

APLIKASI SISTEM PERPARKIRAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Valentino¹, Genrawan Hoendarto², Sandi Tendean³

^{1,2,3} Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Widya Dharma Pontianak
e-mail: ¹valent.chin3@gmail.com, ²genrawan@widyadharm.ac.id, ³sandi_t@widyadharm.ac.id

Abstract

The Internet of Things (IoT) based parking system is a combination system of microcontroller prototype, web application and database that are integrated in realizing an efficient parking process and management for organization and visitors through the use of wireless networks for data transmission. In designing this system, the author studied the literature related to the development of Internet of Things (IoT) projects, microcontrollers and the development of PHP-based web applications. The author also uses Unified Modeling Language (UML) as a system analysis technique as well as in system design, the author uses Arduino IDE to design the prototype source code, XAMPP as an SQL database management system and Microsoft Visual Studio to design web applications. In addition, the author conducts testing on the parking system to test how the system works. This research resulted in an Internet of Things (IoT) based parking system application that eliminates the shortcomings of conventional parking systems, and one of its features is efficient entry/exit access by simply tapping the RFID card on the RFID sensor and providing a complete parking-related information system to management and visitors. The conclusion obtained is the application of an Internet of Things (IoT) based parking system that works optimally in handling the parking process, providing parking-related information to management and visitors and assisting management in managing parking efficiently and effectively.

Keywords—Application, Prototype, Parking System, Internet of Things (IoT)

Abstrak

Sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah sistem kombinasi dari *prototype* mikrokontroler, aplikasi web dan basis data yang terintegrasi dalam mewujudkan proses dan pengelolaan parkir yang efisien bagi manajemen dan pengunjung melalui pemanfaatan jaringan nirkabel untuk transmisi data. Dalam merancang sistem ini, penulis mempelajari literatur yang berhubungan dengan pengembangan proyek *Internet of Things* (IoT), mikrokontroler dan pengembangan aplikasi web berbasis PHP. Penulis juga menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) sebagai teknik analisis sistem serta dalam perancangan sistem, penulis menggunakan Arduino IDE untuk merancang *source code prototype*, XAMPP sebagai sistem pengelola basis data SQL dan Microsoft Visual Studio untuk merancang aplikasi web. Selain itu penulis melakukan *testing* pada sistem perparkiran untuk menguji cara kerja sistem. Penelitian ini menghasilkan aplikasi sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengeliminasi kekurangan dari sistem perparkiran konvensional, dan salah satu fiturnya adalah akses masuk/keluar yang efisien hanya dengan *tap* kartu RFID pada sensor RFID serta menyediakan sistem informasi terkait parkir yang lengkap kepada manajemen dan pengunjung. Kesimpulan yang diperoleh adalah aplikasi sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) yang bekerja secara optimal dalam menangani proses parkir, menyediakan informasi terkait parkir kepada manajemen dan pengunjung serta membantu manajemen dalam mengelola parkir secara efisien dan efektif.

Kata kunci—Aplikasi, Prototype, Sistem Perparkiran, *Internet of Things* (IoT)

1. PENDAHULUAN

Di abad ke-21 ini, teknologi telah mempengaruhi banyak aspek kehidupan manusia. Teknologi dulunya dianggap sebagai suatu hal yang hanya dapat dirasakan oleh kalangan tertentu saja, namun berkat proses modernisasi, teknologi telah diimplementasikan ke masyarakat yang lebih luas. Mulai dari bangun tidur hingga beristirahat kembali di malam hari, manusia selalu terlibat dengan teknologi dan dewasa ini pun muncul sebuah istilah “*Internet of Things*” sebagai bentuk penerapan teknologi yang lebih inovatif di dalam masyarakat. Teknologi kini tidak hanya mengenai sebuah alat yang berdiri dan bekerja sendiri menjalankan fungsinya masing-masing, namun *Internet of Things* mengenalkan manusia pada definisi yang baru dari teknologi, yaitu konsep mengenai sekumpulan alat atau mesin yang terintegrasi satu sama lain secara nirkabel dan dapat saling bertransmisi data untuk mencapai tujuan dari sebuah sistem atau menyelesaikan pekerjaan dari sebuah sistem.

Sederhananya, *Internet of Things* (IoT) adalah implementasi teknologi jaringan ke dalam objek yang biasa digunakan manusia agar dapat berkomunikasi satu dengan yang lainnya. Objek-objek tersebut dapat dikendalikan dari jarak jauh (secara nirkabel) melalui jaringan internet yang dibentuk dengan tujuan untuk memperluas manfaat dari objek dan memberikan efisiensi bagi manusia. Teknologi *Internet of Things* (IoT) yang ingin diteliti adalah memanfaatkan teknologi jaringan untuk membuat sistem perparkiran terintegrasi antara alat, aplikasi, manajemen dan pengunjung di suatu kawasan seperti kawasan perkantoran agar proses parkir dapat menjadi lebih efisien.

Aplikasi sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) dirancang dengan tujuan untuk meminimalisir dan bahkan mengeliminasi kekurangan dari sistem perparkiran konvensional yang cenderung tidak efisien, seperti penggunaan karcis parkir dalam bentuk kertas yang mudah sobek, proses *input* nomor karcis secara manual yang dilakukan oleh penjaga parkir sehingga berpotensi menimbulkan antrian panjang dan dari sisi manajemen, bertujuan untuk meningkatkan kualitas *monitoring* dan pengelolaan sistem perparkiran dengan aplikasi yang dapat memantau informasi kunjungan secara detail dan *real-time* hingga tujuan akhirnya terwujud sistem perparkiran yang dapat memudahkan pengunjung dan manajemen dalam aspek efisiensi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

2.1.1 Studi Literatur

Penulis mempelajari literatur-literatur yang meliputi laporan penelitian, jurnal ilmiah, buku, skripsi, ensiklopedia, *e-book* yang diunduh dari *internet* and jenis literatur lainnya yang berhubungan dengan pengembangan proyek *Internet of Things* (IoT), mikrokontroler dan pengembangan aplikasi web berbasis PHP sebagai landasan teori untuk mendukung penelitian ini.

2.1.2 Studi Lapangan

Penulis mempelajari konsep dasar sistem perparkiran yang umumnya terdapat pada lokasi publik untuk mengetahui cara kerja dan prosedurnya serta menganalisa implementasi teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) pada sistem perparkiran konvensional.

