

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Aplikasi Mobile

Aplikasi mobile adalah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk berjalan pada perangkat bergerak seperti smartphone atau tablet. Menurut (Pressman, 2015), berbeda dengan aplikasi desktop, aplikasi mobile menawarkan fleksibilitas dan aksesibilitas yang lebih tinggi, memungkinkan pengguna untuk mengakses layanan kapan saja dan di mana saja. Dalam konteks penelitian ini, aplikasi mobile digunakan sebagai platform utama untuk memudahkan pelanggan Rumbai Futsal melakukan pemesanan lapangan tanpa harus datang ke lokasi.

2.1.2 Framework Flutter

Flutter adalah kerangka kerja (framework) pengembangan aplikasi open-source yang dikembangkan oleh Google. Menurut (Google Developers, 2024c), Flutter memungkinkan pengembang untuk membangun aplikasi multi-platform (Android, iOS, Web, dan Desktop) secara natif hanya dengan menggunakan satu basis kode (single codebase). Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Dart. Keunggulan utama Flutter adalah fitur Hot Reload yang mempercepat proses pengembangan antarmuka, serta performa rendering yang tinggi yang mendekati kinerja aplikasi native.

2.1.3 Bahasa Pemrograman Dart

Dart adalah bahasa pemrograman yang dioptimalkan untuk pengembangan antarmuka pengguna (client-optimized) yang dikembangkan oleh Google untuk membangun aplikasi berperforma tinggi di berbagai platform. Menurut (Google Developers, 2024a), Dart dirancang untuk memberikan produktivitas pengembangan yang tinggi melalui fitur Hot Reload serta performa eksekusi yang cepat melalui kompilasi Ahead-of-Time (AOT) ke dalam kode mesin native. Dalam konteks penelitian ini, Dart digunakan sebagai bahasa utama dalam framework Flutter untuk membangun seluruh logika fungsional sistem aplikasi Rumbai Futsal, mulai dari pengintegrasian layanan backend Firebase hingga pemrosesan keamanan

data tiket menggunakan algoritma kriptografi AES-128.

2.1.4 Firebase

adalah platform Backend-as-a-Service (BaaS) dari Google yang menyediakan berbagai alat untuk membantu pengembangan aplikasi web dan mobile. Pada penelitian ini, layanan Firebase yang digunakan meliputi:

1. Firebase Authentication: Layanan untuk mengelola otentikasi pengguna, termasuk proses login, registrasi, dan verifikasi email yang aman.
2. Cloud Firestore: Database NoSQL berbasis cloud yang fleksibel dan skalabel untuk menyimpan data pemesanan, jadwal, dan profil pengguna secara real-time (Google Developers, 2024b).

2.1.5 QR Code (Quick Response Code)

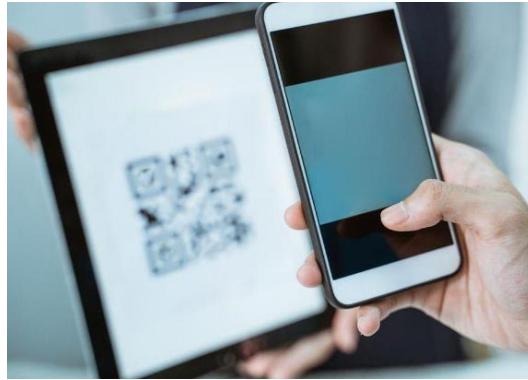
QR Code adalah kode matriks dua dimensi yang dikembangkan oleh Denso Wave (1994) yang mampu menyimpan informasi alfanumerik dalam kapasitas yang lebih besar dibandingkan barcode batang. Berdasarkan sifat datanya, QR Code dibagi menjadi dua jenis utama (Denso Wave, 2024):

1. QR Code Statis: Informasi dikodekan secara langsung ke dalam pola gambar. Jika data berubah, kode QR harus dibuat ulang.



