

# Sistem Smart Parking Kementerian Komunikasi dan Digital Berbasis Internet of Thing

Dimas Enggal Mukti  
Universitas Muhammadiyah Prof.Dr. Hamka  
Email: enggalmuktidimas@gmail.com

## ABSTRACT

An efficient parking system is very necessary in an environment with high mobility. Conventional parking systems still face problems such as long queues, lack of real-time information, and low security. This research develops an IoT-based Smart Parking System with ultrasonic sensors, RFID, QR Code Scanner (ESP32-CAM), and Fuzzy Logic Tsukamoto to manage parking space availability automatically. The method used is Prototype, which allows system testing in stages. The ESP32 device processes data from sensors to detect vehicles and manage parking access via QR Code and RFID. Data is sent to a real-time server and displayed in a web-based application. The research results show that this system can provide real-time information, reduce parking search time, and increase parking efficiency and security at the Ministry of Communications and Digital.

**Keywords:** *Smart Parking, Internet of Things (IoT), RFID, QR Code, Fuzzy Logic Tsukamoto, ESP32, Parking System*

## ABSTRAK

Sistem parkir yang efisien sangat diperlukan dalam lingkungan dengan mobilitas tinggi. Sistem parkir konvensional masih menghadapi masalah seperti antrian panjang, kurangnya informasi real-time, dan keamanan yang rendah. Penelitian ini mengembangkan Sistem Smart Parking berbasis IoT dengan sensor ultrasonik, *RFID, QR Code Scanner (ESP32-CAM)*, dan *Fuzzy Logic Tsukamoto* untuk mengelola ketersediaan lahan parkir secara otomatis. Metode yang digunakan adalah *Prototype*, yang memungkinkan pengujian sistem secara bertahap. Perangkat ESP32 memproses data dari sensor untuk mendeteksi kendaraan dan mengelola akses parkir melalui QR Code dan RFID. Data dikirim ke server real-time dan ditampilkan dalam aplikasi berbasis web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memberikan informasi real-time, mengurangi waktu pencarian parkir, serta meningkatkan efisiensi dan keamanan parkir di Kementerian Komunikasi dan Digital.

**Kata Kunci :** *Smart Parking, Internet of Things (IoT), RFID, QR Code, Fuzzy Logic Tsukamoto, ESP32, Sistem Parkir*

## PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya mobilitas masyarakat yang terkait dengan aktivitas kerja dan Ini menyebabkan lonjakan jumlah kendaraan di jalan raya dan meningkatnya kebutuhan akan lahan parkir yang cukup (Aulia Syahnas,2023).

Namun, ketersediaan tempat parkir seringkali menjadi tantangan. Pengemudi sering kali menghabiskan waktu berkeliling untuk menemukan tempat parkir, yang bukan hanya membuang waktu tetapi juga menambah stres dan kelelahan. Kesulitan dalam menemukan tempat parkir juga

berkontribusi pada kemacetan lalu lintas dan menghambat berbagai kegiatan terkait kelembagaan.

Sebagai lembaga yang bertanggung jawab atas komunikasi dan digitalisasi, Kementerian ini berkomitmen untuk menerapkan teknologi digital. Penerapan sistem *Smart Parking* berbasis IoT sejalan dengan visi mereka untuk meningkatkan kualitas layanan publik melalui teknologi.

Namun, pengelolaan lahan parkir di kementerian ini masih menghadapi tantangan dalam menyediakan informasi yang akurat dan terkini kepada pegawai dan tamu. Keterbatasan komunikasi seringkali menyulitkan penyampaian informasi tentang jumlah kendaraan yang terparkir, ketersediaan tempat parkir, dan klasifikasi kendaraan berdasarkan kategori pengguna. Selain itu, pembaruan data pengelolaan lahan parkir yang masih dilakukan secara manual menyebabkan pemborosan waktu, kemacetan akibat sirkulasi kendaraan, dan risiko kesalahan administrasi.

