



Pengembangan Aplikasi Smart Transportation Berbasis Real-Time Tracking dan Pembayaran Digital untuk Bus Listrik Menggunakan Metode Research and Development (R&D)

Dolly Brams Matondang*, Susilo Immanuel Situmorang

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia, Medan, Indonesia

Email: ^{1,*}dollybramsmatondang@gmail.com, ²susiloimmanuel7@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: dollybramsmatondang@gmail.com

Abstrak—Perkembangan teknologi digital mendorong inovasi layanan transportasi publik melalui konsep *smart transportation*. Namun, layanan bus listrik masih memiliki keterbatasan dalam penyediaan informasi posisi bus secara *real-time* dan belum terintegrasinya sistem pembayaran digital dalam satu platform. Kondisi tersebut menyebabkan pengguna kesulitan memperoleh informasi waktu kedatangan bus serta melakukan transaksi pembayaran secara efisien. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi *smart transportation* berbasis *mobile* yang mengintegrasikan fitur *real-time tracking*, *Estimated Time of Arrival* (ETA), informasi rute dan halte, serta pembayaran digital melalui *mobile banking*, *e-wallet*, dan *QR code*. Metode *Research and Development* (R&D) digunakan karena mampu mendukung proses pengembangan sistem secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan prototipe, hingga pengujian *usability*. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi terintegrasi untuk memudahkan pengguna mengakses layanan bus listrik secara lebih efektif dan efisien, mengingat belum tersedianya aplikasi yang menggabungkan seluruh fitur tersebut secara lengkap. Pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) terhadap 30 responden menghasilkan nilai rata-rata 87,3 yang termasuk kategori *Excellent*, *Grade A*, dan *Acceptable*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat *usability* yang sangat baik dan layak dikembangkan lebih lanjut.

Kata Kunci: Smart Transportation; Bus Listrik; Real-Time Tracking; Estimated Time of Arrival (ETA); Pembayaran Digital; System Usability Scale (SUS)

Abstract—The development of digital technology has encouraged innovation in public transportation services through the concept of *smart transportation*. However, electric bus services still face limitations in providing *real-time* bus location information and have not yet integrated digital payment systems within a single platform. These conditions make it difficult for users to obtain arrival time information and perform payment transactions efficiently. This study aims to develop a *mobile*-based *smart transportation* application that integrates *real-time tracking*, *Estimated Time of Arrival* (ETA), route and bus stop information, and digital payment services through *mobile banking*, *e-wallets*, and *QR code*. The *Research and Development* (R&D) method was applied because it supports a systematic system development process starting from needs analysis, system design, prototype development, and *usability* testing. The contribution of this research lies in the development of an integrated application to facilitate users in accessing electric bus services more effectively and efficiently, considering that there is currently no application that completely integrates these features into a single platform. *Usability* testing using the *System Usability Scale* (SUS) method involving 30 respondents produced an average score of 87.3, which falls into the *Excellent*, *Grade A*, and *Acceptable* categories. These results indicate that the application has a very good level of *usability* and is feasible for further development.

Keywords: Smart Transportation; Electric Bus; Real-Time Tracking; Estimated Time of Arrival (ETA); Digital Payment; System Usability Scale (SUS)

1. PENDAHULUAN

Perubahan yang signifikan dalam sektor pengangkutan awam telah dihasilkan oleh kemajuan teknologi digital dalam beberapa tahun belakangan ini. Penerapan konsep Smart Transportation dan Intelligent Transportation System (ITS) kini menjadi strategi penting untuk meningkatkan efisiensi mobilitas masyarakat serta pengelolaan lalu lintas yang lebih baik berbasis data [1]. Konsep tersebut menekankan pemanfaatan teknologi informasi, sensor, GPS, dan aplikasi *mobile* untuk mendukung penyediaan layanan transportasi yang lebih efektif, terintegrasi, dan responsif terhadap kebutuhan pengguna. Melalui penerapan sistem transportasi cerdas, pengguna dapat memperoleh informasi perjalanan secara *real-time*, seperti posisi kendaraan, estimasi waktu kedatangan, dan informasi rute secara lebih akurat. Selain meningkatkan ketepatan waktu dan kenyamanan perjalanan, penerapan teknologi digital pada transportasi publik juga mendukung terciptanya layanan yang lebih modern, transparan, ramah lingkungan, serta berorientasi pada kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu, konsep *smart transportation* kini menjadi bagian penting dalam pengembangan *smart city* yang mulai diterapkan di berbagai kota besar di Indonesia.

Meskipun Pemerintah Kota Medan telah mengoperasikan bus listrik sejak tahun 2024 melalui program BRT TransMebidang, tingkat adopsi layanan ini masih tergolong rendah. Salah satu faktor utamanya adalah keterbatasan informasi posisi bus secara *real-time*. Pengguna saat ini hanya dapat mengakses rute dan posisi bus melalui aplikasi Mitra Darat, namun pembaruan data sering mengalami keterlambatan sehingga pengalaman pengguna menjadi kurang memuaskan [2]. Kondisi ini menyebabkan masyarakat kesulitan memperkirakan waktu kedatangan bus secara akurat dan berdampak pada rendahnya tingkat kepercayaan pengguna terhadap layanan transportasi publik berbasis digital tersebut. Dalam layanan transportasi modern, ketersediaan informasi secara cepat dan akurat menjadi faktor penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan dan kenyamanan pengguna.