Gambar 2. 1 QR Code Statis

2. QR Code Dinamis: Pola gambar hanya menyimpan tautan (URL) pendek atau penunjuk (pointer) yang mengarahkan ke data di server. Hal ini memungkinkan konten di dalamnya diperbarui atau diubah (misalnya status tiket dari "Aktif" menjadi "Terpakai") tanpa perlu mengubah bentuk fisik kode QR. Jenis inilah yang diterapkan dalam sistem tiket futsal ini untuk keamanan (Yanuarafi, 2023)

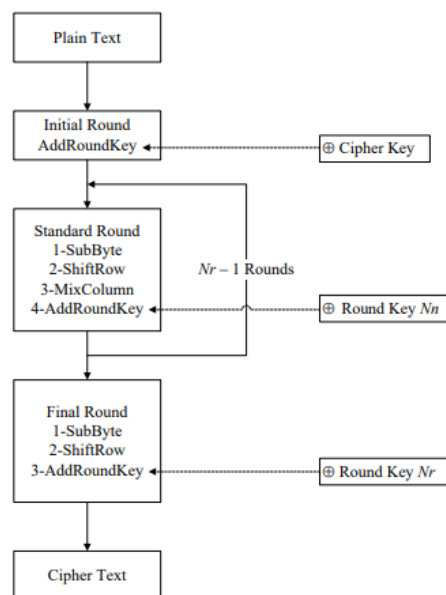


Gambar 2. 2 QR Code Dinamis

2.1.6 Algoritma Kriptografi AES-128

Advanced Encryption Standard (AES) adalah standar enkripsi kunci simetris yang digunakan untuk mengamankan data elektronik. Menurut (Stallings, 2017), varian AES-128 menggunakan kunci sepanjang 128-bit untuk proses enkripsi dan dekripsi. Dalam lingkungan aplikasi mobile, penelitian oleh (Dede Sahrul Bahri & Muhammad 'Arda Rizqy Fauzan, 2025) menyimpulkan bahwa AES-128 lebih disukai dibandingkan AES-256 karena proses komputasinya yang lebih ringan dan cepat. Hal ini membuat algoritma ini tidak membebani kinerja baterai dan memori smartphone, namun tetap memberikan tingkat keamanan yang sangat tinggi untuk melindungi data transaksi tiket dari upaya pembacaan ilegal.

Secara teknis, AES-128 beroperasi dalam beberapa putaran (*rounds*) transformasi data.



Gambar 2. 3 Skema Satu Putaran (Round) Enkripsi AES-128

Berdasarkan gambar di atas, proses enkripsi dalam satu putaran terdiri dari empat transformasi utama:

1. SubByte (Substitusi Byte): Tahap ini mengganti setiap byte data tiket dengan byte lain menggunakan tabel substitusi (S-Box) untuk mengacak data.
2. ShiftRow (Pergeseran Baris): Tahap ini melakukan pergeseran baris data secara wrapping (memutar) untuk menyebarkan data antar kolom.
3. MixColumn (Pengacakan Kolom): Tahap ini mengacak data pada masing-masing kolom array state agar data semakin sulit dipola.
4. AddRoundKey: Tahap akhir di mana data hasil acakan digabungkan (XOR) dengan kunci rahasia (Round Key).

2.1.7 Payment Gateway dan Midtrans

Payment Gateway adalah sebuah layanan teknologi pihak ketiga yang memfasilitasi otorisasi dan pemrosesan pembayaran secara elektronik, baik melalui transfer bank, dompet digital (e-wallet), maupun QRIS. Menurut (Fatman et al., 2023), layanan ini bertindak sebagai jembatan antara aplikasi peladen (merchant) dengan institusi keuangan untuk memastikan transaksi berjalan dengan aman, cepat, dan tervalidasi secara real-time. Dalam penelitian ini, sistem menggunakan Midtrans sebagai penyedia Payment Gateway. Integrasi Midtrans memungkinkan

aplikasi Rumbai Futsal untuk menerima notifikasi status pembayaran (webhook) secara otomatis sesaat setelah pelanggan berhasil melakukan pelunasan transaksi, sehingga status pesanan di database dapat langsung diperbarui menjadi lunas tanpa perlu lagi melakukan pengecekan mutasi rekening atau bukti transfer manual oleh Admin (Fatman et al., 2023).