2.1.3 Pengembangan Sistem

Penulis melakukan spesifikasi kebutuhan dari sistem yang akan dibangun (*analisa system requirements*) untuk mengetahui objek-objek dan fungsi yang dibutuhkan oleh sistem agar dapat bekerja dengan baik. Setelah itu pengembangan sistem dilanjutkan dengan melakukan perancangan *prototype* dan aplikasi sistem berdasarkan spesifikasi kebutuhan serta melakukan *testing* pada sistem yang telah dirancang.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem

Sistem didefinisikan sebagai seperangkat komponen yang saling terkait, dengan batas yang jelas, bekerja bersama untuk mencapai serangkaian tujuan bersama dengan menerima *input* dan menghasilkan *output* dalam proses transformasi yang terorganisir.^[1] Sistem secara sederhana didefinisikan sebagai kumpulan kelompok elemen yang saling bergantung dan saling terkait dalam membentuk satu kesatuan yang utuh.^[2]

2.2.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan kegiatan dalam mengembangkan sistem informasi yang dapat dibagi menjadi empat aktivitas sebagai berikut:

- a. Tahap lanjutan setelah tahap analisis sistem dalam daur hidup pengembangan sistem.
- b. Mendefinisikan setiap kebutuhan-kebutuhan fungsional.
- c. Mempersiapkan rancangan implementasi sistem yang baru/usulan.
- d. Menggambarkan sistem baru/usulan yang akan dikembangkan.
- e. Mengatur dan merencanakan elemen-elemen yang terpisah serta mengkonfigurasi perangkat lunak dan keras.^[3]

Perancangan sistem adalah penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Tujuan dari perancangan sistem adalah untuk memenuhi kebutuhan pemakai sistem serta untuk memberikan gambaran yang jelas dan rancang bangun yang lengkap.^[4]

2.2.3 Program Aplikasi

Program aplikasi digunakan untuk mencapai tugas-tugas tertentu. Program aplikasi menggunakan kapasitas komputer secara langsung untuk tugas tertentu dan digunakan untuk mengetik dokumen, memanipulasi foto, merancang grafik dan angka.^[5] Program aplikasi atau *software application* merupakan subkelas sebuah perangkat lunak komputer yang berguna dalam kemampuan komputer langsung agar dapat melakukan tugas yang diinginkan oleh pengguna.^[6]

2.2.4 Prototype

Prototype atau prototipe adalah model asli suatu produk yang fungsional dan dapat diberikan kepada para calon pelanggan agar mereka dapat melihat, menguji dan menggunakan model *sample* dari produk tersebut.^[7] Prototipe adalah versi sistem atau bagian dari sistem yang dikembangkan dengan cepat untuk memeriksa persyaratan atau kelayakan dari beberapa keputusan desain yang diminta klien.^[8]

2.2.5 Parkir

Parkir adalah keadaan kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya.^[9] Parkir adalah suatu proses meninggalkan kendaraan pada suatu tempat selama beberapa saat.^[10]

2.2.6 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah istilah yang muncul dengan pengertian sebuah akses perangkat elektronik melalui media internet. Akses perangkat tersebut terjadi akibat hubungan manusia dengan perangkat atau perangkat dengan perangkat yang memanfaatkan jaringan internet. Akses perangkat tersebut terjadi karena keinginan untuk berbagi data, berbagi akses, dan juga mempertimbangkan keamanan dalam aksesnya.^[11] Pengertian '*Internet of Things*' adalah sensor-sensor yang terhubung ke internet dan berperilaku seperti internet dengan membuat koneksi-koneksi terbuka setiap saat, serta berbagi data secara bebas dan memungkinkan aplikasi-aplikasi yang tidak terduga, sehingga komputer-komputer dapat memahami dunia di sekitar mereka dan menjadi bagian dari kehidupan manusia.^[12]

2.3 Gambaran Umum Aplikasi Sistem

Aplikasi sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) dirancang sebagai sistem informasi bagi pengunjung dan manajemen yang berguna dalam pengelolaan proses parkir baik dari sisi manajemen maupun pengunjung dan penyediaan informasi perparkiran secara *real-time* dan akurat. Kombinasi aplikasi dengan *prototype* sistem perparkiran menciptakan proses kunjungan dan parkir yang efisien, pengunjung hanya perlu menggunakan sebuah kartu RFID (misalnya e-KTP) dan satu langkah berupa *tap* untuk akses masuk dan keluar dari kawasan parkir sehingga proses parkir yang panjang dari sistem perparkiran konvensional dapat dipersingkat dengan satu langkah saja melalui sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) ini.

Fitur-fitur dari aplikasi sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) dibagi menjadi dua jenis pengguna yaitu manajemen atau administrator sebagai pengguna yang mengelola dan memonitor parkir dan pengunjung sebagai pihak yang melakukan proses parkir. Fitur-fitur tersebut antara lain:

2.3.1 Fitur-fitur Manajerial

- a. *Dashboard* admin untuk memantau total kunjungan harian, total transaksi harian dan informasi slot parkir.
- b. Sistem *membership* untuk menambah member, melihat riwayat kunjungan member, melihat riwayat transaksi member, melakukan *top-up* member, menghapus, memblokir dan mengubah data member.
- c. Data kunjungan, untuk melihat rekaman kunjungan harian yang memuat informasi nama pengunjung, waktu masuk, waktu keluar, durasi parkir, jenis kendaraan, tarif berlaku dan status parkir dalam kurun waktu harian ataupun periode tertentu.
- d. Data transaksi, untuk melihat rekaman transaksi harian yang memuat informasi nama member, waktu transaksi, nominal transaksi dan jenis transaksi yang dilakukan.
- e. Pengaturan tarif parkir *regular* dan *overnight*.
- f. Pengaturan dan *monitoring* slot parkir.
- g. Simulasi akses masuk dan keluar .
- h. Pengaturan administrator.

