

**PENGEMBANGAN SISTEM PARKIR DENGAN
VALIDASI QRCODE MOBILE APP DAN MONITORING
REAL-TIME VIA WEBSITE**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Afghan Almufqi Yournawan NIM:1062201

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

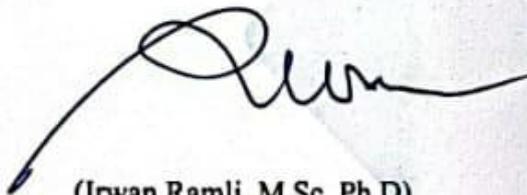
**PENGEMBANGAN SISTEM PARKIR DENGAN
VALIDASI QRCODE MOBILE APP DAN MONITORING
REAL-TIME VIA WEBSITE**

Afghan Almufqi Yournawan / 1062201

Laporan ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui

Pembimbing 1



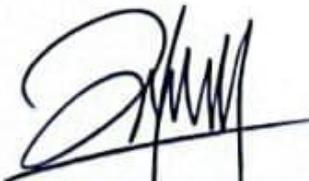
(Irwan Ramli, M.Sc, Ph.D)
NIP. 197604182014041001

Pembimbing 2



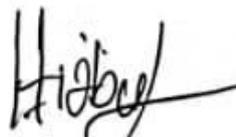
(Indra Irawan., M.Kom)
NIP. 199507312024061002

Penguji 1



(Ahmat Josi, M.Kpm)
NIP. 198908202019031015

Penguji 2



(M. Hizbul Wathan, M. Kom)
NIP. 198904182024061001

PERNYATAAN BUKAN PLAG'IAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Afghan Almufqi Yournawan

NIM : 1062201

Dengan Judul : Pengembangan sistem parkir dengan validasi qrcode
mobile app dan monitoring real time via website

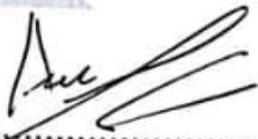
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Pangkalpinang, 03 Juli 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Afghan Almufqi Yournawan



.....

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital memberikan peluang besar dalam menciptakan sistem layanan publik yang lebih efisien, termasuk dalam pengelolaan parkir. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem parkir berbasis QR Code mobile yang terintegrasi dengan dashboard web monitoring real-time. Sistem ini dirancang untuk mempermudah pengguna dalam proses validasi parkir menggunakan pemindaian QR Code melalui aplikasi mobile, serta memberikan kemudahan bagi admin dalam memantau aktivitas parkir secara langsung. Metode pengembangan sistem menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem (menggunakan UML dan ERD), implementasi aplikasi mobile berbasis Flutter, serta backend API dan dashboard berbasis Laravel. Sistem ini memiliki fitur utama seperti login berbasis role, scan QR Code untuk parkir masuk dan keluar, transaksi top-up saldo melalui Midtrans, riwayat transaksi parkir dan top-up, serta manajemen kendaraan. Dashboard web digunakan untuk mengelola data pengguna, kendaraan, transaksi, serta melakukan monitoring secara real-time. Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan skenario yang telah dirancang. Selain itu, pengujian integrasi antara aplikasi mobile, backend API, dan dashboard web menunjukkan sinkronisasi data yang stabil dan akurat. Evaluasi pengguna melalui kuesioner terhadap 30 responden menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap kemudahan penggunaan dan kecepatan transaksi sistem ini. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem parkir digital berbasis QR Code dan monitoring real-time dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi interaksi fisik, dan memberikan pengalaman parkir yang lebih baik bagi pengguna. Pengembangan lanjutan dapat dilakukan dengan menambahkan fitur navigasi lokasi parkir dan optimasi keamanan data.

Kata Kunci: Sistem Parkir, QR Code, Mobile App, Monitoring Real-Time, Flutter, Laravel.

ABSTRACT

The advancement of digital technology presents significant opportunities to improve public service systems, including parking management. This research aims to develop a QR Code-based mobile parking system integrated with a real-time monitoring dashboard. The system is designed to simplify the parking validation process using QR Code scanning through a mobile application, while also enabling administrators to monitor parking activities in real time. The development method adopts a software engineering approach, including requirement analysis, system design (using UML and ERD), implementation of the mobile application using Flutter, and backend API and web dashboard using Laravel. Key features include role-based login, QR Code scanning for parking in and out, top-up transactions via Midtrans, transaction history for parking and top-ups, and vehicle management. The web dashboard is used to manage user data, vehicles, transactions, and to perform real-time monitoring. Functional testing results show that all system features operate according to the designed scenarios. Additionally, integration testing between the mobile app, backend API, and web dashboard demonstrates stable and accurate data synchronization. A user evaluation survey of 30 respondents indicates a high level of satisfaction with the system's ease of use and transaction speed. This research concludes that a QR Code-based digital parking system with real-time monitoring improves efficiency, reduces physical interaction, and enhances user parking experience. Future development may include navigation to available parking lots and enhanced data security features.

Keywords: *Parking System, QR Code, Mobile App, Real-Time Monitoring, Flutter, Laravel.*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan bagi seluruh umat manusia. Berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir yang berjudul "Pengembangan Sistem Parkir dengan Validasi Barcode Mobile dan Monitoring Real-Time via Website". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) dalam Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem parkir yang lebih modern dengan mengintegrasikan teknologi barcode serta fitur pemantauan secara real-time berbasis website. Penulis menyadari bahwa penyelesaian laporan ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan rasa hormat dan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Irwan Ramli, M.Sc, Ph.D, selaku Wakil Direktur I Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. sekaligus Dosen Pembimbing I dalam Proyek Akhir ini.
3. Bapak Muhammad Subhan, M.T, selaku Wakil Direktur II Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Eko Sulisty, M.T, selaku Wakil Direktur III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Zanu Saputra, S.ST., M.Tr.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Sidhiq Andriyanto., M.Kom, selaku Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak

7. Bapak Indra Irawan., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing II dalam Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan kebahagiaan kepada mereka.
9. Adik-adik tercinta, yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan studi ini.
10. Sahabat-sahabat terbaik, yang selalu hadir memberikan dukungan, kebersamaan, serta semangat dalam setiap langkah perjuangan.
11. Rekan-rekan seperjuangan, yang telah berbagi pengalaman dan bekerja sama dalam berbagai proses pembelajaran.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah berkontribusi dalam mendukung penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi yang berguna bagi penelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan dan keberkahan atas segala usaha yang telah dilakukan.

Pangkalpinang, 22 Marct 2025



Afghan Almufqi Yournawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAG'IAT.....	2
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II.....	5
DASAR TEORI	5
2.1 Sistem Parkir.....	5
2.1.1 Konsep Sistem Parkir.....	5
2.1.2 Evolusi Sistem Parkir.....	7
2.1.3 Komponen Sistem Parkir Modern.....	9
2.1.4 Jenis-Jenis Sistem Parkir.....	11
2.1.5 Manfaat dan Tantangan Sistem Parkir Modern.....	12

2.1.6 Kesimpulan Perbandingan Jenis Sistem Parkir.....	14
2.2 Teknologi QR Code	15
2.2.1 Sejarah dan Prinsip Kerja QR Code.....	15
2.2.2 Penggunaan QR Code dalam Sistem Validasi.....	17
2.2.3 Keamanan dan Keandalan QR Code.....	19
2.2.4 Studi Kasus Implementasi QR Code di Luar Negeri (Australia).....	21
2.3 Aplikasi Mobile dalam Sistem Parkir	22
2.3.1 Peran Aplikasi Mobile pada Smart Parking	22
2.3.2 Arsitektur Aplikasi Mobile Berbasis Flutter	23
2.3.3 Kelebihan Flutter dalam Pengembangan Parkir Modern.....	24
2.3.4 Integrasi Aplikasi dengan Validasi & Notifikasi	25
2.4 Sistem Monitoring Berbasis Website.....	26
2.4.1 Konsep Web Monitoring Sistem	26
2.4.2 Penggunaan Laravel untuk Sistem Monitoring.....	26
2.4.3 Dashboard Pengelolaan Parkir	27
2.4.4 Visualisasi Data Parkir Secara Real-Time.....	28
2.5 Sistem Otentikasi dan Keamanan Data.....	28
2.5.1 Otentikasi Pengguna Aplikasi Mobile.....	28
2.5.2 Hashing & Signature Validasi QR.....	29
2.5.3 Keamanan API dalam Sistem Parkir	30
2.6 Penelitian Terkait (State of the Art)	31
2.6.1 Penelitian Sebelumnya tentang Sistem Parkir di Indonesia.....	31
2.6.2 Komparasi Pendekatan: RFID vs QR Code vs ANPR.....	32
2.6.3 Analisis Kelebihan Sistem Parkir Berbasis QR Code	32
2.6.4 Penelitian Smart Parking Terkini (2020–2025).....	33

2.7 Kerangka Teori.....	33
2.7.1 Smart City dan IoT dalam Sistem Transportasi	33
2.7.2 Sistem Terintegrasi Parkir – Mobile – Web	34
2.7.3 Model Validasi Parkir Berbasis Digital	35
2.8 Sintesis Literatur dan Relevansi Penelitian	36
2.8.1 Sintesis Literatur	36
2.8.2 Gap Analisis dan Novelty Penelitian.....	37
BAB III.....	40
METODE PELAKSANAAN.....	40
3.1 Pendekatan Pengembangan Sistem.....	40
3.2 Identifikasi Masalah.....	40
3.3 Metodologi Pengembangan Sistem (Extreme Programming)	41
3.3.1 Planning.....	41
3.3.2 Designing	41
3.3.3 Coding.....	41
3.3.4 Testing	42
3.4 Analisis Kebutuhan Sistem	42
3.4.1 Kebutuhan Fungsional	42
3.4.2 Kebutuhan Non-Fungsional	42
3.5 Perancangan Sistem	44
3.5.1 Use Case Diagram.....	44
3.5.2 Activity Diagram.....	47
-- Diagram Scan Qrcode.....	47
3.5.3 Entity Relationship Diagram (ERD).....	51
--ERD Diagram	51

3.5.4 Class Diagram	54
--class diagram database sistem_parkir.....	54
3.5.5 Sequence Diagram.....	55
--scan qr code sequence diagram.....	55
3.5.6 Desain UI/UX.....	57
A.Desain Tampilan Website	57
-- Desain loginPage	57
.....	57
.....	57
--desain laman tambah topup.....	62
3.6 Pengkodean.....	66
3.6.1 Frontend Mobile (Flutter)	67
3.6.2 Backend API (Laravel).....	67
3.6.3 Dashboard Web (Laravel Blade)	68
3.7 Pengujian Sistem.....	68
3.8 Tools dan Teknologi.....	69
3.9 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan.....	70
BAB IV PEMBAHASAN.....	71
4.2 Proses Iteratif Berdasarkan Extreme Programming.....	72
4.3 Hasil Implementasi Sistem	72
4.3.1 Tampilan Aplikasi Mobile.....	72
A. Laman User	72
4.3.2 Proses Validasi Parkir.....	81
4.3.4 Tampilan Dashboard Web Admin	85
4.4 Integrasi Sistem.....	91

4.7 Refleksi Terhadap Metode Extreme Programming.....	100
BAB V.....	101
KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran	102
LAMPIRAN.....	104
DAFTAR PUSTAKA	108



DAFTAR TABEL

Table 1 perbandingan jenis sistem parkir.....	14
Table 2 Table Perbandingan alat validasi parkir	32
Table 3 Tools dan Teknologi	69
<i>Table 4 tabel fitur pengujian</i>	<i>93</i>
<i>Table 5 hasil pengujian</i>	<i>94</i>
<i>Table 6 skenario pengujian</i>	<i>95</i>
<i>Table 7 hasil pengujian fitur</i>	<i>96</i>
<i>Table 8 Profile Responden</i>	<i>98</i>
<i>Table 9 Hasil Analisis Kuesioner</i>	<i>98</i>

DAFTAR GAMBAR

image1. 1 Evolusi Sistem Parkir	7
image1. 2 Komponen Sistem Parkir Modern	9
image1. 3 Alur Validasi Qr-code	17
image1. 4 Sistem arsitektur FlutterApi BackEnd.....	23
image1. 5 Dashboard Sistem Parkir	27
image1. 6 Alur Signature Key.....	29
image1. 7 Alur Sistem Qr-code mencatat kendaraan	34
image1. 8 Novelty Penelitian	37
image1. 9 Metode Extreme Programming	40
image1. 10 Usecase Diagram Sistem Parkir	44
image1. 11 Activity Diagram Qrcode	47
image1. 12 Diagram topup.....	49
image1. 13 Erd Diagram	51
image1. 14 Class Diagram database.....	54
image1. 15 Diagram Secuence Alur qrcode	55
image1. 16 Diagram Secuence Alur Topup.....	56
image1. 17 Laman Login Desain	57
image1. 18 Desain web laman dashboard (source:youtube).....	58
image1. 19 Desain Rekapitulasi data Parkir	59
image1. 20 Desain Laman kelola akun	60
image1. 21 Desain laman data jenis kendaraan	61
image1. 22 Desain Laman tambah topup.....	62
image1. 23 Desain Tampilan Awal Mobile App.....	63
image1. 24 Desain laman kelola dan homepage	64
image1. 25 desain laman scan dan catat kendaraan dan Bayar parkir	65
image1. 26 Desain laman topup dan history	66

image1. 27 Tampilan login register dan homeScreen Mobile app.....	72
image1. 28 tampilan mobile riwayat parkir, homePage, dan kelola kendaraan....	74
image1. 29 Tampilan laman scan mobile app , catat waktu masuk, dan waktu keluar.....	76
image1. 30 laman tampilan topup dan riwayat transaksi	78
image1. 31 gambar laman staff home, scan ocr, dan laman denda	79
image1. 32 Sequence Diagram alur parkir.....	81
image1. 33 sequence diagram alur topup.....	83
image1. 34 Api Login Laravel Token Authentication.....	86
image1. 35 Api register laravel	86
image1. 36 API store waktu masuk parkir	87
image1. 37 Server Key midtrans pada app.config	87
image1. 38 Tampilan Midtrans sandbox yang dipanggil dengan url snap.....	88
image1. 39 Api handle notification sistem kelola pengurangan saldo	89
image1. 40 Url Notifikasi untuk merubah status berdasarkan status pada midtrans	91
image1. 41 Laman Dashboard Admin.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Kuesioner Sistem Parkir.....	104
Lampiran 2 Hasil Kuesioner google form fitur topup.....	104
Lampiran 3 Proses Scan Berjalan dengan baik.....	105
Lampiran 4 Hasil Kuesioner Fitur Riwayat	105
Lampiran 5 Hasil Kuesioner Dashboard Admin	106
Lampiran 6 Tampilan UI Hasil Kuesioner	106
Lampiran 7 Hasil Aplikasi mudah digunakan.....	107



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat telah membawa dampak signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan sistem parkir. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan di wilayah perkotaan setiap tahunnya (Badan Pusat Statistik, 2023), tantangan dalam manajemen lahan parkir menjadi semakin kompleks. Hal ini mendorong perlunya inovasi dalam sistem parkir untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan akurasi pengelolaan.

Sistem parkir konvensional sering kali menghadapi kendala seperti antrian panjang, pencatatan manual yang rawan kesalahan, serta kesulitan dalam mengetahui ketersediaan lahan parkir secara langsung (Mulyadi & Hidayat, 2021). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penerapan teknologi validasi QR Code mobile dan monitoring real-time melalui sistem berbasis web dinilai sebagai solusi yang potensial (Chen, Zhang, & Yang, 2021; Pramono & Setiawan, 2023).

Validasi QR Code mobile memungkinkan pengguna melakukan proses masuk dan keluar parkir secara mandiri dan efisien hanya dengan memindai QR Code yang telah ditentukan di lokasi parkir. Hal ini mempersingkat waktu transaksi dan mengurangi interaksi fisik dengan petugas (Fitriyah, Putra, & Fadillah, 2022; Handoko, Wibowo, & Nurdin, 2022). Di sisi lain, sistem monitoring berbasis website memberikan akses bagi pengelola untuk memantau data kendaraan, waktu transaksi, serta status pembayaran secara real-time (Ardiansyah, Wulandari, & Saputra, 2023).

Namun, penerapan sistem ini juga harus mempertimbangkan aspek keamanan data pengguna. Penggunaan teknologi seperti token autentikasi dan signature QR Code sangat penting untuk mencegah manipulasi dan menjaga privasi pengguna (Nugroho & Pratama, 2023; Kurniawan, Ramadhan, & Mulyono, 2022). Menurut

Zhang et al. (2020), keamanan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi adopsi sistem digital oleh pengguna.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem parkir berbasis QR Code mobile dan monitoring real-time melalui web dashboard. Sistem ini diharapkan dapat mempermudah proses validasi kendaraan, meningkatkan efisiensi operasional, serta memberikan transparansi kepada pengguna dan pengelola.

Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penerapan teknologi mobile dalam sistem parkir dapat meningkatkan kepuasan dan kenyamanan pengguna (Alhassan, Putra, & Fauzan, 2019; Duncan, Lee, & Watkins, 2023). Namun, kekurangan dalam hal integrasi data dan manajemen real-time masih menjadi perhatian yang perlu diselesaikan. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk menjawab tantangan tersebut dan memberikan solusi sistemik berbasis teknologi modern.

Dengan demikian, penulis mengangkat judul proyek akhir “Pengembangan Sistem Parkir dengan Validasi QR Code Mobile dan Monitoring Real-Time via Website” sebagai kontribusi terhadap kemajuan sistem parkir cerdas yang efisien dan aman

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem parkir yang efektif dengan teknologi validasi QR Code mobile?
2. Apa saja fitur utama yang diperlukan dalam sistem parkir berbasis website untuk monitoring real-time?
3. Bagaimana sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi dan kepuasan pengguna dalam proses parkir?
4. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam implementasi sistem parkir dengan validasi QR Code mobile?
5. Bagaimana memastikan keamanan dan privasi data pengguna dalam sistem parkir yang dikembangkan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan sistem parkir berbasis QR Code mobile, yang memungkinkan pengguna melakukan validasi kendaraan secara cepat melalui pemindaian QR Code di aplikasi mobile.
2. Membangun platform dashboard web untuk monitoring real-time aktivitas parkir, termasuk pencatatan transaksi, status kendaraan, dan ketersediaan lahan parkir.
3. Meningkatkan pengalaman pengguna dengan menyediakan sistem parkir digital yang praktis, cepat, dan minim interaksi fisik.
4. Menganalisis keuntungan dan tantangan dalam penerapan sistem parkir berbasis QR Code, khususnya dalam aspek efisiensi, keamanan, dan integrasi sistem.
5. Memberikan rekomendasi pengembangan lanjutan terkait integrasi sistem pembayaran, keamanan data, dan fitur tambahan seperti pencarian lahan parkir.

Dengan pencapaian tujuan tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem parkir modern yang lebih baik dan berkelanjutan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Admin: Memiliki akses terhadap rekapitulasi data parkir, laporan transaksi top-up, dan pengelolaan kendaraan serta pengguna melalui sistem berbasis web.
2. Staff: Memungkinkan pencatatan kendaraan dan validasi parkir secara cepat dan akurat melalui dashboard yang mudah dioperasikan.
3. User: Dapat melakukan proses validasi parkir, pengecekan saldo, pembayaran digital, serta melihat riwayat transaksi secara langsung melalui aplikasi mobile.

1.5 Batasan Masalah

1. Sistem tidak menggunakan perangkat keras tambahan seperti sensor parkir, palang otomatis, atau kamera LPR.
2. Validasi kendaraan hanya dilakukan melalui pemindaian QR Code dan input plat nomor kendaraan.

3. Fitur aplikasi mobile difokuskan pada proses login, scan QR, validasi kendaraan, top-up saldo, dan riwayat transaksi, tanpa sistem navigasi lokasi parkir atau reservasi tempat.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sistem Parkir

2.1.1 Konsep Sistem Parkir

Sistem parkir adalah elemen krusial dalam mendukung kelancaran mobilitas dan pengelolaan transportasi, terutama di wilayah perkotaan dan institusi. Ketersediaan lahan parkir yang terbatas di Indonesia tidak sebanding dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang terus meningkat (rata-rata 5,5% per tahun berdasarkan data BPS, 2023). Hal ini menyebabkan tingginya permintaan akan fasilitas parkir yang efisien.

Secara umum, sistem parkir mencakup beberapa proses utama:

1. Proses masuk dan keluarnya kendaraan
2. Pencatatan waktu parkir
3. Pengelolaan ruang parkir
4. Perhitungan tarif
5. Sistem pembayaran

Dalam implementasi tradisional, pengelolaan parkir masih banyak menggunakan cara manual, yang rentan terhadap kesalahan pencatatan, antrean panjang, dan potensi kebocoran pendapatan (Mulyadi & Hidayat, 2021).

Transformasi digital telah mendorong lahirnya konsep Smart Parking System, yaitu sistem parkir berbasis teknologi yang terintegrasi dengan:

1. Sensor
2. Perangkat identifikasi kendaraan
3. Aplikasi mobile
4. Sistem pembayaran digital

Sistem ini memanfaatkan teknologi seperti QR Code, RFID, kamera pengenalan plat nomor (ANPR), dan Internet of Things (IoT) untuk pengalaman parkir yang lebih cepat, aman, dan terkontrol (Yusuf et al., 2022).

1. Contoh Penerapan Sistem Parkir Digital di Indonesia:

- a) Pemerintah Kota Bandung: Menerapkan e-Parking berbasis aplikasi dan QR Code di kawasan komersial sejak 2021, memungkinkan pembayaran via dompet digital (Dishub Kota Bandung, 2022).
- b) Universitas Gadjah Mada (UGM): Menguji coba sistem parkir terintegrasi berbasis aplikasi mobile dan QR Code untuk mengurangi antrean kendaraan, yang berhasil mengurangi waktu antre rata-rata hingga 45% (Pramono dan Setiawan, 2023).

2. Elemen-elemen Utama dalam Sistem Parkir Digital:

- a) Unit Identifikasi Kendaraan: Mengenali kendaraan masuk/keluar (QR Code, RFID, ANPR).
- b) Sistem Pencatatan Otomatis: Mencatat waktu masuk/keluar secara *real-time* untuk perhitungan durasi dan biaya.
- c) Antarmuka Pengguna (User Interface): Umumnya aplikasi mobile untuk validasi, informasi slot, dan pembayaran non-tunai.
- d) Dashboard Pengelola Parkir: Sistem berbasis web untuk memantau aktivitas, laporan transaksi, dan mengelola tarif.
- e) Integrasi Pembayaran Digital: Menggunakan kanal pembayaran seperti QRIS, e-wallet, atau transfer bank.

Kebutuhan akan sistem parkir digital di Indonesia tidak hanya untuk efisiensi, tetapi juga mendukung program *smart city* yang digalakkan pemerintah daerah, membantu mengurangi kemacetan, efisiensi lahan, dan transparansi pendapatan (Nugroho & Astuti, 2020). Sistem parkir kini menjadi bagian integral dari sistem transportasi berbasis teknologi yang memadukan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan.

2.1.2 Evolusi Sistem Parkir



image1. 1 Evolusi Sistem Parkir

Sistem parkir telah mengalami perkembangan signifikan, dari metode tradisional yang bergantung pada petugas manusia, menuju sistem semi-otomatis, dan kini sepenuhnya digital dan terintegrasi. Perkembangan ini dipicu oleh pertumbuhan kendaraan, serta kebutuhan akan akurasi, keamanan, transparansi, dan efisiensi operasional.

1. Tahapan Evolusi Sistem Parkir di Indonesia:

a) Sistem Manual:

1. Mengandalkan petugas yang mencatat plat, waktu masuk, dan jenis kendaraan secara tertulis.
2. Kelemahan: Risiko *human error*, manipulasi data, dan pelayanan lambat (Rahmadani & Nurhadi, 2020).

b) Sistem Semi-Otomatis:

1. Menggunakan teknologi pencetakan tiket dan palang otomatis.
2. Pengguna menerima tiket barcode dan membayar di loket keluar.
3. Masih bergantung pada petugas kasir dan belum sepenuhnya menghilangkan antrean (Wibowo & Hartati, 2021).

c) Sistem Otomatis:

1. Memanfaatkan teknologi digital seperti QR Code, sensor parkir berbasis IoT, kamera ANPR, dan aplikasi mobile.
2. Contoh: Layanan e-parking di Yogyakarta, Semarang, dan Bandung (Dishub Kota Yogyakarta, 2022).

d) Smart Parking System:

1. Sistem parkir terhubung langsung dengan aplikasi mobile, monitoring *real-time*, dan sistem pelaporan berbasis web/dashboard.

2. Keunggulan Sistem Parkir Digital (Siregar dan Kurniawan, 2022):

- a) Kecepatan proses masuk dan keluar kendaraan meningkat signifikan.
- b) Keamanan data kendaraan lebih terjamin karena disimpan terpusat.
- c) Transparansi pendapatan parkir lebih tinggi.
- d) Kemudahan integrasi dengan kebijakan *smart city* dan layanan digital lainnya.

3. Contoh Penerapan:

- a) Pemerintah Kota Surabaya: Mengintegrasikan sistem parkir elektronik dengan pembayaran QRIS dan monitoring Dishub, meningkatkan retribusi parkir dan mengurangi parkir liar (Pemkot Surabaya, 2023).
- b) Universitas Airlangga: Menguji coba sistem parkir berbasis QR Code dan aplikasi mobile untuk civitas akademika (Putri & Firmansyah, 2023).

Evolusi ini juga selaras dengan kebutuhan pengurangan kontak fisik pasca-pandemi COVID-19, menjadikan teknologi tanpa sentuh (contactless) sebagai prioritas. Pengelolaan parkir kini menjadi bagian integral dari sistem transportasi cerdas (*intelligent transportation system*).

2.1.3 Komponen Sistem Parkir Modern

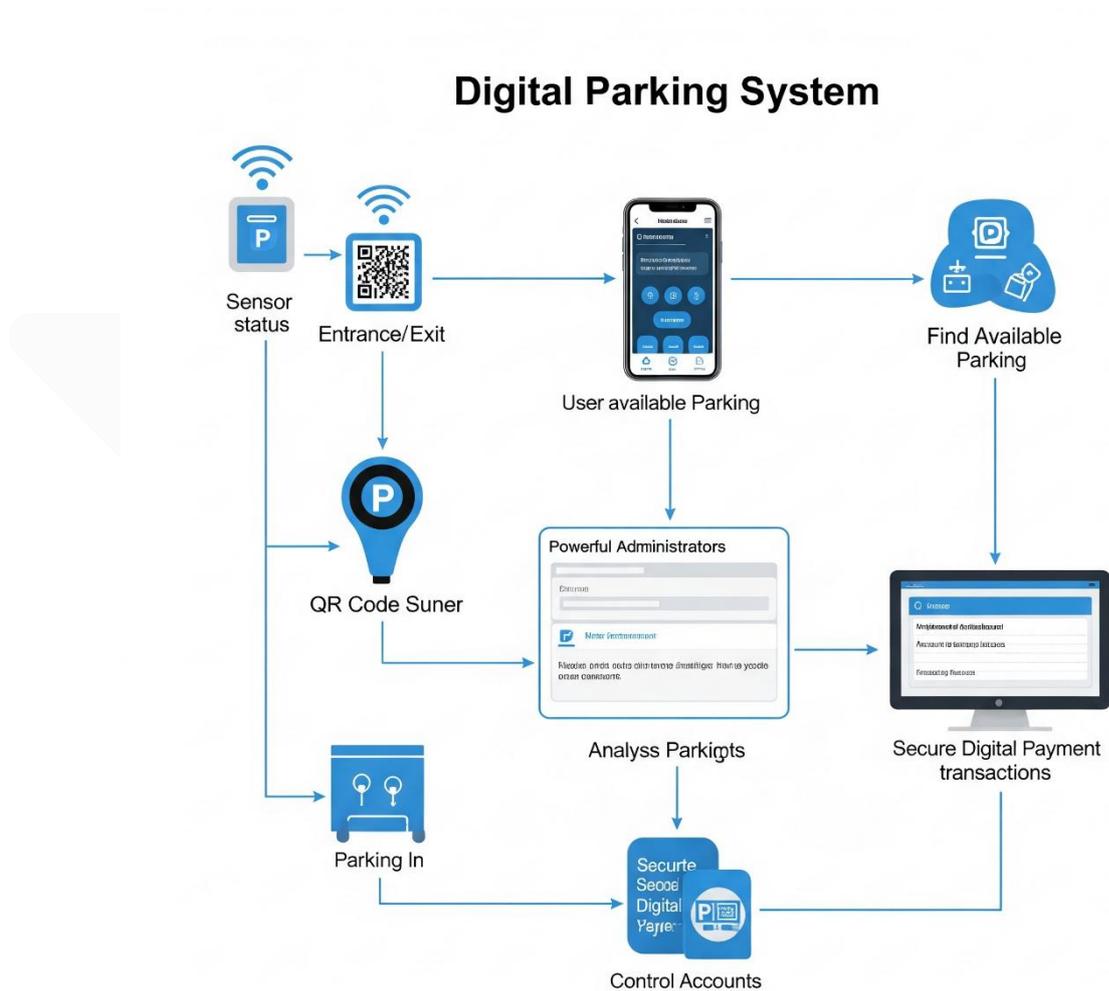


image 1. 2 Komponen Sistem Parkir Modern

Sistem parkir modern adalah integrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk efisiensi, keamanan, dan kontrol. Berbeda dengan sistem konvensional, sistem digital mengandalkan serangkaian komponen yang saling terhubung dan otomatis (Yulianto et al., 2021).