2.1.8 Verifikasi Email (Email Verification)

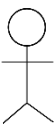
Verifikasi email adalah mekanisme keamanan untuk memvalidasi otentisitas identitas pengguna saat melakukan pendaftaran. Menurut (Rizky et al., 2019), dalam mekanisme ini sistem akan mengirimkan tautan atau kode unik ke alamat email yang didaftarkan pengguna, dan akun hanya akan aktif jika pengguna berhasil mengonfirmasi kode tersebut. Metode ini bertujuan untuk mencegah pembuatan akun palsu (fake account), mengurangi spam booking, dan memastikan bahwa setiap pengguna yang terdaftar dapat dihubungi.

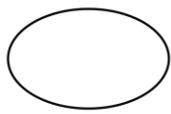
2.1.9 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah standar bahasa pemodelan visual yang digunakan untuk mendefinisikan, memvisualisasikan, membangun, dan mendokumentasikan artefak dari sistem perangkat lunak. Menurut (Rosa & Shalahuddin, 2018), UML menyediakan sekumpulan standar diagram untuk menggambarkan alur kerja sistem dari berbagai sudut pandang. Dalam perancangan aplikasi ini, diagram UML yang digunakan meliputi:

1. Use Case Diagram: Diagram yang menggambarkan interaksi fungsional antara pengguna (actor) dengan sistem. Diagram ini mendefinisikan fitur apa saja yang dapat dilakukan oleh pengguna di dalam aplikasi, seperti login, memesan tiket, atau memindai QR Code.

Tabel 2. 1 Use Case Diagram

Gambar Simbol	Nama Simbol	Keterangan
	Actor	Mewakili peran pengguna atau sistem lain yang berinteraksi.

	Use Case	Fungsionalitas atau fitur yang disediakan sistem.
	Association	Menghubungkan interaksi antara actor dan use case.

2.1.10 Black Box Testing

Black Box Testing (Pengujian Kotak Hitam) adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas sistem tanpa mengetahui struktur kode internal atau logika pemrogramannya. Menurut (Pressman, 2015), pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan sejumlah input pada sistem dan mengamati apakah output yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Metode ini dipilih karena sangat relevan untuk menguji antarmuka aplikasi mobile, memastikan bahwa fungsi utama seperti formulir pemesanan, pemindaian QR Code, dan verifikasi email berjalan dengan benar dari sudut pandang pengguna akhir (end-user).

2.1.11 User Acceptance Testing (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah tahapan akhir dari proses pengujian perangkat lunak (software testing) yang dilakukan sebelum sebuah sistem diimplementasikan secara resmi pada lingkungan operasional. Menurut Pressman dan Maxim (2015), UAT merupakan proses pengujian yang dieksekusi secara langsung oleh pengguna akhir (end-user) untuk memverifikasi apakah perangkat lunak yang dibangun telah berfungsi sesuai dengan ekspektasi dan spesifikasi kebutuhan pengguna. Berbeda dengan pengujian fungsional yang berfokus pada logika internal kode, UAT lebih berfokus pada penilaian kesiapan sistem untuk digunakan di lapangan. Pengujian penerimaan ini mendemonstrasikan bahwa perangkat lunak tidak hanya berjalan dengan benar secara teknis, tetapi juga secara praktis dapat memfasilitasi tugas atau menyelesaikan permasalahan operasional yang dihadapi pengguna (Sommerville, 2015).

1. Tujuan Pengujian UAT

Pelaksanaan UAT memiliki peran krusial dalam siklus hidup pengembangan sistem yang berfokus pada antarmuka dan pengalaman pengguna. Tujuan utama dari dilakukannya UAT adalah untuk memvalidasi bahwa fungsionalitas sistem selaras dengan alur kerja operasional. Selain itu, UAT berfungsi untuk meminimalisir risiko penolakan dari pengguna saat sistem mulai diimplementasikan secara penuh, serta mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem (usability) dalam mewujudkan transisi layanan dari pencatatan manual ke bentuk digital.