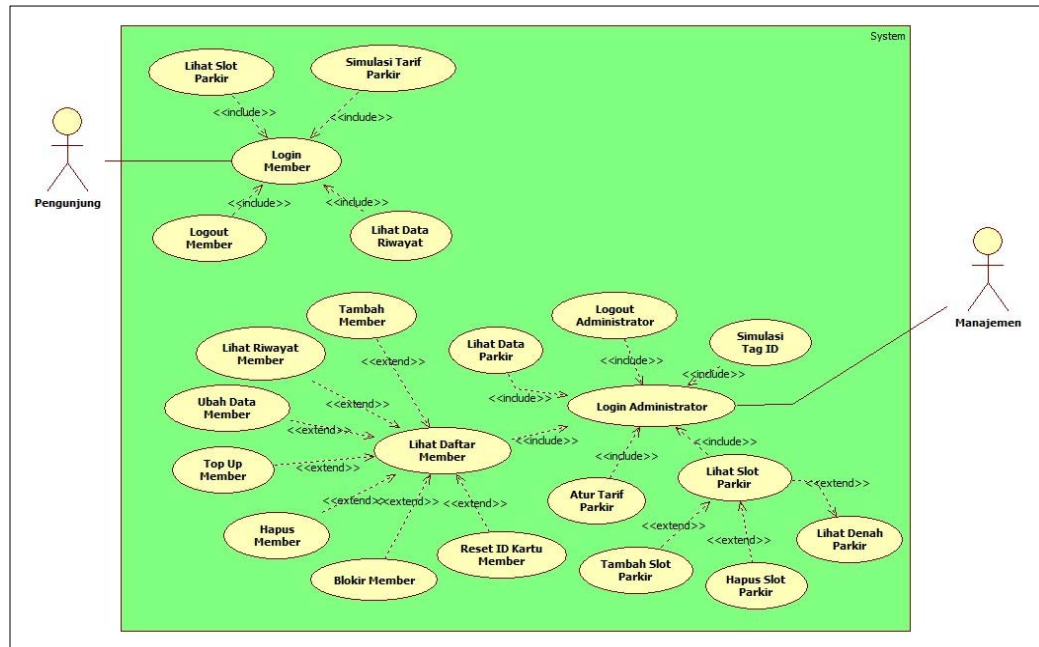
2.3.2 Fitur-fitur Pengunjung

- a. *Dashboard* member untuk melihat informasi parkir yang sedang berlangsung dan transaksi terakhir.
- b. Sistem *wallet* dalam akun member untuk menampung saldo yang digunakan untuk membayar parkir.
- c. Riwayat parkir
- d. Riwayat transaksi.
- e. Simulasi tarif parkir.
- f. Cek slot parkir untuk mengetahui informasi slot yang terisi dan slot yang tersedia secara *real-time*.
- g. Pengaturan profil member.
- h. Informasi parkir, transaksi dan perubahan data member yang dikirim lewat pesan Telegram.

2.4 Perancangan Unified Modeling Language (UML)

2.4.1 Use Case Diagram

Gambar 1 di bawah ini merupakan diagram *use case* untuk menjelaskan peran utama atau kebutuhan fungsional dari dua *actor* yang terlibat dalam aplikasi sistem perparkiran, yaitu pengunjung dan manajemen. Kedua *actor* terlibat di dalam sistem yang sama namun menggunakan fungsi aplikasi sistem yang berbeda sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing *actor* yang telah dispesifikasikan. Fungsi atau kebutuhan fungsional sistem digambarkan dalam bentuk *use case* yang dihubungkan melalui garis asosiasi pada masing-masing *actor*.



Gambar 1. Diagram Use Case Perancangan Aplikasi Sistem Berbasis *Internet of Things* (IoT)

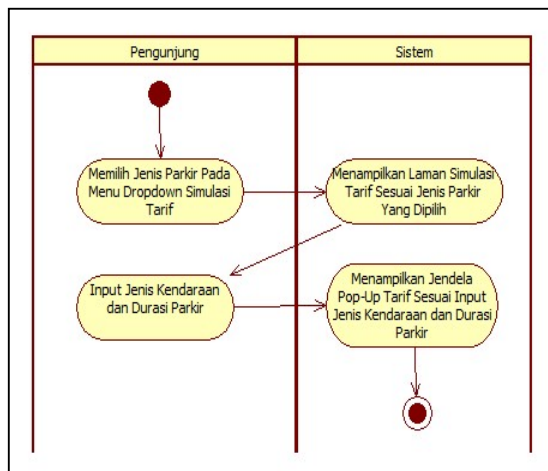
Dari sisi pengunjung sebagai *actor*, fungsi utama yang dapat dilakukan meliputi *login* dengan akses member, kemudian setelah *login* pengunjung dapat melihat informasi perparkiran seperti melihat slot parkir, melihat data riwayat (riwayat parkir dan riwayat transaksi) dan melakukan simulasi tarif parkir dan pengunjung juga dapat melakukan *logout* untuk mengakhiri sesi aplikasi.

Dari sisi manajemen sebagai *actor*, kebutuhan sistem cenderung berfokus pada aktivitas pengelolaan dan pemantauan sistem perparkiran. Manajemen dapat melakukan *login* dengan akses administrator untuk melihat data member, melakukan perubahan data member, melihat riwayat parkir dan transaksi dari member tertentu, mengatur tarif parkir, mengatur dan memantau slot parkir hingga mengatur profil administrator.

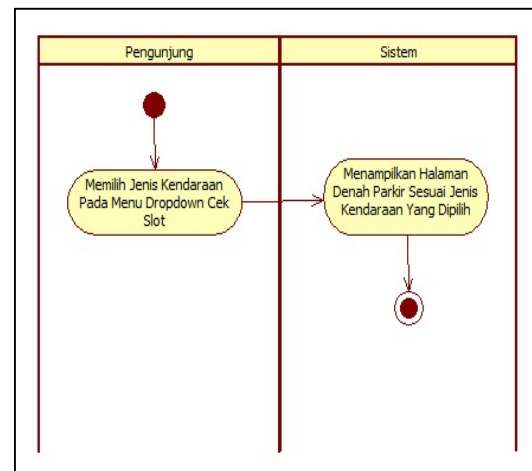
2.4.2 Activity Diagram

a. Activity Diagram Pengunjung

Gambar 2 di bawah ini merupakan diagram *activity* untuk menjelaskan aktivitas simulasi tarif parkir yang dapat dilakukan oleh pengunjung untuk menghitung tarif parkir berdasarkan durasi kunjungan tertentu. Pengunjung dapat memilih jenis kendaraan dan memasukkan durasi parkir yang ingin disimulasikan, setelah itu sistem akan menghitung tarif parkir yang perlu dibayarkan sesuai masukan yang diberikan oleh pengunjung. Selanjutnya pada gambar 3 di bawah ini merupakan diagram *activity* untuk melihat informasi slot parkir. Pengunjung dapat mengetahui status slot parkir pada sistem perparkiran dan pada laman slot parkir tersebut, pengunjung dapat melihat denah parkir yang menampilkan informasi slot parkir kosong dan terisi beserta informasi akun yang menggunakan slot parkir tersebut.