Di sisi lain, sistem pembayaran yang digunakan masih mengandalkan kartu elektronik dan dengan berbagai kendala, seperti waktu loading transaksi yang lama, ketidakcocokan QRIS antar bank, serta transaksi yang kerap gagal.

Berbagai penelitian tentang adopsi pembayaran digital di Indonesia menunjukkan bahwa kepercayaan, kemudahan penggunaan, dan performa sistem merupakan faktor yang sangat memengaruhi minat masyarakat dalam menggunakan metode pembayaran elektronik [3]. Selain itu, meningkatnya penggunaan teknologi pembayaran digital di kalangan masyarakat perkotaan menunjukkan bahwa pengguna cenderung menginginkan proses transaksi yang cepat, praktis, dan fleksibel. Oleh karena itu, sistem pembayaran yang tidak stabil dapat menurunkan minat masyarakat dalam memanfaatkan layanan transportasi publik berbasis teknologi.

Kondisi tersebut menggambarkan bahwa di layanan bus listrik Kota Medan, sistem informasi dan sistem pembayaran masih berjalan secara terpisah. Akibatnya, layanan yang diberikan belum mampu menghadirkan pengalaman pengguna yang efisien, terintegrasi, dan andal. Mengingat semakin tingginya transaksi digital melalui m-banking dan e-wallet di kalangan generasi muda, integrasi antara informasi real-time dan pembayaran digital yang fleksibel serta stabil menjadi sangat diperlukan untuk meningkatkan minat masyarakat terhadap transportasi publik ini. Penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada pengembangan sistem pelacakan kendaraan atau pembayaran digital secara terpisah. Hingga saat ini, penelitian yang menggabungkan kedua fitur tersebut ke dalam satu platform smart transportation untuk layanan bus listrik di Kota Medan masih relatif terbatas.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe aplikasi Smart Transportasi khusus untuk bus listrik di Kota Medan. Aplikasi ini dirancang untuk menggabungkan tiga aspek utama sekaligus, yaitu pelacakan posisi bus secara real-time berbasis GPS, estimasi waktu kedatangan (Estimated Time of Arrival/ETA) yang terbukti dapat meningkatkan transparansi dan prediksi waktu tunggu [4], serta sistem pembayaran digital yang mendukung m-banking, e-wallet, dan QR code [5]. Integrasi ketiga fitur tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas layanan transportasi publik serta memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dibandingkan sistem yang digunakan saat ini. Selain itu, penerapan konsep integrasi layanan digital ini juga mendukung transformasi transportasi publik menuju sistem yang lebih modern dan berorientasi pada kebutuhan pengguna.

Penelitian ini mengadopsi metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) yang meliputi serangkaian langkah terkait analisis kebutuhan pengguna serta desain antarmuka yang berfokus pada UI/UX, sesuai dengan konsep Mobility as a Service (MaaS) yang menekankan satu platform digital untuk informasi dan pembayaran [6], serta pengujian usability dengan metode System Usability Scale (SUS). Penggunaan metode R&D memungkinkan penelitian ini tidak hanya menghasilkan rancangan konseptual, tetapi juga menghasilkan produk nyata berupa prototipe aplikasi yang dapat diuji secara langsung oleh pengguna. Dengan adanya evaluasi usability, tingkat kenyamanan, efektivitas, dan kemudahan penggunaan aplikasi dapat diukur secara sistematis sehingga hasil penelitian menjadi lebih relevan untuk diterapkan pada layanan transportasi publik.

Secara praktis, aplikasi yang diusulkan diharapkan dapat membantu masyarakat merencanakan perjalanan dengan lebih baik, melakukan pembayaran tanpa hambatan, serta memperoleh informasi operasional bus listrik yang akurat. Secara akademis, penelitian ini memberikan kontribusi melalui pengembangan aplikasi *smart transportation* terintegrasi yang menggabungkan layanan informasi transportasi dan pembayaran digital dalam satu platform. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan prototipe aplikasi yang dapat diuji dan dikembangkan lebih lanjut oleh pemerintah maupun penyedia layanan transportasi publik [7], [8].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pengembangan aplikasi dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan metode Penelitian dan Pengembangan (R&D), yaitu metode yang berfokus pada pembuatan produk. Produk yang dihasilkan berupa prototipe aplikasi transportasi pintar yang dilengkapi dengan sistem pembayaran digital untuk bus listrik di wilayah Kota Medan. Pelaksanaan metode ini dilakukan melalui tahapan yang sistematis, mulai dari proses perancangan, pengembangan, pengujian, hingga tahap penyempurnaan agar aplikasi dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode R&D

2.1.1 Potensi dan Masalah

Tahap ini adalah langkah pertama dalam penelitian untuk mengetahui kemungkinan serta tantangan yang ada dalam sistem transportasi umum di Kota Medan. Berdasarkan data dari *TomTom Traffic Index (2025)*, Medan merupakan salah satu kota dengan tingkat kemacetan tertinggi di Indonesia. Meskipun Pemerintah Kota telah mengoperasikan bus listrik TransMebidang, tingkat pemanfaatannya masih rendah karena keterbatasan sistem informasi dan pembayaran. Oleh karena itu, potensi pengembangan aplikasi smart transportasi dinilai sangat tinggi untuk membantu pengguna memperoleh informasi real-time serta kemudahan dalam melakukan pembayaran digital.