Komponen-komponen Sistem Parkir Digital:

1. Unit Identifikasi Kendaraan: Mengenali kendaraan masuk/keluar.
 - a) QR Code Scanner: Memindai kode unik sebagai tiket digital.
 - b) RFID Reader: Membaca tag RFID pada kendaraan.
 - c) Kamera ANPR (Automatic Number Plate Recognition): Mengenali plat nomor secara otomatis (Fitriyah et al., 2022).
2. Sensor Deteksi Slot Parkir: Mendeteksi status slot (kosong/terisi).
 - a) Ultrasonik Sensor: Mendeteksi objek berdasarkan gelombang suara.
 - b) Infrared Sensor: Bekerja berdasarkan deteksi pancaran cahaya inframerah.
 - c) Magnetic Sensor: Mendeteksi gangguan medan magnet akibat kehadiran logam kendaraan (Andika et al., 2023).
3. Sistem Otomatisasi Gerbang (Gate System): Mengatur akses keluar/masuk kendaraan, terintegrasi dengan unit identifikasi (Santoso & Rinaldi, 2021).
4. Aplikasi Mobile untuk Pengguna: Antarmuka pengguna dengan fitur:
 - a) Melihat ketersediaan slot parkir *real-time*.
 - b) Melakukan reservasi parkir.
 - c) Memindai dan menghasilkan QR Code parkir.
 - d) Melakukan pembayaran digital.
 - e) Menerima notifikasi durasi dan biaya parkir (Sari et al., 2022).
5. Dashboard Monitoring Admin: Digunakan pengelola untuk memantau aktivitas parkir, termasuk:
 - a) Monitoring slot dan kendaraan masuk/keluar.
 - b) Pencatatan riwayat transaksi dan log kendaraan.
 - c) Pengaturan pengguna dan izin akses.
 - d) Laporan keuangan dan statistik pemanfaatan lahan parkir (Ardiansyah et al., 2023).
6. Sistem Pembayaran Digital: Terintegrasi dengan metode pembayaran seperti e-wallet, kartu debit/kredit, atau QRIS.
7. Sistem Validasi dan Enkripsi Data: Validasi QR Code dilengkapi *signature key* atau enkripsi untuk mencegah pemalsuan. Data disimpan di server

dengan protokol keamanan (HTTPS, *token-based authentication*) (Nugroho & Pratama, 2023).

8. Sistem Notifikasi dan Alarm: Menyertakan fitur notifikasi (aplikasi/email) untuk:
 - a) Peringatan waktu parkir akan habis.
 - b) Konfirmasi pembayaran berhasil.
 - c) Peringatan kendaraan belum keluar setelah waktu tertentu.

2.1.4 Jenis-Jenis Sistem Parkir

Klasifikasi sistem parkir penting untuk menentukan sistem yang sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas lokasi (Kusuma et al., 2021). Berikut adalah jenis-jenis sistem parkir yang umum digunakan:

1. Sistem Parkir Manual:
 - a) Tidak menggunakan perangkat digital atau otomatisasi.
 - b) Petugas mencatat nomor kendaraan, waktu masuk/keluar secara manual.
 - c) Pembayaran langsung kepada petugas.
 - d) Kelemahan: Rawan kesalahan, manipulasi tarif, dan inefisiensi (Yanti & Hidayat, 2020).
2. Sistem Parkir Semi Otomatis:
 - a) Mengadopsi tiket barcode/elektronik dan palang otomatis.
 - b) Kamera pengawas (CCTV) untuk merekam aktivitas.
 - c) Proses verifikasi dan pembayaran masih melibatkan manusia (Ardiansyah et al., 2021).
3. Sistem Parkir Otomatis:
 - a) Mengintegrasikan teknologi untuk mengurangi peran manusia.
 - b) Fitur: Identifikasi kendaraan (QR Code, RFID, ANPR), pencatatan otomatis, integrasi *payment gateway*, dan dashboard web (Prasetyo et al., 2022).
 - c) Aplikasi mobile untuk validasi dan notifikasi.

4. Sistem Parkir Valet:

- a) Kendaraan diparkirkan oleh petugas khusus (valet).
- b) Digunakan di hotel, restoran mewah, dan acara khusus.
- c) Memberikan kenyamanan maksimal, namun tidak efisien skala besar dan memerlukan kepercayaan penuh (Sasmita & Ridwan, 2020).

5. Sistem Parkir Vertikal (Automated Parking System):

- a) Solusi untuk keterbatasan lahan, kendaraan ditempatkan pada sistem rak bertingkat secara mekanis dan otomatis.
- b) Menghemat ruang horizontal.
- c) Kendaraan diangkat dan dipindahkan secara vertikal/horizontal otomatis.
- d) Membutuhkan investasi tinggi dan perawatan khusus (Putra & Sutrisno, 2023).

6. Sistem Parkir Digital Berbasis Aplikasi Mobile:

- a) Perkembangan terkini dari *smart parking*, hampir seluruh proses parkir dilakukan melalui aplikasi.
- b) Fitur: Pemindaian QR Code, pembayaran via e-wallet/QRIS, melihat ketersediaan slot *real-time*, dan notifikasi digital.
- c) Dinilai paling efisien dan cocok untuk pengembangan *smart city* (Sitorus et al., 2024).

2.1.5 Manfaat dan Tantangan Sistem Parkir Modern

Implementasi sistem parkir modern memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan parkir, dengan dampak positif pada aspek ekonomi, keamanan, dan lingkungan.

1. Manfaat Sistem Parkir Modern:

- a) Efisiensi Waktu dan Operasional: Memangkas waktu tunggu dengan identifikasi otomatis (QR Code, RFID, ANPR), mengurangi beban kerja petugas dan antrean panjang (Prasetyo et al., 2022).

- b) Peningkatan Transparansi dan Akurasi Data: Mencatat seluruh aktivitas parkir *real-time* dalam database terpusat, meminimalkan manipulasi data atau kecurangan (Sitorus et al., 2024).
- c) Kemudahan Akses bagi Pengguna: Aplikasi mobile memungkinkan pengecekan slot, reservasi, validasi QR, dan pembayaran langsung, serta notifikasi otomatis (Li & Wang, 2022).
- d) Peningkatan Keamanan Kendaraan: Identifikasi otomatis dan monitoring kamera membantu mencegah pencurian atau penyalahgunaan (Rahman et al., 2023).
- e) Dukungan terhadap Smart City dan Lingkungan: Bagian dari infrastruktur kota pintar, mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi karbon (Putra & Sutrisno, 2023).

2. Tantangan Implementasi Sistem Parkir Modern:

- a) Keterbatasan Infrastruktur Teknologi: Tidak semua area memiliki kesiapan infrastruktur digital (internet stabil, perangkat keras, SDM terlatih), terutama di daerah non-perkotaan (Kusuma et al., 2021).
- b) Biaya Investasi Awal yang Tinggi: Pengadaan alat, pengembangan aplikasi, integrasi *backend*, dan pelatihan teknis memerlukan investasi besar (Sasmita & Ridwan, 2020).
- c) Resistensi dari Pengguna yang Belum Terbiasa: Sebagian pengguna mungkin kesulitan menggunakan teknologi digital, sehingga edukasi dan sosialisasi penting (Ardiansyah et al., 2021).
- d) Keamanan Siber dan Perlindungan Data: Sistem berbasis internet rentan serangan siber (pencurian data, manipulasi sistem), memerlukan enkripsi, autentikasi ganda, dan pengelolaan token aman (Yanti & Hidayat, 2020).
- e) Integrasi dengan Sistem Lain: Membutuhkan standarisasi, koordinasi lintas lembaga, serta pengembangan API dan protokol yang sesuai.

Pengembangan sistem parkir modern di Indonesia perlu disesuaikan dengan konteks lokal, kesiapan infrastruktur, dan kebutuhan pengguna.

2.1.6 Kesimpulan Perbandingan Jenis Sistem Parkir

Table 1 perbandingan jenis sistem parkir

Jenis Sistem Parkir	Otomatisasi	Kelebihan	Kekurangan
Manual	Tidak	Biaya rendah, mudah diterapkan	Rawan human error, efisiensi rendah
Semi Otomatis	Sebagian	Lebih cepat dari manual, familiar bagi masyarakat	Masih memerlukan petugas
Otomatis	Ya	Cepat, aman, terintegrasi digital	Biaya awal tinggi
Valet	Manual + Petugas	Nyaman bagi pengguna	Memerlukan tenaga kerja ekstra
Vertikal Otomatis	Tinggi	Hemat lahan	Mahal, kompleks
Digital Mobile App	Tinggi	Mandiri, transparan, fleksibel	Butuh literasi digital

Kesimpulan:

1. Sistem Manual: Sederhana dan murah, cocok untuk area parkir kecil, namun efisiensi rendah dan rawan *human error*.
2. Sistem Semi Otomatis: Lebih cepat dan efisien dari manual, namun masih membutuhkan petugas.
3. Sistem Otomatis: Solusi modern yang mengutamakan kecepatan, keamanan, dan integrasi digital, cocok untuk area parkir skala besar, namun biaya investasi awal tinggi.
4. Sistem Valet: Memberikan kenyamanan tinggi, namun memerlukan banyak tenaga kerja tambahan sehingga biaya operasional tinggi.
5. Sistem Parkir Vertikal Otomatis: Solusi inovatif untuk keterbatasan lahan, efisien ruang, namun kompleks dan mahal.

6. Sistem Digital berbasis Aplikasi Mobile: Tren masa kini yang mengedepankan kemandirian pengguna, transparansi, dan fleksibilitas, namun bergantung pada teknologi dan literasi digital.

Secara keseluruhan, sistem parkir digital dan otomatis semakin relevan di era modern, terutama di wilayah urban yang menuntut efisiensi, akurasi, dan kemudahan akses. Penerapannya perlu mempertimbangkan kondisi pengguna, kapasitas teknologi, dan anggaran.

2.2 Teknologi QR Code

2.2.1 Sejarah dan Prinsip Kerja QR Code

A. Sejarah Singkat QR Code

QR Code (Quick Response Code) adalah pengembangan barcode dua dimensi yang diciptakan oleh Denso Wave (Jepang) pada tahun 1994 untuk pelacakan komponen otomotif. Berbeda dengan barcode satu dimensi, QR Code menyimpan informasi dalam dua arah (horizontal dan vertikal) sehingga kapasitas datanya jauh lebih besar (Denso Wave, 2020).

Awalnya digunakan di industri Jepang karena kecepatan pembacaan dan fleksibilitasnya. Seiring perkembangan *smartphone*, QR Code populer di sektor komersial dan publik sejak 2010-an untuk pembayaran digital, logistik, validasi tiket, hingga sistem parkir (Zhou et al., 2021).

Di Indonesia, adopsi QR Code masif sejak pandemi COVID-19 untuk sistem nirsentuh (*contactless*). Bank Indonesia meluncurkan QRIS (Quick Response Code Indonesian Standard) sebagai standarisasi pembayaran digital nasional (Bank Indonesia, 2020), mendorong pemanfaatan QR Code di sektor transportasi dan sistem parkir.

B. Prinsip Kerja QR Code

QR Code terdiri dari pola kotak-kotak hitam-putih dalam bentuk matriks. Prinsip kerjanya melibatkan tiga tahapan utama:

1. Pembuatan (Encoding): Data (teks, URL, numerik) diubah menjadi format QR melalui algoritma, menghasilkan gambar matriks visual. Semakin banyak informasi, semakin kompleks pola QR.
2. Pembacaan (Scanning): Scanner QR (kamera *smartphone* atau perangkat khusus) menangkap gambar QR Code. Perangkat lunak membaca posisi dan struktur data, termasuk kode koreksi kesalahan.
3. Dekode (Decoding): Data digital dari gambar QR diterjemahkan kembali ke bentuk aslinya (link, ID kendaraan, token validasi). Proses ini sangat cepat, kurang dari satu detik (Kurniawan & Putri, 2023).

C. Keunggulan Teknis QR Code dibanding Barcode Biasa:

1. Kapasitas data yang besar: hingga 7.000 karakter.
2. Dapat dibaca dari berbagai sudut (*omnidirectional*).
3. Dilengkapi fitur koreksi kesalahan (*error correction*) hingga 30%.
4. Tahan terhadap kerusakan sebagian.
5. Fleksibel dalam bentuk dan ukuran.

Menurut ISO/IEC 18004:2015, QR Code diklasifikasikan sebagai *symbolology matrix 2D* yang cocok untuk sistem parkir modern yang menuntut kecepatan, keandalan, dan efisiensi validasi kendaraan.

D. Aplikasi QR Code dalam Kehidupan Sehari-hari:

1. Pembayaran digital: melalui QRIS, GoPay, OVO, DANA, dll.
2. Sistem antrian *online* dan tiket: konser, bioskop, transportasi publik.
3. Sertifikasi dan dokumen resmi: vaksinasi COVID-19, sertifikat pendidikan.
4. Media pemasaran: brosur, spanduk, kartu nama interaktif.
5. Logistik dan pergudangan: pelacakan barang.

Popularitas QR Code meningkat karena kemudahannya diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile untuk verifikasi dan interaksi pengguna.

2.2.2 Penggunaan QR Code dalam Sistem Validasi

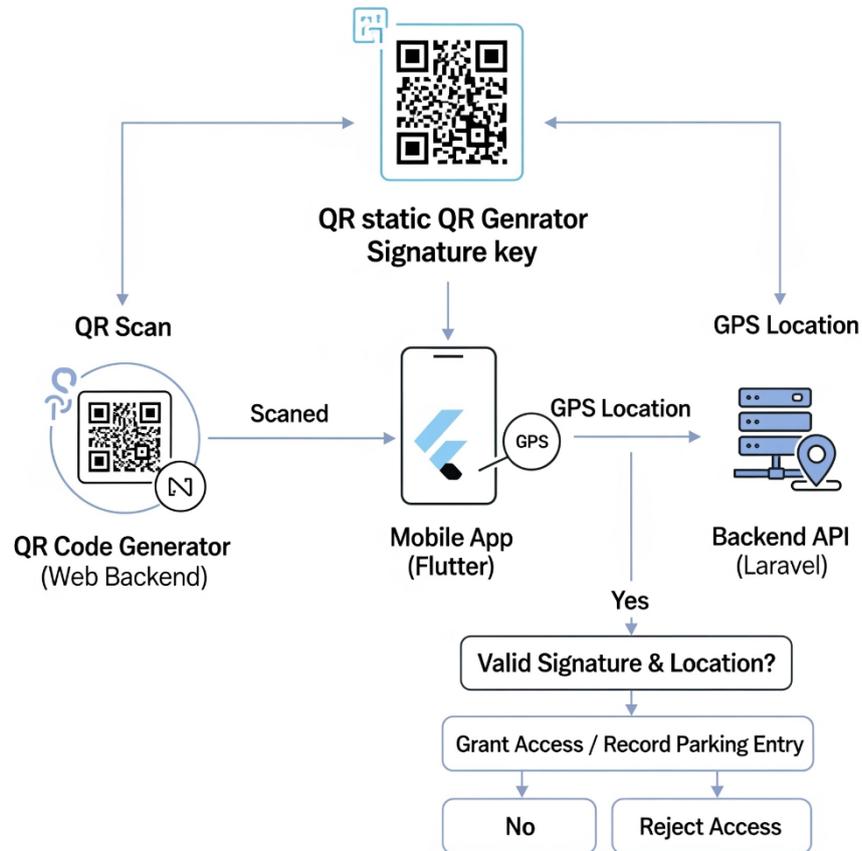


image1. 3 Alur Validasi Qr-code

QR Code populer dalam sistem validasi karena cepat, murah, fleksibel, dan dapat dipindai dengan *smartphone*. Digunakan luas di berbagai sektor (perbankan, pendidikan, transportasi, parkir) untuk memastikan kebenaran atau keabsahan data, identitas pengguna, atau akses layanan (Putra & Dewi, 2022).

A. Prinsip Validasi dengan QR Code

Validasi dengan QR Code mencocokkan data dalam QR Code dengan data di sistem *backend*. Prosesnya meliputi:

1. Pembuatan QR Code (Encoding): Sistem *backend* menghasilkan QR Code dari data tertentu (ID pengguna, kode parkir, waktu masuk, token validasi), yang dapat dienkripsi.
2. Pemindaian oleh Sistem: QR Code dipindai melalui kamera perangkat, lalu datanya diekstrak.
3. Verifikasi Data: Sistem mencocokkan informasi dari QR Code dengan database pusat. Jika cocok, akses diberikan; jika tidak, akses ditolak.
4. Penyimpanan Log Validasi: Sistem mencatat setiap hasil validasi untuk pelaporan dan audit data (Prasetyo & Lestari, 2023).

Proses ini berlangsung sangat singkat, menjadikan QR Code metode validasi efisien.

B. Kelebihan QR Code untuk Sistem Validasi:

1. Cepat dan *real-time*: Proses validasi kurang dari satu detik, bisa *offline* jika token terenkripsi.
2. Biaya rendah: Tidak memerlukan perangkat khusus selain kamera biasa dan sistem *backend*.
3. Fleksibel: Bisa diintegrasikan ke berbagai layanan digital (Android/iOS, web).
4. Aman (dengan metode enkripsi): Dapat memuat data terenkripsi yang hanya bisa dibaca sistem tertentu, mencegah pemalsuan.
5. Non-kontak: Relevan untuk kebutuhan pasca-pandemi (Wahyuni & Hidayat, 2021).

C. Contoh Implementasi Validasi QR Code:

1. Sistem Parkir di Perguruan Tinggi: UGM dan Politeknik Negeri Malang menggunakan QR Code unik dari aplikasi kampus untuk masuk/keluar parkir (Handoko et al., 2022).
2. Presensi Mahasiswa dan Karyawan: Menggantikan absensi manual dengan pemindaian QR dari aplikasi perusahaan.
3. Sistem Vaksinasi dan Sertifikat Kesehatan: PeduliLindungi menggunakan QR Code untuk validasi status vaksinasi (Kominfo, 2021).

4. Transportasi Umum: Bus kota di Bandung dan Surabaya menggunakan tiket berbasis QR Code.

D. Tantangan Implementasi QR Code dalam Validasi:

1. Pemalsuan QR Code: Mudah digandakan jika tidak dilindungi enkripsi.
2. Perangkat tidak kompatibel: Kualitas kamera pemindai yang kurang baik.
3. Koneksi Internet: Beberapa sistem memerlukan koneksi *real-time*, terganggu jika jaringan tidak stabil.
4. Kurangnya literasi digital: Pengguna awam mungkin kesulitan memahami proses pemindaian.

E. Relevansi dalam Sistem Parkir:

Dalam sistem parkir, QR Code dapat digunakan sebagai *ticketless validation*. Pengguna memindai QR Code dari aplikasi mobile atau cetakan. Validasi dilakukan di pintu masuk dan keluar, sistem otomatis mencatat waktu dan menghitung tarif, menghilangkan ketergantungan pada karcis.

2.2.3 Keamanan dan Keandalan QR Code

QR Code, sebagai representasi data dua dimensi, populer dalam sistem digital. Namun, karena sifatnya yang terbuka, aspek keamanan dan keandalan menjadi penting, terutama dalam sistem yang memerlukan validasi dan otorisasi seperti sistem parkir.

A. Keamanan QR Code dalam Sistem Digital

Tanpa pengamanan tambahan, QR Code mudah dipalsukan, diduplikasi, atau dimanipulasi (Prasetyo & Lestari, 2023). Perhatian utama:

1. Pemalsuan (*Spoofing*): QR Code disalin dan ditempelkan ke area sah, menipu pengguna ke sistem palsu.
2. Phishing melalui QR: QR Code yang mengarah ke URL eksternal rentan digunakan untuk mencuri data pribadi.
3. Modifikasi isi QR Code: Pihak luar dapat membuat QR palsu dengan data valid dari sistem asli jika *backend* tidak mengecek keaslian.

Untuk mencegahnya, sistem validasi QR Code harus menerapkan *security by design* dengan mekanisme proteksi:

1. Enkripsi Data: Informasi dienkripsi menggunakan algoritma seperti AES atau RSA.
2. Penggunaan Token Dinamis: QR Code berisi token acak yang berubah berkala (*one-time QR*).
3. Digital Signature (Tanda Tangan Digital): Sistem menambahkan *hash* terenkripsi sebagai penanda keaslian, diverifikasi di server menggunakan *public key* (Hafidz & Suryani, 2022).
4. Waktu Kedaluwarsa (*Expiration Time*): QR Code memiliki masa berlaku singkat.

B. Keandalan QR Code dalam Lingkungan Nyata

Faktor yang mempengaruhi keandalan QR Code:

1. Kualitas Cetak atau Tampilan Layar: QR Code buram, pecah, atau terpotong menyulitkan pemindaian.
2. Kondisi Pencahayaan dan Kamera: Sulit dipindai di bawah pencahayaan ekstrem. Kamera dengan *autofocus* dan pencahayaan tambahan diperlukan.
3. Redundansi Data dalam QR Code: Mekanisme koreksi kesalahan memungkinkan tetap terbaca meski sebagian data rusak (ISO/IEC 18004:2015).
4. Dukungan Sistem Backend: Validasi QR yang cepat memerlukan sistem *backend* yang responsif dan terintegrasi.

C. Studi Keamanan QR Code di Indonesia

Studi oleh Kurniawan et al. (2022) menemukan kelemahan sistem QR Code pada layanan publik karena tidak menggunakan enkripsi atau validasi *server-side* yang kuat. Oleh karena itu, pengembangan sistem berbasis QR harus memperhatikan *end-to-end security* dan autentikasi komprehensif.

Penerapan *signature QR* telah diuji coba di instansi pemerintah dan universitas sebagai metode validasi kehadiran dan akses ruangan (Saputra & Budiarto, 2023).

D. Tantangan Pengamanan QR Code:

1. Kompleksitas Teknologi bagi Pengembang Awam: Implementasi enkripsi, *signature*, dan token dinamis memerlukan pemahaman kriptografi dan pemrograman tingkat lanjut.

2. Keterbatasan Perangkat Pengguna: Tidak semua perangkat kompatibel untuk memindai QR terenkripsi atau dinamis, memerlukan mekanisme *fallback*.
3. Risiko Kebocoran Data Server: Jika data di sisi server tidak dilindungi dengan baik, sistem tetap rentan.

2.2.4 Studi Kasus Implementasi QR Code di Luar Negeri (Australia)

Penggunaan QR Code sebagai validasi dalam sistem parkir diterima luas di negara maju seperti Australia, pelopor implementasi teknologi informasi terintegrasi pada sektor transportasi publik.

A. Konteks Urban dan Tantangan Parkir di Australia

Kota-kota besar di Australia menghadapi keterbatasan ruang parkir dan volume kendaraan meningkat. Sekitar 20–30% waktu berkendara di pusat kota terpakai untuk mencari parkir, berdampak pada kemacetan dan emisi karbon (APA, 2021). Untuk mengatasi ini, pemerintah lokal dan pengelola parkir swasta mengembangkan *smart parking* terintegrasi dengan aplikasi mobile dan validasi berbasis QR Code.

B. Implementasi Sistem QR Code dalam Smart Parking

1. Contoh nyata adalah sistem parkir City of Melbourne melalui aplikasi "PayStay" dan "EasyPark", yang memungkinkan pengguna untuk:
 - a) Melihat lokasi parkir tersedia *real-time*.
 - b) Melakukan reservasi atau pembayaran parkir digital.
 - c) Menerima dan menggunakan QR Code sebagai bukti pembayaran dan validasi saat masuk/keluar.

QR Code dienkripsi dan memiliki masa aktif terbatas, dipindai oleh alat validasi atau petugas. Sistem ini terhubung langsung ke dashboard pengelola parkir (PayStay, 2022).

Studi oleh Duncan et al. (2023) menunjukkan bahwa QR Code mempercepat waktu validasi hingga 60% dibanding sistem berbasis karcis manual atau barcode. Selain itu, QR Code lebih fleksibel dan tidak memerlukan peralatan mahal seperti RFID *reader* atau ANPR.

C. Keamanan dan Kepuasan Pengguna

Keamanan sistem QR Code di Australia dilindungi dengan *server-side verification*, di mana QR Code hanya berfungsi jika diverifikasi melalui server pusat dan dihasilkan dari aplikasi resmi. Fitur *tokenization* dan *timestamp* menjamin QR Code tidak dapat digunakan ulang (*replay attack*).

Survei dari Smart Mobility Australia (2022) menunjukkan lebih dari 75% pengguna merasa sistem parkir berbasis QR Code lebih mudah, cepat, dan aman, mendorong peningkatan adopsi, terutama pasca-pandemi.

D. Keberhasilan dan Relevansi untuk Indonesia

Keberhasilan implementasi QR Code di Australia menunjukkan efektivitas teknis dan penerimaan sosial. Sistem ini *scalable* dan *cost-effective* karena dapat diterapkan di fasilitas dengan infrastruktur sederhana tanpa investasi besar untuk *hardware*.

Konsep ini relevan untuk diadopsi di Indonesia, terutama di kampus, rumah sakit, dan pusat perbelanjaan yang belum sepenuhnya mengintegrasikan sistem parkir digital. Dengan kemajuan teknologi mobile dan penetrasi internet tinggi di Indonesia, validasi berbasis QR Code menjadi alternatif menjanjikan.

2.3 Aplikasi Mobile dalam Sistem Parkir

2.3.1 Peran Aplikasi Mobile pada Smart Parking

Aplikasi mobile berperan sebagai antarmuka utama antara pengguna dan sistem parkir modern, menghubungkan kendaraan, sistem validasi, dan dashboard pengelola secara *real-time*. Fungsi utamanya mencakup reservasi, validasi kendaraan via QR Code, pembayaran non-tunai, dan pemberitahuan otomatis (Kurniawan et al., 2022).

1. Fungsi Utama Aplikasi Mobile dalam Sistem Parkir Pintar:

- a) Menampilkan informasi slot parkir yang tersedia secara *real-time*.
- b) Melakukan pemindaian QR Code untuk validasi masuk dan keluar kendaraan.
- c) Melakukan pembayaran digital melalui integrasi dengan e-wallet atau kartu debit.

- d) Menerima notifikasi otomatis terkait waktu parkir, tarif, atau status kendaraan.

Aplikasi mobile menjadi bagian vital dari sistem parkir berbasis *smart city* karena mendukung prinsip transparansi, efisiensi, dan digitalisasi layanan publik.