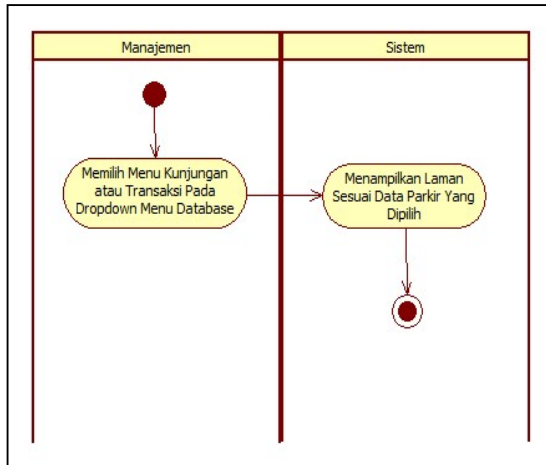
Gambar 1. Diagram Activity Simulasi Tarif



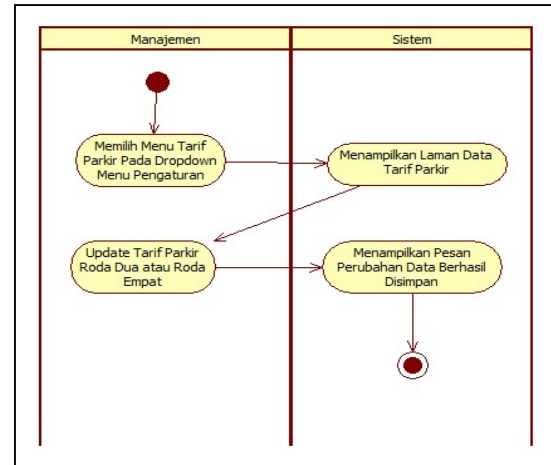
Gambar 2. Diagram Activity Lihat Slot Parkir

b. Activity Diagram Manajemen

Gambar 3 di bawah ini merupakan diagram *activity* yang menjelaskan aktivitas pengaksesan data parkir yang dapat dilakukan oleh administrator, di dalamnya termasuk pengaksesan data kunjungan dan data transaksi untuk melihat rekaman kunjungan dan transaksi harian maupun periode tertentu. Administrator dapat memilih menu “Kunjungan” atau menu “Transaksi” dan sistem akan menampilkan laman data parkir sesuai yang dipilih oleh administrator. Selanjutnya pada gambar 4 di bawah ini merupakan diagram *activity* yang menjelaskan aktivitas pengaturan tarif parkir yang dapat dilakukan oleh administrator untuk melihat tarif parkir berdasarkan durasi tertentu dan melakukan *update* tarif parkir sesuai jenis kendaraan tertentu.



Gambar 3. Diagram Activity Data Parkir



Gambar 4. Diagram Activity Atur Tarif Parkir

2.4.3 Sequence Diagram

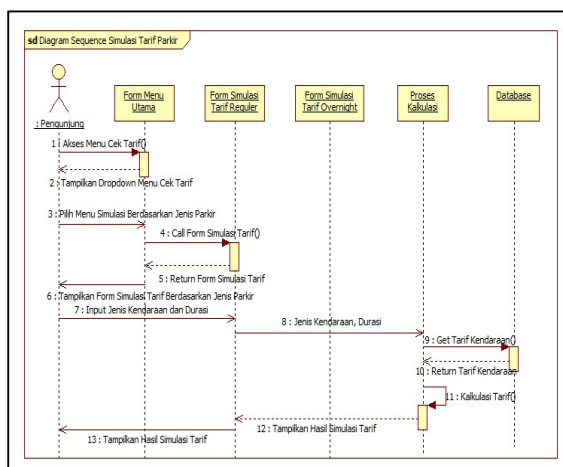
a. Sequence Diagram Pengunjung

Gambar 5 di bawah ini merupakan diagram *sequence* untuk menjelaskan prosedur simulasi tarif parkir untuk menghitung tarif parkir berdasarkan durasi tertentu. Gambar tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut:

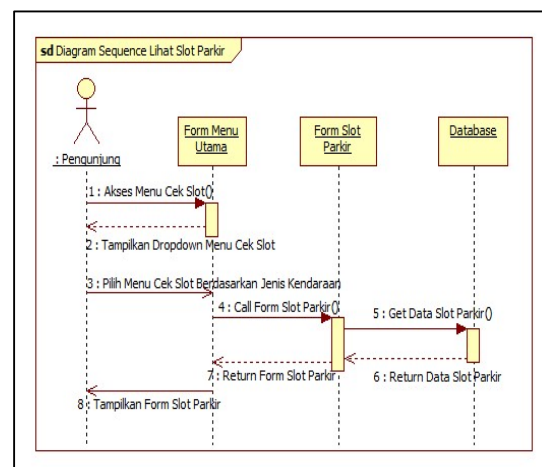
- 1) Pengunjung memilih menu “Cek Tarif” pada aplikasi web.
- 2) Pengunjung memilih menu simulasi tarif parkir berdasarkan jenis parkir, antara menu “Simulasi Regular Parking” dan “Simulasi Overnight Parking”.
- 3) Sistem menampilkan laman simulasi berdasarkan pilihan pengunjung.
- 4) Pengunjung memasukkan jenis kendaraan dan durasi parkir yang ingin disimulasikan.
- 5) Sistem menampilkan hasil tarif parkir yang disimulasikan.

Gambar 6 di bawah ini merupakan diagram *sequence* untuk menjelaskan prosedur lihat atau cek slot parkir yang dapat dilakukan oleh pengunjung untuk memeriksa ketersediaan slot parkir. Gambar tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut:

- 1) Pengunjung mengakses menu “Cek Slot” pada aplikasi web.
- 2) Pengunjung memilih antara menu cek slot berdasarkan jenis kendaraan yang ingin diketahui slot parkirnya.
- 3) Sistem menampilkan informasi slot parkir berdasarkan jenis kendaraan yang dipilih.