Oleh karena itu, diperlukan sistem pintar untuk mencari dan mengelola lahan parkir yang dapat memberikan kemudahan bagi pengguna kendaraan dan pengelola lokasi parkir. Proyek ini mencakup penghubungan berbagai perangkat dengan mikrokontroler ESP32, seperti modul *QR Code Reader* untuk membaca *QR Code*, Modul *RFID Reader* untuk kartu elektronik, Motor Servo untuk membuka dan menutup palang pintu, serta sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di lahan parkir. NodeMCU ESP32 akan terhubung ke *server* melalui *router* untuk berkomunikasi dengan *database* yang menyimpan semua informasi terkait sistem ini. Diharapkan proyek ini akan memudahkan pengguna dalam mencari lahan parkir secara cepat dan efisien melalui aplikasi berbasis Web, terutama di Kementerian Komunikasi dan Digital.

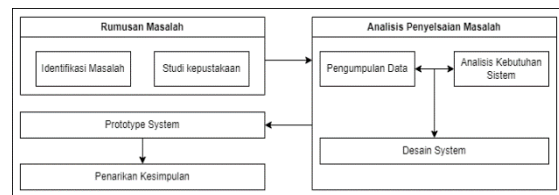
## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama sekitar 5(lima) bulan, mulai dari Oktober 2024 hingga Februari 2025, Lokasi penelitian ini merupakan kantor pusat Kementerian

Komunikasi dan Digital yang beralamat di Jl. Medan Merdeka Barat No. Gambir, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Jakarta 10110. Studi kepustakaan dilakukan untuk menambah referensi dari penelitian yang relevan. Dari Studi kepustakaan yang dilakukan, terdapat dua penelitian relevan dengan topik *Smart Parking* berbasis *Internet of Things* dan *Web* serta metode yang di gunakan adalah metode *Prototype*. Tahapan

PengumpulanKebutuhan, *prototyping*, Evaluasi *prototyping*, Menerjemahkan *prototype* kedalam bahasa pemrograman yang sesuai, Menguji system dan Evaluasi system.

Gambar 1. Gambar Metode Prototype



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Asep Mulyana, (2023), Parkir adalah lalu lintas berhenti yang ditinggal pengemudi saat mencapai suatu tempat tujuan dengan jangka waktu tertentu. Perilaku pengendara kendaraan bermotor memiliki kecenderungan untuk memarkir kendaraannya tidak jauh dengan tempat kegiatannya.

Parkiran merupakan fasilitas yang sangat penting dalam manajemen transportasi di area perkotaan. Pengelolaan parkir yang efektif tidak hanya berdampak pada kelancaran lalu lintas tetapi juga pada efisiensi penggunaan lahan. Menurut Sari dan Hidayat (2018),

"Konsep parkiran yang terintegrasi dengan teknologi digital mampu mengurangi waktu pencarian dan meningkatkan distribusi kendaraan di area perkotaan." Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi pada sistem parkir berpotensi menyelesaikan permasalahan klasik dalam manajemen lahan parkir.

Menurut Hafidudin, (2023), *Smart Parking* merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk membantu *controlling* perparkiran dengan metode yang baik dan modern, sehingga pengguna maupun pengelola tempat parkir tidak perlu kesusahan memajemen tempat parkir tersebut. Pada era Revolusi Industri 4.0, teknologi ini sangat dibutuhkan oleh pengelola tempat parkir. Apalagi dengan meningkatnya jumlah kendaraan yang dimiliki masyarakat. Tanpa adanya bantuan dari teknologi *Smart Parking* ini, pasti akan banyak kendaraan yang diparkirkan di sembarang tempat, termasuk mengambil bagian dari bahu jalan raya.

Menurut Zhang et al. (2017), *smart parking* "dapat mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari tempat parkir dan mengoptimalkan penggunaan lahan". *Smart Parking* adalah sistem yang memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan pengelolaan ruang parkir. Dengan memanfaatkan sensor dan aplikasi berbasis Web, sistem ini dapat memberikan informasi *real-time* mengenai ketersediaan tempat parkir.