2. Instrumen Pengukuran (Skala Likert)

Untuk mengukur tingkat persetujuan dan kepuasan pengguna terhadap antarmuka dan fungsionalitas sistem, instrumen yang umum digunakan adalah kuesioner dengan Skala Likert. Menurut (Sugiyono, 2019), Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang tentang fenomena tertentu. Responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap pernyataan yang diukur dengan 5 (lima) tingkatan interval, yaitu Sangat Setuju (5), Setuju (4), Netral (3), Tidak Setuju (2), dan Sangat Tidak Setuju (1). Data kuantitatif dari skala ini kemudian dihitung persentasenya untuk menentukan tingkat kelayakan implementasi perangkat lunak.

2.1.12 Rumbai Futsal

Rumbai Futsal merupakan sebuah pusat layanan fasilitas olahraga yang beralamat di Jalan Kartika Sari, Kecamatan Rumbai, Kota Pekanbaru. Tempat ini tidak hanya berfokus pada penyewaan lapangan futsal bagi masyarakat, tetapi juga mengelola fasilitas tambahan berupa kolam renang umum. Fasilitas olahraga ini beroperasi setiap hari mulai pukul 06.30 hingga 23.00 WIB. Dalam kegiatan operasional sehari-harinya, sistem manajemen di Rumbai Futsal baik untuk pencatatan jadwal sewa lapangan maupun penjualan tiket masuk kolam renang masih dijalankan secara manual oleh admin dan penjaga loket yang bertugas di lokasi.

2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam mengembangkan sistem ini, penulis melakukan tinjauan terhadap beberapa penelitian sebelumnya yang memiliki relevansi dengan topik pemesanan lapangan olahraga, teknologi QR Code, dan keamanan data.

Penelitian oleh (Alfiansyah et al., 2020) dengan judul "Rancang Bangun Aplikasi Pemesanan Lapangan Futsal Berbasis Android Menggunakan Metode Waterfall". Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi mobile untuk Champion Futsal Malang guna mengatasi masalah bentrok jadwal. Hasilnya adalah aplikasi berbasis Android yang memudahkan pelanggan melihat jadwal kosong, namun sistem ini belum menerapkan enkripsi pada data transaksi dan validasi tiket masih bersifat manual.

(Tri et al., 2025) mengembangkan "Sistem Reservasi Lapangan Futsal Berbasis Web dengan Integrasi Instruksi Pembayaran Digital". Penelitian ini menawarkan keunggulan pada fitur pembayaran digital otomatis. Namun, karena berbasis web, sistem ini kurang fleksibel untuk proses validasi tiket di lapangan (on-site) dibandingkan aplikasi native Android, dan belum memiliki mekanisme pencegahan duplikasi tiket secara spesifik.

(Priyambodo et al., 2020) dalam penelitiannya "Implementasi QR Code Berbasis Android pada Sistem Presensi" menguji efektivitas pemindaian QR Code menggunakan kamera smartphone. Hasil penelitian menunjukkan bahwa QR Code dapat dipindai optimal pada jarak 3–45 cm dengan tingkat akurasi 98%. Studi ini menjadi rujukan teknis untuk fitur scanning pada aplikasi, meskipun QR Code yang digunakan masih bersifat statis.

(Deineko et al., 2022) melakukan penelitian berjudul "Dynamic and Static QR Coding" yang membandingkan karakteristik teknis antara kode QR statis dan dinamis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa QR Code dinamis ("smart codes") jauh lebih unggul untuk manajemen akses dan informasi karena konten di dalamnya dapat diubah setelah kode dibuat, serta memiliki fitur keamanan tambahan seperti proteksi kata sandi dan kemampuan pelacakan statistik (tracking). Temuan ini menjadi landasan penting bagi pengembangan tiket digital yang memerlukan

validasi real-time dan keamanan data yang lebih fleksibel dibandingkan tiket statis konvensional.