Gambar 5. Diagram Sequence Simulasi Tarif Parkir



Gambar 6. Diagram Sequence Lihat Slot Parkir

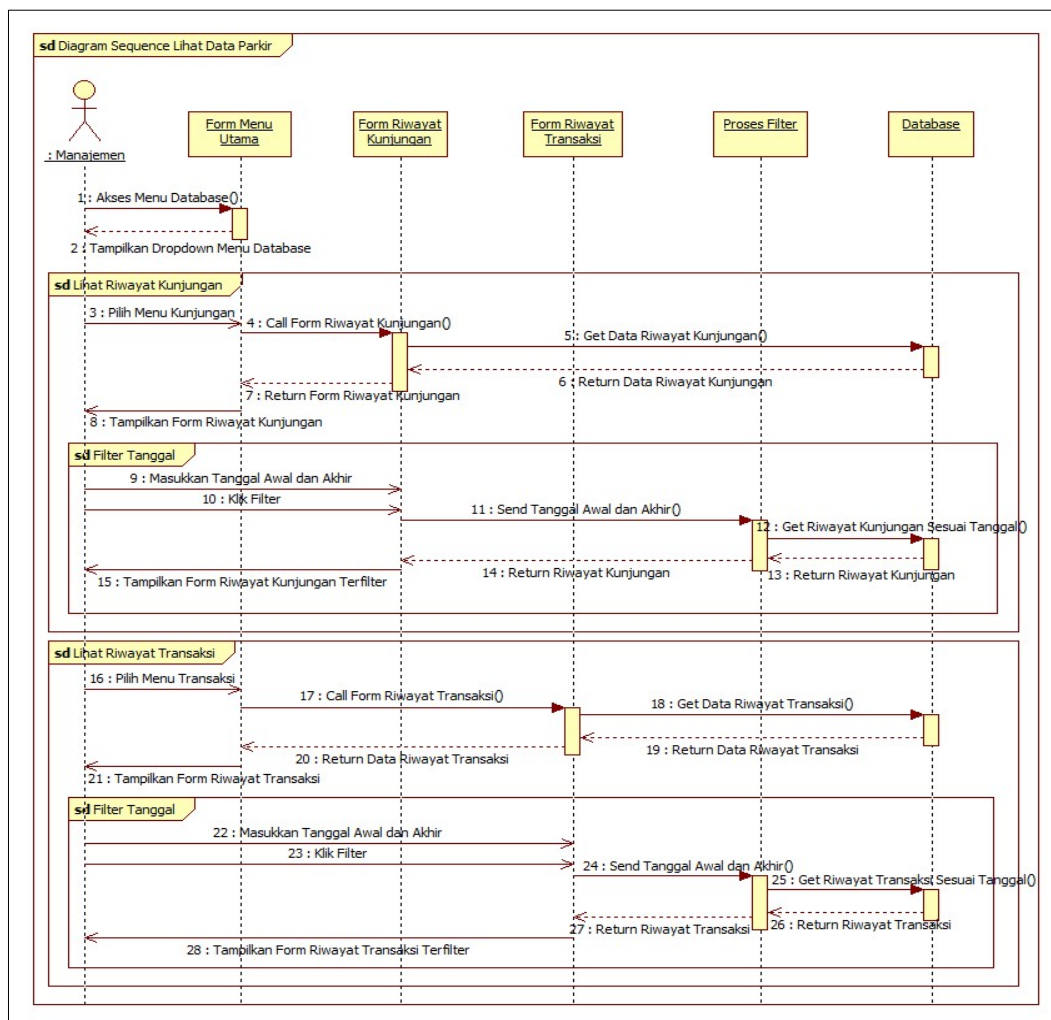
b. Sequence Diagram Manajemen

Gambar 7 di bawah ini merupakan diagram *sequence* untuk menjelaskan proses lihat data parkir yang meliputi data kunjungan dan data transaksi. Data kunjungan memuat rekaman kunjungan harian dan data transaksi memuat rekaman transaksi yang dilakukan oleh member. Gambar tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut:

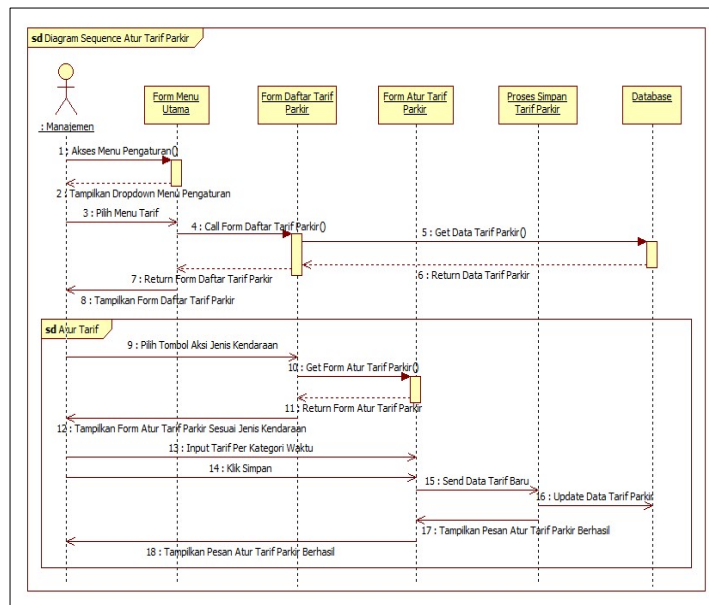
- 1) Administrator memilih antara sub-menu “Data Kunjungan” dan “Data Transaksi” melalui menu “Database”.
- 2) Sistem menampilkan laman data kunjungan dan data transaksi berdasarkan menu yang dipilih oleh administrator.
- 3) Administrator dapat melakukan filter tanggal untuk melihat data pada periode tertentu pada kedua laman.

Gambar 13 di bawah ini merupakan diagram *sequence* untuk menjelaskan proses pengaturan tarif parkir yang dapat dilakukan oleh administrator. Gambar tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut:

- 1) Administrator memilih menu “Pengaturan” pada aplikasi web.
- 2) Sistem menampilkan *dropdown list* dari beberapa menu pengaturan, salah satunya adalah menu pengaturan tarif parkir.
- 3) Administrator memilih menu pengaturan tarif parkir.
- 4) Sistem menampilkan laman data tarif parkir.
- 5) Administrator memilih tarif parkir yang ingin diatur berdasarkan jenis kendaraan.
- 6) Sistem menampilkan laman pengaturan tarif parkir berdasarkan jenis kendaraan yang dipilih.



