesai, tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian melibatkan beberapa skenario, termasuk pengujian fungsionalitas untuk memastikan setiap fitur berfungsi dengan baik dan pengujian pengguna untuk memastikan aplikasi *desktop* mudah digunakan oleh mahasiswa dan sesuai dengan kebutuhan mereka. Selain itu, pengujian keamanan dilakukan untuk memastikan bahwa data pribadi mahasiswa dan status keanggotaan mereka terlindungi dengan baik. Pengujian performa juga dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi *desktop* dapat berjalan secara efisien dan responsif, terutama saat digunakan oleh banyak pengguna sekaligus [18].

Penggunaan aplikasi *desktop* dalam pengembangan sistem *member parkir* yang terintegrasi dengan KTM ini merupakan solusi inovatif yang dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem parkir kampus. Aplikasi *desktop* memungkinkan mahasiswa untuk mendaftar sebagai *member parkir* dan mengakses informasi parkir langsung dari komputer yang tersedia di kampus. Dengan integrasi KTM

sebagai kartu identitas utama, sistem ini memudahkan mahasiswa dalam melakukan verifikasi, menghindari penggunaan kartu parkir terpisah, dan memungkinkan pengelola kampus untuk memantau status parkir secara *real-time* [19]. Keunggulan lain dari aplikasi *desktop* ini adalah kemampuannya untuk diakses secara *offline* jika diperlukan, tanpa harus selalu bergantung pada koneksi *internet*, yang memberikan fleksibilitas lebih bagi pengguna.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan menawarkan solusi yang efisien dan inovatif untuk manajemen parkir kampus, terutama melalui penggunaan KTM sebagai kartu member parkir yang terintegrasi. Penerapan metode *Waterfall* memungkinkan pengembangan aplikasi yang terstruktur dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penelitian ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi mahasiswa dan pengelola kampus dalam hal manajemen dan efisiensi parkir, serta meningkatkan keamanan akses parkir di kampus. Tabel 1 menampilkan hasil pengujian *black box testing* pada sistem aplikasi pendaftaran *member* parkir dengan KTM. Dalam *black box testing*, fokusnya adalah menguji fungsi-fungsi yang terlihat oleh pengguna tanpa memeriksa kode internalnya.

Tabel 1. Tabel *Black Box Testing* Sistem Member Parkir

No	Use Case / Activity	Test Case	Expected Result	Actual Result	Status
1	Administrator Login	Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang valid	Sistem berhasil <i>login</i> dan <i>administrator</i> diarahkan ke halaman utama	Sesuai	Passed
2	Administrator Login	Memasukkan <i>username</i> atau <i>password</i> yang salah	Sistem menampilkan pesan <i>error</i> “ <i>Username</i> atau <i>password</i> salah”	Sesuai	Passed
3	Administrator Sign Up	Mendaftar akun baru dengan mengisi semua data yang diperlukan	Akun berhasil terdaftar dan <i>administrator</i> diarahkan ke halaman <i>login</i>	Sesuai	Passed
4	Member Registration	Administrator melakukan pendaftaran member baru dengan data valid	Data member baru tersimpan dalam sistem dan kartu parkir diaktifkan	Sesuai	Passed
5	Member Registration	Administrator melakukan pendaftaran dengan data tidak lengkap	Sistem menampilkan pesan kesalahan “Data tidak lengkap”	Sesuai	Passed
6	Card Activation	Administrator mengaktifkan kartu parkir mahasiswa baru	Kartu berhasil diaktifkan dan status <i>member</i> menjadi aktif	Sesuai	Passed
7	Card Renewal	Administrator memperpanjang kartu parkir mahasiswa yang sudah menjadi <i>member</i>	Masa aktif kartu diperpanjang sesuai dengan permintaan	Sesuai	Passed
8	Card Reactivation	Administrator melakukan reaktivasi pada kartu <i>member</i> yang bermasalah	Kartu berhasil diaktifkan kembali	Sesuai	Passed
9	Generate Report	Administrator membuat laporan transaksi dan data <i>member</i>	Laporan berhasil dihasilkan dan dapat diakses oleh badan pengelola	Sesuai	Passed
10	Data	Administrator memverifikasi	Sistem berhasil	Sesuai	Passed