Aspek keamanan data pada aplikasi Android dibahas oleh (Dede Sahrul Bahri & Muhammad 'Arda Rizqy Fauzan, 2025) dalam penelitian "Implementasi Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) untuk Meningkatkan Keamanan Password pada Aplikasi Berbasis Android". Penelitian ini menyimpulkan bahwa algoritma AES-128 sangat efektif diterapkan pada perangkat bergerak (mobile) karena proses enkripsi-dekripsinya yang cepat dan ringan, sehingga mampu mengamankan data sensitif tanpa membebani kinerja aplikasi.

(Rizky et al., 2019) mengembangkan penelitian berjudul "Rancang Bangun Aplikasi Virtual Classroom Berbasis Android dan Webhost". Penelitian ini berfokus pada pembangunan sistem interaksi online yang aman dan terstruktur. Salah satu fitur kunci yang diterapkan adalah mekanisme registrasi dengan verifikasi email (email verification), di mana pengguna wajib memasukkan kode otentikasi yang dikirim ke email mereka untuk mengaktifkan akun. Metode ini relevan untuk diadopsi dalam sistem pemesanan tiket guna memastikan validitas data pengguna sejak awal pendaftaran.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Studi Kasus	Metodologi	Hasil
(Alfiansyah et al., 2020)	Rancang Bangun Aplikasi Pemesanan Lapangan Futsal (Champion Futsal)	Android, Waterfall	Aplikasi pemesanan berbasis Android yang berhasil mengatasi jadwal bentrok dan memudahkan pengecekan jadwal kosong, namun validasi tiket masih manual tanpa enkripsi.
(Tri et al., 2025)	Sistem Reservasi Lapangan Futsal Berbasis Web dengan Integrasi Instruksi	Web, Payment Gateway	Sistem booking dengan pembayaran otomatis yang efisien.

	Pembayaran Digital		Kekurangannya adalah berbasis web sehingga kurang praktis untuk validasi di lapangan dan rentan duplikasi tiket.
(Priyambodo et al., 2020)	Implementasi QR Code Berbasis Android pada Sistem Presensi	Android, QR Code Reader	Menghasilkan standar jarak scan optimal (3–45 cm) dengan akurasi 98%, menjadi acuan teknis untuk fitur pemindaian tiket pada perangkat mobile.
(Deineko et al., 2022)	Dynamic and Static QR Coding	Analisis Komparatif QR Code	Menyimpulkan bahwa QR Code dinamis lebih unggul karena dapat diedit (editable), memiliki fitur password protection, dan pelacakan (tracking), sehingga lebih aman dibanding kode statis.
(Dede Sahrul Bahri & Muhammad 'Arda Rizqy Fauzan, 2025)	Implementasi Algoritma AES untuk Keamanan Aplikasi Android	Android, Algoritma AES-128	Membuktikan bahwa AES-128 ringan dan cepat untuk proses enkripsi-dekripsi di perangkat mobile, efektif mengamankan data sensitif tanpa membebani kinerja aplikasi.
(Rizky et al., 2019)	Rancang Bangun Aplikasi Virtual Classroom Berbasis Android	Android, Verifikasi Email	Menerapkan mekanisme aktivasi akun melalui kode verifikasi email

			(email verification) saat registrasi untuk memastikan validitas dan keaslian data pengguna.
--	--	--	---

Dari keenam penelitian di atas, belum ada sistem yang mengintegrasikan pemesanan lapangan futsal dengan keamanan tingkat tinggi menggunakan kombinasi QR Code Dinamis, Verifikasi Email, dan enkripsi AES-128 dalam satu aplikasi mobile. Kebanyakan sistem yang ada hanya fokus pada pemesanan saja (tanpa validasi aman) atau keamanan saja (tanpa studi kasus olahraga). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan membangun sistem yang tidak hanya memudahkan reservasi tetapi juga menjamin keamanan transaksi dan validitas pengguna di Rumbai Futsal.