2.1.2 Pengumpulan Data

Pada fase ini, peneliti melaksanakan kajian pustaka dan pengamatan terhadap sistem transportasi umum yang telah berjalan. Data diperoleh dari jurnal, laporan pemerintah, serta wawancara dan kuesioner kepada pengguna bus listrik di Kota Medan. Tujuan tahap ini adalah untuk memahami kebutuhan pengguna terhadap fitur aplikasi, seperti pelacakan posisi bus, estimasi waktu kedatangan (*Estimated Time of Arrival/ETA*), informasi rute, serta metode pembayaran yang praktis dan aman[9], [10]. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk menentukan spesifikasi kebutuhan sistem. Selain itu, hasil kuesioner juga menunjukkan bahwa kendala utama yang dihadapi pengguna adalah tidak tersedianya informasi waktu kedatangan yang jelas serta keterbatasan pelacakan posisi bus secara real-time. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengguna membutuhkan sistem yang mampu menyediakan informasi posisi bus secara real-time, estimasi waktu kedatangan (*ETA*), serta sistem informasi yang lebih terintegrasi untuk meningkatkan kenyamanan dalam menggunakan transportasi bus listrik.

2.1.3 Desain Produk

Tahap desain produk dilakukan berdasarkan hasil evaluasi kebutuhan pengguna yang diperoleh melalui proses observasi dan analisis kebutuhan sistem. Pada tahap ini, peneliti mengembangkan model awal aplikasi smart transportation menggunakan Figma dengan pendekatan User Interface (UI) dan User Experience (UX) guna menghasilkan antarmuka yang sederhana, responsif, dan mudah digunakan oleh pengguna[11].

Selain perancangan antarmuka, tahap desain produk juga mencakup perancangan arsitektur sistem, alur navigasi aplikasi, serta integrasi layanan real-time berbasis GPS dan pembayaran digital. Sistem dirancang menggunakan pendekatan *client-server* untuk mendukung komunikasi data secara *real-time* antara aplikasi *mobile* dan server. Aplikasi yang dikembangkan memiliki fitur utama berupa pelacakan lokasi bus menggunakan data GPS secara langsung, estimasi waktu kedatangan (*Estimated Time of Arrival/ETA*) berdasarkan jarak dan kondisi lalu lintas, serta integrasi sistem pembayaran digital melalui *m-banking*, *e-wallet*, dan *QR code*. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan perancangan struktur navigasi aplikasi, antarmuka utama, serta pola koneksi antar halaman guna meningkatkan efisiensi interaksi pengguna dalam mengakses layanan transportasi.

Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan perancangan struktur navigasi aplikasi, antarmuka utama, serta pola koneksi antar halaman guna meningkatkan efisiensi interaksi pengguna dalam mengakses layanan transportasi..

2.1.4 Uji Coba Produk

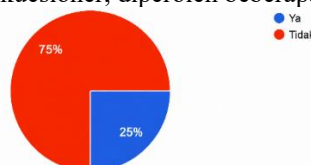
Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan kemudahan penggunaan aplikasi oleh calon pengguna. Uji coba dilakukan terhadap sejumlah responden yang merupakan pengguna potensial bus listrik di Kota Medan. Metodologi yang diterapkan adalah *System Usability Scales* (SUS), yaitu evaluasi yang berlandaskan pada kuesioner untuk menilai aspek kemudahan, kepuasan, dan efektivitas penggunaan aplikasi[12], [13]. Nilai SUS yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan apakah aplikasi sudah memenuhi kriteria usable dan siap dikembangkan lebih lanjut.

2.1.5 Revisi Produk

Tahap revisi produk merupakan tahap akhir dalam metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menyempurnakan prototipe aplikasi berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan. Revisi dilakukan dengan mempertimbangkan masukan dan umpan balik dari responden terhadap aspek usability[14] seperti kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, serta kenyamanan dalam berinteraksi dengan aplikasi. Tahap ini dilaksanakan guna menjamin bahwa prototipe dari aplikasi yang dibuat tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna, tetapi juga memiliki tingkat kegunaan yang baik sebelum dikembangkan ke tahap implementasi lebih lanjut.