Gambar 7. Diagram Sequence Atur Tarif Parkir

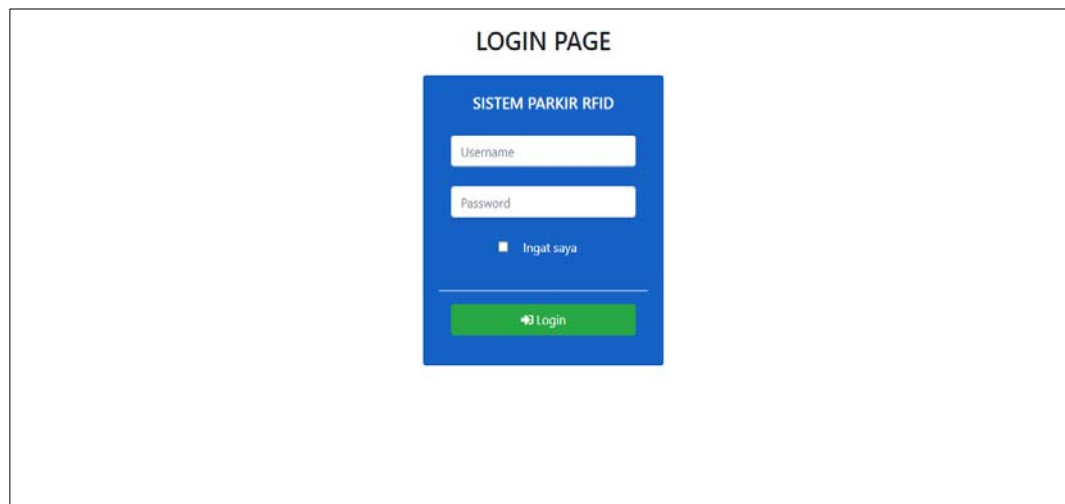


Gambar 8. Diagram Sequence Atur Tarif Parkir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tampilan Antarmuka Pengguna (User Interface)

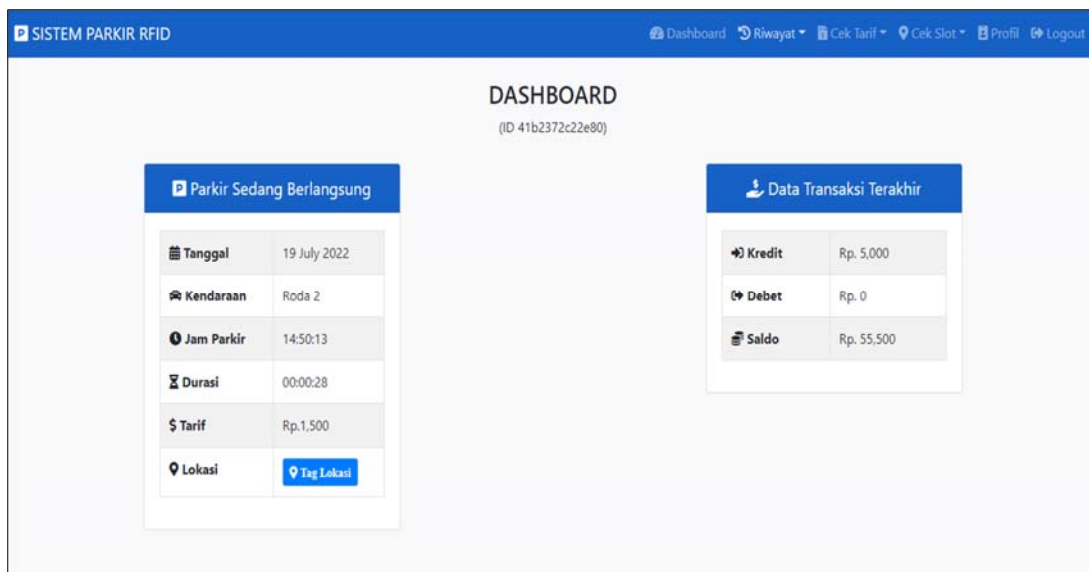
Tampilan antarmuka atau *user interface* merupakan rancangan tampilan yang memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi sistem perparkiran. Pada perancangan *user interface* aplikasi sistem perparkiran ini, penulis membahas tampilan dari dua akses yang berbeda yaitu pengunjung dan manajemen namun untuk mengakses tampilan pada kedua akses tersebut, baik pengunjung dan manajemen harus melakukan *login* melalui antarmuka yang disediakan seperti gambar 9 di bawah ini. Gambar tersebut merupakan tampilan halaman *login* pada aplikasi web. Halaman *login* mengharuskan pengguna aplikasi untuk melakukan *login* sesuai data pengguna baik member maupun administrator yang terdaftar pada basis data. Setelah melakukan *login*, pengguna dapat menggunakan semua fitur dari aplikasi berdasarkan akses level pengguna.



Gambar 9. Tampilan Halaman Login

3.1.1 Tampilan Antarmuka Pengunjung

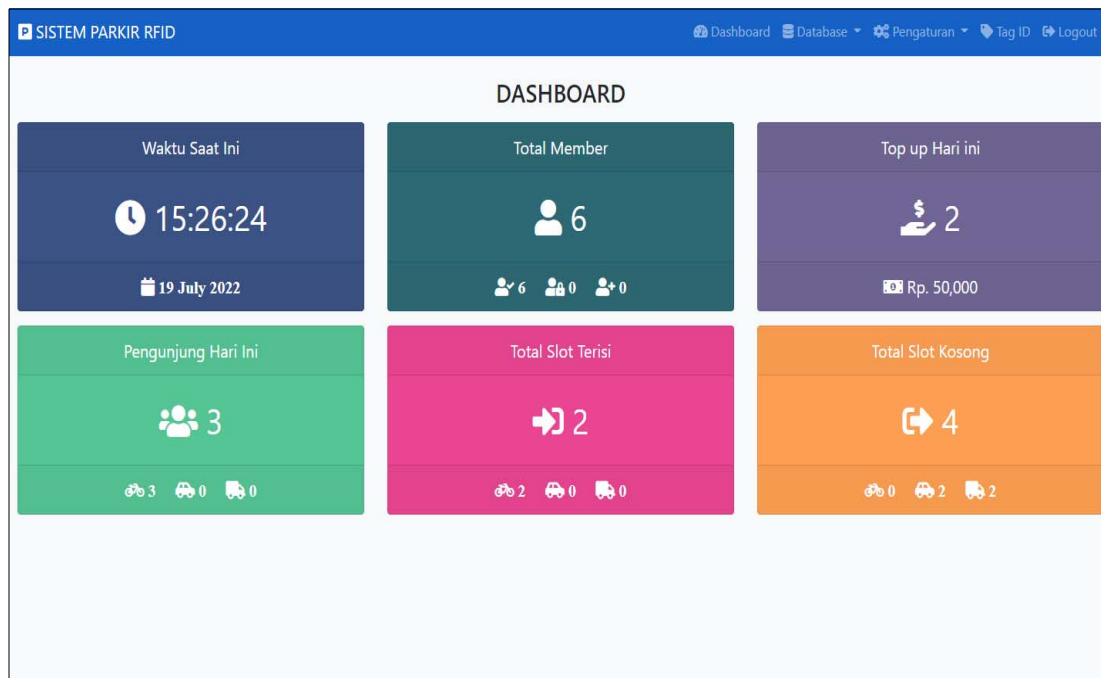
Gambar 10 di bawah ini merupakan tampilan halaman utama pengunjung atau *dashboard* yang muncul setelah pengunjung atau member melakukan *login*. Dapat dilihat pada gambar 10 di bawah, melalui halaman utama ini pengunjung dapat melihat informasi parkir yang sedang berlangsung dan data transaksi terakhir dan dari halaman ini, pengunjung dapat menggunakan semua fitur yang disediakan bagi member seperti melihat riwayat parkir dan riwayat transaksi, melakukan simulasi tarif parkir, melihat ketersediaan slot parkir hingga melakukan pengaturan profil member seperti mengubah *password*, ID *chat* dan mengatur notifikasi *chat* Telegram.