2.3.2 Arsitektur Aplikasi Mobile Berbasis Flutter

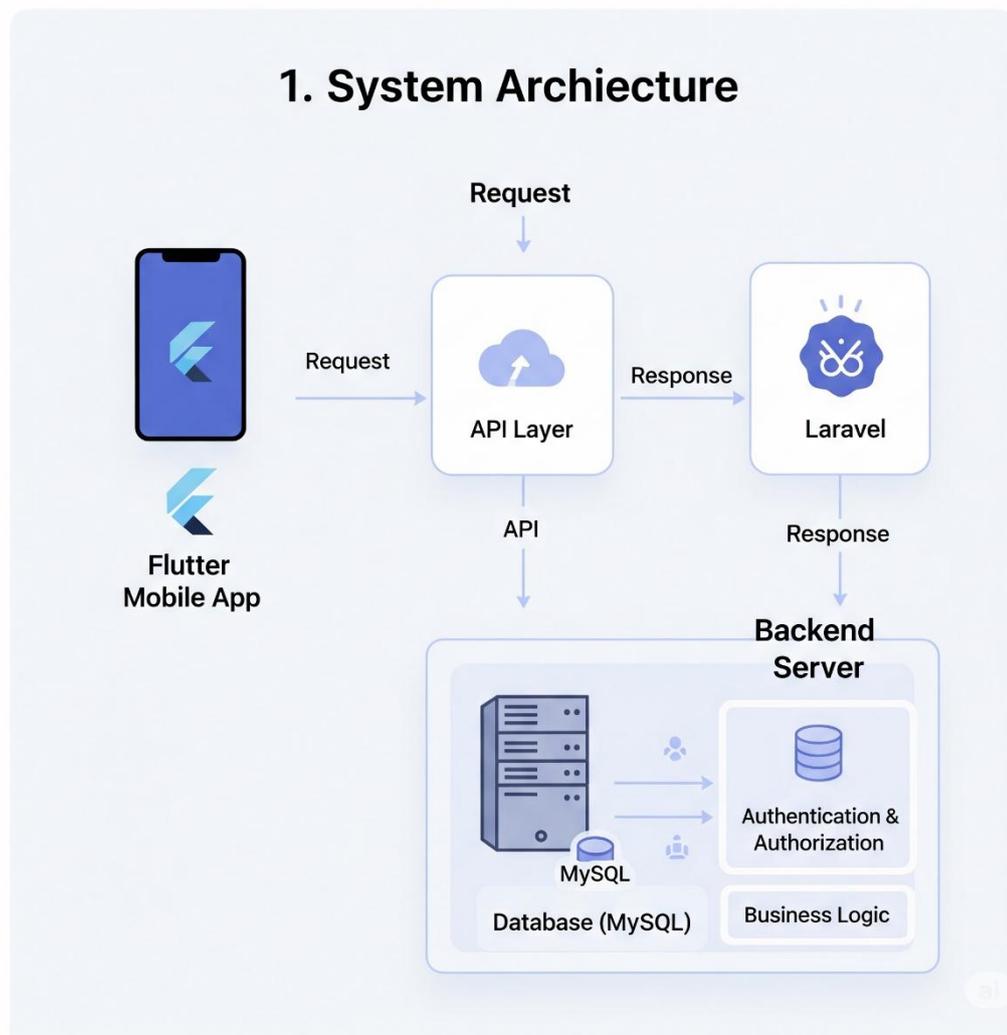


image1. 4 Sistem arsitektur FlutterApi BackEnd

Flutter adalah *framework* UI *open-source* Google untuk membangun aplikasi mobile lintas platform (Android & iOS) dengan satu basis kode. Dalam sistem parkir, Flutter memungkinkan pengembangan antarmuka pengguna yang responsif, cepat, dan terintegrasi dengan API validasi, database *cloud*, dan layanan notifikasi.

1. Komponen Utama Arsitektur Aplikasi Mobile Berbasis Flutter:

- a) UI Layer: Dibangun menggunakan *widget* berbasis Dart untuk tampilan interaktif (halaman *scan* QR Code, riwayat parkir, dashboard saldo).
- b) Service Layer: Menangani koneksi ke *backend* Laravel melalui HTTP API (endpoint validasi parkir, pengecekan saldo, pengambilan data kendaraan).
- c) Local Storage: Menggunakan SharedPreferences untuk menyimpan token autentikasi, ID pengguna, atau data *cache*.
- d) State Management: Menggunakan *provider*, BLoC, atau Riverpod untuk mengatur perubahan status UI berdasarkan data *real-time*.
- e) Plugin Integrasi: Mendukung *plugin* seperti *qr_code_scanner*, *firebase_messaging* untuk *push notification*, serta *flutter_local_notifications* untuk notifikasi lokal.

Arsitektur modular dan efisien ini mendukung pembangunan aplikasi yang terintegrasi lancar dengan sistem monitoring berbasis web dan database terpusat.

2.3.3 Kelebihan Flutter dalam Pengembangan Parkir Modern

Flutter memiliki berbagai keunggulan yang menjadikannya ideal untuk pengembangan sistem parkir modern:

1. Cross-platform: Kode yang sama dapat digunakan untuk Android dan iOS, mempercepat pengembangan dan menghemat biaya.
2. Performansi tinggi: Aplikasi Flutter dikompilasi langsung ke *native ARM code*, mendekati kinerja aplikasi *native*.
3. UI fleksibel dan dinamis: Menawarkan *widget* kustom untuk desain modern.
4. Komunitas dan *plugin* aktif: Dukungan *plugin* seperti *flutter_barcode_scanner*, *dio*, *provider*, *firebase_auth* memudahkan integrasi fitur.
5. Integrasi dengan REST API: Memudahkan komunikasi dengan sistem *backend* Laravel atau sistem monitoring lainnya.

Menurut Rachman & Prasetyo (2023), Flutter cocok untuk proyek *smart parking* karena dapat diintegrasikan dengan berbagai API eksternal dan memiliki dokumentasi yang baik.

2.3.4 Integrasi Aplikasi dengan Validasi & Notifikasi

Agar sistem parkir optimal, aplikasi mobile perlu terintegrasi dengan sistem validasi QR Code dan notifikasi *real-time*. Validasi dilakukan dengan memindai QR Code yang berisi data terenkripsi. Aplikasi akan mengirim permintaan ke server Laravel untuk mengecek keabsahan QR dan mencatat aktivitas parkir.

1. Integrasi ini meliputi:

- a) Validasi QR Code: Menggunakan *plugin* Flutter (*qr_code_scanner*) untuk membaca kode, lalu mengirim data ke *endpoint* API */validasi-qr* di *backend* Laravel.
- b) Notifikasi Otomatis: Aplikasi mengirimkan dan menerima *push notification* menggunakan Firebase Cloud Messaging (FCM) untuk status masuk, waktu parkir habis, atau pembayaran berhasil.
- c) Notifikasi Lokal: Untuk pengguna yang tidak selalu terhubung internet, aplikasi menggunakan *flutter_local_notifications* untuk pengingat *offline*.
- d) Integrasi Pembayaran: Jika sistem mendukung *top-up* saldo atau pembayaran via QRIS/Midtrans, aplikasi dapat memunculkan kode pembayaran dan menampilkan status transaksi.

Integrasi ini memberikan kenyamanan maksimal dan meminimalkan hambatan. Menurut Andika et al. (2024), sistem yang mengintegrasikan validasi dan notifikasi *real-time* dapat mengurangi antrean masuk/keluar parkir hingga 45% dan meningkatkan efisiensi operasional hingga 60%.

2.4 Sistem Monitoring Berbasis Website

2.4.1 Konsep Web Monitoring Sistem

Sistem monitoring berbasis web adalah pendekatan modern dalam pemantauan dan pengelolaan data yang memungkinkan administrator mengakses dan memantau aktivitas sistem melalui antarmuka berbasis *browser* secara *real-time*. Dalam sistem parkir, web monitoring menampilkan data kendaraan masuk/keluar, durasi parkir, status slot, serta informasi pengguna dan transaksi.

Menurut Wijaya & Putri (2022), web monitoring meningkatkan efisiensi operasional dan mempercepat pengambilan keputusan karena data dapat diakses kapan saja dari perangkat mana saja. Ini sejalan dengan konsep *e-governance* dan digitalisasi layanan publik yang mendukung *smart city*.

Web monitoring juga menyimpan data historis untuk analisis tren penggunaan parkir, deteksi anomali, dan perencanaan kapasitas lahan parkir. Penggunaan teknologi ini krusial dalam *smart parking* yang mengutamakan transparansi, efisiensi, dan integrasi antarplatform.

2.4.2 Penggunaan Laravel untuk Sistem Monitoring

Laravel adalah *framework* PHP *open-source* populer untuk pengembangan aplikasi web modern, termasuk sistem monitoring. Laravel memiliki struktur Model-View-Controller (MVC) yang jelas, sistem *routing* fleksibel, dan dukungan fitur keamanan (CSRF protection, *middleware* autentikasi).

Dalam sistem parkir, Laravel digunakan untuk membangun *backend* yang mengatur logika aplikasi, koneksi database, dan penyediaan data API untuk *frontend* maupun aplikasi mobile. Laravel juga dapat menampilkan dashboard pengelolaan interaktif melalui Blade Template Engine dan mendukung RESTful API.

1. Keunggulan Laravel dalam Sistem Monitoring Parkir:
 - a) Efisiensi pengembangan dengan sintaks bersih dan ekspresif.
 - b) Dukungan autentikasi dan otorisasi pengguna untuk sistem *multi-role*.
 - c) Koneksi database yang kuat dan fleksibel.
 - d) Fitur notifikasi yang dapat diintegrasikan ke email atau layanan pihak ketiga.

Menurut Syahputra et al. (2023), Laravel mempercepat pengembangan dashboard monitoring hingga 40% karena dokumentasi lengkap dan komunitas aktif.

2.4.3 Dashboard Pengelolaan Parkir

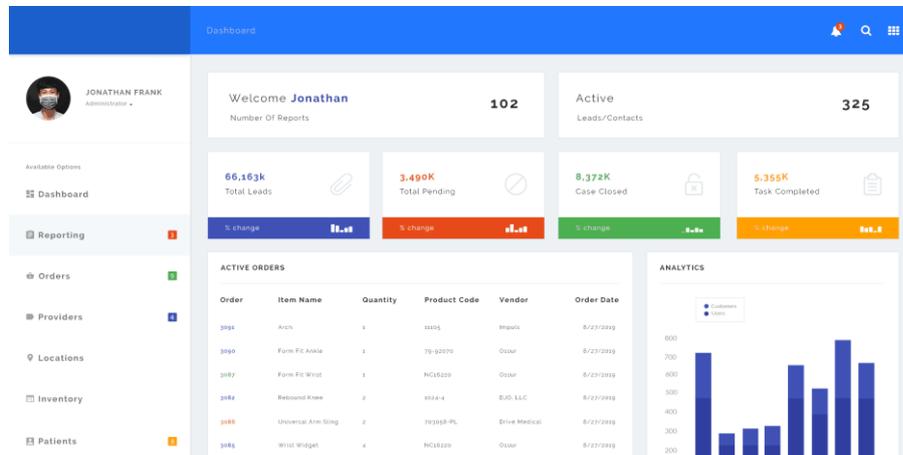


image1. 5 Dashboard Sistem Parkir

(Sumber:Google)

Dashboard adalah elemen utama dalam sistem monitoring yang menyajikan data operasional dalam visualisasi interaktif (grafik, tabel, indikator status). Dalam konteks parkir, dashboard web memungkinkan admin untuk:

1. Melihat jumlah kendaraan masuk dan keluar secara *real-time*.
2. Memonitor status slot parkir (tersedia, terisi).
3. Mengetahui waktu parkir, tarif, dan metode pembayaran.
4. Mencetak laporan transaksi parkir harian/mingguan/bulanan.
5. Mendeteksi aktivitas mencurigakan (QR Code palsu, transaksi ganda).

Desain dashboard umumnya menggunakan pendekatan *responsive UI*. Fitur *filter* dan pencarian data memungkinkan admin menyaring informasi. Dashboard ini dibangun menggunakan kombinasi Laravel (*backend*), Blade Template atau Vue.js (*frontend*), serta Bootstrap atau TailwindCSS. Untuk data *real-time*, Laravel dapat diintegrasikan dengan Pusher atau Laravel Echo.

2.4.4 Visualisasi Data Parkir Secara Real-Time

Fitur unggulan sistem monitoring modern adalah penyajian data secara *real-time*. Dalam sistem parkir, data seperti waktu masuk kendaraan, status QR Code, transaksi, dan pergerakan kendaraan dapat langsung ditampilkan pada dashboard admin tanpa *refresh* manual.

1. Manfaat Visualisasi Data *Real-Time*:

- a) Respons cepat terhadap kondisi darurat (kapasitas parkir penuh, penyalahgunaan QR Code).
- b) Efisiensi pemantauan operasional.
- c) Dukungan pengambilan keputusan berbasis data aktual.

Untuk visualisasi *real-time*, Laravel dapat menggunakan *broadcasting* melalui WebSocket atau Pusher, menghubungkan *backend* Laravel dengan *frontend* berbasis Vue.js atau React. Data dari aplikasi mobile akan diproses dan disiarkan langsung ke dashboard. Grafik dan tabel interaktif dapat ditampilkan menggunakan pustaka seperti Chart.js, Highcharts, atau Echarts, yang mendukung pembaruan data dinamis.

2.5 Sistem Otentikasi dan Keamanan Data

Dalam sistem parkir digital yang terintegrasi dengan aplikasi mobile dan dashboard web, otentikasi dan keamanan data sangat penting. Sistem ini menyimpan dan memproses data sensitif (identitas pengguna, informasi kendaraan, riwayat transaksi, validasi QR Code). Diperlukan mekanisme yang menjamin integritas, kerahasiaan, dan keaslian data.

2.5.1 Otentikasi Pengguna Aplikasi Mobile

Otentikasi adalah proses memastikan bahwa pengguna aplikasi adalah individu yang memiliki hak akses. Dalam sistem parkir digital, otentikasi dilakukan saat *login* menggunakan *username/email* dan *password*. Beberapa sistem mengadopsi *multi-factor authentication* (MFA), seperti OTP via email atau SMS, untuk meningkatkan keamanan (Iskandar & Widodo, 2021).

Framework mobile seperti Flutter mendukung implementasi otentikasi ini melalui integrasi dengan *backend* Laravel yang menangani verifikasi data. Laravel

menyediakan *middleware* autentikasi dan sistem *token* berbasis JWT (JSON Web Token) atau Sanctum untuk menjaga sesi *login* pengguna secara aman. Keamanan proses otentikasi ini penting karena berkaitan dengan akses ke informasi pribadi dan fitur penting.

2.5.2 Hashing & Signature Validasi QR

QR Code Validation with Signature key

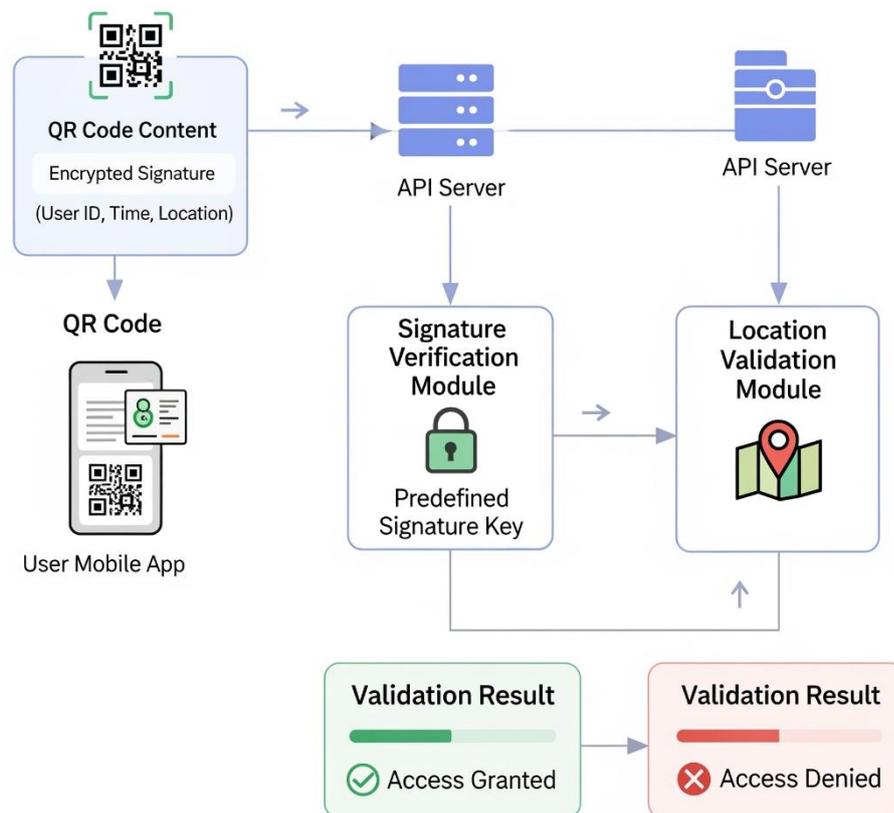


image1. 6 Alur Signature Key

Validasi QR Code dalam sistem parkir harus cepat dan aman. Data dalam QR Code (ID pengguna, waktu masuk, kode parkir) harus dilindungi dari pemalsuan dan modifikasi.

Pendekatan umum adalah dengan *hashing* dan *signature*. Laravel menyediakan fitur *hashing* (bcrypt atau SHA256) untuk mengenkripsi data sebelum dikodekan

menjadi QR. Sistem juga dapat menambahkan *digital signature* atau *secret key* yang hanya dikenali server saat validasi (Saputra & Nugroho, 2022).

1. Langkah-langkah Perlindungan QR Code:

- a) *Hashing* ID dan waktu menggunakan algoritma seperti HMAC-SHA256.
- b) Menyisipkan *timestamp* agar QR Code hanya valid dalam jangka waktu tertentu (*menghindari reuse*).
- c) Verifikasi tanda tangan digital saat proses *scanning*.

Implementasi metode ini mempersulit pihak tidak berwenang memalsukan QR Code dan masuk area parkir ilegal.

2.5.3 Keamanan API dalam Sistem Parkir

Application Programming Interface (API) adalah jembatan komunikasi antara aplikasi mobile, website, dan server *backend*. Dalam sistem parkir, API digunakan untuk *login*, pengambilan data pengguna, pencatatan transaksi, dan validasi QR Code.

Karena API adalah jalur utama pertukaran data, harus dilindungi dari ancaman seperti *sniffing*, *injection*, *unauthorized access*, atau *man-in-the-middle attack*.

Menurut Wahyuni & Ardiansyah (2023), API yang aman harus memiliki:

1. Komponen berikut:

- a) *Token-based authentication*: Menggunakan token unik (misalnya JWT) yang harus dikirim bersama setiap permintaan API.
- b) HTTPS encryption: Semua komunikasi dienkripsi menggunakan protokol HTTPS.
- c) Rate limiting: Pembatasan jumlah permintaan API dari satu pengguna/IP untuk mencegah serangan masif (DDoS).
- d) CORS policy: Pengaturan Cross-Origin Resource Sharing untuk mengatur asal permintaan API.

Dalam Laravel, keamanan API dapat diperkuat dengan fitur *middleware* seperti *auth:sanctum* atau *auth:api*, serta validasi *input* data menggunakan *FormRequest*. Dengan perlindungan keamanan API yang menyeluruh, sistem parkir lebih tahan terhadap serangan siber.

2.6 Penelitian Terkait (State of the Art)

Bab ini menyajikan rangkuman dan analisis penelitian terdahulu tentang sistem parkir cerdas, menunjukkan posisi dan kontribusi penelitian ini dalam pengembangan sistem parkir berbasis digital di Indonesia.

2.6.1 Penelitian Sebelumnya tentang Sistem Parkir di Indonesia

Penelitian sistem parkir di Indonesia menunjukkan peningkatan adopsi teknologi digital. Beberapa karya ilmiah telah mengeksplorasi penggunaan barcode, RFID, dan QR Code:

1. Sutrisno et al. (2021) di UGM: Mengembangkan sistem parkir dengan QR Code berbasis Android untuk mencatat waktu masuk/keluar kendaraan mahasiswa, menunjukkan penurunan waktu antre dan peningkatan akurasi.
2. Yuliana & Sembiring (2022) di Politeknik Negeri Medan: Menggunakan sensor dan RFID *reader* untuk mencatat masuk-keluar kendaraan karyawan. RFID akurat, namun biaya implementasi dan pengadaan tag tinggi dibanding QR Code.
3. Prasetyo et al. (2023) di Universitas Negeri Surabaya: Menunjukkan bahwa QR Code cocok untuk lingkungan kampus karena tidak memerlukan perangkat keras tambahan yang mahal, cukup kamera dan aplikasi mobile.

2.6.2 Komparasi Pendekatan: RFID vs QR Code vs ANPR

Table 2 Table Perbandingan alat validasi parkir

Teknologi	Kelebihan	Kekurangan
RFID	Cepat, otomatis tanpa visual	Biaya tinggi, butuh alat khusus, risiko cloning
QR Code	Murah, fleksibel, mudah dibuat	Perlu kamera dan cahaya cukup, bisa dipalsukan jika tidak dienkripsi
ANPR	Tanpa kontak, cocok untuk pintu tol	Biaya kamera tinggi, rawan kesalahan pembacaan di plat kotor/rusak

Menurut Maulana & Ridwan (2021), RFID efisien untuk sistem parkir langganan. Namun, dari segi skalabilitas dan efisiensi biaya, QR Code unggul untuk kebutuhan umum. ANPR mulai digunakan di Indonesia, namun keterbatasan infrastruktur dan cuaca menjadi kendala (Nurlaila, 2022).

2.6.3 Analisis Kelebihan Sistem Parkir Berbasis QR Code

Sistem berbasis QR Code menarik perhatian karena kesederhanaan teknologi dan kemudahan integrasi dengan aplikasi mobile. Keunggulan utama:

1. Biaya rendah: Tidak perlu perangkat tambahan (tag/reader RFID).
2. Fleksibel: Dapat digunakan hanya dengan kamera *smartphone*.
3. Terintegrasi: Mudah dihubungkan dengan *backend* berbasis Laravel atau sistem database.
4. Keamanan dapat ditingkatkan: Dengan *signature*, *timestamp*, dan validasi *server-side*.
5. Mudah diadopsi: Dapat digunakan berbagai kalangan tanpa pelatihan khusus.

Penelitian oleh Saputra et al. (2022) mengembangkan sistem validasi QR Code terenkripsi menggunakan HMAC-SHA256 dan Laravel, terbukti aman dan cepat. Penggunaan aplikasi mobile berbasis Flutter membuat pemindaian QR Code lebih interaktif dan *real-time*, mengurangi antrean hingga 40% pada jam sibuk (Darmawan & Azizah, 2023).

2.6.4 Penelitian Smart Parking Terkini (2020–2025)

Penelitian terkini berfokus pada pengembangan sistem parkir cerdas terintegrasi dengan IoT, *cloud computing*, *machine learning*, dan aplikasi mobile:

1. Putri & Rahmat (2023): Mengembangkan sistem parkir kampus berbasis IoT dengan notifikasi WhatsApp, menunjukkan respons cepat dan efisiensi.
2. Hidayat & Wibowo (2021): Menganalisis efektivitas pemakaian QR Code sebagai metode autentikasi kendaraan dalam sistem parkir swalayan.
3. Sari et al. (2024): Merancang dashboard monitoring parkir *real-time* menggunakan Laravel dan Vue.js.
4. Kurniawan et al. (2025): Menyusun algoritma prediksi ketersediaan slot parkir berbasis data historis menggunakan regresi linear pada server Laravel.

Riset-riset ini memperkuat argumen bahwa arah pengembangan sistem parkir masa depan akan sangat bergantung pada keterpaduan aplikasi mobile, validasi QR Code, dan web monitoring, mendukung *smart mobility* dan transformasi digital transportasi.

2.7 Kerangka Teori

Kerangka teori adalah landasan konseptual yang menjelaskan hubungan antar konsep dalam penelitian ini, membahas integrasi sistem digital dalam *smart city* dan Internet of Things (IoT), keterkaitan antar platform (mobile–web), serta model validasi berbasis QR Code.

2.7.1 Smart City dan IoT dalam Sistem Transportasi

Konsep *smart city* memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk meningkatkan efisiensi operasional, pelayanan publik, dan kualitas hidup. Salah satu pilar utamanya adalah manajemen transportasi cerdas, termasuk pengelolaan parkir yang efisien.

Menurut Siregar dan Wulandari (2021), sistem parkir berbasis teknologi adalah bagian dari IoT (Internet of Things), di mana perangkat (sensor, aplikasi mobile,

server, dashboard) terhubung via internet untuk monitoring dan kontrol *real-time*. IoT memungkinkan pertukaran data langsung antara kendaraan, sistem parkir, dan pengguna tanpa intervensi manual.

Dalam sistem parkir modern, IoT digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan (sensor), mengidentifikasi pengguna (QR Code), hingga mengontrol palang otomatis (*gate control*). Data dikumpulkan ke server pusat untuk analisis kebijakan transportasi.

“Smart parking system is an essential IoT application in smart cities that helps reduce traffic congestion and emissions while improving user convenience” (Andika & Ramadhan, 2022).

2.7.2 Sistem Terintegrasi Parkir – Mobile – Web

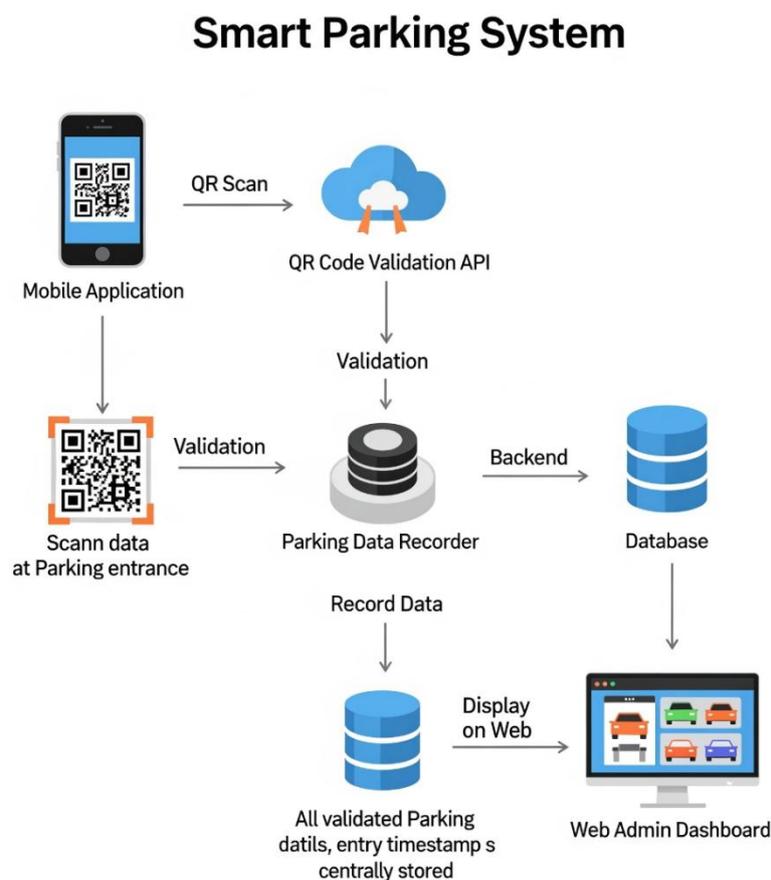


image1. 7 Alur Sistem Qr-code mencatat kendaraan

Integrasi sistem antara aplikasi mobile dengan web dashboard penting untuk menciptakan sistem parkir yang responsif dan fleksibel. Aplikasi mobile berfungsi sebagai antarmuka pengguna, sementara dashboard web digunakan pengelola untuk memantau, mencatat, dan mengelola data kendaraan secara *real-time*.

1. Manfaat Sistem Terintegrasi:

- a) Pemantauan dua arah: Pengguna melihat status parkir, pengelola melihat aktivitas kendaraan *live*.
- b) Akses data secara bersamaan: Mobile maupun web mengakses database yang sama secara *real-time*.
- c) Kemudahan pengelolaan: Proses *input*, pembaruan, dan pencatatan riwayat parkir dapat diakses dari mana saja.

Pendekatan ini membuat sistem lebih skalabel, fleksibel, dan efisien dalam pengelolaan data.

2.7.3 Model Validasi Parkir Berbasis Digital

Model validasi digital dalam sistem parkir mengacu pada proses autentikasi kendaraan dan pengguna menggunakan media digital, seperti QR Code, untuk memastikan akses yang sah.

1. Model Validasi QR Code biasanya terdiri atas:

- a) Pembuatan QR Code terenkripsi (menggunakan token, *timestamp*, dan/atau *signature hash*).
- b) Pemindaian QR Code oleh aplikasi mobile di pos parkir.
- c) Pengiriman data ke server untuk validasi.
- d) Respon sistem berupa status validasi (diterima/ditolak) dan pengaktifan gerbang otomatis.

Menurut Saputra dan Herlambang (2022), validasi digital dengan QR Code dapat dioptimalkan dengan metode HMAC-SHA256 untuk menghindari pemalsuan.

Integrasi sistem juga dapat memanfaatkan *middleware* keamanan di Laravel.

2. Model validasi ini meningkatkan keamanan dan efisiensi karena:

- a) Tidak membutuhkan perangkat keras tambahan seperti RFID *reader*.
- b) Dapat digunakan di hampir semua jenis *smartphone*.

c) Cepat dan mudah dikelola secara terpusat.

Dengan implementasi yang tepat, validasi QR Code dapat menggantikan metode konvensional dengan performa yang lebih andal dan ramah pengguna.

2.8 Sintesis Literatur dan Relevansi Penelitian

2.8.1 Sintesis Literatur

Berdasarkan telaah literatur, sistem parkir modern berkembang signifikan dengan integrasi QR Code, aplikasi mobile, dan web-based monitoring. Studi menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi ini meningkatkan efisiensi parkir, keamanan data, dan transparansi.

QR Code terbukti lebih ekonomis dan fleksibel dibanding RFID atau ANPR untuk solusi *low-cost smart parking*. Flutter memberikan keunggulan efisiensi pengembangan lintas platform, dan Laravel mampu menangani *backend* sistem monitoring secara modular dan terstruktur.