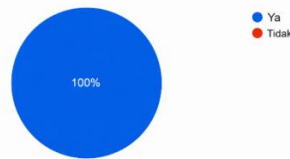
2.2 Perumusan Masalah dan Analisis Kebutuhan

Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi smart transportation yang mampu mengintegrasikan layanan pelacakan bus secara real-time, *Estimated Time of Arrival* (*ETA*), serta sistem pembayaran digital dalam satu platform. Analisis kebutuhan dilakukan berdasarkan hasil observasi, studi literatur, dan pengumpulan data terhadap pengguna layanan bus listrik di Kota Medan. Berdasarkan hasil analisis, pengguna membutuhkan sistem yang mampu menyediakan informasi posisi bus secara real-time, estimasi waktu kedatangan yang akurat, informasi rute dan halte, serta metode pembayaran digital yang praktis dan mudah digunakan. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi tingkat usability aplikasi untuk mengetahui tingkat kemudahan, efektivitas, dan kenyamanan pengguna dalam menggunakan sistem yang dikembangkan. Untuk menjawab permasalahan tersebut, pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, observasi, dan penyebaran kuesioner. Berdasarkan hasil kuesioner, diperoleh beberapa temuan utama sebagai berikut:



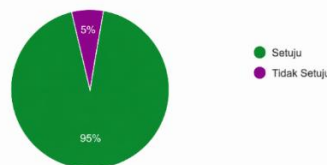
Gambar 2. Persentase Waktu Tunggu Pengguna di Halte

Pada Gambar 2 Persentase Waktu Tunggu Pengguna di Halte 75% pengguna mengalami waktu tunggu yang lama di halte



Gambar 3. Kesulitan Pengguna dalam Mengetahui Lokasi Bus

Gambar 3 Kesulitan Pengguna dalam Mengetahui Lokasi Bus 100% pengguna kesulitan memperoleh informasi lokasi bus secara real-time



Gambar 4. Mayoritas responden informasi *Estimated Time of Arrival*

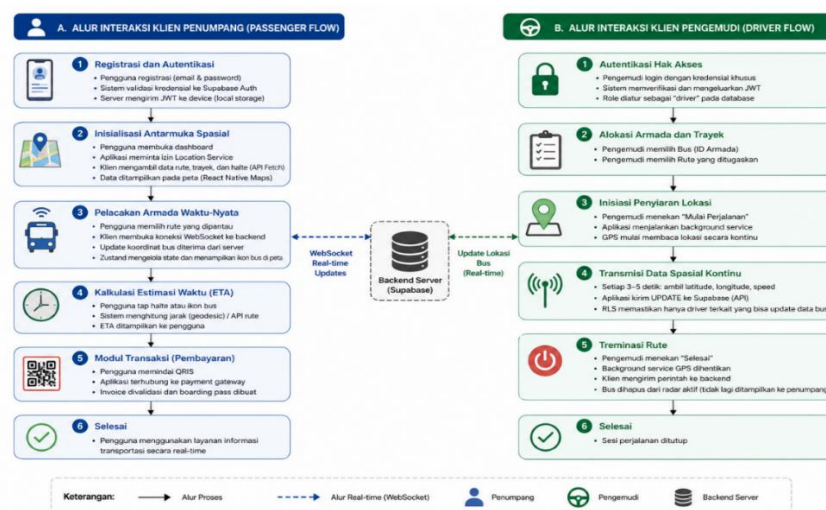
Gambar 4 menunjukkan bahwa mayoritas responden menilai informasi *Estimated Time of Arrival* (ETA) merupakan aspek penting dalam penggunaan transportasi bus listrik. Sebanyak 95% responden menyatakan setuju, sedangkan 5% responden menyatakan tidak setuju terhadap pentingnya informasi ETA. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengguna membutuhkan sistem yang mampu menyediakan informasi waktu kedatangan bus secara jelas dan akurat..

Temuan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan akan sistem yang mampu menyediakan layanan yang akurat, real-time, dan terintegrasi.

2.3 Perancangan dan Pengembangan Sistem

Tahap perancangan dan pengembangan sistem pada penelitian ini dilakukan untuk membangun prototipe aplikasi smart transportation yang mampu menyediakan layanan informasi transportasi bus listrik secara *real-time* serta sistem pembayaran digital terintegrasi. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan *User Interface* (UI) dan *User Experience* (UX) guna memastikan aplikasi mudah digunakan, responsif, dan mampu memberikan pengalaman pengguna yang baik. Pada tahap awal, perancangan antarmuka dilakukan menggunakan Figma sebagai media desain prototipe aplikasi[15]. Perancangan UI/UX difokuskan pada kesederhanaan navigasi, konsistensi tampilan, serta kemudahan pengguna dalam mengakses informasi transportasi. Selain itu, pengembangan sistem juga memperhatikan aspek rekayasa perangkat lunak, arsitektur aplikasi, serta integrasi layanan *real-time* berbasis GPS dan pembayaran digital.

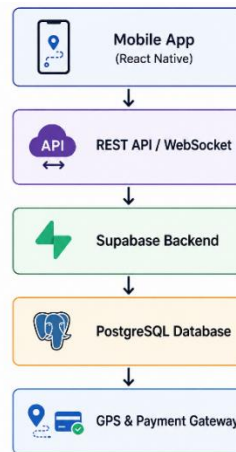
Sistem yang dikembangkan melibatkan dua aktor utama, yaitu penumpang sebagai pengguna layanan transportasi dan pengemudi sebagai pengelola data lokasi kendaraan secara *real-time*. Interaksi antara aplikasi pengguna, aplikasi pengemudi, serta *backend server* dilakukan menggunakan mekanisme komunikasi *client-server* dan sinkronisasi data berbasis *WebSocket*. Untuk memperjelas alur interaksi sistem yang dikembangkan, ditampilkan diagram alur interaksi sistem pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alur Interaksi Sistem Smart Transportation

2.3.1 Arsitektur Sistem Aplikasi

Sistem aplikasi yang dikembangkan menggunakan arsitektur client-server berbasis mobile computing. Arsitektur ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu aplikasi mobile sebagai *client*, *backend service* sebagai pengelola logika sistem, serta database server sebagai media penyimpanan data.