Gambar 10. Tampilan Halaman Utama Pengunjung (Dashboard)

3.1.2 Tampilan Antarmuka Manajemen

Gambar 11 di bawah ini merupakan tampilan antarmuka halaman utama administrator atau *dashboard* yang muncul setelah pengguna melakukan *login* dengan akses level administrator. Melalui *dashboard* ini, administrator dapat melihat informasi seputar pengelolaan parkir. Informasi sekilas seperti total member, total transaksi harian, total kunjungan dan informasi slot dapat diperoleh melalui *dashboard* ini. Administrator juga dapat menggunakan semua fitur terkait pengelolaan dan *monitoring* parkir seperti mengelola data member, melihat data kunjungan harian atau periode tertentu, melihat data transaksi, mengatur tarif parkir, mengatur slot parkir, melakukan simulasi manual akses masuk/keluar hingga melakukan pengaturan profil administrator.



Gambar 11. Tampilan Halaman Utama Administrator (Dashboard)

3.2 Pengujian Aplikasi Sistem Perparkiran Berbasis Internet of Things (IoT)

Pengujian ini merupakan implementasi *prototype* dan aplikasi secara terintegrasi untuk melihat cara kerja serta *input* dan *output* dari *prototype* terhadap aplikasi web. Pengujian ini dilakukan setelah rancangan *prototype* selesai dibuat dan *source code* telah di-*upload* ke dalam *prototype* serta telah dihubungkan ke aplikasi web melalui jaringan internet.

No.	Aksi Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Menguji koneksi <i>prototype</i> ke aplikasi web melalui jaringan WiFi.	<i>Prototype</i> dapat terhubung ke aplikasi web melalui jaringan WiFi.	<i>Prototype</i> berhasil terhubung ke aplikasi web, ditandai dengan status "CONNECTED" pada layar LCD, namun terkadang <i>prototype</i> mengalami <i>freeze</i> dikarenakan sensor inframerah dan DFPlayer Mini Mp3 yang kurang kompatibel.	Sukses
2	Menguji penambahan member baru melalui aplikasi web dan <i>scan</i> kartu pada sensor RFID untuk memperoleh <i>serial</i> .	Sensor RFID dapat mendeteksi <i>serial</i> pada kartu RFID dan <i>mainboard</i> mengirimkan <i>serial</i> tersebut ke aplikasi web untuk penambahan member.	Sensor RFID berhasil mendeteksi <i>serial</i> , ditandai dengan <i>serial</i> atau kode unik yang tampil pada layar LCD dan <i>serial</i> berhasil dikirim oleh <i>mainboard</i> ke aplikasi web.	Sukses
3	Menguji akses masuk melalui <i>tap e-KTP</i> pada sensor RFID.	Sensor RFID dapat mendeteksi <i>tap</i> yang dilakukan dan gerbang parkir terbuka untuk memberikan akses masuk.	Akses masuk berhasil, ditandai dengan status "Tap Masuk Diterima" pada layar LCD dan gerbang parkir terbuka serta adanya informasi karcis masuk yang dikirimkan melalui Telegram.	Sukses
4	Menguji akses keluar melalui <i>tap e-KTP</i> pada sensor RFID.	Sensor RFID dapat mendeteksi <i>tap</i> yang dilakukan dan gerbang parkir terbuka untuk memberikan akses keluar.	Akses keluar berhasil, ditandai dengan status "Tap Keluar Diterima" dan gerbang parkir terbuka serta adanya informasi karcis keluar yang dikirimkan melalui Telegram. Saldo pada akun juga terpotong.	Sukses
5	Menguji akses masuk dengan kartu yang diblokir.	Kartu yang telah diblokir melalui aplikasi web seharusnya tidak dapat melakukan akses masuk.	Akses masuk ditolak, ditandai dengan status "Kartu Anda Telah Terblokir" pada layar LCD dan gerbang parkir tidak dibukakan.	Sukses
6	Menguji akses keluar dengan kartu yang memiliki saldo tidak mencukupi.	Kartu seharusnya tidak dapat melakukan akses keluar dikarenakan saldo tidak cukup untuk membayar tarif parkir yang ditentukan.	Akses keluar ditolak, ditandai dengan status "Saldo Anda Tidak Mencukupi" pada layar LCD dan gerbang parkir tidak dibukakan. Pesan Telegram berupa informasi saldo tidak mencukupi juga dikirimkan ke member bersangkutan.	Sukses
7	Menguji <i>top-up</i> saldo melalui aplikasi web.	Nominal yang diisikan masuk ke akun member tertentu.	Akun dari member dilakukan <i>top-up</i> menerima nominal yang diisikan. Pesan Telegram berupa nominal <i>top-up</i> juga dikirimkan ke member.	Sukses

Tabel 1. Pengujian Aplikasi Sistem Perparkiran Berbasis Internet of Things (IoT)