Kaur et al. (2019), "Arsitektur yang baik akan memastikan komunikasi yang efektif antara komponen-komponen sistem".

Smart parking adalah implementasi sistem parkir yang memanfaatkan teknologi digital dan IoT untuk mengoptimalkan penggunaan lahan parkir serta memberikan informasi secara *real-time* kepada pengguna.

Nugroho dan Setiawan (2019) menuliskan, "Sistem smart parking menggunakan sensor dan algoritma pengolahan data untuk memberikan solusi otomasi yang meningkatkan efisiensi penggunaan lahan parkir serta mengurangi waktu pencarian bagi pengguna." Hal ini mendasari pentingnya penerapan sistem smart parking pada lingkungan dengan mobilitas tinggi.

Aulia Syahnas, (2023), *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah konsep Dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk menngirimkan data melalui jaringan

tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

Perkembangan *IoT* dapat dilihat mulai dari tingkat konvergensi teknologi nirkabel, *microelectromechanical (MEMS)*, internet, dan *QR (Quick Response) Code*. *IoT* juga sering diidentifikasi dengan *RFID (Radio Frequency Identification)* sebagai metode komunikasi.

*Internet of Things* merupakan suatu infrastruktur yang secara global digunakan sebagai informasi bagi masyarakat. Teknologi ini tidak terlepas dari layanan yang berkesinambungan antara suatu sensor yang berkomunikasi dan bertukar informasi. Istilah "*Internet of Things*" terdiri atas dua bagian utama yaitu *Internet* yang mengatur konektivitas dan *Things* yang berarti objek atau perangkat.

Menurut Ashton, (2009), *Internet of Things (IoT)* adalah suatu konsep di mana berbagai objek fisik dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk terhubung dan bertukar data melalui internet. *IoT* memungkinkan integrasi antara dunia fisik dan digital, menciptakan sistem yang lebih responsif dan efisien.

Menurut Sinau Programing, (2024), ESP32 adalah mikrokontroler 32-bit yang berbasis pada arsitektur Xtensa LX6 *dual-core*, meskipun beberapa varian memiliki hanya satu inti. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan *Wi-Fi* dan *Bluetooth* terintegrasi, memungkinkan komunikasi nirkabel yang handal dan berdaya rendah.

Pengelolaan lahan parkir di Kementerian Komunikasi dan Digital menghadapi sejumlah permasalahan utama, antara lain:

### 1. Kurangnya Efisiensi Parkir

Penyebaran kendaraan yang tidak merata di tiap area mengakibatkan penggunaan lahan parkir yang tidak optimal. Hal ini membuat pengendara menghabiskan waktu berkeliling mencari tempat parkir yang tersedia.

### 2. Sistem Parkir Tradisional

Metode parkir konvensional yang tidak terintegrasi dengan teknologi

digital menyebabkan antrean panjang dan menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna, terutama pada jam sibuk.

**3. Minimnya Informasi Real-Time**

Informasi mengenai ketersediaan slot parkir tidak diperbarui secara langsung, sehingga pengendara sering kesulitan mendapatkan data terkini tentang lahan yang masih kosong.

**4. Tingkat Keamanan Rendah**

Sistem pengamanan di area parkir belum memadai, meningkatkan risiko pencurian atau kerusakan kendaraan.

**5. Keterbatasan dalam Pemantauan Lokasi**

Tanpa sistem monitoring yang efektif, pengelola kesulitan melakukan pemeliharaan dan pengawasan terhadap penggunaan lahan parkir.