Gambar 6. Arsitektur Sistem Aplikasi Smart Transportation Bus Listrik di Kota Medan

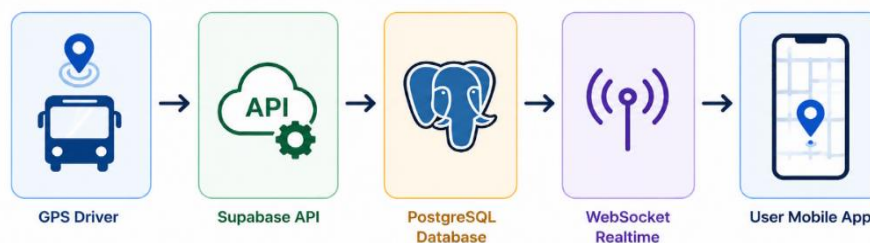
Aplikasi mobile dikembangkan menggunakan framework React Native dan bahasa pemrograman TypeScript sehingga memungkinkan pengembangan aplikasi lintas platform Android dan iOS dalam satu basis kode. Penggunaan React Native dipilih karena mampu meningkatkan efisiensi pengembangan aplikasi *mobile* serta mendukung performa aplikasi secara optimal pada berbagai perangkat pengguna. Pada sisi backend, sistem menggunakan Supabase sebagai *Backend-as-a-Service* (BaaS) yang terintegrasi dengan PostgreSQL sebagai basis data relasional. Supabase menyediakan layanan autentikasi pengguna, pengelolaan *database*, REST API otomatis, serta komunikasi real-time menggunakan WebSocket untuk mendukung sinkronisasi data lokasi bus secara langsung.

Komunikasi antara aplikasi mobile dan server dilakukan melalui REST API dan WebSocket. REST API digunakan untuk proses autentikasi, pengambilan data rute, halte, serta transaksi pembayaran digital, sedangkan WebSocket digunakan untuk pembaruan data posisi bus secara real-time tanpa perlu melakukan refresh aplikasi secara manual.

2.3.2 Implementasi Sistem Pelacakan Bus Real-Time

Sistem pelacakan bus secara real-time memanfaatkan teknologi Global Positioning System (GPS) yang terintegrasi pada perangkat mobile pengemudi. Sistem secara berkala mengambil data koordinat latitude dan longitude kendaraan menggunakan layanan location service pada perangkat mobile.

Data koordinat yang diperoleh kemudian dikirimkan menuju server dan disimpan ke dalam database PostgreSQL melalui layanan API Supabase. Selanjutnya, sistem melakukan sinkronisasi data lokasi menggunakan mekanisme real-time subscription berbasis WebSocket sehingga perubahan posisi bus dapat langsung diterima oleh aplikasi pengguna secara real-time.



Gambar 7. Alur Sistem Pelacakan Bus Secara Real-Time

Pada sisi pengguna, data lokasi bus divisualisasikan dalam bentuk marker pada peta digital menggunakan layanan map integration. Implementasi sistem real-time ini memungkinkan pengguna mengetahui posisi bus secara akurat sehingga dapat membantu dalam perencanaan perjalanan dan mengurangi ketidakpastian waktu tunggu di halte.

2.3.3 Implementasi Estimated Time of Arrival (ETA)

Fitur Estimated Time of Arrival (ETA) digunakan untuk memberikan estimasi waktu kedatangan bus pada halte tujuan pengguna. Perhitungan ETA dilakukan berdasarkan jarak antara posisi bus dengan halte tujuan menggunakan data koordinat GPS dan rata-rata kecepatan kendaraan. Secara matematis, estimasi waktu kedatangan dihitung menggunakan persamaan berikut:



$$ETA = \frac{Jarak}{Kecepatan} \quad (1)$$

Pada rumus tersebut, ETA merupakan estimasi waktu kedatangan kendaraan, jarak menunjukkan jarak antara posisi bus dan halte tujuan, sedangkan kecepatan merupakan rata-rata kecepatan kendaraan.

Perhitungan ETA dilakukan secara dinamis berdasarkan pembaruan koordinat GPS kendaraan yang diterima sistem secara real-time. Selain mempertimbangkan jarak, sistem juga memperhatikan kondisi lalu lintas untuk meningkatkan akurasi estimasi waktu kedatangan. Informasi ETA ditampilkan secara langsung pada aplikasi sehingga pengguna dapat mengetahui estimasi waktu kedatangan bus secara lebih jelas dan akurat.

2.3.4 Implementasi Database dan Keamanan Sistem

Basis data sistem dirancang menggunakan PostgreSQL dengan pendekatan *relational database management system* (RDBMS). Struktur *database* terdiri dari beberapa tabel utama, yaitu tabel pengguna, tabel bus, tabel rute, tabel halte, tabel transaksi pembayaran, serta tabel riwayat perjalanan pengguna. Untuk menjaga keamanan data, sistem menerapkan mekanisme autentikasi pengguna menggunakan Supabase Authentication. Sistem juga menerapkan *Role Based Access Control* (RBAC) dan *Row Level Security* (RLS) guna membatasi hak akses pengguna berdasarkan peran masing-masing, seperti pengemudi dan penumpang. Penerapan sistem keamanan ini bertujuan untuk menjaga integritas data serta mencegah akses tidak sah terhadap informasi lokasi bus maupun data transaksi pengguna.