Pendekatan validasi QR dengan *signature* dan otentikasi berbasis token API telah terbukti andal dan aman secara teknis dalam berbagai implementasi nyata (contoh: Australia, Singapura).

2.8.2 Gap Analysis dan Novelty Penelitian



image 1. 8 Novelty Penelitian

A. Gap Penelitian Sistem Parkir di Indonesia

Sistem parkir di Indonesia masih didominasi pendekatan konvensional atau semi-digital, dengan integrasi teknologi yang parsial. Banyak implementasi belum sepenuhnya mengintegrasikan validasi keamanan digital dan sistem monitoring *real-time* oleh pengelola.

Penelitian terdahulu (Rahman et al., 2023; Sitorus et al., 2024) masih menunjukkan keterbatasan pada validasi keamanan kode akses, keterhubungan antarperangkat, dan kurangnya integrasi aplikasi pengguna dengan dashboard monitoring. Sebagian besar sistem hanya memanfaatkan QR Code sebagai media *input* data, tanpa verifikasi kriptografis atau autentikasi berbasis lokasi.

Selain itu, belum banyak penelitian yang mengembangkan sistem parkir dengan pendekatan *end-to-end* yang menyatukan validasi kendaraan, pemotongan saldo otomatis, monitoring pengelola, hingga pencatatan transaksi dan laporan berbasis web.

1. Berdasarkan identifikasi tersebut, masih terdapat *gap* penting terkait:
 - a) Sistem validasi keamanan QR Code yang tahan duplikasi.
 - b) Integrasi *real-time* antara aplikasi mobile dengan server dan sistem monitoring berbasis web.
 - c) Penggunaan teknologi yang ringan dan kompatibel di berbagai perangkat.
 - d) Otomatisasi proses pembayaran dan pencatatan berbasis saldo pengguna.

B. Kebaruan (Novelty) pada Penelitian Ini

Penelitian ini dirancang untuk menjawab *gap* yang telah diidentifikasi melalui pendekatan teknologi terintegrasi dan aman.

1. Beberapa poin kebaruan dari sistem parkir digital yang dikembangkan:
 - a. Validasi QR Code dengan Signature Key dan Lokasi GPS:
 - 1) Menggunakan QR Code statis yang dihasilkan server dan dibubuhi *signature key* kriptografis.
 - 2) *Backend* memverifikasi keabsahan kode melalui *digital signature* dan validasi lokasi pengguna (dalam radius area parkir sah).
 - 3) Mencegah penyalahgunaan QR Code meskipun tersebar luas atau direplikasi.
 - b. Integrasi Aplikasi Mobile dan Dashboard Laravel:
 - 1) Mengintegrasikan aplikasi mobile berbasis Flutter (untuk pengguna: *scan* QR, kelola kendaraan, histori transaksi, *top-up* saldo).
 - 2) Dashboard monitoring berbasis Laravel (untuk pengelola: memantau *real-time* aktivitas kendaraan, cetak laporan, kelola database transaksi).

- c. Otomatisasi Pemotongan Saldo dan Pencatatan Transaksi:
 - 1) Setelah validasi berhasil, sistem otomatis mencatat kendaraan masuk/keluar dan memotong saldo pengguna sesuai tarif.
 - 2) Proses tanpa campur tangan petugas lapangan, meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akurasi.
- d. Penggunaan Teknologi Ringan dan Terjangkau:
 - 1) QR Code dipilih karena mudah diimplementasikan, tidak memerlukan perangkat keras tambahan mahal (RFID *reader* atau kamera ANPR), dan dapat dibaca oleh hampir semua *smartphone*.
 - 2) Menjadikan sistem lebih inklusif dan cocok untuk institusi dengan keterbatasan anggaran.
- e. Rekapitulasi dan Monitoring Real-Time:
 - 1) Data parkir yang tercatat otomatis langsung ditampilkan di dashboard web pengelola.
 - 2) Fitur ini memungkinkan monitoring *real-time* kapasitas parkir, histori kendaraan, dan jumlah transaksi.
 - 3) Memudahkan proses audit dan pengambilan keputusan operasional.

Dengan demikian, penelitian ini menghadirkan pendekatan sistem parkir yang lebih komprehensif, aman, efisien, dan mudah diimplementasikan, khususnya pada lingkup institusi pendidikan, perkantoran, maupun area parkir terbatas lainnya di Indonesia.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1 Pendekatan Pengembangan Sistem

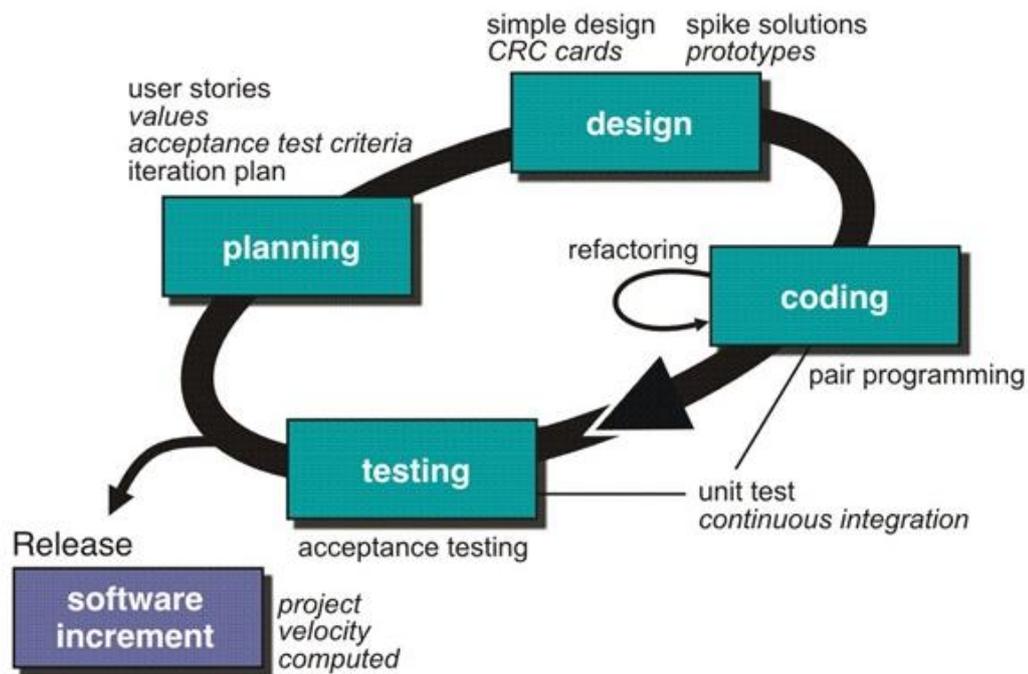


image1. 9 Metode Extreme Programming

Pengembangan sistem parkir ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak berbasis metode Extreme Programming (XP). XP dipilih karena mampu menangani perubahan kebutuhan pengguna secara cepat dan efisien melalui iterasi singkat dan kolaborasi tim yang kuat. Proyek ini menghasilkan sistem parkir berbasis aplikasi mobile (Flutter) dengan fitur validasi QR Code dan dashboard web (Laravel) untuk monitoring real-time.

3.2 Identifikasi Masalah

Beberapa masalah utama yang ingin diselesaikan melalui sistem ini antara lain:

1. Tidak adanya sistem digital untuk mengelola aktivitas parkir secara efisien.

2. Proses validasi parkir yang masih manual, berpotensi manipulasi.
3. Tidak tersedianya informasi real-time untuk memantau aktivitas kendaraan.
4. Belum adanya sistem dompet digital internal dan integrasi top-up berbasis QRIS.

3.3 Metodologi Pengembangan Sistem (Extreme Programming)

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Extreme Programming (XP) yang terdiri dari tahapan sebagai berikut:

3.3.1 Planning

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan pengguna melalui user story seperti:

1. Registrasi dan login pengguna
2. Scan dan validasi QR Code
3. Pencatatan parkir masuk/keluar
4. Top-up saldo digital
5. Monitoring data transaksi oleh admin

Tahap ini juga mencakup penyusunan backlog dan estimasi waktu pengembangan tiap fitur secara bertahap.

3.3.2 Designing

Tahapan perancangan mencakup:

1. Desain antarmuka aplikasi mobile (Flutter) dan dashboard web (Laravel Blade)
2. Desain alur validasi QR Code (mengandung Signature Key, user_id, dan status)
3. Perancangan struktur database relasional dengan MySQL
4. Pembuatan diagram UML: Use Case, Activity, Sequence, dan ERD
5. Desain alur integrasi dengan Midtrans untuk top-up

3.3.3 Coding

Implementasi dilakukan secara iteratif, modul demi modul:

1. Mobile Apps: Flutter menggunakan stateful widget dan integrasi API

2. Backend: Laravel 10 RESTful API untuk validasi QR Code, pengelolaan user, kendaraan, saldo
3. Web Dashboard: Laravel Blade dengan fitur rekap data parkir, filter data, dan manajemen user

3.3.4 Testing

Pengujian dilakukan menggunakan metode:

1. Black Box Testing untuk menguji fungsionalitas sistem
2. Postman digunakan untuk menguji endpoint API secara manual
3. Simulasi QR Code scanning dan validasi status (masuk/keluar)
4. Uji transaksi top-up dengan Midtrans Sandbox, meliputi callback dan redirect

3.4 Analisis Kebutuhan Sistem

3.4.1 Kebutuhan Fungsional

1. Autentikasi (login/register)
2. Scan QR dan validasi Signature Key
3. Kelola kendaraan pengguna
4. Transaksi top-up saldo
5. Cek riwayat parkir dan transaksi
6. Monitoring data parkir (admin)

3.4.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional merupakan aspek teknis yang tidak secara langsung terlihat oleh pengguna, namun memiliki pengaruh besar terhadap kualitas dan performa sistem secara keseluruhan. Pada sistem parkir berbasis mobile dan web yang dikembangkan, kebutuhan non-fungsional menjadi perhatian utama agar aplikasi dapat berjalan secara optimal, aman, dan dapat digunakan dalam jangka panjang. Adapun kebutuhan non-fungsional dalam sistem ini meliputi:

1. Sinkronisasi Data Real-Time Antar Perangkat

Sistem dirancang untuk dapat melakukan sinkronisasi data secara real-time antara aplikasi mobile pengguna dengan dashboard web admin. Hal ini bertujuan agar setiap transaksi parkir yang dilakukan oleh pengguna (seperti saat scan QR Code

masuk atau keluar) langsung tercatat dan dapat dimonitor secara langsung melalui web admin. Untuk itu, komunikasi antara client dan server menggunakan RESTful API yang merespons setiap permintaan data secara langsung, tanpa jeda waktu yang mengganggu integritas data.

2. Respons Cepat Saat Proses Pemindaian QR Code

Fitur utama dari sistem ini adalah validasi parkir melalui pemindaian QR Code. Oleh karena itu, sistem harus memiliki waktu respons yang cepat dalam memproses hasil scan QR. Setiap QR Code mengandung data terenkripsi yang harus divalidasi ke server, termasuk Signature Key dan status transaksi. Proses ini dirancang agar dapat berlangsung dalam hitungan detik sehingga pengguna tidak perlu menunggu lama saat memulai atau mengakhiri sesi parkir.

3. Antarmuka (UI/UX) yang Intuitif dan Ramah Pengguna

Desain antarmuka pada aplikasi mobile dan dashboard web mengedepankan prinsip keterpakaian (usability). Sistem dirancang agar mudah digunakan oleh pengguna dengan berbagai latar belakang, baik dari sisi pengguna parkir (user) maupun admin pengelola. Penggunaan ikon yang jelas, navigasi yang sederhana, serta desain responsif menjadikan aplikasi dapat diakses secara nyaman baik pada perangkat dengan layar kecil (smartphone) maupun besar (komputer/laptop).

4. Keamanan Token dan Signature Key pada QR Code

Sistem ini memanfaatkan token autentikasi dan Signature Key yang disisipkan pada QR Code sebagai elemen validasi. Token digunakan untuk menjaga sesi autentikasi pengguna, sementara Signature Key mengenkripsi data QR Code untuk menghindari manipulasi. Semua komunikasi antar client dan server diamankan menggunakan protokol HTTPS dan mekanisme token-based authentication (Bearer Token) untuk mencegah akses yang tidak sah atau penyalahgunaan.

5. Fleksibel untuk Pengembangan Lebih Lanjut

Sistem dikembangkan dengan struktur modular dan reusable, sehingga memudahkan proses pengembangan lanjutan di masa mendatang. Backend dirancang menggunakan pendekatan RESTful API yang terpisah dari antarmuka pengguna, memungkinkan integrasi dengan sistem lain seperti sistem sensor parkir otomatis, layanan pembayaran lain, atau perluasan fungsi ke sisi pengelola parkir

lainnya. Selain itu, penggunaan Flutter sebagai framework mobile memungkinkan sistem dikembangkan ke platform lain seperti iOS tanpa perlu menulis ulang seluruh kode.

3.5 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan UML dan ERD:

3.5.1 Use Case Diagram

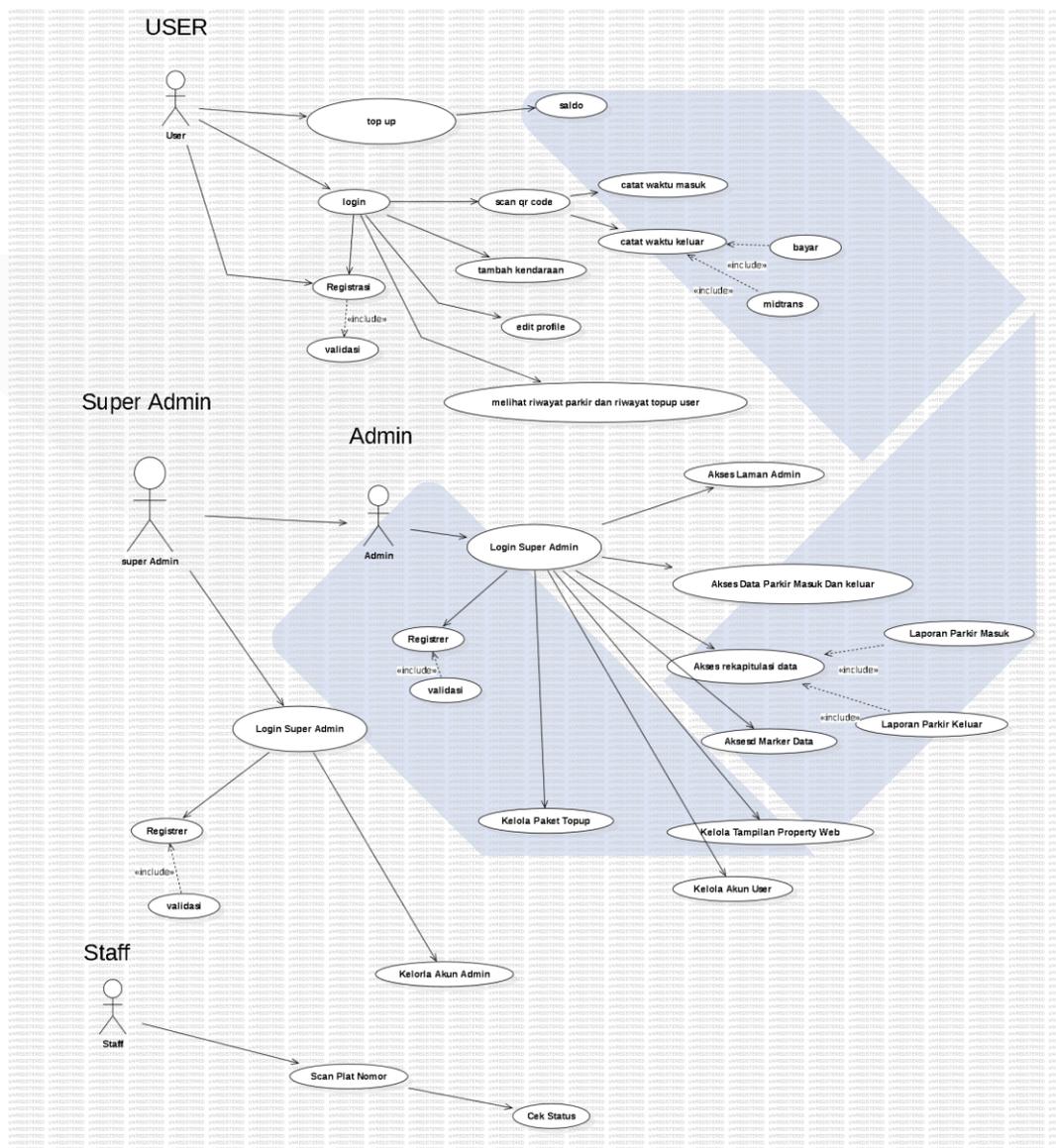


image1. 10 Usecase Diagram Sistem Parkir

Gambar 1.10 di atas adalah Use Case Diagram yang merupakan salah satu komponen penting dalam perancangan sistem yang berfungsi untuk menggambarkan hubungan antara aktor dan fungsionalitas sistem. Diagram ini memetakan interaksi antara pengguna dengan sistem berdasarkan peran atau hak akses yang dimiliki masing-masing aktor.

Pada sistem parkir berbasis aplikasi mobile dan dashboard web ini, terdapat empat aktor utama, yaitu User, Admin, Super Admin, dan Staff. Masing-masing aktor memiliki hak akses dan fungsi yang berbeda dalam menjalankan sistem.

1. Aktor dan Perannya

a. User:

Merupakan pengguna akhir yang menggunakan aplikasi mobile untuk melakukan aktivitas parkir. Fungsi-fungsi yang dapat dilakukan oleh user antara lain:

- 1) Login dan registrasi akun
- 2) Scan QR Code parkir
- 3) Melakukan top-up saldo
- 4) Menambah dan mengelola data kendaraan
- 5) Mengedit profil
- 6) Melihat riwayat parkir dan riwayat top-up
- 7) Melakukan pembayaran parkir (terhubung dengan Midtrans)
- 8) Proses validasi identitas

b. Admin:

Admin memiliki peran dalam melakukan pemantauan dan pengelolaan data yang berkaitan dengan parkir. Beberapa use case yang dapat diakses oleh admin meliputi:

- 1) Login sebagai admin
- 2) Mengakses laman admin
- 3) Melihat dan mengelola data parkir masuk dan keluar
- 4) Mengakses laporan parkir masuk dan keluar
- 5) Melihat rekapitulasi data pengguna dan transaksi

c. Super Admin:

Aktor ini memiliki akses penuh terhadap sistem, termasuk pengelolaan akun dan pengaturan sistem. Fungsionalitas yang dimiliki antara lain:

- 1) Login super admin
- 2) Registrasi akun admin dan staff
- 3) Validasi akun
- 4) Mengelola akun user dan admin
- 5) Mengelola paket top-up
- 6) Mengakses dan mengatur tampilan properti web
- 7) Mengakses marker data (titik lokasi parkir)

d. Staff:

Aktor yang berperan dalam operasional lapangan seperti proses pengecekan kendaraan. Fitur yang tersedia untuk staff antara lain:

- 1) Scan plat nomor kendaraan
- 2) Melakukan pengecekan status kendaraan atau parkir

2. Relasi Antar Aktor dan Fitur

Setiap aktor memiliki jalur akses yang saling terpisah, namun terdapat beberapa titik interaksi yang saling terhubung melalui proses validasi, pencatatan waktu masuk dan keluar, serta sinkronisasi data ke dashboard admin. QR Code dan Signature Key menjadi bagian penting dalam proses validasi parkir yang dilakukan oleh pengguna dan divalidasi oleh sistem.

3. Keterkaitan dengan Sistem

Semua fitur yang ditampilkan dalam Use Case Diagram berperan penting dalam implementasi sistem parkir digital ini. Diagram ini menjadi dasar dalam merancang arsitektur sistem, struktur database, serta dalam mengembangkan antarmuka pengguna yang sesuai dengan kebutuhan setiap peran.

Dengan adanya pemetaan use case yang jelas, sistem dapat dikembangkan secara modular, sehingga memudahkan pengujian, pemeliharaan, dan pengembangan lanjutan.

3.5.2 Activity Diagram

-- Diagram Scan Qrcode

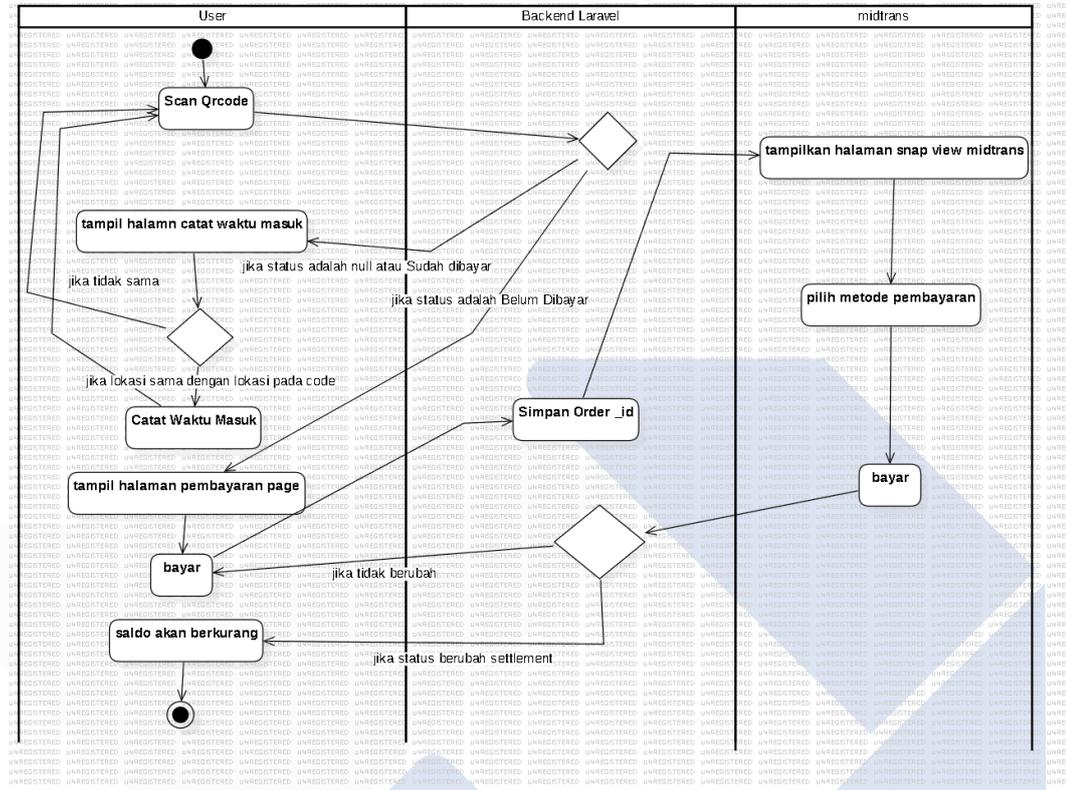


image1. 11 Activity Diagram Qrcode

Gambar 1.11 di atas merupakan representasi visual dari alur aktivitas yang terjadi dalam sistem, baik dari sisi pengguna maupun sistem backend. Diagram ini menggambarkan bagaimana sebuah proses atau fitur dijalankan, dimulai dari suatu aksi hingga mencapai suatu kondisi akhir, serta menunjukkan interaksi antar komponen dalam sistem secara logis dan terstruktur.

Activity Diagram berikut menjelaskan alur proses validasi parkir masuk menggunakan QR Code hingga proses pembayaran melalui Midtrans. Diagram ini melibatkan tiga komponen utama, yaitu User (Pengguna Mobile Apps), Backend Laravel, dan Midtrans (Payment Gateway).

1. Inisiasi Proses oleh Pengguna

Proses diawali ketika pengguna melakukan scan QR Code yang tersedia di lokasi parkir. Setelah proses scan berhasil, sistem akan menampilkan halaman pencatatan waktu masuk.

2. Validasi Lokasi dan Status Transaksi

Setelah pengguna melakukan scan, sistem backend akan memeriksa status transaksi berdasarkan data QR Code:

- a) Jika status QR Code adalah null atau Sudah Dibayar, maka proses dilanjutkan ke pencatatan waktu masuk dan menampilkan halaman pembayaran.
- b) Jika status QR Code adalah Belum Dibayar, maka backend akan menolak pencatatan ulang dan sistem akan menunggu pembayaran sebelumnya diselesaikan.

Selain itu, sistem juga melakukan validasi terhadap lokasi pengguna saat scan. Jika lokasi pengguna tidak sesuai dengan lokasi yang terdapat dalam QR Code, maka sistem tidak akan melanjutkan proses.

3. Pencatatan dan Transaksi

Jika semua validasi berhasil (status = null dan lokasi sesuai), maka:

- a) Sistem mencatat waktu masuk ke dalam basis data
- b) Sistem menampilkan halaman pembayaran dalam aplikasi
- c) Backend Laravel akan menyimpan data transaksi, termasuk `order_id`, dan kemudian mengarahkan pengguna ke halaman pembayaran Midtrans menggunakan Snap View.

4. Proses Pembayaran via Midtrans

Pengguna akan diarahkan ke Midtrans dan:

- a) Memilih metode pembayaran
- b) Menyelesaikan transaksi (bayar)

Midtrans akan memproses pembayaran dan mengembalikan callback status ke backend Laravel. Jika status pembayaran berubah menjadi settlement, maka:

- a) Sistem mengurangi saldo pengguna
- b) Transaksi dianggap selesai, dan status parkir berubah

5. Hasil dan Penutupan Aktivitas

Setelah pembayaran berhasil, pengguna dapat melanjutkan aktivitas dan saldo pada akun akan berkurang sesuai nominal pembayaran. Backend menyimpan status transaksi dan menutup proses validasi parkir masuk.

--Diagram Topup

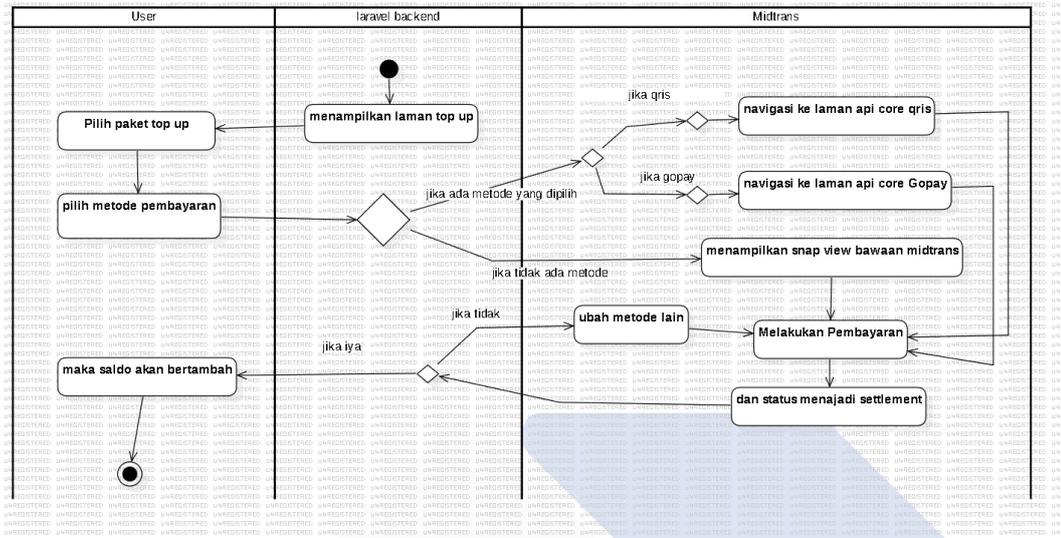


image1. 12 Diagram topup

Gambar 1.12 di atas adalah Activity Diagram yang merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas atau proses bisnis yang terjadi dalam sistem, baik yang dilakukan oleh pengguna maupun sistem itu sendiri. Diagram ini sangat berguna dalam memperjelas bagaimana proses berlangsung dari awal hingga akhir secara terstruktur dan sistematis.

Pada gambar di atas, ditampilkan proses top-up saldo digital yang dilakukan oleh pengguna melalui aplikasi mobile, yang terintegrasi dengan sistem backend Laravel dan layanan payment gateway Midtrans.

1. Inisiasi oleh Pengguna

Proses dimulai ketika pengguna memilih paket top-up saldo yang tersedia di dalam aplikasi. Setelah itu, pengguna diarahkan untuk memilih metode pembayaran sesuai preferensi mereka, seperti QRIS atau GoPay.