**6. Penerapan Teknologi yang Belum Maksimal**

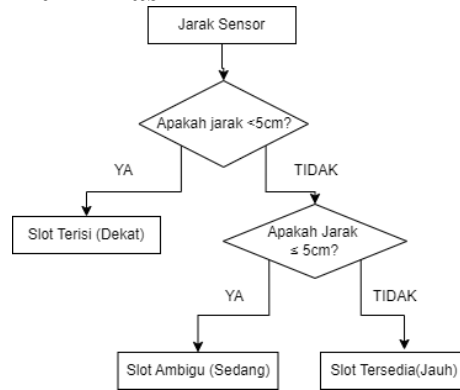
Pemanfaatan teknologi IoT dalam pengelolaan parkir masih terbatas, sehingga belum mampu mengoptimalkan penyampaian informasi dan pengelolaan data secara digital.

Sebagai solusi, penelitian ini mengembangkan sistem smart parking berbasis IoT yang tidak hanya menyediakan informasi real-time mengenai kuota parkir tetapi juga mengotomatisasi proses akses dengan menggunakan metode autentikasi RFID (untuk pegawai) dan QR Code (untuk tamu). Data dari sensor ultrasonik dan ESP32 Cam dikirim ke server serta database real-time untuk ditampilkan pada aplikasi berbasis web.

**1. Logika Fuzzy Logic Tsukamoto**

Sistem ini menerapkan algoritma fuzzy logic Tsukamoto untuk menentukan status ketersediaan slot parkir secara otomatis. Tahapan prosesnya adalah sebagai berikut:

**a. Fuzzifikasi**



Gambar 2. Pohon Keputusan  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada tahap fuzzifikasi, nilai jarak yang diukur oleh masing-masing sensor ultrasonik diubah menjadi derajat keanggotaan (membership degree) pada fungsi-fungsi keanggotaan fuzzy. Dalam sistem ini, variabel "jarak" didefinisikan dengan tiga fungsi keanggotaan, yang merepresentasikan kondisi berikut:

**1) Dekat(Terisi)**

Menggunakan fungsi segitiga dengan parameter:

- a) Titik maksimum (1) di  $x = 0$ , turun secara linear ke 0 di  $x = 5$ .

Fungsi:

$$\mu_{dekat}(x) = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ \frac{5-x}{5}, & 0 < x \leq 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Dengan demikian, jika sensor mengukur jarak 2 cm, nilai derajat keanggotaan mendekati 1, menunjukkan bahwa slot tersebut terisi.

**2) Sedang (Ambigu)**

Kondisi ini menangani daerah transisi, di mana nilai sensor berada di ambang antara kondisi "Dekat" dan "Jauh". Nilai keanggotaan untuk "Sedang" tidak harus mewakili slot yang terisi sebagian secara fisik, melainkan menunjukkan ketidakpastian pembacaan

Fungsi:

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 4.5 \\ \frac{x-4.5}{5-4.5}, & 4.5 < x \leq 5 \\ \frac{5.5-x}{5.5-5}, & 5 < x < 5.5 \\ 0, & x \geq 5.5 \end{cases}$$

Pada titik  $x = 5$  cm,  $\mu_{\text{Sedang}}(5) = 1$  (nilai maksimum) yang mengindikasikan kondisi ambigu. Nilai ini menunjukkan bahwa pembacaan sensor berada pada daerah transisi antara slot terisi dan slot kosong.

3) **Jauh(Kosong)**

Kondisi ini menyatakan bahwa jika jarak yang diukur cukup jauh, slot parkir dianggap kosong.

Fungsi:

$$\mu_{\text{Jauh}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{5}, & 5 < x \leq 10 \\ 1, & x > 10 \end{cases}$$

Dengan demikian, jika sensor mengukur jarak 8 cm,  $\mu_{\text{Jauh}}(8) = 8-5=0.6$  (60%), yang menunjukkan bahwa slot kemungkinan besar kosong.