2.3.5 Implementasi Sistem Pembayaran Digital

Untuk mendukung kemudahan transaksi, aplikasi *smart transportation* ini dilengkapi dengan fitur pembayaran non-tunai (*cashless*) berbasis QRIS (*Quick Response Code Indonesian Standard*) yang terintegrasi dengan layanan *payment gateway*. Integrasi tersebut memungkinkan pengguna melakukan pembayaran melalui berbagai layanan *mobile banking* dan *e-wallet* secara terpusat.

Secara garis besar, implementasi sistem pembayaran digital terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu:

- Pembuatan kode pembayaran dilakukan saat pengguna melakukan pemesanan tiket melalui aplikasi. Sistem kemudian menghasilkan kode QRIS yang digunakan sebagai media pembayaran digital.
- Proses pembayaran dilakukan melalui aplikasi *mobile banking* atau *e-wallet*. Setelah transaksi berhasil dilakukan, sistem *payment gateway* akan mengirimkan notifikasi otomatis ke server backend untuk memverifikasi status pembayaran.
- Setelah pembayaran terverifikasi, sistem akan memperbarui status transaksi secara *real-time* dan menampilkan tiket digital (*e-ticket*) pada aplikasi pengguna.

2.4 Pengujian Usability Menggunakan System Usability Scale (SUS)

Untuk mengevaluasi tingkat usability dari prototipe yang dikembangkan, penelitian ini menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS), yang merupakan metode umum untuk mengukur usability sistem berdasarkan persepsi pengguna.[16]

Pengujian dilakukan terhadap 30 responden yang mewakili calon pengguna layanan bus listrik. Kuesioner SUS terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju)[17].

Perhitungan skor SUS dilakukan dengan rumus berikut:

Untuk pertanyaan bernomor ganjil:

$$S_i = X_i - 1 \quad (2)$$

Untuk pertanyaan bernomor genap:

$$S_i = 5 - X_i \quad (3)$$

Skor total SUS dihitung dengan rumus:

$$SUS = (\sum_{i=1}^{10} S_i) \times 2.5 \quad (4)$$

Pada rumus tersebut, X_i merupakan skor responden untuk setiap pertanyaan, sedangkan S_i adalah skor yang telah disesuaikan berdasarkan ketentuan perhitungan *System Usability Scale* (SUS). Nilai akhir SUS berada pada rentang 0 hingga 100, di mana semakin tinggi skor yang diperoleh maka semakin baik tingkat *usability* sistem. Interpretasi skor SUS secara umum dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu skor ≥ 80 termasuk kategori sangat baik (*Excellent*), skor 68–80 termasuk kategori baik (*Good*), skor 50–67 termasuk kategori cukup (*Acceptable*), sedangkan skor < 50 termasuk kategori kurang (*Poor*). [18], [19]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tampilan User Interface

Implementasi antarmuka pengguna (User Interface/UI) merupakan bagian penting dalam pengembangan aplikasi *smart transportation* karena berfungsi sebagai media interaksi antara pengguna dengan sistem transportasi berbasis real-time

yang dikembangkan. Antarmuka dirancang untuk mendukung akses informasi transportasi secara cepat, jelas, dan efisien, termasuk informasi lokasi bus, estimasi waktu kedatangan (ETA), serta sistem pembayaran digital.

Pada penelitian ini, implementasi antarmuka dilakukan menggunakan pendekatan User Interface (UI) dan User Experience (UX) dengan mempertimbangkan kemudahan navigasi, konsistensi tampilan, serta responsivitas aplikasi pada perangkat mobile. Selain berfungsi sebagai tampilan visual aplikasi, antarmuka juga terintegrasi dengan sistem backend, layanan GPS, dan mekanisme komunikasi real-time untuk mendukung sinkronisasi data secara langsung. Beberapa komponen antarmuka utama dikembangkan untuk mendukung kebutuhan pengguna dalam mengakses layanan transportasi bus listrik secara digital dan real-time.

3.1.1 Halaman Utama

Hasil perancangan antarmuka halaman utama aplikasi smart transportation dapat dilihat pada Gambar 8. Halaman ini dirancang sebagai pusat navigasi pengguna yang menyediakan akses cepat ke informasi saldo, pencarian rute, pembelian tiket, serta informasi halte terdekat.

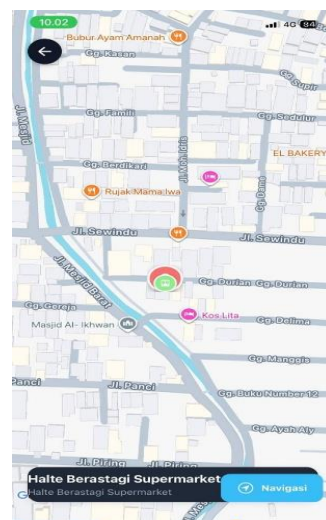


Gambar 8. Tampilan halaman utama

Perancangan antarmuka pengguna merupakan tahap penting dalam pengembangan aplikasi, karena secara langsung memengaruhi interaksi dan pengalaman pengguna. Antarmuka yang dirancang dengan baik memastikan bahwa pengguna dapat mengakses informasi dengan mudah, jelas, dan efisien. Dalam penelitian ini, beberapa komponen antarmuka utama dikembangkan untuk mendukung kebutuhan pengguna dalam mengakses informasi transportasi.