2. Validasi oleh Backend Laravel

Setelah pengguna menentukan metode pembayaran, sistem backend Laravel akan:

- Menampilkan laman konfirmasi top-up
- Melakukan pengecekan terhadap metode pembayaran yang dipilih
- Jika pengguna tidak memilih metode pembayaran, maka sistem akan meminta pengguna untuk memilih ulang (*ubah metode lain*)

d) Jika metode dipilih, maka backend akan mengarahkan proses ke API Midtrans sesuai dengan metode yang digunakan:

- 1) Jika metode yang dipilih adalah QRIS, maka sistem akan melakukan navigasi ke API Core QRIS Midtrans
- 2) Jika metode yang dipilih adalah GoPay, maka sistem akan mengarahkan ke API Core GoPay

3. Proses Transaksi di Midtrans

Setelah proses dialihkan ke Midtrans:

- a) Sistem akan menampilkan tampilan Snap View dari Midtrans yang sesuai dengan metode pembayaran
- b) Pengguna kemudian dapat langsung melakukan pembayaran
- c) Jika pembayaran berhasil dan status transaksi berubah menjadi settlement, maka sistem akan mencatat bahwa pembayaran telah selesai

4. Update Saldo Pengguna

Jika status transaksi pada Midtrans berubah menjadi settlement, maka sistem backend akan memproses pembaruan saldo pengguna. Saldo akan bertambah sesuai dengan nominal top-up yang telah dipilih sebelumnya, dan pengguna akan mendapatkan notifikasi bahwa proses top-up berhasil.

3.5.3 Entity Relationship Diagram (ERD)

--ERD Diagram

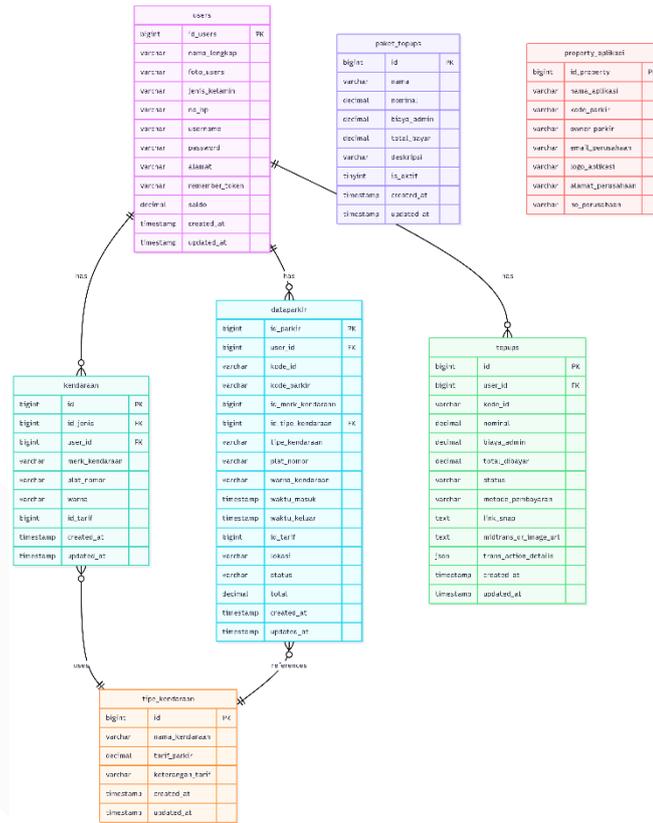


image1. 13 Erd Diagram

Gambar 1.13 di atas adalah Entity Relationship Diagram (ERD) yang merupakan representasi visual dari struktur basis data yang digunakan dalam sistem parkir digital ini. Diagram ini menggambarkan hubungan antar entitas serta atribut-atribut utama yang menyusun sistem, dengan tujuan untuk memastikan integritas data dan keterhubungan informasi antar komponen.

Sistem parkir yang dikembangkan terdiri dari beberapa entitas inti, antara lain: users, kendaraan, tipe_kendaraan, dataparkir, topups, paket_topups, dan property_aplikasi. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing entitas dan relasinya:

1. Entitas users

Entitas ini menyimpan informasi pengguna aplikasi, baik user biasa, admin, maupun super admin. Atribut yang terdapat pada entitas ini antara lain:

- a) nama_lengkap, foto_users, jenis_kelamin, alamat, dan informasi login seperti username dan password
- b) saldo: menyimpan jumlah saldo digital yang dimiliki oleh user
- c) Relasi:
 - 1) Terhubung ke entitas kendaraan (satu user dapat memiliki banyak kendaraan)
 - 2) Terhubung ke topups dan dataparkir (satu user dapat memiliki banyak transaksi top-up dan riwayat parkir)

2. Entitas kendaraan

Mewakili data kendaraan milik pengguna. Atributnya mencakup:

- a) merk_kendaraan, plat_nomor, warna
- b) id_jenis dan id_tarif yang merujuk pada tipe_kendaraan
- c) Relasi:
 - 1) Foreign key ke users melalui user_id
 - 2) Foreign key ke tipe_kendaraan sebagai penentu tarif

3. Entitas tipe_kendaraan

Menyimpan informasi tentang jenis kendaraan dan tarif parkirnya, seperti:

- a) nama_kendaraan (contoh: motor, mobil)
- b) tarif_parkir dan keterangan_tarif

Entitas ini berfungsi sebagai referensi bagi kendaraan untuk menentukan biaya parkir.

4. Entitas dataparkir

Merupakan entitas utama yang mencatat transaksi parkir, baik saat masuk maupun keluar. Atribut penting:

- a) kode_parkir, waktu_masuk, waktu_keluar, lokasi, dan status
- b) Menyimpan detail kendaraan: plat_nomor, warna_kendaraan, id_tipe_kendaraan, id_user, dan id_tarif
- c) Relasi dengan users dan tipe_kendaraan

5. Entitas topups

Digunakan untuk mencatat transaksi top-up saldo oleh pengguna. Atributnya mencakup:

- a) nominal, biaya_admin, total_dibayar, status, metode_pembayaran
- b) link_snap, midtrans_qr_image_url, dan transaction_details dari Midtrans
- c) Relasi: memiliki foreign key user_id ke entitas users

6. Entitas paket_topups

Berisi data referensi dari paket-paket top-up yang tersedia untuk pengguna, meliputi:

- a) nama, nominal, biaya_admin, total_bayar, dan deskripsi
- b) Menentukan daftar pilihan paket saldo yang bisa dipilih oleh user

7. Entitas property_aplikasi

Berfungsi menyimpan pengaturan statis atau metadata aplikasi yang digunakan, seperti:

- a) Nama aplikasi, kode parkir, logo aplikasi, dan informasi perusahaan pengelola

Relasi Antar Entitas

- a) Satu user dapat memiliki banyak kendaraan, dataparkir, dan topups
- b) Satu kendaraan memiliki satu tipe_kendaraan, tetapi satu tipe_kendaraan dapat digunakan oleh banyak kendaraan
- c) dataparkir mengacu pada informasi pengguna dan kendaraan yang diparkir, termasuk tarif dan lokasi
- d) topups mengacu pada pengguna dan metode pembayaran yang diproses melalui Midtrans

3.5.4 Class Diagram

--class diagram database sistem_parkir

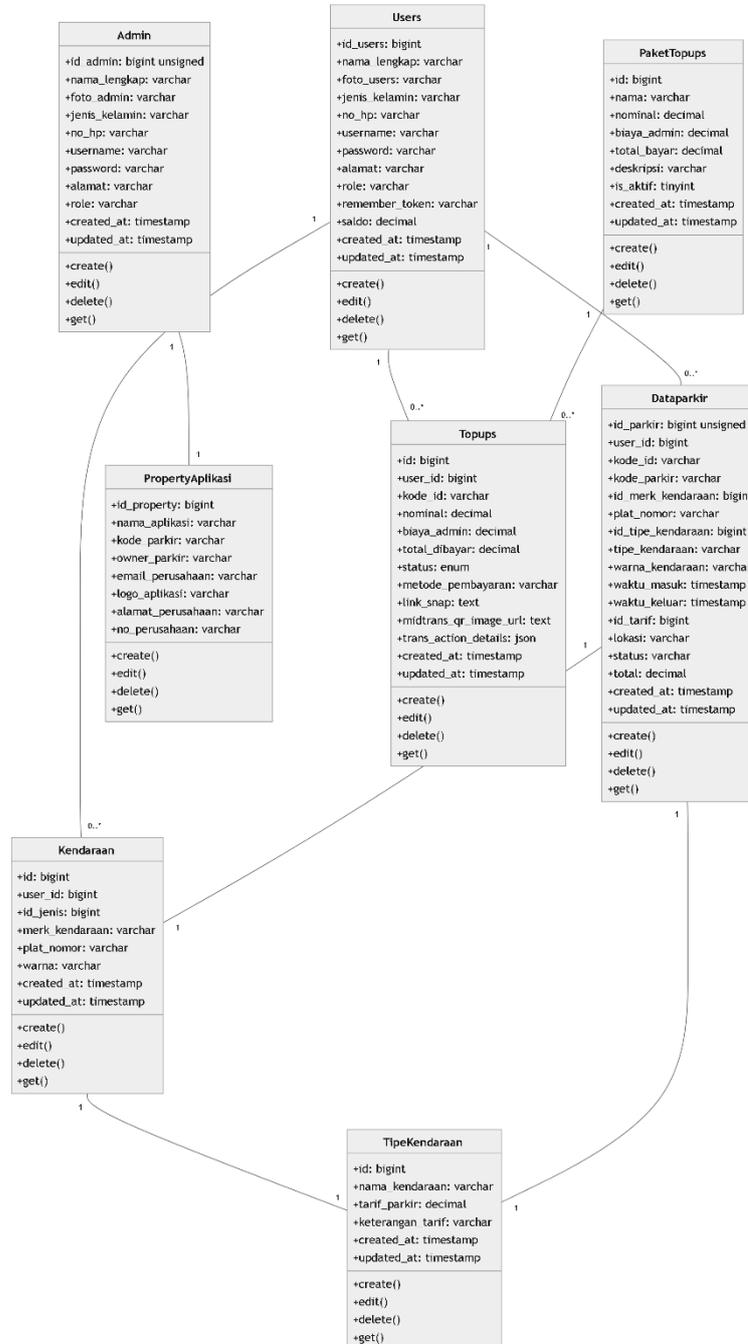


image1. 14 Class Diagram database

Class Diagram merupakan representasi visual dari struktur kelas-kelas dalam sistem yang menggambarkan atribut (data) dan metode (fungsi) yang dimiliki oleh masing-

masing kelas. Diagram ini juga menunjukkan relasi antar kelas seperti asosiasi, pewarisan, atau dependensi.

Pada sistem parkir digital ini, class diagram digunakan untuk memodelkan entitas penting seperti User, Kendaraan, Parkir, TopUp, dan PaketTopUp. Masing-masing kelas memiliki atribut yang sesuai dengan data yang disimpan di database, serta fungsi yang merepresentasikan proses bisnis, seperti validasi QR Code, pencatatan parkir, dan transaksi saldo.

3.5.5 Sequence Diagram

--scan qr code sequence diagram

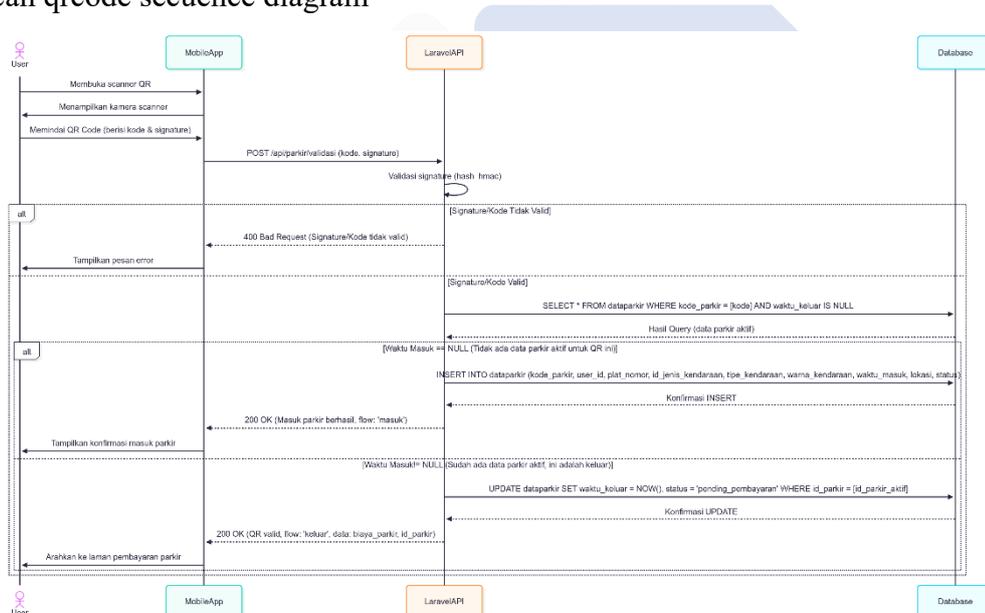


image1. 15 Diagram Sequence Alur qr code

Gambar 1.15 di atas merupakan Sequence Diagram yang menggambarkan alur proses validasi QR Code saat pengguna melakukan parkir menggunakan aplikasi mobile. Diagram ini menunjukkan interaksi antara empat komponen utama, yaitu User, MobileApp, LaravelAPI, dan Database.

Proses diawali ketika pengguna membuka scanner QR di aplikasi dan memindai kode parkir. Data kode dan signature kemudian dikirim ke backend melalui endpoint /api/parkir/validasi. Backend melakukan validasi signature, lalu memeriksa apakah data parkir sudah tercatat. Jika belum, sistem akan menyimpan

data parkir masuk ke database. Sebaliknya, jika sudah tercatat, maka sistem akan mencatat waktu keluar dan mengubah status menjadi *pending pembayaran*.

Diagram ini membantu menggambarkan urutan logis dari proses validasi dan pencatatan parkir yang terjadi secara real-time dalam sistem.

--topup sequence diagram

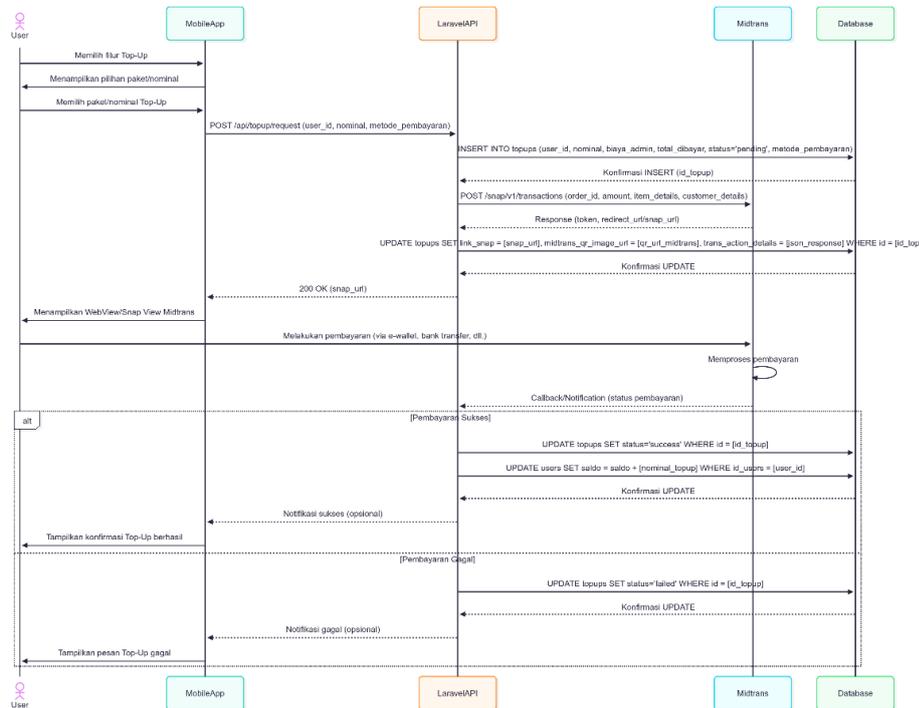


image1. 16 Diagram Sequence Alur Topup

Sequence diagram di atas menggambarkan alur proses top-up saldo oleh pengguna melalui aplikasi mobile yang terintegrasi dengan backend Laravel dan payment gateway Midtrans.

Proses dimulai ketika pengguna memilih paket top-up dan metode pembayaran. Data transaksi dikirim ke backend melalui API, kemudian dicatat ke dalam database. Backend mengirimkan permintaan ke Midtrans untuk menghasilkan snap URL. Setelah menerima respons, sistem menampilkan halaman pembayaran melalui Snap View.

Setelah pembayaran dilakukan, Midtrans mengirimkan notifikasi callback ke backend Laravel. Jika pembayaran berhasil, status transaksi diperbarui menjadi

“success” dan saldo pengguna ditambahkan secara otomatis. Jika pembayaran gagal, status diubah menjadi “failed”.

Diagram ini memperlihatkan alur komunikasi antar sistem yang saling terhubung untuk memastikan proses top-up berjalan aman dan responsif.

3.5.6 Desain UI/UX

A.Desain Tampilan Website

-- Desain loginPage

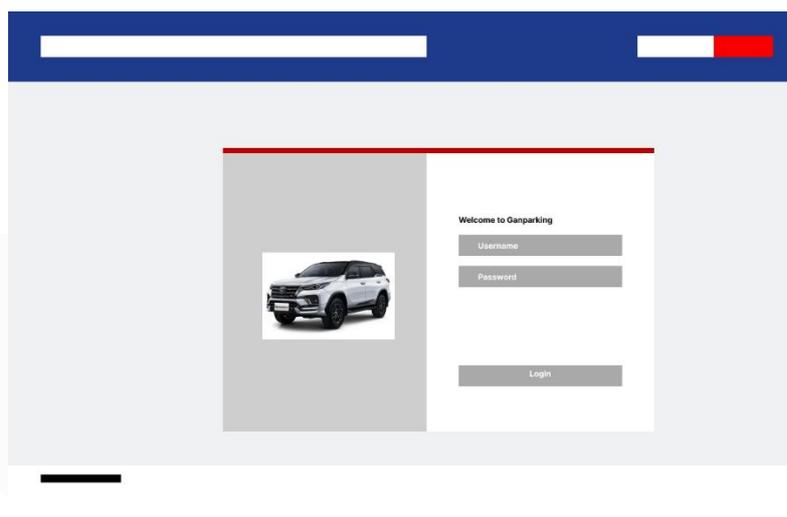


image1. 17 Laman Login Desain

Gambar 1.17 di atas adalah Halaman LoginPage pada website merupakan pintu masuk utama bagi pengguna dengan peran admin dan super admin untuk mengakses sistem pengelolaan parkir digital. Laman ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan profesional, berfokus pada kemudahan autentikasi dan keamanan akses.

Pada halaman ini, admin maupun super admin diwajibkan untuk memasukkan username/email dan password yang telah terdaftar. Setelah proses autentikasi berhasil, pengguna akan diarahkan ke dashboard masing-masing sesuai hak akses yang dimilikinya:

- a) Admin akan diarahkan ke dashboard pengelolaan data parkir dan pengguna.
- b) Super Admin akan diarahkan ke dashboard utama untuk mengelola akun admin, pengaturan aplikasi, serta rekapitulasi data sistem.

Laman login ini juga telah dilengkapi dengan validasi input, proses enkripsi password, serta perlindungan CSRF token untuk menjaga keamanan proses autentikasi. Dengan demikian, hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses fitur administratif pada sistem.

--Dashboard page desain

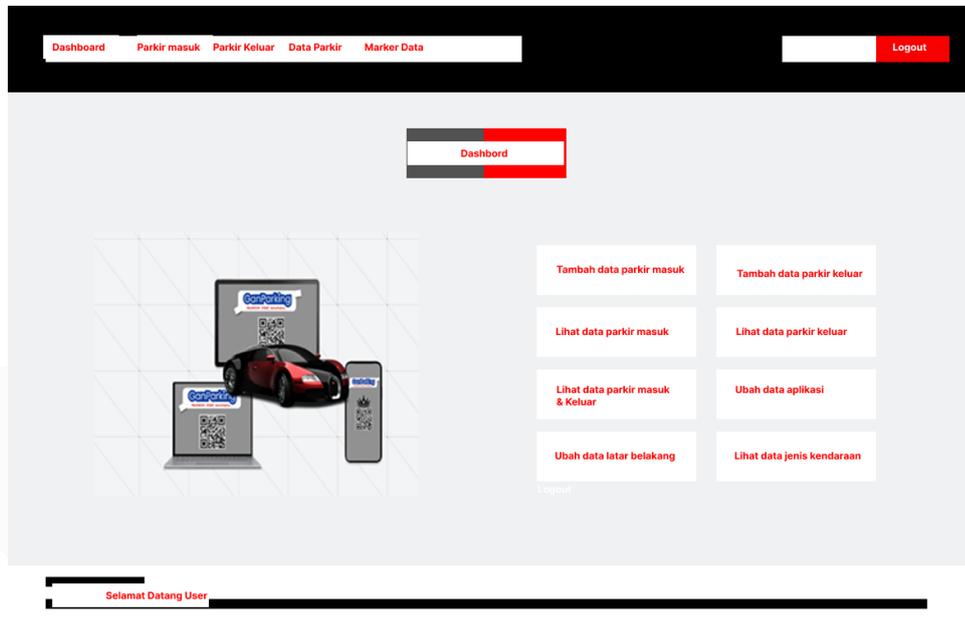


image1. 18 Desain web laman dashboard

Gambar 1.18 di atas adalah Desain Halaman Dashboard Web yang merupakan tampilan utama yang diakses oleh admin dan super admin setelah login. Dashboard ini menampilkan ringkasan data seperti jumlah pengguna, kendaraan terdaftar, transaksi parkir, serta top-up saldo. Admin dapat memantau aktivitas parkir secara real-time dan mengakses fitur manajemen data pengguna dan kendaraan. Sementara itu, super admin memiliki akses tambahan untuk mengelola akun admin, mengatur paket top-up, dan mengonfigurasi properti sistem. Dashboard dirancang responsif dan informatif untuk mendukung pengelolaan sistem secara efisien.

--Rekapitulasi Data Parkir

Table Rekapitulasi

Eksport to Excel

No	kode parkir	Plat nomor	waktu masuk	waktu keluar	Tarif	Status
						Sudah Bayar
						Sudah Bayar
						Sudah Bayar

image1. 19 Desain Rekapitulasi data Parkir

Gambar 1.19 di atas adalah Tampilan ini merupakan halaman data rekap parkir gabungan yang menampilkan daftar kendaraan yang telah melakukan parkir masuk dan keluar pada hari yang sama. Data disajikan dalam bentuk tabel dengan kolom informasi seperti kode parkir, plat nomor, jenis kendaraan, tipe/merek, waktu masuk, waktu keluar, tarif, dan status pembayaran. Terdapat fitur pencarian, pengaturan jumlah entri yang ditampilkan, serta tombol ekspor data ke Excel. Warna merah dan biru digunakan untuk penekanan visual, seperti nomor urut dan status “Sudah Bayar”. Desain ini responsif, rapi, dan memudahkan admin dalam melakukan monitoring serta pengelolaan data transaksi parkir harian.

--laman kelola akun pengguna

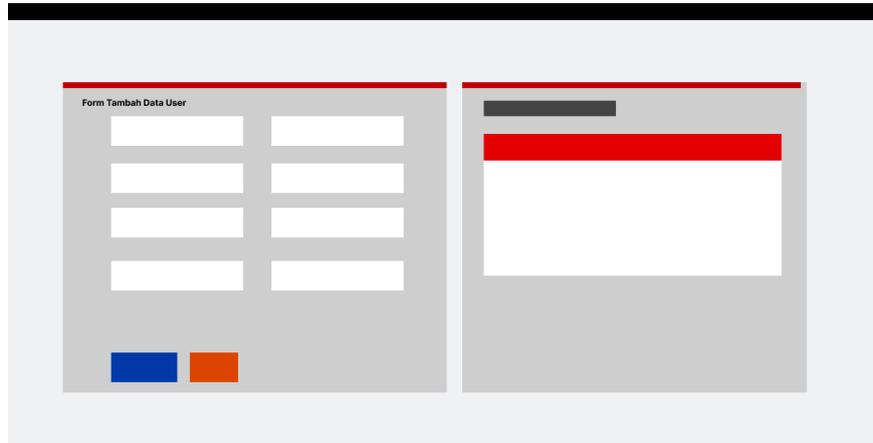


image1. 20 Desain Laman kelola akun

Gambar 1.20 diatas merupakan desain laman kelora akun Halaman ini digunakan oleh admin untuk menambahkan dan mengelola data pengguna sistem parkir. Di sebelah kiri terdapat form input data user seperti nama, alamat, tanggal lahir, jenis kelamin, dan akun login. Di sebelah kanan, terdapat tabel data user yang menampilkan daftar pengguna yang telah terdaftar, lengkap dengan fitur pencarian dan penghapusan data. Desain halaman ini mendukung pengelolaan akun secara cepat dan terstruktur.

--desain laman data jenis kendaraan

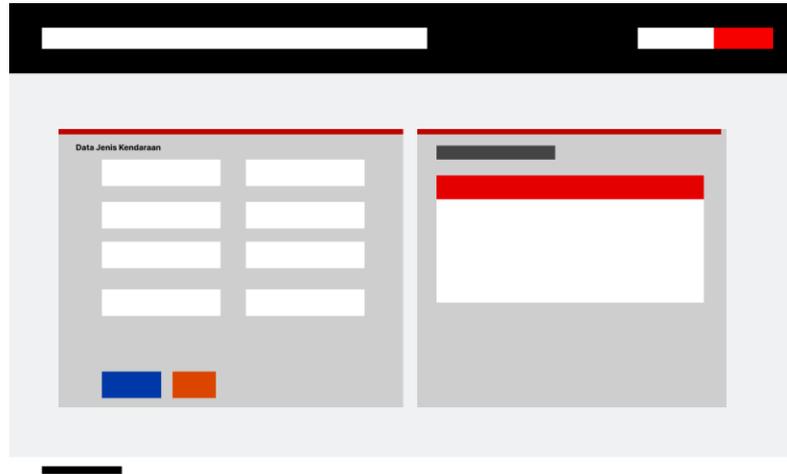


image1. 21 Desain laman data jenis kendaraan

Gambar 1.21 diatas merupakan desain laman data jenis parkir Halaman ini digunakan oleh admin untuk mengelola jenis kendaraan dan tarif parkir pada sistem. Di sisi kiri terdapat form input untuk menambahkan data jenis kendaraan, termasuk nama kendaraan, tarif parkir, dan keterangan. Di sisi kanan terdapat tabel data jenis kendaraan yang telah terdaftar, lengkap dengan kolom nama, tarif, dan keterangan. Halaman ini membantu admin dalam menyusun tarif berdasarkan jenis kendaraan secara sistematis.

--desain laman tambah topup

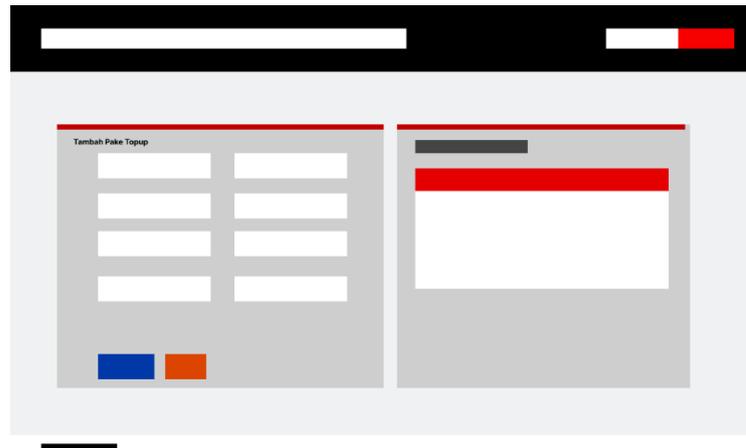


image1. 22 Desain Laman tambah topup

Gambar 1.22 diatas merupakan desain laman tambah topup Halaman ini berfungsi untuk mengelola paket top-up saldo yang tersedia dalam sistem. Pada bagian kiri terdapat form tambah paket top-up, yang memuat input nama paket, nominal top-up, biaya admin, deskripsi, dan status aktif. Sementara pada sisi kanan ditampilkan tabel data paket top-up yang berisi daftar paket yang telah tersedia, lengkap dengan informasi nominal, total bayar, deskripsi, status, serta tombol aksi untuk edit dan hapus. Halaman ini memudahkan admin dalam menyusun dan memperbarui pilihan top-up secara fleksibel.