Tabel 1. Tabel Kondisi

Kondisi	Rentang Jarak(cm)	Fungsi Keanggotaan
Dekat	$x < 5$	$\mu_{\text{dekat}}(x) = (5 - x) / 5$ ; 1 pada $x = 0$ , 0 pada $x = 5$
Sedang	$4,5 < x < 5,5$	$\mu_{\text{sedang}}(x) = (x - 4,5) / 0,5$ , untuk $x$ antara 4,5 dan 5;  $\mu_{\text{sedang}}(x) = (5,5 - x) / 0,5$ , untuk $x$ antara 5 dan 5,5
Jauh	$x > 5$	$\mu_{\text{jauh}}(x) = (x - 5) / 5$ ; 0 pada $x = 5$ , 1 pada $x = 10$ (saturasi)

Sumber: Dokumen Pribadi

b. **Basis Aturan (Rule Base)**

Aturan-aturan disusun untuk menginterpretasikan nilai *fuzzy* pada

sistem *Smart Parking* ini di tulis pada tabel berikut:

Tabel 2. Tabel Aturan *Fuzzy Logic*

NO	Kondisi Fuzzy	Ouput Keputusan
1	<i>IF</i> jarak adalah Dekat ( $x < 5$ cm)	<i>THEN</i> slot = Terisi
2	<i>IF</i> jarak adalah Sedang ( $4,5$ cm $< x < 5,5$ cm)	<i>THEN</i> slot = Ambigu
3	<i>IF</i> jarak adalah Jauh ( $x > 5$ cm)	<i>THEN</i> slot = Tersedia

Sumber: Dokumen

Pribadi

Untuk memodelkan interaksi antar komponen, digunakan diagram UML, antara lain:

1. **Use Case Diagram**

*Use Case Diagram* pada gambar 3.6 menggambarkan interaksi antara aktor (pengguna dan pengelola) dengan sistem.

a. **Use Case Spesification**

1) **Update Ketersediaan Lahan Parkir**

**Use Case Name:** Update Ketersediaan Lahan Parkir

**Description:** Sistem secara otomatis menerima data sensor (misalnya, sensor ultrasonik) untuk menentukan status slot parkir (terisi atau kosong) dan memperbarui informasi tersebut secara real-time di *database* dan *dashboard*.

**Actor:** Sistem (otomatis)

**Main Course of Event:**

1. Sensor mengirim data jarak ke sistem.
2. Sistem mengolah data untuk menentukan apakah *slot* terisi atau kosong berdasarkan *threshold*.
3. Data diperbarui ke *database* dan ditampilkan di *dashboard*.

**Precondition:** Sensor aktif dan terhubung ke jaringan.

**Successful Post Condition:** Status lahan parkir terkini tersimpan dan ditampilkan.

2) **Registrasi dan Autentikasi(Tamu)**

**Use Case Name:** Registrasi & Autentikasi (Tamu)

**Description:** Tamu mendaftar melalui *website* untuk mendapatkan *QR Code* yang akan digunakan untuk autentikasi di pintu masuk/keluar.

**Actor:** Tamu (Pengguna lahan parkir)

**Main Course of Event:**

1. Tamu mengisi form pendaftaran di *website*.
2. *Website* mengirim data ke *server* untuk menghasilkan *QR Code*.
3. *QR Code* ditampilkan kepada tamu dan disimpan .
4. Saat mendekati pintu, ESP32-CAM melakukan pemindaian *QR Co*.
5. *Server* memverifikasi *QR Code*; jika valid, perintah untuk membuka palang dikirim.

**Precondition:** Tamu mengakses *website* dan mengisi form pendaftaran.

**Successful Post Condition:** Tamu berhasil mengautentikasi dan membuka palang, serta data kedatangan tercatat di sistem.

Tabel 3. *Basic Flow* Registrasi dan Autentikasi(tamu)

<i>Actor</i> (Tamu)	<i>System Response</i>
<b>Step 1:</b> Tamu membuka <i>website</i> dan mengisi form pendaftaran.	<b>Step 2:</b> <i>Website</i> mengirim data ke <i>server</i> ; <i>server</i> memproses dan menghasilkan <i>QR Code</i> .
<b>Step 3:</b> Tamu menerima dan menyimpan <i>QR Code</i> .	<b>Step 4:</b> Tamu mendekati pintu dan memindai <i>QR Code</i> melalui ESP32-CAM.
	<b>Step 5:</b> <i>Server</i> memverifikasi <i>QR Code</i> ; jika valid, perintah membuka palang dikirim dan log tercatat.