3.1.2 Fitur *Estimated Time of Arrival (ETA)*

Implementasi fitur *Estimated Time of Arrival (ETA)* pada prototipe aplikasi smart transportation ditunjukkan pada Gambar 9. Fitur ini dirancang untuk memberikan informasi estimasi waktu kedatangan bus secara real-time sehingga pengguna dapat memperkirakan waktu tunggu dengan lebih akurat.

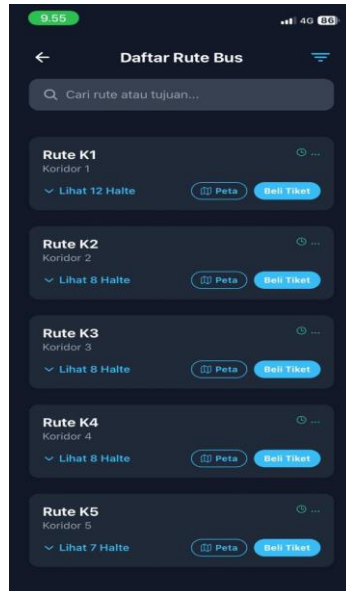


Gambar 9. Tampilan Estimasi Waktu kedatangan

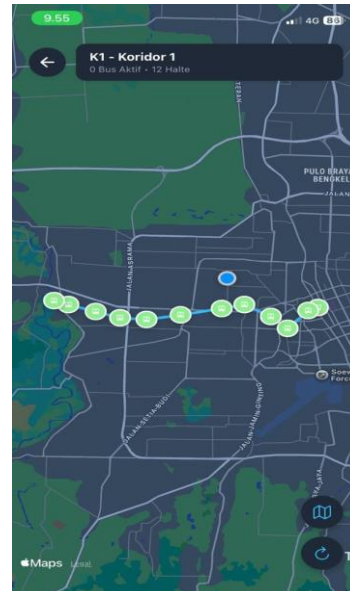
Fitur *Estimated Time of Arrival (ETA)* menyediakan informasi yang lebih rinci, termasuk posisi bus, nama halte, serta estimasi waktu kedatangan. Dengan mengintegrasikan data *GPS* secara *real-time*, sistem memungkinkan pengguna untuk memantau pergerakan bus secara akurat. Fitur ini secara signifikan meningkatkan kenyamanan pengguna serta mendukung perencanaan perjalanan yang lebih baik dan efisien.

3.1.3 Informasi Rute dan Halte Bus

Fitur informasi rute dan halte bus dirancang untuk membantu pengguna memperoleh informasi perjalanan secara lebih terstruktur. Tampilan daftar rute bus yang tersedia pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 10, sedangkan visualisasi titik-titik halte pada peta ditampilkan pada Gambar 11. Melalui fitur ini, pengguna dapat mengetahui jalur perjalanan bus serta lokasi halte yang akan dilalui selama perjalanan.



Gambar 10. Informasi Rute bus

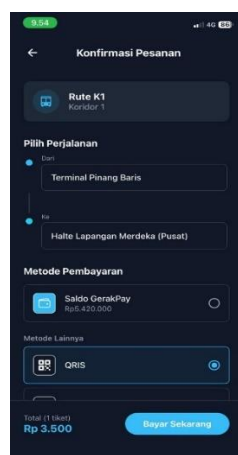


Gambar 11. Titik Halte Bus

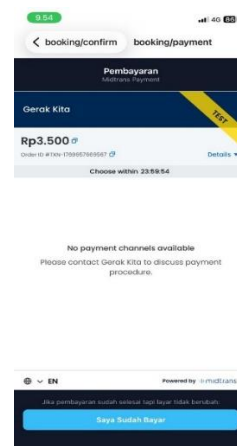
Gambar 10 dan 11 menampilkan informasi rute serta pemetaan halte bus listrik. Sistem menyediakan daftar rute dan halte yang dilalui oleh bus, sehingga pengguna dapat memahami jalur perjalanan dengan lebih jelas. Fitur ini membantu pengguna dalam menentukan tujuan perjalanan serta memilih rute yang sesuai secara lebih efisien, sehingga meningkatkan tingkat usability secara keseluruhan pada sistem transportasi.

3.1.4 Fitur Pembayaran Digital

Implementasi fitur pembayaran digital pada prototipe aplikasi smart transportation ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13. Gambar 12 menampilkan halaman konfirmasi pembayaran yang digunakan pengguna untuk memeriksa rincian perjalanan dan metode pembayaran yang dipilih, sedangkan Gambar 13 menampilkan proses pembayaran yang terintegrasi dengan sistem pembayaran digital. Fitur ini dirancang untuk memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam melakukan transaksi tiket bus secara non-tunai.