Berdasarkan tabel 1 pada pengujian di atas, dapat dilihat bahwa *prototype* dan aplikasi web dapat bekerja secara terintegrasi dengan baik. *Prototype* dapat membaca *input* yang diberikan oleh aplikasi serta menentukan *output* atau respon yang sesuai dengan kondisi tertentu. Begitu juga dengan aplikasi dapat menerima data yang diberikan oleh *prototype* dan mengolah data tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, implementasi dan pengujian aplikasi sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) hadir untuk meminimalisir bahkan mengeliminasi kekurangan-kekurangan dari sistem parkir konvensional melalui proses akses masuk/keluar dan pembayaran parkir yang dipersingkat hanya dengan satu langkah yaitu *tap* menggunakan kartu RFID serta informasi kunjungan yang disediakan secara detil melalui aplikasi web dan Telegram.
- b. Sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat mempermudah manajemen yang mengelola parkir dalam melakukan kontrol dan pemantauan aktivitas perparkiran melalui adanya *database* atau basis data yang memuat data member, data kunjungan, data transaksi, data slot parkir hingga data tarif parkir yang disajikan dalam sebuah sistem aplikasi web sehingga informasi terkait pengunjung dan perparkiran dapat terdokumentasi dengan baik.
- c. Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh penulis pada beberapa e-KTP, sensor RFID pada *prototype* sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dapat mendeteksi *serial* dari e-KTP sehingga untuk penerapannya secara nyata dapat dilakukan ke ranah yang lebih luas mengingat bahwa sebagian besar penduduk Indonesia telah memiliki e-KTP.
- d. *Prototype* dari sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) ini memiliki dua bagian yaitu gerbang parkir dan slot parkir. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, kedua bagian ini bekerja secara terintegrasi dengan aplikasi web. *Prototype* gerbang parkir dapat menangani akses masuk/keluar kendaraan dan *prototype* slot parkir dapat menangani perparkiran kendaraan pada slot yang tersedia dan menyediakan informasi berupa status slot parkir pada aplikasi web.
- e. Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh penulis, *prototype* sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat bekerja dengan optimal, baik saat dilakukannya akses masuk/keluar melalui *tap* kartu RFID maupun pengujian untuk kasus lainnya seperti ketika kartu tidak terdaftar, kartu dilakukan pemblokiran, kartu tidak memiliki saldo yang cukup, slot parkir telah penuh dan kendaraan tidak terdeteksi pada area deteksi sensor inframerah. *Prototype* sistem perparkiran ini juga dapat terintegrasi dengan aplikasi web secara optimal tanpa ada kendala apapun.

5. SARAN

Penulis menyadari bahwa sistem baik dari sisi *prototype* maupun aplikasi masih belum sempurna dan memiliki kekurangan yang mengurangi kualitas dari sistem perparkiran ini. Oleh karena itu, penulis memberikan beberapa saran yang bertujuan supaya sistem dapat dikembangkan dengan lebih baik pada penelitian selanjutnya. Berikut saran yang dapat dipertimbangkan:

- a. Beberapa komponen mikrokontroler seperti sensor inframerah dan DFPlayer Mini Mp3 memiliki masalah pada kompatibilitas sehingga terkadang dapat menyebabkan keseluruhan *prototype* menjadi *freeze* atau tidak dapat memberi respon. Perlu adanya komponen-komponen yang memiliki kompatibilitas dan koneksi yang lebih baik sehingga tidak ada kendala ketika *prototype* dioperasikan.
- b. Sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) ini masih menggunakan pihak ketiga dalam hal pembuatan *bot* Telegram dan cara memperoleh ID *chat* member sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan agar menggunakan *bot* yang dikembangkan sendiri dan pengiriman informasi parkir dapat menggunakan cara yang lain (misalnya melalui nomor *handphone*) tanpa campur tangan pihak ketiga untuk penyaluran informasi yang lebih aman.
- c. Sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dapat dikembangkan lebih baik melalui kombinasi dengan algoritma *Machine Learning* seperti penggunaan *library* OpenCV untuk mendeteksi jenis kendaraan yang masuk/keluar dan mengetahui nomor plat-nya sebagai data.
- d. Sistem perparkiran berbasis *Internet of Things* (IoT) ini memiliki basis data dengan banyak jenis data yang ditampung seperti data member, data kunjungan, data transaksi, data tarif parkir dan data slot parkir sehingga perlu adanya fitur *auto backup* yang dilakukan dalam waktu atau periode tertentu untuk mencegah terjadinya kehilangan data.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melakukan penelitian ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dan dukungan berupa bimbingan, petunjuk, nasihat, saran, informasi dan pesan moril dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada civitas akademika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Widya Dharma Pontianak. Penulis juga berterimakasih kepada keluarga yang telah memberikan dukungan serta rekan-rekan tercinta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sejak awal penelitian dilakukan hingga selesainya penelitian. Tidak lupa, penulis mengucapkan syukur dan berterima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudirman, Acai, Muttaqin, Ramen A. Purba, Alexander Wirapraja, Leon A. Abdillah, Fajrillah, Fatimah Nur Arifah, Julyanthry, Ronal Watrianthos, dan Janner Simarmata. (2020). *Sistem Informasi Manajemen*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- [2] Romindo, Muttaqin, Rasinus, LM. Fajar Israwan, Yuswardi, Abdul Karim, Afni Nia Sari, Ega Evinda Putri, dan Khairunnisa Samosir. (2021). *Sistem Informasi*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- [3] Santi, Indyah Hartami. (2020). *Analisa Perancangan Sistem*. NEM. Pekalongan.
- [4] Romindo, Muttaqin, Rasinus, LM. Fajar Israwan, Yuswardi, Abdul Karim, Afni Nia Sari, Ega Evinda Putri, dan Khairunnisa Samosir. (2021). *Sistem Informasi*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- [5] Aldo, Dasril, Ardi, Yeyi Gusla Nengsih, Ilwan Syafrinal, dan Nursaka Putra. (2020). *Pengantar Teknologi Informasi*. Insan Cendekia Mandiri. Solok.
- [6] Lubis, Ridwan Muhammad, Elly Susanti, Alexander Wirapraja, Muhammad Noor Hasan Siregar, Janner Simarmata, Yusra Fadhillah, Yo Ceng Giap, Leon A. Abdillah, Ramen A Purba, dan Muttaqin. (2020). *Pengenalan Teknologi Informasi*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- [7] Frida, Catharina Vista Okta. (2020). *Kewirausahaan*. Penerbit Garudhawaca. Yogyakarta.
- [8] Rianto, Indra. (2021). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Lakeisha. Klaten.
- [9] R.I., Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- [10] Parking, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/parking>, 29 September 2021, 19:30 WIB.
- [11] Wasista, Sigit, Setiawardhana, Delima Ayu Saraswati dan Eko Susanto. (2019). *Aplikasi Internet of Things (IoT) dengan Arduino dan Android*. Deepublish Publisher. Yogyakarta.
- [12] Yudhanto, Yudho dan Abdul Azis. (2019). *Pengantar Internet of Things (IoT)*. UNS Press. Surakarta.