Sumber: Dokumen Pribadi

3) **Autentikasi(Pegawai)**

**Use Case Name:** Autentikasi (Pegawai)

**Description:** Pegawai menggunakan kartu RFID untuk mengakses lahan parkir, sama seperti tamu tetapi menggunakan metode autentikasi RFID.

**Actor:** Pegawai (Pengguna lahan parkir)

**Main Course of Event:**

1. Pegawai mendekati kartu RFID ke reader.
2. Sistem membaca UID kartu dan memverifikasi dengan *database*.
3. Jika valid, perintah membuka palang dikirim dan log kedatangan tercatat.

**Precondition:** Kartu *RFID* pegawai sudah terdaftar di sistem.

**Successful Post Condition:** Pegawai berhasil mengakses lahan parkir.

Tabel 4. *Basic Flow* Autentikasi(pegawai)

<i>Actor</i> (Pegawai)	<i>System Response</i>
<b>Step 1:</b> Pegawai mendekati kartu RFID ke <i>reader</i> .	<b>Step 2:</b> Sistem membaca <i>UID</i> kartu dan memverifikasi data dengan <i>database</i> .
	<b>Step 3:</b> Jika valid, sistem mengirim perintah buka palang dan mencatat log kedatangan.
	<b>Step 4:</b> Jika tidak valid, sistem menolak akses.

Sumber: Dokumen Pribadi

4) **Proses dan Kelola Data Parkir**

**Use Case Name:** Proses & Kelola Data Parkir

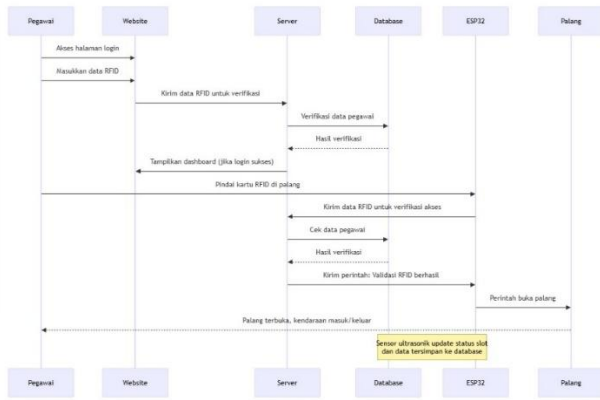
**Description:** Admin (Pengelola Parkir) mengelola data parkir, seperti data kendaraan yang masuk/keluar, status slot, dan transaksi parkir.