B.Desain Tampilan Mobile App

--desain laman screen awal, laman register , dan laman login

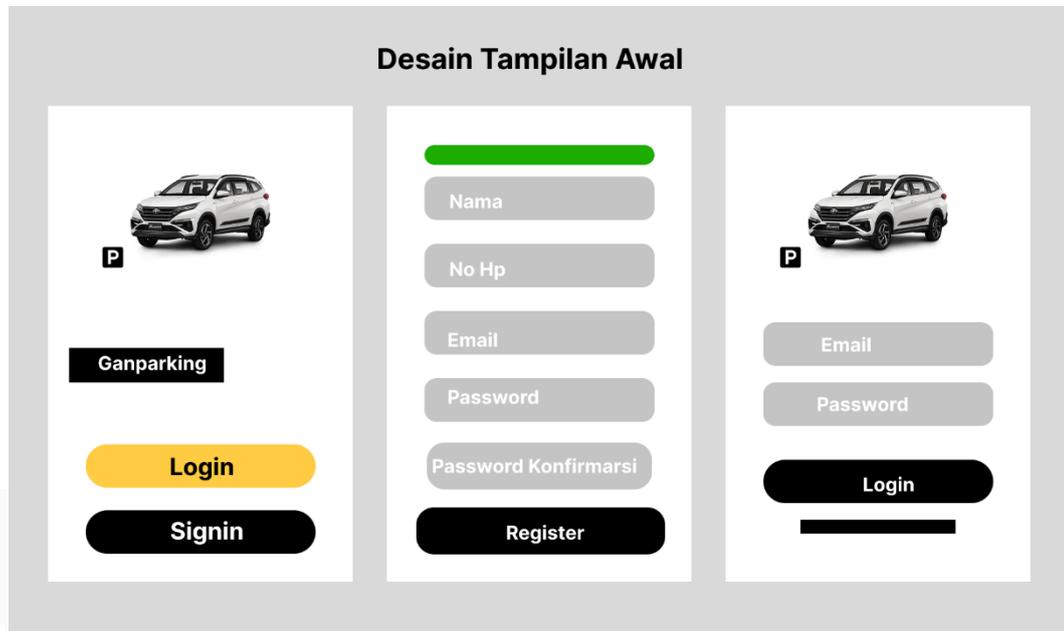


image1. 23 Desain Tampilan Awal Mobile App

Gambar 1.23 di atas menunjukkan desain tampilan awal aplikasi mobile yang terdiri dari tiga layar utama, yaitu halaman pembuka (welcome), halaman registrasi (create account), dan halaman login (welcome back).

Desain ini mengusung konsep minimalis dan modern, dengan dominasi warna putih, kuning, dan hitam. Komponen utama meliputi form input akun, tombol aksi seperti Log in, Sign up, serta opsi autentikasi menggunakan Apple atau Google. Desain ini bertujuan memberikan pengalaman pengguna yang sederhana, cepat, dan ramah di perangkat mobile.

--desain laman kelola kendaraan, dan homepage mobile

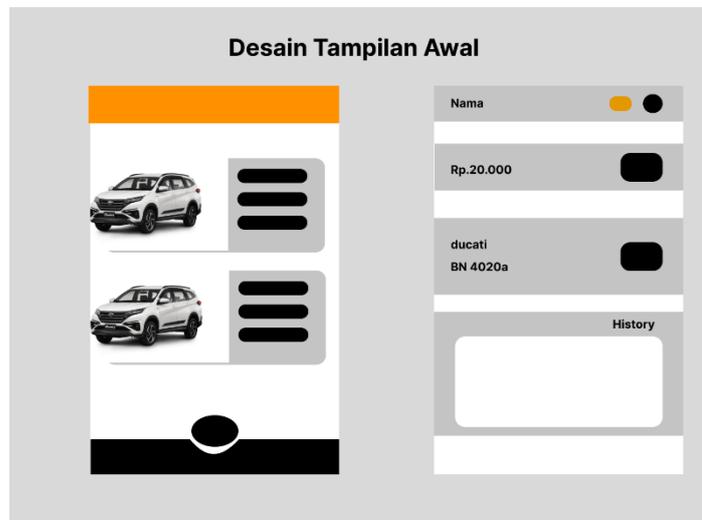


image1. 24 Desain laman kelola dan homepage

Gambar 1.24 di atas menampilkan desain antarmuka untuk halaman beranda awal dan kelola kendaraan pada aplikasi parkir digital berbasis mobile.

Tampilan sebelah kiri menunjukkan fitur daftar kendaraan favorit dengan informasi nama dan harga kendaraan, serta tombol aksi “Buy now”.

Sementara itu, tampilan kanan merupakan halaman beranda utama pengguna, yang menampilkan informasi seperti saldo saat ini, tombol Scan QR, kendaraan aktif, dan riwayat singkat parkir. Desain ini disusun dengan tata letak yang sederhana dan modern untuk memberikan pengalaman pengguna yang intuitif dan efisien.

--desain laman scan qrcode ,catat kendaraan , dan bayar kendaraan

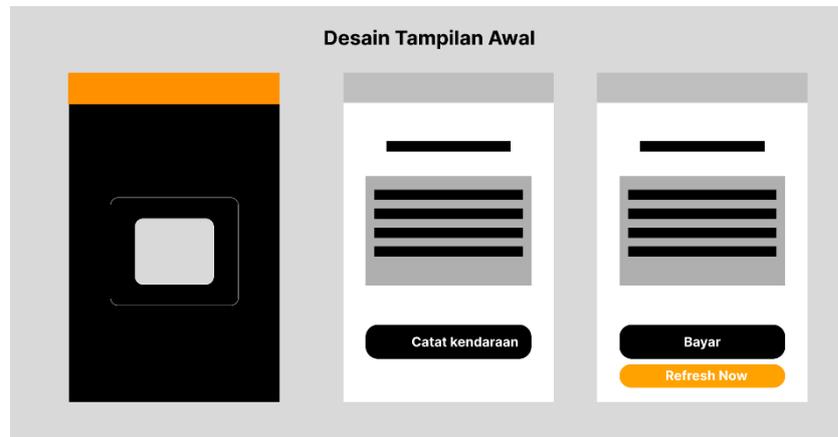


image1. 25 desain laman scan, catat kendaraan dan Bayar parkir

Gambar 1.25 di atas menampilkan dua tampilan utama pada fitur scan QR Code dan pencatatan kendaraan masuk dalam aplikasi parkir digital.

Tampilan kiri menunjukkan halaman scan QR Code, di mana pengguna diarahkan untuk memindai kode parkir menggunakan kamera perangkat. Setelah berhasil dipindai, pengguna diarahkan ke halaman pencatatan.

Tampilan kanan menampilkan detail kendaraan yang terdeteksi berdasarkan data QR Code, seperti kode kendaraan, plat nomor, jenis kendaraan, dan waktu masuk. Pengguna kemudian dapat menekan tombol "Catat Kendaraan Masuk" untuk menyimpan data parkir. Desain ini mendukung proses masuk parkir secara cepat dan otomatis.

--desain laman topup

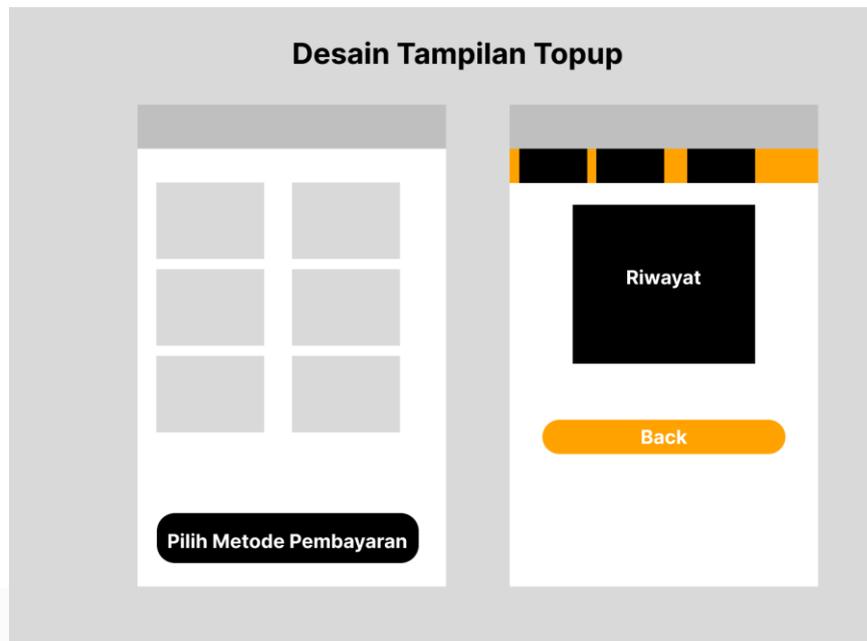


image1. 26 Desain laman topup dan history

Gambar 1.26 di atas menampilkan desain antarmuka halaman top-up saldo dan riwayat transaksi dalam aplikasi parkir digital.

Tampilan sebelah kiri merupakan halaman Isi Ulang, yang menyajikan daftar nominal top-up dengan penambahan masa aktif yang berbeda-beda. Pengguna dapat memilih jumlah saldo yang ingin diisikan dengan tampilan kartu yang sederhana dan informatif.

Tampilan sebelah kanan merupakan halaman riwayat transaksi, yang menampilkan status transaksi berdasarkan kategori: Semua, Diproses, Sukses, dan Gagal. Jika belum ada transaksi, sistem akan menampilkan pesan kosong dengan tombol “Beli Paket” dan “Isi Ulang Pulsa”. Desain ini memudahkan pengguna untuk melakukan pengisian saldo dan memantau histori transaksinya secara cepat dan intuitif.

3.6 Pengkodean

Tahap pengkodean merupakan proses implementasi rancangan sistem ke dalam bentuk program yang dapat dijalankan. Pada sistem parkir digital ini, pengkodean dibagi menjadi tiga komponen utama, yaitu frontend mobile, backend API, dan

dashboard web. Setiap komponen memiliki peran dan fungsi spesifik yang saling terintegrasi untuk mendukung kelancaran operasional sistem.

3.6.1 Frontend Mobile (Flutter)

Bagian frontend dikembangkan menggunakan framework Flutter yang mendukung antarmuka mobile modern dan responsif. Beberapa fitur utama yang dikembangkan meliputi:

1. Login dan Registrasi Pengguna

Pengguna dapat mendaftarkan akun dan login ke aplikasi menggunakan autentikasi berbasis token, yang terhubung langsung dengan backend Laravel.

2. Manajemen Data Kendaraan

Pengguna dapat menambahkan, mengedit, dan menghapus data kendaraan seperti plat nomor, jenis kendaraan, dan warna kendaraan.

3. Fitur Scan QR Code dan Validasi Parkir

Aplikasi memanfaatkan kamera untuk memindai QR Code di lokasi parkir. Setelah dipindai, data dikirim ke backend untuk proses validasi status dan lokasi parkir.

4. Top-up Saldo Digital

Integrasi dengan Midtrans Snap memungkinkan pengguna melakukan isi ulang saldo secara online. Setelah memilih paket top-up, pengguna diarahkan ke halaman pembayaran sesuai metode yang dipilih.

5. Riwayat Transaksi Parkir dan Top-up

Pengguna dapat melihat daftar transaksi parkir dan top-up yang pernah dilakukan, termasuk informasi status, waktu, dan nominal pembayaran.

3.6.2 Backend API (Laravel)

Backend dikembangkan menggunakan Laravel sebagai framework PHP yang mendukung pembuatan RESTful API. Fungsi utama backend meliputi:

1. Routing API dan Validasi QR Code

Backend menerima request dari aplikasi mobile, memproses data QR Code, dan melakukan validasi terhadap status parkir masuk/keluar serta lokasi.

2. Sistem Dompot Digital

Backend mengelola saldo pengguna, mencatat setiap transaksi top-up, dan memproses pengurangan saldo saat transaksi parkir diselesaikan.

3. Middleware Autentikasi dan Role Management

Sistem menggunakan middleware untuk membedakan hak akses antar pengguna, seperti user biasa, admin, dan super admin, serta mengamankan endpoint API dari akses tidak sah.

3.6.3 Dashboard Web (Laravel Blade)

Dashboard web dirancang menggunakan Laravel Blade Template untuk kebutuhan admin dan super admin dalam mengelola sistem. Beberapa fitur utama pada dashboard antara lain:

1. Rekap Transaksi Parkir

Menampilkan data parkir masuk dan keluar secara real-time, termasuk status pembayaran dan waktu transaksi.

2. Manajemen Data Kendaraan dan Pengguna

Admin dapat melihat, menambah, atau menghapus data kendaraan dan akun pengguna melalui tampilan tabel interaktif.

3. Visualisasi dan Filter Data

Disediakan grafik dan filter untuk melihat statistik harian, mingguan, maupun bulanan terkait jumlah transaksi dan penggunaan sistem, guna mendukung proses analisis dan evaluasi.

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi dalam sistem parkir digital berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan secara bertahap dengan pendekatan fungsional dan integratif, menggunakan data dummy dalam lingkungan lokal sebelum sistem diimplementasikan secara menyeluruh. Adapun metode pengujian yang digunakan meliputi:

1. Black Box Testing

Metode ini digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem dari sisi pengguna, tanpa melihat struktur kode program. Pengujian dilakukan terhadap fitur-fitur utama, seperti:

- a) Login dan registrasi, untuk memastikan proses autentikasi bekerja dengan benar.
- b) Scan QR Code, untuk mengecek apakah sistem dapat membaca dan memvalidasi QR dengan benar.
- c) Validasi status parkir, baik status masuk maupun keluar, untuk menjamin akurasi sistem.
- d) Top-up saldo, untuk memastikan proses pembelian paket dan perubahan saldo berlangsung sesuai alur.

2. Uji Integrasi Sistem

Pengujian integrasi dilakukan untuk memastikan bahwa modul mobile, backend API, dan dashboard web dapat saling berkomunikasi dan bertukar data dengan baik. Setiap interaksi antar komponen diuji secara menyeluruh, termasuk pengambilan data kendaraan, pencatatan waktu parkir, dan sinkronisasi status pembayaran.

3. Simulasi Transaksi Top-up melalui Midtrans

Salah satu bagian penting dalam sistem adalah proses top-up saldo yang terintegrasi dengan payment gateway Midtrans. Pengujian mencakup:

- a) Pengiriman snap_token dari backend ke frontend
- b) Pengarahan pengguna ke halaman pembayaran melalui redirect URL
- c) Penerimaan callback dari Midtrans setelah transaksi berhasil (status settlement)
- d) Pengecekan pembaruan saldo secara otomatis sesuai nominal transaksi

3.8 Tools dan Teknologi

Table 3 Tools dan Teknologi

Tools	Fungsi
Flutter	Aplikasi mobile Android
Laravel	Backend API & Web Dashboard
MySQL	Database sistem
Postman	Pengujian endpoint API
Visual Studio Code	Code editor Flutter dan Laravel
Android Studio	Emulator dan debugging mobile

Laragon	Server lokal untuk Laravel
Midtrans (sandbox)	Simulasi top-up saldo

3.9 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Pengembangan dan pengujian sistem parkir digital ini dilaksanakan di lingkungan laboratorium komputer yang mendukung aktivitas pemrograman dan pengujian perangkat lunak. Seluruh proses dilakukan secara simulatif tanpa melibatkan perangkat keras fisik, sehingga pengujian dapat difokuskan pada aspek sistem perangkat lunak.

Beberapa perangkat dan lingkungan yang digunakan dalam proses pengembangan antara lain:

- a) Perangkat Android, yang digunakan untuk menjalankan dan menguji aplikasi mobile dari sisi pengguna. Fitur-fitur seperti login, manajemen kendaraan, scan QR Code, serta top-up saldo diuji melalui perangkat ini.
- b) Komputer atau laptop, digunakan oleh admin untuk mengakses dashboard web yang berfungsi sebagai pusat monitoring dan pengelolaan data parkir, transaksi, serta pengguna.
- c) Server lokal berbasis Laragon, digunakan untuk menjalankan backend Laravel dan database MySQL secara lokal, memungkinkan proses pengujian sistem API dan integrasi antarmuka dilakukan secara efisien tanpa koneksi internet eksternal.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis dan Perancangan Sistem

Sistem informasi parkir digital yang dikembangkan bertujuan untuk mengatasi permasalahan dalam proses parkir manual, seperti keterlambatan pencatatan, kesalahan validasi kendaraan, serta keterbatasan dalam monitoring transaksi secara real-time. Oleh karena itu, sistem ini dirancang untuk menyediakan layanan parkir yang lebih efisien, akurat, dan terintegrasi antara pengguna dan pengelola.

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Extreme Programming (XP), yang mengutamakan iterasi singkat, feedback cepat dari pengguna, serta fleksibilitas terhadap perubahan. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap, dengan penambahan dan penyempurnaan fitur berdasarkan hasil uji dan masukan selama proses berlangsung.

Secara umum, sistem terbagi menjadi tiga bagian utama:

1. Aplikasi Mobile (Flutter)

Digunakan oleh pengguna untuk melakukan registrasi, login, mengelola data kendaraan, memindai QR Code saat parkir, melakukan top-up saldo, serta melihat riwayat transaksi.

2. API Backend (Laravel)

Bertugas sebagai penghubung antara aplikasi mobile dan database. Backend ini menangani proses logika sistem seperti validasi parkir masuk/keluar, pencatatan transaksi top-up, dan pengelolaan data pengguna dan kendaraan.

3. Dashboard Web Admin (Laravel Blade)

Digunakan oleh admin dan super admin untuk memantau aktivitas sistem secara real-time. Fitur yang tersedia meliputi manajemen data pengguna dan kendaraan, rekap transaksi parkir dan top-up, serta tampilan grafik laporan harian.

4.2 Proses Iteratif Berdasarkan Extreme Programming

Pengembangan sistem dilakukan dalam beberapa iterasi sesuai prinsip Extreme Programming. Setiap iterasi terdiri atas proses analisis, desain sederhana, implementasi cepat, dan pengujian langsung.

1. Iterasi Awal berfokus pada fitur login, registrasi, dan dashboard pengguna.
2. Iterasi Kedua menambahkan fitur kelola kendaraan, scan QR parkir, dan integrasi Midtrans.
3. Iterasi Lanjut mencakup top-up saldo, riwayat transaksi, dan manajemen data pada dashboard admin.

Setiap iterasi dievaluasi bersama pengguna (misalnya: pengguna mobile atau admin) untuk mendapatkan umpan balik dan dilakukan refactoring jika diperlukan.

4.3 Hasil Implementasi Sistem

4.3.1 Tampilan Aplikasi Mobile

A. Laman User

Aplikasi mobile berbasis Flutter dibangun untuk pengguna dengan beberapa fitur utama:

1. Halaman Awal & Login/Register

Menyediakan akses masuk atau pembuatan akun baru

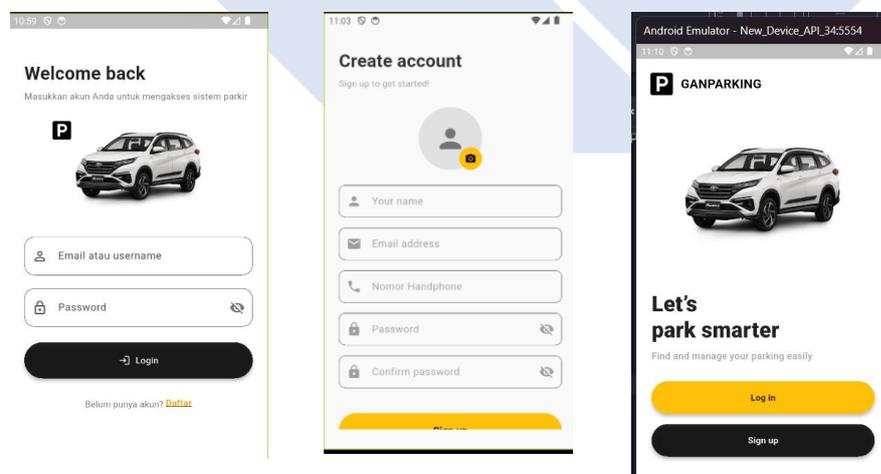


image1. 27 Tampilan login register dan homeScreen Mobile app

1. Halaman Awal dan Fitur Login/Register pada Aplikasi Mobile

Gambar 1.27 memperlihatkan antarmuka pengguna (*user interface*) pada aplikasi mobile yang berfungsi untuk memberikan akses awal kepada pengguna dalam bentuk halaman login, pendaftaran akun (register), dan tampilan beranda awal (home screen). Komponen ini menjadi bagian penting dalam proses autentikasi pengguna untuk memasuki sistem aplikasi parkir berbasis digital.

1.1. Halaman Login

Tampilan pertama menunjukkan halaman login yang memberikan akses masuk kepada pengguna yang telah memiliki akun. Pengguna diminta untuk mengisikan alamat surel atau nama pengguna (username) serta kata sandi (password). Tombol "Login" berfungsi untuk memverifikasi kredensial yang diberikan dan mengarahkan pengguna ke halaman utama apabila berhasil. Selain itu, terdapat tautan bertuliskan "Belum punya akun? Daftar" yang mengarahkan ke halaman pendaftaran bagi pengguna baru.

1.2. Halaman Pendaftaran Akun (Register)

Tampilan kedua menunjukkan halaman pembuatan akun baru. Pada halaman ini, pengguna diwajibkan mengisi sejumlah informasi yang diperlukan untuk proses registrasi, antara lain:

- a) Nama lengkap pengguna
- b) Alamat email
- c) Nomor telepon
- d) Kata sandi dan konfirmasi kata sandi

Setelah semua isian lengkap, pengguna dapat menekan tombol "Create account" untuk melanjutkan proses pendaftaran. Sistem akan memverifikasi validitas data, dan apabila lolos, akun baru akan dibuat dan pengguna dapat mengakses layanan aplikasi.

1.3. Tampilan Home Screen

Gambar ketiga menunjukkan tampilan awal aplikasi sebelum login, yang disebut sebagai *home screen*. Tampilan ini bersifat informatif dan menyambut pengguna dengan pesan promosi aplikasi parkir, yakni “Let’s park smarter”. Terdapat tombol "Sign Up" yang mengarahkan pengguna langsung ke halaman registrasi. Halaman ini berfungsi sebagai antarmuka awal sebelum pengguna melakukan proses login atau pendaftaran akun.

2. Dashboard Pengguna

Menampilkan saldo, riwayat transaksi, serta kendaraan aktif

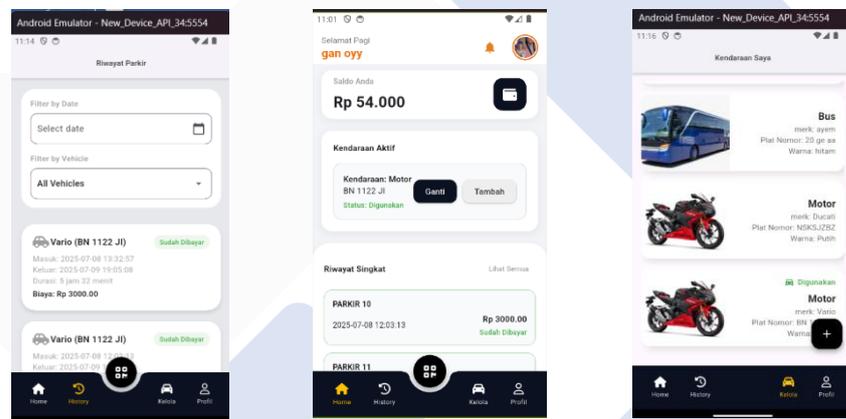


image1. 28 tampilan mobile riwayat parkir, homePage, dan kelola kendaraan

Gambar 1.28 menggambarkan antarmuka pengguna (UI) dari aplikasi mobile pada bagian dashboard, yang berfungsi sebagai pusat informasi utama bagi pengguna. Dalam dashboard ini, ditampilkan beberapa fitur penting seperti saldo akun, riwayat transaksi parkir, dan daftar kendaraan aktif yang telah terdaftar dalam sistem.

2.1. Tampilan Riwayat Parkir

Tampilan pertama menunjukkan halaman yang memuat riwayat parkir pengguna. Dalam tampilan ini, sistem menyajikan daftar transaksi parkir yang pernah dilakukan, termasuk informasi seperti:

- a) Lokasi parkir

- b) Nomor kendaraan yang digunakan
- c) Waktu masuk dan keluar
- d) Status transaksi (selesai atau masih aktif)

Selain itu, pengguna dapat memilih kendaraan tertentu melalui menu dropdown untuk memfilter riwayat parkir berdasarkan kendaraan yang terdaftar. Fitur ini berguna untuk memudahkan pelacakan aktivitas parkir secara rinci dan terstruktur.

2.2. Halaman Beranda (Homepage)

Tampilan kedua merupakan halaman utama (homepage) dari aplikasi setelah pengguna berhasil login. Pada halaman ini, sistem menampilkan saldo akun pengguna secara langsung. Saldo ini dapat digunakan untuk melakukan pembayaran parkir secara digital. Selain saldo, tersedia juga informasi kendaraan aktif dan tombol navigasi cepat menuju fitur seperti tambah saldo (*top up*), transaksi, dan histori.

Desain antarmuka yang ditampilkan bersifat responsif dan user-friendly, dengan penyajian informasi yang jelas serta ikon navigasi di bagian bawah untuk memudahkan pengguna dalam mengakses fitur lainnya.

2.3. Halaman Kendaraan Aktif

Tampilan ketiga menampilkan daftar kendaraan yang telah terdaftar oleh pengguna dalam aplikasi. Setiap kendaraan ditampilkan dengan informasi jenis kendaraan (mobil, motor, bus, dll), serta status aktif. Pengguna juga memiliki opsi untuk menambah, menghapus, atau mengubah data kendaraan yang tercantum. Pengelolaan kendaraan ini penting karena berkaitan langsung dengan proses parkir yang terotomatisasi berdasarkan kendaraan terdaftar.

3. Fitur Scan QR

Untuk mencatat kendaraan saat parkir masuk atau keluar

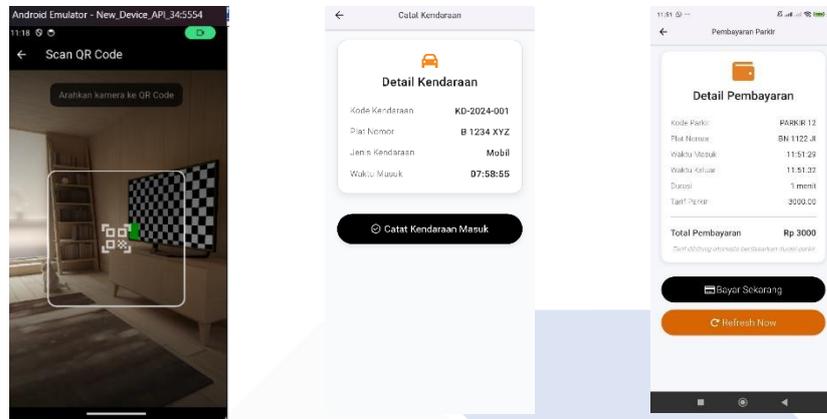


image1. 29 Tampilan laman scan mobile app , catat waktu masuk, dan waktu keluar

Gambar 1.29 menggambarkan proses kerja dari fitur pemindaian kode QR (QR Scan) yang digunakan dalam sistem aplikasi parkir digital. Fitur ini berfungsi sebagai sarana utama untuk mencatat aktivitas keluar-masuk kendaraan secara otomatis, efisien, dan akurat. Dengan menggunakan teknologi pemindaian QR, sistem dapat mengidentifikasi dan mencatat waktu masuk maupun keluar kendaraan berdasarkan kode parkir unik yang telah ditetapkan.

3.1. Tampilan Pemindaian Kode QR

Tampilan pertama menunjukkan antarmuka fitur scan QR code di aplikasi mobile. Pengguna diarahkan untuk mengarahkan kamera perangkat mereka ke QR code yang terpasang di area parkir. Setelah QR code berhasil dipindai, sistem akan secara otomatis mengidentifikasi identitas lokasi dan kendaraan, kemudian melanjutkan ke proses verifikasi dan pencatatan waktu.

3.2. Tampilan Detail Kendaraan dan Waktu Masuk

Tampilan kedua memperlihatkan halaman detail kendaraan yang digunakan ketika kendaraan masuk ke area parkir. Informasi yang ditampilkan mencakup:

- a) Nomor kendaraan
- b) Jenis kendaraan
- c) Warna kendaraan
- d) Waktu masuk

Pada tahap ini, sistem akan menyimpan data kendaraan serta waktu masuk ke dalam basis data, yang nantinya menjadi referensi saat kendaraan keluar.

3.3. Tampilan Waktu Keluar dan Detail Pembayaran

Tampilan ketiga menunjukkan halaman detail pembayaran, yang muncul ketika pengguna memindai QR code untuk keluar dari area parkir. Informasi yang disajikan mencakup:

- a) Lokasi parkir
- b) Waktu masuk dan waktu keluar
- c) Durasi parkir
- d) Total pembayaran

Pada akhir proses, pengguna diberikan opsi untuk menekan tombol "Lanjut Pembayaran" atau "Bayar Sekarang" untuk menyelesaikan transaksi parkir secara digital.