No	Use Case / Activity	Test Case	Expected Result	Actual Result	Status
11	Verification (Activity) Show Parking Information	data mahasiswa menggunakan KTM pada saat registrasi Administrator melihat informasi status parkir terkini	memvalidasi data berdasarkan informasi KTM Informasi status parkir muncul dengan data yang diperbarui secara <i>real-time</i>	Sesuai	Passed
12	View Report by Management	Badan Pengelola melihat laporan yang dibuat administrator	Laporan muncul lengkap dengan histori transaksi dan data member	Sesuai	Passed
13	Update Activation Status	Administrator memperbarui status aktivasi tanpa masalah	Status aktivasi berhasil diperbarui sesuai permintaan	Sesuai	Passed
14	System Logout	Administrator melakukan logout dari sistem	Sistem berhasil keluar dan kembali ke halaman login	Sesuai	Passed

Setelah pengujian dilakukan pengujian *feedback* kepada mahasiswa untuk sistem member parkir terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM). Pengujian melibatkan 50 mahasiswa sebagai partisipan, pengujian pengguna memberikan wawasan tentang pengalaman dan kepuasan penggunaan aplikasi dimana didapatkan kemudahan penggunaan: 80% hasil yang berarti 40 mahasiswa menyatakan bahwa aplikasi mudah digunakan, terutama dalam proses pendaftaran dan verifikasi parkir. Dengan melihat kepuasan sistem, dari seluruh mahasiswa yang berpartisipasi memberikan skor rata-rata kepuasan pengguna mencapai 4,5 dari 5. Hasil pengujian fungsional dengan *black box* dan pengujian *feedback* pengguna menunjukkan bahwa aplikasi member parkir berbasis KTM ini efektif dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem parkir kampus. Implementasi sistem ini memberikan manfaat signifikan bagi mahasiswa dan pengelola kampus, meningkatkan pengalaman pengguna serta efisiensi operasional parkir.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan kemajuan teknologi yang diimplementasikan dalam sistem perparkiran, dengan menggunakan metode *Waterfall* sebagai panduan pengembangan aplikasi. Tahapan pertama, analisis kebutuhan, dilakukan untuk memahami secara mendalam kebutuhan pengguna terhadap perangkat lunak, yang kemudian diterjemahkan menjadi spesifikasi lengkap. Tahap kedua, perancangan, mencakup penyusunan gambaran sistem dan antarmuka yang akan ditampilkan dalam aplikasi. Tahap ketiga, implementasi, dilakukan untuk memastikan bahwa desain yang telah dibuat sesuai dengan kebutuhan dan kriteria pengguna.

Aplikasi yang dirancang, yaitu Aplikasi Pendaftaran *Member* Parkir dengan Kartu Tanda Mahasiswa, berhasil memenuhi tujuan pengembangan dan berpotensi mengoptimalkan sistem aktivasi dan pembaruan kartu *member* parkir untuk Pengelola. Integrasi kartu member parkir dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) memberikan manfaat praktis bagi mahasiswa, karena memungkinkan mereka mengurangi jumlah kartu yang perlu dibawa. Secara keseluruhan, aplikasi ini dapat diimplementasikan dan memberikan manfaat signifikan bagi pihak Pengelola serta mahasiswa.

Referensi

- [1] M. Z. Abidin, R. Pulungan, "A Systematic Review of Machine-vision-based Smart Parking Systems," *Scientific Journal of Informatics*, Vol. 7, No. 2, pp. 2407–7658.