**Actor:** Admin (Pengelola Parkir)

**Main Course of Event:**

1. Admin *login* ke sistem dan mengakses menu “Kelola Data Parkir”.

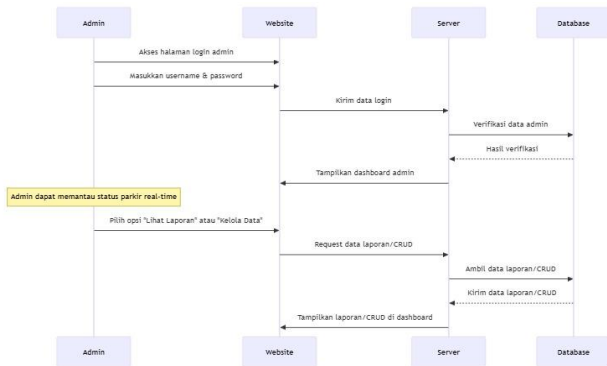




Gambar 1.4 Sequence Diagram Pegawai  
Sumber: Dokumen Pribadi

c. Sequence Diagram Admin

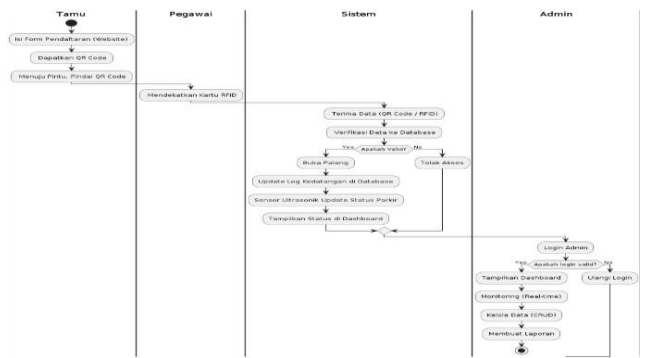
Gambar 5 menunjukkan proses pengecekan status tanaman yang dilakukan oleh admin.



Gambar 5 Sequence Diagram Admin  
Sumber: Dokumen Pribadi

3. Activity Diagram

Menjelaskan alur kerja sistem dari pengambilan data sensor, pengolahan, penyimpanan, hingga update tampilan dashboard. Diagram ini membantu dalam memahami proses secara keseluruhan.

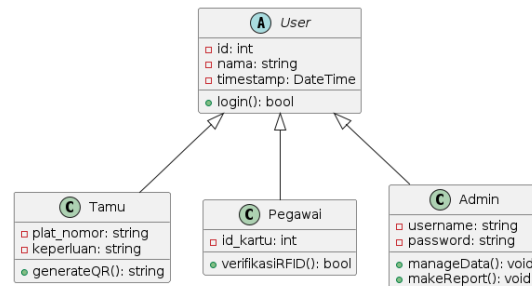


Gambar 6 Activity Diagram  
Sumber: Dokumen Pribadi

4. Class Diagram

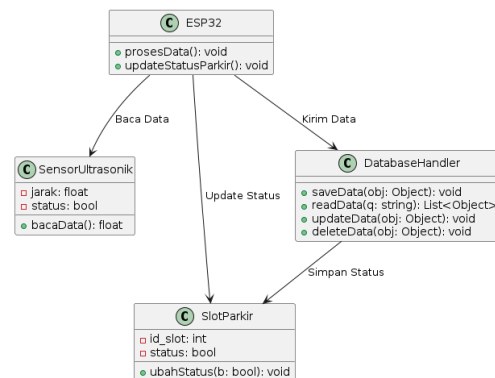
Memberikan gambaran tentang struktur data dan logika pemrograman yang digunakan di sistem, seperti kelas Tamu, Pegawai, Sensor Ultrasonik, dan Motor Servo. Diagram ini berguna untuk mengorganisasi kode dan memudahkan pengembangan perangkat lunak.

a. Class Diagram Website



Gambar 7. Class Diagram User  
Sumber: Dokumen Pribadi

b. Class Diagram System



Gambar 1.8 Class Diagram System  
Sumber: Dokumen Pribadi

## KESIMPULAN

Dengan terselesaikannya Sistem Smart Parking Berbasis Internet of Things di ini diharapkan:

1. Dengan adanya sistem Smart Parking berbasis IoT, pengguna dapat dengan mudah dan cepat memperoleh informasi real-time mengenai ketersediaan slot parkir, sehingga mengurangi waktu pencarian dan meningkatkan efisiensi penggunaan lahan parkir.
2. Penerapan algoritma fuzzy logic Tsukamoto, yang melibatkan proses fuzzifikasi, basis aturan, implikasi, agregasi, dan defuzzifikasi, mampu mengatasi ketidakpastian pembacaan sensor ultrasonik di daerah transisi sehingga menghasilkan keputusan yang akurat untuk menentukan status slot (Terisi atau Tersedia).
3. Integrasi antara sensor ultrasonik, modul RFID, dan QR Code Scanner (ESP32 Cam) memberikan tingkat keamanan dan kemudahan akses yang lebih tinggi, baik untuk pegawai maupun tamu, melalui verifikasi otomatis.
4. Penggunaan metode prototype memungkinkan penyesuaian dan perbaikan sistem secara iteratif berdasarkan umpan balik pengguna, sehingga sistem yang dihasilkan semakin sesuai dengan kebutuhan operasional dan dapat diimplementasikan secara optimal di lingkungan Kementerian Komunikasi dan Digital.