4. Top-Up Saldo & Riwayat

Menyediakan pilihan nominal dan histori transaksi

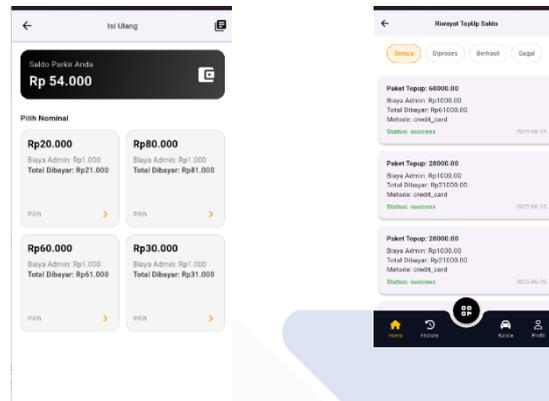


image1. 30 laman tampilan topup dan riwayat transaksi

Gambar 1.30 menampilkan antarmuka pengguna pada aplikasi mobile yang berkaitan dengan proses pengisian ulang saldo (top-up) dan riwayat transaksi pengguna. Fitur ini merupakan bagian integral dari sistem pembayaran digital yang mendukung operasional aplikasi parkir berbasis elektronik. Tujuannya adalah untuk memberikan kemudahan dalam melakukan transaksi non-tunai serta transparansi dalam pelacakan aktivitas keuangan pengguna.

4.1. Tampilan Pengisian Saldo (Top-Up)

Tampilan pertama menunjukkan halaman top-up saldo yang berfungsi untuk menambah saldo akun pengguna. Informasi utama yang ditampilkan adalah:

- a) Saldo parkir aktif saat ini
- b) Beberapa pilihan nominal saldo yang dapat dipilih pengguna, misalnya Rp20.000, Rp30.000, Rp60.000, dan Rp90.000

Setiap opsi top-up disertai dengan keterangan nominal yang akan diterima serta total pembayaran yang harus dilakukan oleh pengguna. Desain ini dibuat untuk menyederhanakan proses isi ulang dan memungkinkan pengguna melakukan transaksi dengan cepat dan tepat.

4.2. Tampilan Riwayat Top-Up Saldo

Tampilan kedua menampilkan halaman riwayat top-up saldo, yang berisi daftar transaksi pengisian ulang yang telah dilakukan oleh pengguna. Informasi yang ditampilkan pada halaman ini meliputi:

- a) Waktu dan tanggal transaksi
- b) Nominal paket top-up
- c) Status transaksi (berhasil, diproses, atau gagal)

Selain itu, halaman ini juga menyediakan tab navigasi untuk memfilter berdasarkan status transaksi, seperti “Semua”, “Diproses”, “Berhasil”, dan “Gagal”. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengevaluasi aktivitas keuangan yang terjadi dalam aplikasi secara transparan dan terstruktur.

B. Laman Staff

Laman HomeStaff , laman scan plat ocr, laman denda

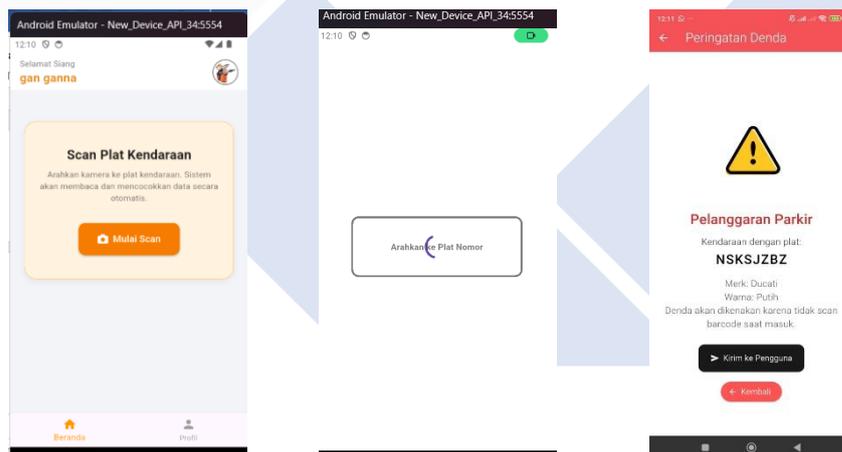


image1. 31 gambar laman staff home, scan ocr, dan laman denda

Gambar 1.31 menampilkan antarmuka sistem aplikasi mobile yang digunakan oleh petugas atau staff lapangan dalam pengelolaan operasional parkir. Fungsi utama dari laman ini adalah untuk mendukung proses verifikasi kendaraan secara langsung di lapangan, termasuk melakukan pemindaian pelat nomor kendaraan

menggunakan teknologi OCR (*Optical Character Recognition*) dan penerbitan sanksi berupa denda apabila ditemukan pelanggaran.

1. Halaman Home Staff

Tampilan pertama memperlihatkan halaman awal (*homepage*) untuk pengguna dengan peran staff. Dalam halaman ini terdapat tombol utama bertuliskan "Scan Plat" yang mengarahkan ke fitur pemindaian pelat nomor kendaraan. Halaman ini berfungsi sebagai pusat navigasi bagi staff dalam menjalankan tugas operasionalnya secara efisien.

Selain sebagai titik awal interaksi, tampilan ini juga menyajikan informasi identitas staff dan menyediakan akses langsung ke fitur penting lainnya seperti pengaturan akun atau logout.

2. Halaman Scan OCR (Optical Character Recognition)

Tampilan kedua merupakan antarmuka untuk melakukan proses pemindaian pelat nomor kendaraan secara otomatis menggunakan teknologi OCR. Fitur ini memungkinkan aplikasi mengenali karakter pada pelat nomor melalui tangkapan kamera, kemudian mengubahnya menjadi data teks digital untuk diproses lebih lanjut.

Proses ini mendukung efisiensi dan akurasi dalam identifikasi kendaraan, serta mengurangi kemungkinan kesalahan input manual. Hasil dari pemindaian ini akan digunakan untuk mencocokkan data kendaraan di dalam sistem parkir.

3. Halaman Peringatan Denda

Tampilan ketiga menunjukkan halaman peringatan denda, yang muncul apabila sistem mendeteksi bahwa kendaraan terkait telah melakukan pelanggaran parkir, misalnya melewati waktu parkir maksimal tanpa pembayaran. Informasi yang ditampilkan meliputi:

- a) Peringatan visual dalam bentuk ikon dan warna merah
- b) Nomor pelat kendaraan yang terdeteksi
- c) Deskripsi jenis pelanggaran yang dilakukan
- d) Tombol aksi untuk "Kirim Denda"

2. Pengiriman Data ke Server

Setelah QR code berhasil dipindai, aplikasi mobile akan mengirimkan data berupa kode parkir dan signature (tanda tangan digital) ke server melalui permintaan HTTP POST ke endpoint `/api/parkir/validasi`. Signature tersebut digunakan sebagai bentuk autentikasi dan integritas data, yang biasanya dibentuk menggunakan metode hash HMAC.

3. Validasi Signature oleh Server

Pada sisi backend (LaravelAPI), sistem akan melakukan proses validasi terhadap signature yang diterima. Jika signature tersebut tidak valid, maka server akan memberikan respons berupa status `400 Bad Request` disertai keterangan bahwa signature atau kode tidak valid. Pesan kesalahan tersebut kemudian akan ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi mobile.

4. Pemeriksaan Data Parkir dalam Basis Data

Jika signature valid, sistem akan melanjutkan dengan melakukan pencarian data parkir pada basis data. Query yang digunakan bertujuan untuk memeriksa apakah terdapat entri pada tabel `data_parkir` yang memiliki kode parkir sesuai dengan yang dikirimkan oleh pengguna, dan yang belum memiliki nilai pada kolom `waktu_keluar` (masih aktif).

5. Kondisi Pertama: Pengguna Belum Masuk Parkir

Apabila tidak ditemukan data parkir yang aktif dengan kode tersebut (artinya pengguna belum masuk), maka sistem akan mencatat data baru ke dalam tabel `data_parkir`. Data yang dicatat meliputi informasi pengguna, nomor kendaraan, jenis dan warna kendaraan, serta lokasi parkir. Setelah proses penyimpanan berhasil, server akan mengirimkan respons `200 OK` dengan keterangan bahwa proses masuk berhasil. Informasi ini kemudian ditampilkan dalam bentuk konfirmasi kepada pengguna melalui aplikasi.

6. Kondisi Kedua: Pengguna Sudah Masuk dan Belum Keluar

Jika sistem menemukan bahwa data parkir dengan kode tersebut sudah ada dan belum memiliki nilai `waktu_keluar`, maka sistem akan memperbarui data tersebut.

Pembaruan meliputi pengisian kolom waktu_keluar dengan waktu saat ini serta perubahan status menjadi pending_pembayaran. Setelah pembaruan berhasil dilakukan, server akan memberikan respons *200 OK* dengan status bahwa proses keluar telah berhasil, serta mengarahkan pengguna ke halaman pembayaran pada aplikasi.

4.3.3 Proses Top-Up Saldo

Top-up dilakukan melalui paket yang ditentukan, dengan sistem integrasi Midtrans Snap. Pengguna memilih paket, lalu permintaan dikirim ke Laravel API untuk mendapatkan snap_token dan redirect_url. Setelah pembayaran sukses, status top-up diubah menjadi *success* dan saldo pengguna diperbarui

--Secuence diagram alur topup

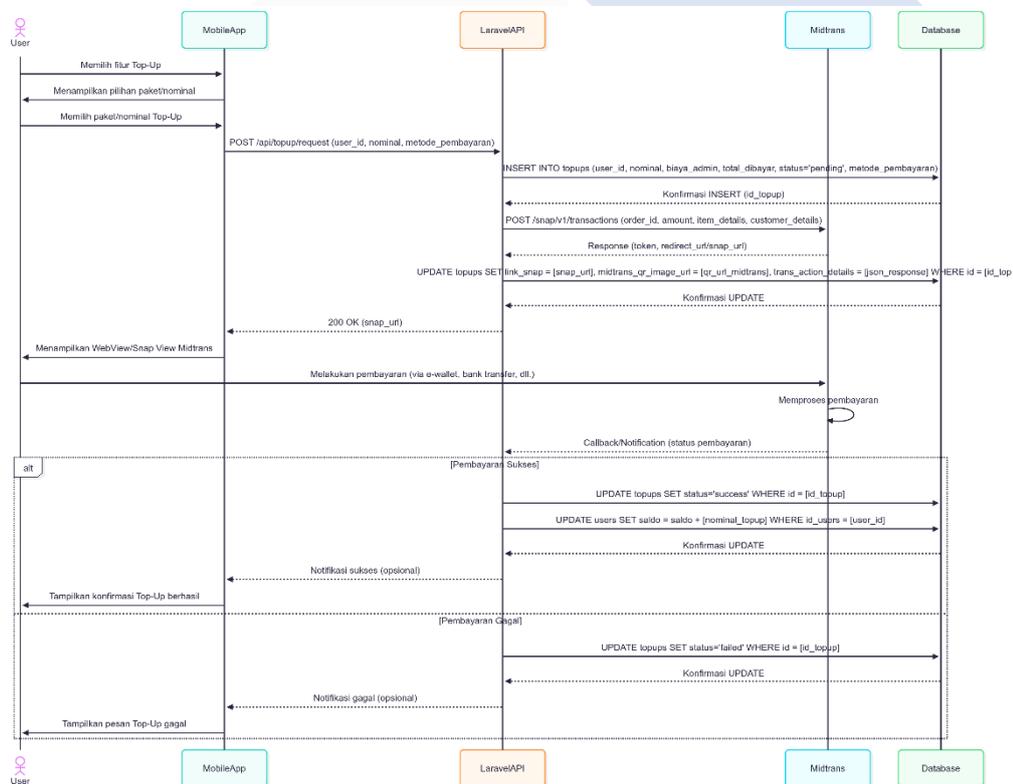


image1. 33 sequence diagram alur topup

Gambar 1.33 menyajikan *sequence diagram* yang menggambarkan alur proses top-up saldo dalam sistem aplikasi parkir digital. Proses ini merupakan bagian penting

dalam sistem pembayaran non-tunai, yang terintegrasi dengan layanan pihak ketiga, yaitu Midtrans Snap, sebagai penyedia layanan gateway pembayaran.

Deskripsi Proses

Proses dimulai ketika pengguna memilih nominal paket top-up yang tersedia dalam aplikasi mobile. Setelah paket dipilih, aplikasi akan mengirimkan permintaan top-up ke server backend melalui Laravel API. Permintaan ini diteruskan ke Midtrans untuk menghasilkan `snap_token` dan `redirect_url` sebagai bagian dari sesi pembayaran.

Setelah pengguna menyelesaikan pembayaran melalui halaman Midtrans, sistem akan menerima notifikasi melalui webhook dan memperbarui status transaksi. Jika pembayaran berhasil, status top-up akan diubah menjadi `success`, dan sistem akan menambahkan saldo ke akun pengguna sesuai nominal paket.

Penjelasan Tahapan pada Sequence Diagram

1. Inisialisasi Permintaan Top-Up:
Pengguna memilih nominal paket dan menekan tombol top-up melalui aplikasi mobile.
2. Permintaan Token Pembayaran:
Aplikasi mengirim permintaan ke endpoint `POST /api/topup/request` di Laravel API untuk membuat permintaan pembayaran. Laravel API meneruskan permintaan ke Midtrans untuk menghasilkan `snap_token` dan `redirect_url`.
3. Penyimpanan Transaksi:
Laravel API menyimpan data permintaan ke dalam database sebagai transaksi top-up dengan status awal `pending`. Data yang disimpan mencakup ID pengguna, nominal, serta referensi token dari Midtrans.
4. Tanggapan ke Aplikasi:
Setelah token dan URL diperoleh, Laravel API mengirimkan respons ke aplikasi, yang kemudian mengarahkan pengguna ke halaman pembayaran Midtrans.

5. Notifikasi Pembayaran dari Midtrans:

Setelah transaksi selesai (berhasil atau gagal), Midtrans mengirimkan notifikasi melalui webhook ke endpoint Laravel API yang telah dikonfigurasi.

6. Pembaruan Status Transaksi:

Laravel API melakukan validasi dan pembaruan status transaksi berdasarkan informasi dari Midtrans. Jika transaksi sukses, status diubah menjadi success dan sistem menambahkan saldo ke akun pengguna.

7. Konfirmasi Akhir ke Aplikasi:

Laravel API memberikan konfirmasi pembaruan status kepada aplikasi. Aplikasi menampilkan hasil top-up kepada pengguna sebagai informasi bahwa saldo telah ditambahkan.

4.3.4 Tampilan Dashboard Web Admin

Admin dapat:

- a) Mengelola data pengguna dan kendaraan,
- b) Melihat rekap transaksi top-up dan parkir harian,
- c) Menambahkan paket top-up dan tarif kendaraan,
- d) Mengakses grafik laporan dan filter data berdasarkan waktu atau kendaraan.

Tampilan dashboard web dirancang modern dan responsif untuk memudahkan pemantauan data secara real-time

4.3.5 API Backend Laravel

Komponen backend sistem dikembangkan menggunakan framework Laravel, yang berfungsi sebagai pengelola logika aplikasi, penghubung antara frontend dan basis data, serta penyedia layanan RESTful API untuk aplikasi mobile dan dashboard web.

Backend Laravel memiliki peran penting dalam menangani seluruh proses utama sistem, antara lain:

- a) Autentikasi pengguna, mencakup login, registrasi, dan pengelolaan token akses.

```
public function login(LoginRequest $request)
{
    $user = User::where('username', $request->username)->first();

    if (!$user || !Hash::check($request->password, $user->password)) {
        return $this->errorResponse("Username atau password salah.", 400);
    }

    // Generate token
    $token = $user->createToken('auth_token')->plainTextToken;

    return $this->successResponse([
        'user' => new UserResource($user),
        'token' => $token,
    ], 'Login berhasil sebagai ' . $user->role, 201);
}
```

image1. 34 Api Login Laravel Token Authentication

```
public function register(RegisterRequest $request)
{
    $request->validated();

    // Upload foto jika ada
    $fotoPath = null;
    if ($request->hasFile('foto_users')) {
        $fotoPath = $request->file('foto_users')->store('uploads/foto_user', 'public');
    }

    $user = User::create([
        'nama_lengkap' => $request->nama_lengkap,
        'username' => $request->username,
        'no_hp' => $request->no_hp,
        'password' => Hash::make($request->password),
        'role' => 'user',
        'foto_users' => $fotoPath,
    ]);

    return $this->successResponse(
        new UserResource($user),
        'Berhasil melakukan registrasi.',
        201
    );
}
```

image1. 35 Api register laravel

- b) Validasi QR Code, yang dilakukan melalui endpoint khusus untuk memverifikasi keaslian kode parkir, signature key, dan status transaksi masuk atau keluar.

```
if ($request->filled('total')) {
    Config::$serverKey = config('services.midtrans.server_key');
    Config::$isProduction = config('services.midtrans.is_production');
    Config::$isSanitized = true;
    Config::$is3ds = true;

    $params = [
        'transaction_details' => [
            'order_id' => $generatedOrderId,
            'gross_amount' => (int) $request->total,
        ],
        'customer_details' => [
            'first_name' => $user->name ?? 'User Parkir',
            'email' => $user->email ?? 'noemail@domain.com',
        ],
        'item_details' => [
            [
                'id' => 'BIAYA_PARKIR',
                'price' => (int) $request->total,
                'quantity' => 1,
                'name' => 'Biaya Parkir',
            ]
        ],
    ];
};
```

image1. 36 API store waktu masuk parkir

Gambar 1.36 di atas menunjukkan bagian kode program pada sistem backend Laravel yang digunakan untuk mengonfigurasi transaksi pembayaran digital melalui Midtrans. Proses ini dijalankan ketika request mengandung nilai total, yang berarti pengguna akan melakukan pembayaran untuk layanan parkir.

Langkah pertama dalam kode tersebut adalah mengatur parameter konfigurasi Midtrans, seperti server key, mode produksi, dan pengaturan keamanan transaksi (isSanitized dan is3ds). Seluruh konfigurasi ini diambil dari file konfigurasi config/services.php.

```
// config/services.php
// ...
'midtrans' => [
    'server_key' => env('MIDTRANS_SERVER_KEY'),
    'client_key' => env('MIDTRANS_CLIENT_KEY'),
    'merchant_id' => env('MIDTRANS_MERCHANT_ID'),
    'is_production' => env('MIDTRANS_IS_PRODUCTION', false), // Default ke false jika ti
],
// ...
```

image1. 37 Server Key midtrans pada app.config

Setelah itu, variabel \$params didefinisikan untuk membentuk struktur data yang akan dikirim ke Midtrans. Parameter tersebut terdiri dari:

- a) `transaction_details`: berisi `order_id` yang digenerate secara unik dan `gross_amount` sebagai total tagihan.
- b) `customer_details`: mencatat nama dan email pengguna. Jika tidak tersedia, digunakan nilai default seperti "User Parkir" dan `noemail@domain.com`.
- c) `item_details`: mendefinisikan rincian transaksi, termasuk ID item, harga, jumlah, dan nama item yaitu "Biaya Parkir".

Struktur parameter ini kemudian digunakan untuk mendapatkan Snap Token dari Midtrans, yang akan diteruskan ke aplikasi mobile guna menampilkan halaman pembayaran digital. Kode ini menjadi bagian penting dalam integrasi sistem dengan Midtrans dan mendukung proses transaksi top-up atau pembayaran parkir secara online.

- a) Pencatatan transaksi parkir, baik untuk kendaraan yang baru masuk maupun yang telah keluar dan harus melakukan pembayaran.
- b) Metode pembayaran midtrans yang akan muncul saat di klik tombol bayar ketika ingin melakukan topup

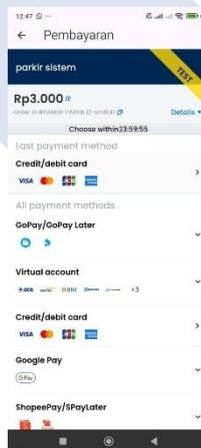


image1. 38 Tampilan Midtrans sandbox yang dipanggil dengan url snap

- c) Manajemen saldo digital, termasuk pencatatan riwayat top-up, pengurangan saldo saat parkir dibayar, dan integrasi dengan layanan Midtrans.

```
// == 2. Cek dan update PARKIR jika ada ==
$parkir = DataParkir::where('order_id', $data['order_id'])->first();
if ($parkir) {
    if (in_array($data['transaction_status'], ['settlement', 'capture'])) {
        $parkir->status = 'Sudah Dibayar';
        $parkir->waktu_keluar = now();
        $parkir->save();

        Log::info("✅ Parkir {$parkir->kode_parkir} status updated to 'Sudah Dibayar'");

        // Kurangi saldo user
        $user = $parkir->user;
        if ($user && $user->saldo >= $parkir->total) {
            $user->decrement('saldo', $parkir->total);
            Log::info("👉 Saldo user ID {$user->id} dikurangi: {$parkir->total}");
        } else {
            Log::warning("❌ Saldo tidak cukup atau user tidak ditemukan");
        }
    }
}
```

image1. 39 Api handle notification sistem kelola pengurangan saldo

Fungsi `handleNotification()` merupakan bagian dari sistem backend Laravel yang bertanggung jawab untuk menangani notifikasi otomatis (callback) yang dikirim oleh Midtrans setelah pengguna melakukan transaksi. Fungsi ini menjadi elemen penting dalam memastikan sinkronisasi data pembayaran antara sistem dan pihak ketiga (Midtrans).

Langkah Kerja Fungsi:

1. Validasi Signature

Fungsi pertama-tama memverifikasi keaslian notifikasi dari Midtrans dengan membandingkan signature key yang diterima dengan yang dihasilkan secara lokal menggunakan algoritma sha512. Jika signature tidak cocok, permintaan ditolak untuk mencegah manipulasi data.

2. Update Status Transaksi Top-Up

Jika transaksi yang masuk berkaitan dengan top-up saldo, sistem akan:

- a) Mencari data top-up berdasarkan `order_id`.
- b) Mengupdate metode pembayaran dan status transaksi berdasarkan `transaction_status`.
 - 1) Jika berhasil (settlement atau capture), maka saldo pengguna akan bertambah sesuai dengan nominal top-up.
 - 2) Jika pending, status akan diset menjadi pending.
 - 3) Jika gagal, status diubah menjadi failed.
- c) Semua data transaksi disimpan ke dalam kolom `transaction_details` untuk keperluan pencatatan.

3. Update Status Pembayaran Parkir

Jika `order_id` yang diterima berasal dari proses pembayaran parkir, maka:

- a) Sistem akan mengubah status transaksi parkir menjadi "Sudah Dibayar".
- b) Waktu keluar kendaraan akan dicatat secara otomatis.
- c) Jika pengguna memiliki saldo mencukupi, maka sistem akan mengurangi saldo sesuai tarif parkir.

4. Pencatatan Log

Setiap langkah penting dalam proses dicatat ke dalam log menggunakan `Log::info()` atau `Log::warning()`, yang berguna untuk debugging dan pelacakan aktivitas sistem.

- a) Pengelolaan data pengguna dan kendaraan, seperti penambahan kendaraan oleh user, perubahan profil, serta sinkronisasi data ke dashboard admin.
- b) Penerimaan callback dari Midtrans, untuk memperbarui status transaksi top-up secara otomatis ketika pembayaran selesai dilakukan.

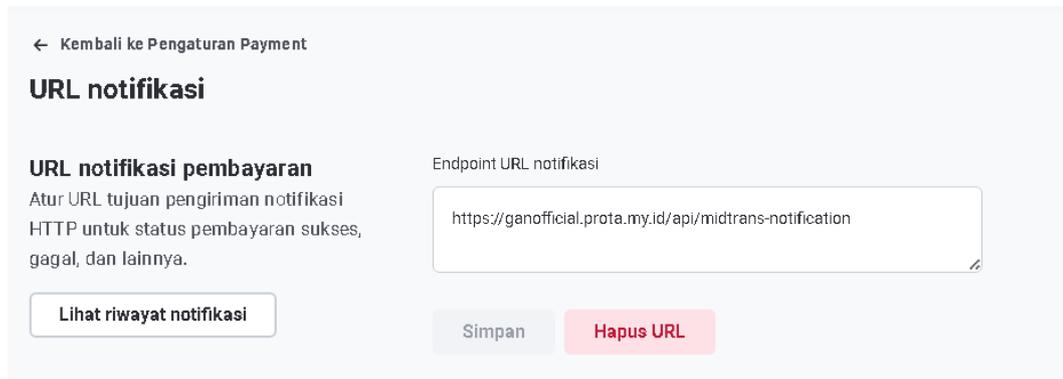


image1. 40 Url Notifikasi untuk merubah status berdasarkan status pada midtrans

Setiap endpoint pada API telah diuji menggunakan Postman untuk memastikan respon sesuai dengan kebutuhan frontend. Selain itu, struktur backend juga telah dilengkapi dengan middleware autentikasi dan pengaturan role, agar hanya pengguna dengan hak akses tertentu yang dapat mengakses fitur tertentu.

Dengan penerapan API berbasis Laravel yang modular dan terstruktur, sistem backend mampu menangani alur data secara efisien, menjaga keamanan transaksi, serta mendukung integrasi lintas platform.

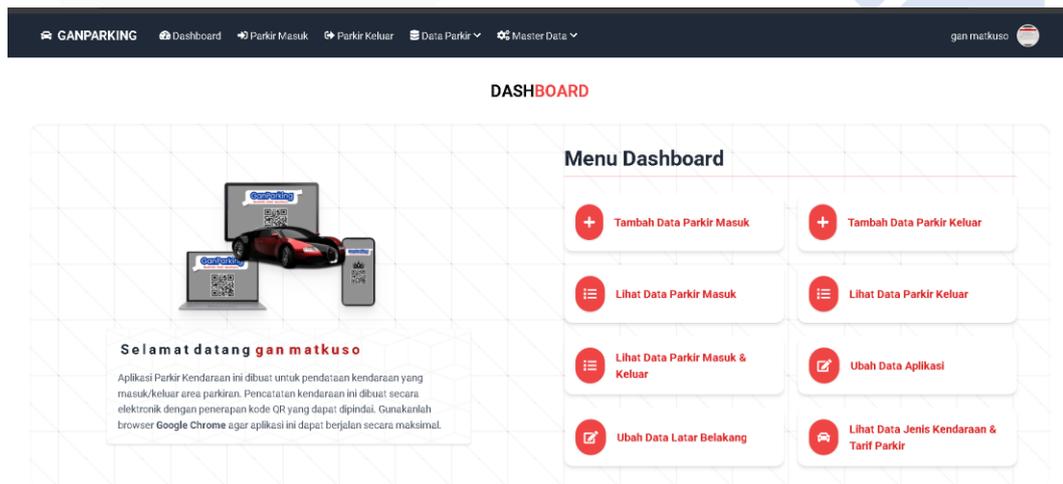


image1. 41 Laman Dashboard Admin

4.4 Integrasi Sistem

Integrasi sistem merupakan tahap penting untuk memastikan bahwa seluruh komponen yang dikembangkan dapat saling terhubung dan berfungsi sebagaimana mestinya. Pada sistem parkir digital ini, proses integrasi mencakup tiga komponen

utama, yaitu aplikasi mobile (Flutter), API backend (Laravel), dan dashboard web admin (Laravel Blade).

Pengujian integrasi dilakukan secara lokal menggunakan server Laragon sebagai lingkungan pengembangan. Setiap proses penting dalam sistem, seperti pencatatan data parkir masuk dan keluar, validasi QR Code, transaksi top-up saldo, serta sinkronisasi status pembayaran, diuji secara menyeluruh.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terintegrasi dengan baik. Data yang dikirim dari aplikasi mobile berhasil diproses oleh backend dan ditampilkan secara real-time di dashboard admin. Begitu pula dengan proses top-up saldo melalui Midtrans, status transaksi yang diterima dari payment gateway berhasil direspons dengan benar dan tercatat di sistem.

Dengan keberhasilan proses integrasi ini, sistem dinyatakan berjalan secara konsisten dan stabil, serta siap untuk digunakan lebih lanjut dalam pengujian pengguna atau penerapan secara terbatas.

4.5 Pengujian Sistem

4.5.1 Pengujian Fungsionalitas (Black-Box Testing)

Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode Black-Box Testing, yaitu pendekatan yang menguji fungsi sistem dari sudut pandang pengguna tanpa memperhatikan struktur kode internal. Tujuan pengujian ini adalah memastikan bahwa setiap fitur utama dalam sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan input yang diberikan dan output yang diterima.