- <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/sji>.
- [2] T. Anusha, M. Pushpalatha, “Smart cities Efficient Communication Model for a Smart Parking System with Multiple Data Consumers,” pp. 1536–1553.
 - [3] J. Zhang, H. Chen, S. Song, and F. Hu, “Reinforcement Learning-Based Motion Planning for Automatic Parking System,” Vol. 8, pp. 154485–154501.
 - [4] C. Biyik, Z. Allam, G. Pieri, D. Moroni, M. O’fraifer, E. O’connell, S. Olariu, and M. Khalid, “Smart parking systems: Reviewing the literature, architecture and ways forward, “ *Smart Cities*, Vol. 4, No. 2, pp. 623–642, Doi:10.3390/smartcities4020032.
 - [5] H. Abushammala, M. A. Masood, S. T. Ghulam, and J. Mao, “On the Conversion of Paper Waste and Rejects into High-Value Materials and Energy,” *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 15, No. 8, pp. 1–21, Doi:10.3390/su15086915.
 - [6] Q. Dong, M. Chen, L. Li, and K. Fan, “Cloud-based radio frequency identification authentication protocol with location privacy protection,” *International Journal of Distributed Sensor Networks*, Vol. 14, No. 1, Doi: 10.1177/1550147718754969.
 - [7] H. Walvekar, V. Karad, S. Gautam, and C. H. Patil, “Smart Card : A Single Card Solution for Multiple Activities Chandrashekhar HIMMATRAO Patil Smart Card : A Single Card Solution for Multiple Activities,” *In Association with International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology* |, April, pp. 2456–3307. www.ijsrcseit.com.
 - [8] I. M. Insan, P. Sukarno, and R. Yasirandi, “Multi-Factor Authentication Using a Smart Card and Fingerprint (Case Study: Parking Gate), “*Indonesia Journal on Computing (Indo-JC)*, Vol. 4, No. 2, pp. 55–66. Doi:10.21108/indojc.2019.4.2.309
 - [9] T. Tjahjanto, A. Arista, and E. Ermatita, “Application of the Waterfall Method in Information System for State-owned Inventories Management Development,” *Sinkron*, Vol. 7 No. 4, pp.2182–2192.
 - [10] T. S. Aina, O. O. Akinte, A. J. Awelewa, and D. O. Adelakun, “International Journal of Advanced Multidisciplinary digital management conference project,” *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, Vol. 2. No. 3, pp.1–5.
 - [11] B. A. Andrei, A. C. Casu-Pop, S. C. Gheorghe, and C. A. Boiangiu, “a Study on Using Waterfall and Agile Methods in Software Project Management,” *Journal of Information Systems & Operations Management*, May, pp. 125–235.
 - [12] N.A. Ilham, Naziro, “Implementasi Konsep Pemrograman Berorientasi Objek Pada Aplikasi Sistem Parkir Menggunakan Bahasa Pemrograman Java,” Vol. 3, No. 2, pp. 63-69, Doi: 10.21831/jee.v3i2.28293.
 - [13] D. Pilendia, “Pemanfaatan Adobe Flash Sebagai Dasar Pengembangan Bahan Ajar Fisika : Studi Literatur,” *J. Tunas Pendidik.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–10, 2020, doi: 10.52060/pgsd.v2i2.255.
 - [14] A. Iskandar, A. S. Rais, and Mesran, “Implementasi Smart Card Pada Sistem Keamanan Perguruan Tinggi,” *Semin. Nas. Teknol. ...*, pp. 469–474, 2019, [Online]. Available: <https://prosiding.seminar-id.com/index.php/sainteks/article/view/189>
 - [15] I. S. Areni et al., “Pengembangan dan Implementasi Smart Campus Berbasis Smart Card Di Institut Agama Islam Negeri Bone,” *J. TEPAT Appl. Technol. J. Community Engagem. Serv.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.25042/jurnal_tepat.v2i1.51
 - [16] E. Irani, “The Use of Videoconferencing for Qualitative Interviewing: Opportunities, Challenges, and Considerations,” *Clin. Nurs. Res.*, vol. 28, no. 1, pp. 3–8, 2019, doi: 10.1177/1054773818803170.
 - [17] F. S. Lee, K. Aprilia, D. F. Dinata, and J. F. Andry, “Aplikasi Pengelolaan Stok Bahan Baku dengan Metode Waterfall Pada Pabrik Plastik,” *Jteksis.*, Vol. 6, No. 2
 - [18] M. Narahaba, F. Lee, “Inventory Application Design At Industrial Water Depo Using Extreme Programming Method” *Jurnal Techno*, Vol. 21, No. 1, pp. 59-66, doi: 10.33480/techno.v21i1.4190.
 - [19] J. F. Andry, G. Juliawan, Y. Christian, J. Leonardo, and Nicolas, “Parking System Development

Using Extreme Programming Method,” *J. Digit. Inf. Manag.*, vol. 16, no. 6, pp. 279–288, 2018, doi: 10.6025/jdim/2018/16/6/279-288.