## Saran

Berdasarkan pada permasalahan yang diangkat, masih diperlukan perbaikan kedepannya. Saran yang penulis berikan yaitu:

1. Diharapkan pengelola lahan parkir mempertimbangkan implementasi sistem Smart Parking berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan pengelolaan parkir.
2. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi pengembangan

algoritma fuzzy logic yang lebih kompleks guna mengoptimalkan akurasi keputusan.

3. Harapan agar penelitian lanjutan dapat mengintegrasikan teknologi tambahan, seperti kecerdasan buatan, untuk meningkatkan prediksi dan analisis data real-time.
4. Lakukan pengujian mendalam mengenai stabilitas jaringan dan keandalan sensor dalam berbagai kondisi lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Syahnas, A., Mulyana, A., & Hafidudin. (2023, Februari). Perancangan dan realisasi prototype perangkat keras sistem smart parking berbasis IoT. *e-Proceeding of Applied Science*, 9(1), 171. ISSN: 2442-5826.
- Garcia, J., & Smith, K. (2020). A novel fuzzy inference system for real-time parking availability detection. *Sensors*, 20(14), 4000. <https://doi.org/10.3390/s20144000>
- Huang, C. L., & Tsai, Y. J. (2019). QR code-based applications in the digital era. *International Journal of Computer Applications*, 175(2), 12–18. <https://doi.org/10.5120/ijca2019.17502>
- Kumar, P., & Verma, R. (2017). Fuzzy logic controller for smart parking systems. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 33(2), 1103–1111. <https://doi.org/10.3233/JIFS-169033>
- Lee, S., & Chen, M. (2018). Application of fuzzy logic in intelligent transportation systems: review. *IEEE Access*, 6, 43228–43242. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2868483>
- Microsoft. (2021). *Visual Studio Code Documentation*. Retrieved from <https://code.visualstudio.com/docs>
- Mou, X., & Chen, Y. (2017). Recent developments in RFID technology and its applications in smart systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(3), 1205–1213.

- <https://doi.org/10.1109/TII.2017.2653802>
- Nugroho, A., & Setiawan, B. (2019). Implementasi fuzzy logic Tsukamoto pada sistem penentuan ketersediaan parkir. *Jurnal Sistem Cerdas*, 8(1), 78–88.
- OMG. (2015). *Unified Modeling Language (UML) Version 2.5 Specification*. Object Management Group. Retrieved from <https://www.omg.org/spec/UML/2.5/>
- PlatformIO. (2022). *PlatformIO Documentation*. Retrieved from <https://docs.platformio.org/>
- Python Software Foundation. (2021). *Python 3 Documentation*. Retrieved from <https://docs.python.org/3/>
- Rahma, I., & Wibowo, A. (2022). Implementasi real-time communication pada smart parking berbasis IoT menggunakan Flask dan Socket.IO. *Jurnal Pengembangan Sistem IoT*, 6(2), 89–97.
- Sari, N., & Hidayat, R. (2018). Optimalisasi smart parking berbasis IoT dengan algoritma fuzzy. *Jurnal Teknologi Informasi*, 10(1), 34–42.
- Socket.IO. (2021). *Socket.IO Documentation*. Retrieved from <https://socket.io/docs/v4/>
- SQLite Development Team. (2021). *SQLite Documentation*. Retrieved from <https://www.sqlite.org/docs.html>
- Zhang, X., Li, Y., & Wang, H. (2017). Smart parking system for urban areas. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21(3), 234–242. <https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1312967>
- Ariyandi, H. Z., & Handayani, A. N. (2022). Perancangan dan realisasi prototype perangkat keras sistem smart parking berbasis IoT. *Jurnal Inovasi Teknik dan Edukasi Teknologi*, 2(7), 299–306. <https://doi.org/10.17977/um068v1i72022p299-306>