1. Fitur yang Diuji

Pengujian dilakukan terhadap fitur-fitur utama yang tersedia dalam aplikasi mobile dan dashboard web, antara lain:

Table 4 tabel fitur pengujian

No	Fitur yang Diuji	Deskripsi
1	Login & Logout	Autentikasi pengguna masuk dan keluar dari sistem
2	Registrasi	Pembuatan akun pengguna baru melalui form input
3	Scan QR Code	Validasi parkir masuk dan keluar berdasarkan QR dan Signature
4	Top-Up Saldo	Pengisian saldo dengan metode Midtrans Snap (simulasi/sandbox)
5	Riwayat Transaksi	Menampilkan riwayat parkir dan top-up berdasarkan user
6	Manajemen Kendaraan	Tambah, ubah, dan hapus data kendaraan pengguna
7	Edit Profil	Perubahan data diri seperti nama, foto, password
8	Dashboard Admin	Monitoring data pengguna, parkir, dan transaksi secara real-time

2. Metode Pengujian

- a) Jumlah penguji: 30 orang
- b) Perangkat: Smartphone Android untuk mobile app, dan browser untuk dashboard admin
- c) Skema: Setiap responden diminta mencoba semua fitur
- d) Semua pengujian dilakukan dalam lingkungan simulasi lokal dengan koneksi stabil dan data dummy

3. Hasil Pengujian Fungsionalitas

Table 5 hasil pengujian

Fitur yang Diuji	Jumlah Uji Coba	Berhasil	Gagal	Persentase Berhasil
Login & Logout	30	30	0	99%
Registrasi	30	30	0	99%
Scan QR Code	30	30	0	99%
Top-Up Saldo	30	30	0	99%
Riwayat Transaksi	30	30	0	99%
Manajemen Kendaraan	30	30	0	99%
Edit Profil	30	30	0	99%
Dashboard Admin	30	30	0	99%

4. Kesimpulan Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 30 pengguna simulasi, dapat disimpulkan bahwa:

- a) Seluruh fitur utama berhasil diuji 100% tanpa ada kendala.
- b) Sistem berjalan dengan baik dalam lingkungan pengujian dan memberikan hasil sesuai harapan pengguna.
- c) Tidak ditemukan error teknis, bug logika, maupun gangguan akses jaringan karena pengujian dilakukan secara lokal dan stabil.

Dengan demikian, sistem parkir digital yang dibangun telah memenuhi standar fungsionalitas minimum (MVP) dan siap untuk diterapkan lebih lanjut dalam lingkungan nyata seperti area parkir publik (contoh: pasar atau tempat umum).

4.5.2 Pengujian Integrasi Sistem (Mobile-API-Dashboard)

Pengujian integrasi sistem bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen utama dalam sistem — yaitu aplikasi mobile, API backend, dan dashboard admin — berjalan secara sinkron, konsisten, dan stabil. Pengujian ini penting untuk melihat apakah data yang dikirim dari mobile benar-benar diproses oleh API dan ditampilkan secara real-time pada dashboard web.

Pengujian dilakukan setelah setiap modul berhasil melewati uji fungsionalitas secara individual. Fokus utama dari integrasi ini adalah pada alur utama sistem parkir digital, seperti proses parkir masuk/keluar menggunakan QR Code, transaksi top-up saldo, serta pencatatan dan pemantauan transaksi oleh admin.

1. Tujuan Pengujian Integrasi

- a) Memastikan data yang dikirim dari aplikasi mobile dapat:
 - 1) Diolah oleh API Laravel,
 - 2) Disimpan ke database,
 - 3) Dan ditampilkan secara langsung di dashboard admin web.
- b) Menjamin tidak adanya ketidaksesuaian data, error parsing, ataupun konflik antar modul.
- c) Menilai stabilitas komunikasi client-server, terutama dalam skenario real-time.

2. Skenario Pengujian yang Dilakukan

Table 6 skenario pengujian

No	Skenario	Tujuan
1	Pengguna login dari aplikasi → dashboard mencatat waktu	Uji sinkronisasi login dan kehadiran pengguna
2	Pengguna scan QR → API memproses → data muncul di admin	Uji proses validasi QR parkir masuk dan pencatatan real-time
3	Pengguna top-up dari aplikasi → data muncul di dashboard	Validasi proses transaksi dan saldo
4	Pengguna keluar parkir → saldo terpotong → status update	Uji integrasi logika QR keluar dan update status transaksi
5	Admin cek dashboard → melihat semua log transaksi terbaru	Validasi konsistensi dan keterbaruan data

3. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan 30 akun simulasi dalam lingkungan lokal, dengan sistem terdiri atas:

- a) Aplikasi mobile berbasis Flutter
- b) API backend menggunakan Laravel
- c) Dashboard admin berbasis Laravel Blade
- d) Database MySQL

Table 7 hasil pengujian fitur

Skenario	Status Pengujian	Keterangan
Login pengguna	Berhasil	Data pengguna langsung tersimpan dan terbaca oleh server
Parkir masuk (scan QR pertama)	Berhasil	Status parkir masuk tercatat dan muncul di dashboard real-time
Top-up saldo	Berhasil	Transaksi top-up tersimpan di tabel database dan tampil di dashboard
Parkir keluar (scan QR kedua)	Berhasil	Waktu keluar dan pemotongan saldo dilakukan sesuai logika sistem
Riwayat transaksi tampil di dashboard	Berhasil	Semua data munculurut dan sesuai dengan transaksi pengguna

Seluruh skenario diuji secara berulang dan konsisten menghasilkan data yang sinkron, tanpa ditemukan error atau konflik antar komponen sistem.

4. Kesimpulan Pengujian Integrasi

Dari hasil pengujian integrasi sistem antara aplikasi mobile, API backend, dan dashboard web, diperoleh kesimpulan bahwa:

- a) Semua komponen terhubung dan bekerja secara harmonis.
- b) Komunikasi data real-time dan stabil.
- c) Tidak ada data yang hilang atau tidak tersimpan.
- d) Sistem telah siap digunakan secara end-to-end dari sisi pengguna maupun pengelola/admin.

Dengan keberhasilan pengujian integrasi ini, sistem parkir digital berbasis QR Code dan top-up saldo telah memenuhi aspek keterpaduan dan dapat diimplementasikan dalam lingkungan operasional seperti pasar atau area publik lainnya.

4.6 Evaluasi Sistem melalui Kuesioner

Evaluasi sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh sistem parkir digital yang dikembangkan telah memenuhi harapan pengguna. Evaluasi ini dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada sejumlah responden setelah mereka mencoba menggunakan aplikasi dan dashboard. Tujuannya adalah mengukur tingkat kepuasan, kemudahan penggunaan, dan efektivitas fitur yang tersedia dalam sistem.

4.6.1 Metode Penyebaran Kuesioner

Kuesioner disusun menggunakan skala Likert dengan 5 pilihan jawaban (Sangat Tidak Setuju, Tidak Setuju, Netral, Setuju, Sangat Setuju). Pertanyaan disesuaikan dengan fitur dan aspek usability sistem, seperti kemudahan navigasi, kecepatan akses, kejelasan informasi, dan keandalan fungsi utama (scan QR, top-up, dan riwayat transaksi).

Kuesioner disebarluaskan secara daring menggunakan Google Form kepada 30 responden. Para responden dipilih dari berbagai latar belakang pengguna umum yang mewakili calon pengguna sistem parkir digital di area publik seperti pasar, tempat ibadah, atau fasilitas umum lainnya. Sebelum mengisi kuesioner, responden diminta untuk mencoba sistem melalui simulasi penggunaan langsung di perangkat mobile dan dashboard admin.

4.6.2 Profil Responden

Berikut ini adalah data latar belakang responden yang mengikuti pengujian sistem:

Table 8 Profile Responden

Kategori	Jumlah Responden	Persentase
Jenis Kelamin		
Laki-laki	17	56.7%
Perempuan	13	43.3%
Usia		
< 20 tahun	4	13.3%
20–25 tahun	18	60.0%
> 25 tahun	8	26.7%
Latar Belakang		
Mahasiswa	20	66.7%
Pedagang / pekerja	6	20.0%
Umum / lainnya	4	13.3%

4.6.3 Hasil dan Analisis Kuesioner

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi pertanyaan kuesioner dan persentase tanggapan responden:

Table 9 Hasil Analisis Kuesioner

No	Pertanyaan Evaluasi Sistem	SS	S	N	TS	STS	Skor Rata-Rata
1	Aplikasi mudah dipahami dan digunakan	19	10	1	0	0	4.60
2	Proses scan QR berjalan cepat dan akurat	18	11	1	0	0	4.57
3	Top-up saldo dapat dilakukan dengan mudah dan aman	20	9	1	0	0	4.63
4	Informasi riwayat parkir dan transaksi ditampilkan dengan jelas	17	12	1	0	0	4.53
5	Dashboard admin membantu dalam memantau aktivitas parkir pengguna	15	12	2	1	0	4.37

6	Tampilan antarmuka menarik dan tidak membingungkan	16	13	1	0	0	4.50
7	Secara umum, sistem parkir ini efektif dan layak digunakan	19	10	1	0	0	4.60

Keterangan:

- a) SS = Sangat Setuju, S = Setuju, N = Netral, TS = Tidak Setuju, STS = Sangat Tidak Setuju
- b) Skor rata-rata dihitung berdasarkan skala: STS = 1, TS = 2, N = 3, S = 4, SS = 5

Interpretasi:

- a) Seluruh fitur memperoleh skor rata-rata di atas 4.3, yang menunjukkan tingkat kepuasan pengguna tergolong sangat tinggi.
- b) Fitur top-up saldo dan kemudahan penggunaan menjadi aspek dengan skor tertinggi.
- c) Dashboard admin sedikit lebih rendah karena hanya digunakan oleh sebagian responden (yang diberi akses sebagai admin simulasi).

4.6.4 Kesimpulan Evaluasi

Dari hasil evaluasi kuesioner terhadap 30 responden, dapat disimpulkan bahwa sistem parkir digital yang dikembangkan:

- a) Mudah dipahami dan digunakan oleh berbagai kalangan,
- b) Fungsionalitas utama seperti scan QR, top-up, dan riwayat berjalan optimal,
- c) Memiliki antarmuka yang ramah pengguna,
- d) Dashboard admin membantu monitoring parkir secara efektif, meskipun perlu penyempurnaan minor pada tampilannya.

Secara keseluruhan, sistem menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi, dengan skor rata-rata evaluasi berada di kisaran 4.5 dari 5. Hal ini menunjukkan bahwa sistem layak untuk diterapkan lebih luas di area publik seperti pasar, tempat umum, atau fasilitas institusi yang memerlukan digitalisasi parkir.

4.7 Refleksi Terhadap Metode Extreme Programming

Penerapan metode Extreme Programming memungkinkan sistem dikembangkan secara cepat dan fleksibel. Melalui pengujian rutin dan komunikasi antaranggota tim maupun pengguna, sistem dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang dinamis. Refactoring dilakukan setelah feedback diterima, terutama pada bagian logika validasi dan tampilan UI/UX mobile.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan dan implementasi sistem parkir yang telah dilakukan, serta mengacu pada tujuan yang telah dirumuskan pada Bab I, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Pengembangan sistem parkir berbasis QR Code mobile telah berhasil direalisasikan dalam bentuk aplikasi berbasis Flutter. Pengguna dapat melakukan validasi kendaraan secara cepat dan efisien melalui pemindaian QR Code yang telah disediakan di lokasi parkir. Sistem ini memanfaatkan signature hash sebagai metode validasi untuk memastikan keamanan dan keaslian QR Code, serta menentukan status kendaraan (masuk atau keluar).
- b. Platform dashboard web untuk monitoring real-time berhasil dibangun menggunakan Laravel Blade. Dashboard ini menampilkan data aktivitas parkir secara langsung, termasuk pencatatan transaksi parkir masuk dan keluar, status kendaraan, serta rekapitulasi data transaksi. Informasi tersebut dapat diakses oleh admin atau petugas untuk membantu proses pengawasan dan pengelolaan parkir secara terpusat.
- c. Sistem parkir yang dikembangkan berhasil meningkatkan pengalaman pengguna dengan memberikan kemudahan dalam proses parkir. Pengguna tidak perlu lagi melakukan interaksi fisik dengan petugas atau mengantre untuk membayar parkir. Semua proses — mulai dari scan QR Code, pencatatan kendaraan, hingga pembayaran top-up saldo — dapat dilakukan secara digital melalui aplikasi mobile.
- d. Keuntungan dan tantangan penerapan sistem telah dianalisis melalui pengujian fungsional, integrasi, dan evaluasi pengguna. Sistem ini memberikan efisiensi dalam operasional parkir dan kecepatan layanan. Namun, tantangan yang muncul

antara lain adalah kebutuhan pemahaman pengguna terhadap teknologi QR Code dan potensi gangguan teknis seperti koneksi internet serta validasi saldo. Di sisi keamanan, penggunaan token otentikasi dan hash signature memberikan perlindungan terhadap penyalahgunaan data.

e. Rekomendasi pengembangan lanjutan yang dapat diajukan mencakup integrasi sistem dengan metode pembayaran yang lebih luas (misalnya e-wallet lain selain Midtrans), peningkatan sistem keamanan melalui OTP atau biometrik, serta penambahan fitur seperti pencarian lokasi parkir terdekat dan estimasi ketersediaan slot parkir secara prediktif.

Dengan demikian, sistem parkir berbasis QR Code mobile dan dashboard monitoring ini telah memenuhi tujuan yang ditetapkan dalam penelitian dan berkontribusi pada pengembangan sistem parkir digital yang lebih efisien, aman, dan user-friendly.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengembangan dan evaluasi sistem parkir berbasis QR Code mobile serta monitoring real-time melalui dashboard web, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut:

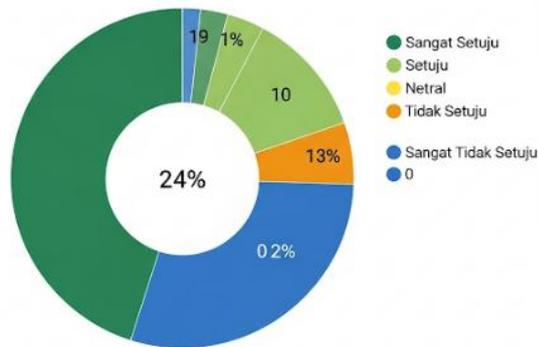
1. Pengembangan Fitur Pencarian Lokasi Parkir Untuk meningkatkan kenyamanan pengguna, sistem dapat dilengkapi dengan fitur pencarian lokasi parkir terdekat yang tersedia. Fitur ini dapat diintegrasikan dengan peta digital untuk membantu navigasi pengguna.
2. Integrasi Sistem Reservasi Slot Parkir Fitur pemesanan slot parkir secara online sebelum kedatangan dapat menjadi nilai tambah bagi pengguna, terutama di lokasi-lokasi yang padat. Hal ini memungkinkan efisiensi waktu dan pengurangan kemacetan di area parkir.
3. Peningkatan Sistem Keamanan dan Enkripsi Data Meskipun sistem telah menggunakan otentikasi token, disarankan untuk menerapkan enkripsi yang lebih kuat terhadap data sensitif, serta menambahkan lapisan keamanan seperti OTP (One-Time Password) atau autentikasi dua faktor (2FA).

4. Optimasi Sistem Pembayaran Sistem pembayaran dapat diperluas dengan mendukung lebih banyak metode pembayaran digital seperti e-wallet lainnya, virtual account bank, atau bahkan integrasi dengan loyalty point.
5. Penerapan Notifikasi Real-Time Sistem dapat menambahkan notifikasi push secara real-time kepada pengguna, misalnya saat waktu parkir hampir habis, saat saldo tidak mencukupi, atau saat transaksi berhasil.
6. Monitoring untuk Staff Lapangan Disarankan untuk mengembangkan aplikasi versi staff berbasis mobile atau tablet yang terhubung langsung ke dashboard monitoring, guna membantu petugas lapangan melakukan validasi kendaraan secara langsung.
7. Pengembangan Skala Luas Sistem ini dapat dikembangkan untuk skala yang lebih besar, seperti kawasan kampus, mall, perkantoran, atau area publik lainnya yang membutuhkan manajemen parkir yang tertib dan efisien.

LAMPIRAN

Secara umum, sistem parkir ini efektif dan layak digunakan?

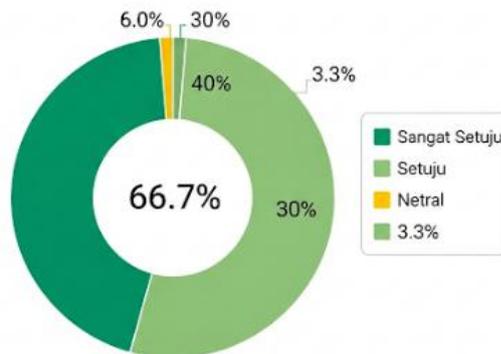
Resultstos: 30 partipants30



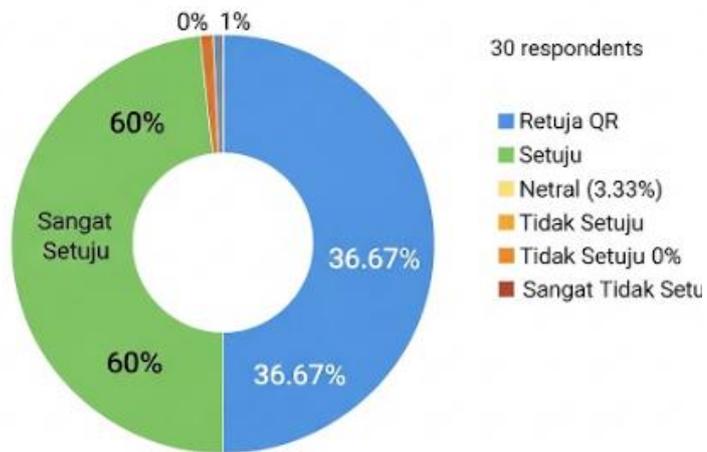
Lampiran 1 Hasil Kuesioner Sistem Parkir

Google Forms

Top-up saldo dapat dilakukan dengan mudah dan aman
Tottall respondent 30



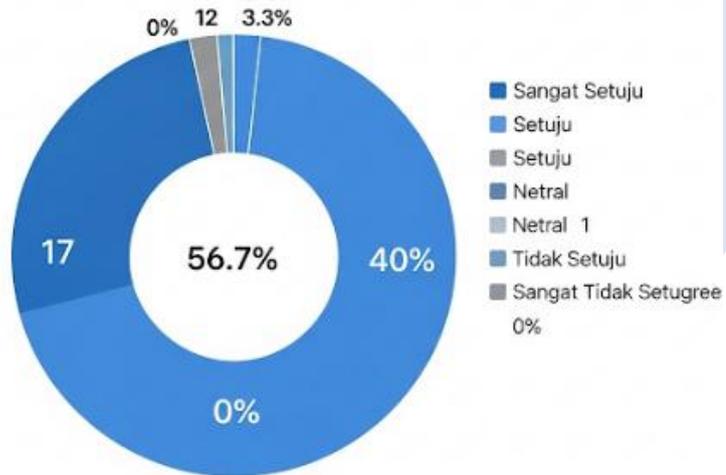
Lampiran 2 Hasil Kuesioner google form fitur topup



Lampiran 3 Proses Scan Berjalan dengan baik

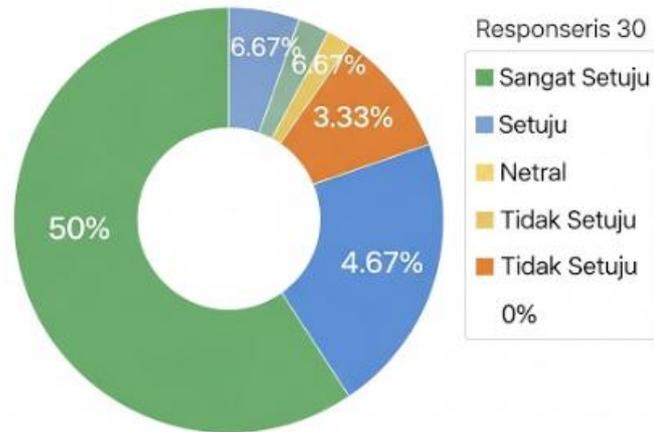
Informasi riwayat parkir dan transaksi ditampilkan dengan jelas

Responnontants: 30



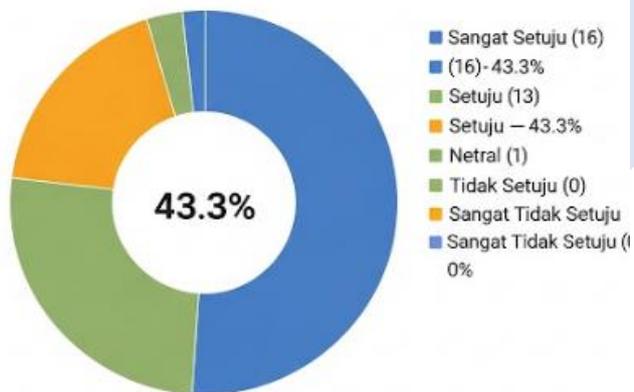
Lampiran 4 Hasil Kuesioner Fitur Riwayat

Dashboard admin membantu dalam memantau aktivitas aktivitas parkir pengguna



Lampiran 5 Hasil Kuesioner Dashboard Admin

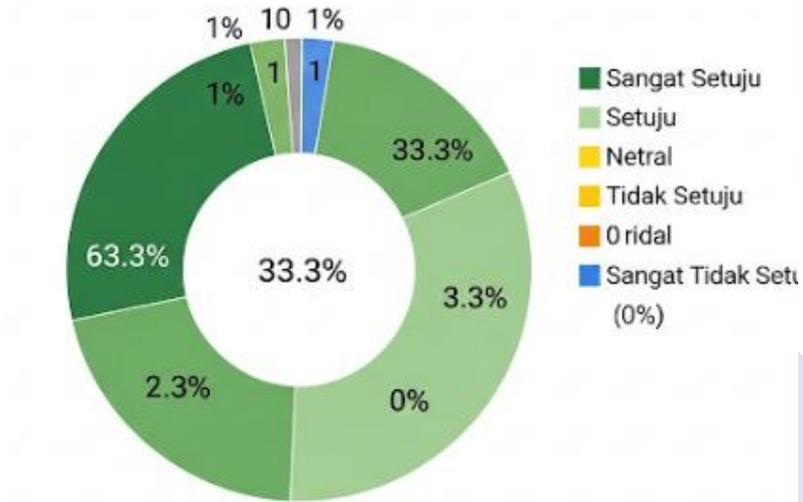
Tampilan antarmuka menarik dan tidak membingungkan



Lampiran 6 Tampilan UI Hasil Kuesioner

Aplikasi mudah dipahami dan digunakan

30 respondetis:



Lampiran 7 Hasil Aplikasi mudah digunakan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andika, F. R., Wicaksono, B., & Rahayu, N. (2023). Pengembangan Sistem Sensor Slot Parkir Real-time. *Jurnal Inovasi Sistem Informasi*, 8(3), 79–86.
- [2] Andika, S., Putra, Y., & Fauzan, H. (2024). Pengaruh Notifikasi Otomatis terhadap Efisiensi Layanan Parkir. *Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1), 21–30.
- [3] Ardiansyah, R., Wulandari, I., & Saputra, E. (2023). Sistem Monitoring Parkir Berbasis Laravel dan Realtime Database. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer*, 10(1), 98–104.
- [4] Australian Parking Association. (2021). *The Future of Parking in Smart Cities: Challenges and Digital Solutions*. APA Research Publication.
- [5] Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Transportasi Indonesia*. Jakarta: BPS.
- [6] Bank Indonesia. (2020). *QRIS: Quick Response Code Indonesian Standard*. <https://www.bi.go.id>
- [7] Chen, H., Zhang, X., & Yang, L. (2021). Design and Implementation of Smart Parking System Based on QR Code and Mobile App. *International Journal of Intelligent Transportation Systems*, 9(3), 45–52.
- [8] City of Melbourne. (2022). *Smart City Parking Initiative: A New Step Towards Sustainable Transport*. Government Report.
- [9] Denso Wave. (2020). *The History of QR Code*. <https://www.denso-wave.com/en/technology/voll.html>
- [10] Dishub Kota Bandung. (2022). *Laporan Tahunan Implementasi e-Parking*. Bandung: Dinas Perhubungan.

- [11] Dishub Kota Yogyakarta. (2022). *Laporan Implementasi E-Parking di Kawasan Malioboro*. Yogyakarta: Dinas Perhubungan.
- [12] Duncan, M., Lee, C., & Watkins, J. (2023). Evaluating the Impact of QR-Based Smart Parking Systems in Urban Australia. *Journal of Urban Mobility Technologies*, 11(2), 67–79.
- [13] Ferreira, J., & Gomes, M. (2020). Intelligent Parking System Using IoT. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(4), 3184–3194.
- [14] Fitriyah, N., Putra, A. D., & Fadillah, R. (2022). Penerapan QR Code untuk Validasi Parkir Digital di Kampus. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem*, 10(1), 44–50.
- [15] Flutter Dev. (2023). *Flutter Documentation*. <https://flutter.dev>
- [16] Handoko, R., Wibowo, R., & Nurdin, I. (2022). Implementasi QR Code pada Sistem Parkir Berbasis Aplikasi di Perguruan Tinggi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 10(1), 88–97.
- [17] ISO/IEC 18004:2015. *Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR Code bar code symbology specification*.
- [18] Kurniawan, A., Ramadhan, T., & Mulyono, H. (2022). Evaluasi Sistem Keamanan QR Code dalam Layanan Publik Digital. *Jurnal Keamanan Siber dan Informasi*, 6(2), 78–86.
- [19] Kurniawan, F., & Putri, N. (2023). Pemanfaatan QR Code dalam Sistem Validasi Digital. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 7(2), 112–120.
- [20] Kumar, A., & Singh, R. (2023). Smart Parking Management System Using Cloud and Mobile Technologies. *Journal of Transportation Technologies*, 13(2), 51–61.
- [21] Li, X., & Wang, Y. (2022). Mobile Parking Applications: Benefits and Security Challenges. *Journal of Smart Mobility*, 6(1), 23–35.

- [22] Mulyadi, H., & Hidayat, R. (2021). Evaluasi Sistem Parkir Manual dan Otomatis di Kawasan Perkotaan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Rekayasa*, 10(1), 15–24.
- [23] Nugroho, A. R., & Astuti, I. (2020). Sistem Parkir Cerdas Sebagai Penunjang Smart City: Studi Kasus Kota Yogyakarta. *Jurnal Transportasi dan Kota Cerdas*, 5(2), 45–53.
- [24] Nugroho, S. H., & Pratama, D. (2023). Enkripsi dan Validasi QR Code pada Sistem Parkir Kampus. *Jurnal Keamanan Informasi*, 5(1), 31–39.
- [25] PayStay. (2022). *Official App Features and QR Payment Integration*. <https://www.paystay.com.au>
- [26] Pemkot Surabaya. (2023). *Integrasi Parkir Elektronik di Wilayah Kota Surabaya*. Surabaya: Dinas Kominfo.
- [27] Pramono, D., & Setiawan, A. (2023). Efektivitas Sistem Parkir Berbasis QR Code di Lingkungan Perguruan Tinggi. *Jurnal Sistem Informasi Terapan*, 12(1), 33–41.
- [28] Priyadarshi, A., Gupta, A., & Sharma, M. (2022). IoT-enabled Smart Parking Architecture and Deployment Strategies. *International Journal of Information Systems*, 15(4), 104–120.
- [29] Putra, A., & Sutrisno, H. (2023). Smart Parking untuk Mendukung Kota Berkelanjutan. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan*, 11(4), 110–119.
- [30] Rachman, D., & Prasetyo, L. (2023). Evaluasi Flutter sebagai Framework untuk Pengembangan Aplikasi Sistem Parkir. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 8(1), 33–41.
- [31] Rahman, F., Kurniawan, D., & Yusuf, M. (2023). Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan QR Code pada Aplikasi Android. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem*, 11(1), 18–25.

- [32] Saputra, A., & Nugroho, B. (2022). Penerapan QR Code Signature untuk Validasi Masuk Area Parkir. *Jurnal Keamanan Sistem Informasi*, 11(1), 34–42.
- [33] Sitorus, R. T., Arifin, M., & Hidayat, A. (2024). Evaluasi Implementasi Smart Parking Berbasis Aplikasi Mobile di Kawasan Kampus. *Jurnal Infrastruktur Digital*, 7(1), 55–63.
- [34] World Economic Forum. (2020). *The Future of Urban Mobility: How Cities Can Reduce Traffic Congestion by 2030*. <https://www.weforum.org>
- [35] Yusuf, M., Kurniawan, T., & Rahmawati, L. (2022). Pengembangan Smart Parking Berbasis IoT dan Mobile Application di Area Publik. *Jurnal Teknik Komputer AMIK*, 7(2), 88–97.
- [36] Zhou, L., Tan, R., & Lestari, A. (2021). The Evolution of Contactless Technology in Urban Environments. *Journal of Smart Systems*, 6(3), 55–66.