Gambar 12. Konfirmasi pembayaran



Gambar 13. Proses Pembayaran

Fitur pembayaran digital memungkinkan pengguna untuk melakukan pembelian tiket tanpa menggunakan uang tunai. Sistem ini mendukung berbagai metode pembayaran, termasuk *QR Code* dan *e-wallet*. Integrasi ini meningkatkan efisiensi transaksi serta memberikan pengalaman pembayaran yang lebih praktis dan terintegrasi. Pengguna dapat menyelesaikan transaksi secara langsung di dalam aplikasi, sehingga mengurangi ketergantungan pada sistem pembayaran eksternal.



3.2 Pengujian Usability Menggunakan SUS

3.2.1 Daftar Pernyataan System Usability Scale (SUS)

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur tingkat usability aplikasi adalah System Usability Scale (SUS). Daftar pernyataan SUS yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1. Instrumen tersebut terdiri atas 10 pernyataan yang digunakan untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, konsistensi sistem, serta tingkat kepuasan pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan.

Tabel 1. Daftar pernyataan *System Usability Scale* (SUS)

No	Kode	Pernyataan
1	Q1	Saya merasa ingin menggunakan aplikasi bus listrik ini secara rutin jika tersedia secara resmi.
2	Q2	Saya merasa aplikasi bus listrik ini terlalu rumit untuk digunakan.
3	Q3	Saya merasa aplikasi bus listrik ini mudah digunakan.
4	Q4	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk memahami cara menggunakan aplikasi ini.
5	Q5	Saya merasa fitur dalam aplikasi ini (pelacakan bus, ETA, rute, dan pembayaran) terintegrasi dengan baik.
6	Q6	Saya merasa terdapat banyak hal yang tidak konsisten dalam aplikasi ini.
7	Q7	Saya merasa sebagian besar orang dapat dengan cepat belajar menggunakan aplikasi ini.
8	Q8	Saya merasa aplikasi ini membingungkan.
9	Q9	Saya merasa percaya diri saat menggunakan aplikasi ini untuk mencari informasi bus listrik.
10	Q10	Saya perlu mempelajari banyak hal terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan aplikasi ini dengan baik.

Tabel 1 menunjukkan daftar pernyataan *System Usability Scale* (SUS) yang digunakan dalam proses evaluasi usability aplikasi. Pernyataan tersebut terdiri dari 10 pertanyaan yang digunakan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan, konsistensi sistem, serta pengalaman pengguna saat menggunakan aplikasi bus listrik.

3.2.2 Hasil Perhitungan SUS

Hasil perhitungan *System Usability Scale* (SUS) yang diperoleh dari 30 responden disajikan pada Tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan nilai skor SUS dari masing-masing responden berdasarkan hasil pengujian *usability* terhadap aplikasi *smart transportation* yang dikembangkan.

Tabel 2. Hasil perhitungan *System Usability Scale* (SUS)

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total Skor	SUS Score Total X 2.5
R01	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	35	87.5
R02	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	35	87.5
R03	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	37	92.5
R04	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	37	92.5
R05	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	35	87.5
R06	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	36	90
R07	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	37	92.5
R08	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	35	87.5
R09	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	32	80
R10	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	33	82.5
R11	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	34	85
R12	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	36	90
R13	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	33	82.5
R14	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	37	92.5
R15	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	34	85
R16	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	34	85
R17	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	35	87.5
R18	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	34	85
R19	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	35	87.5
R20	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	37	92.5
R21	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	33	82.5
R22	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	34	85
R23	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	34	85
R24	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	37	92.5
R25	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	35	87.5
R26	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	34	85
R27	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	32	80



Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total Skor	SUS Score Total X 2.5
R28	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	36	90
R29	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	35	87.5
R30	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	37	92.5
Rata-rata												2620

Tabel 2. menyajikan hasil perhitungan *System Usability Scale* (SUS) yang diperoleh dari 30 responden. Berdasarkan hasil tersebut, skor SUS berada pada rentang 80 hingga 92,5, yang menunjukkan bahwa sebagian besar responden memberikan penilaian yang sangat positif terhadap sistem. Total skor SUS yang diperoleh adalah 2620, sehingga menghasilkan nilai rata-rata sebesar:

$$\bar{X} = \frac{2620}{30} = 87.3$$

Berdasarkan Gambar 14, skor *System Usability Scale* (SUS) yang diperoleh sebesar 87,3 termasuk dalam kategori Excellent, berada pada tingkat Acceptable, serta memperoleh Grade A. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan memiliki tingkat usability yang sangat baik dan dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Pengguna dapat mengakses informasi posisi bus secara *real-time*, memperoleh estimasi waktu kedatangan (ETA), serta melakukan pembayaran digital dengan lebih mudah dan efisien melalui satu platform aplikasi. Nilai tersebut juga mengindikasikan bahwa antarmuka aplikasi mudah dipahami dan mendukung kenyamanan pengguna dalam menggunakan layanan transportasi bus listrik.

3.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, aplikasi smart transportation yang dikembangkan mampu memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses informasi layanan bus listrik secara lebih efektif dan efisien. Aplikasi ini menyediakan fitur informasi rute, Estimated Time of Arrival (ETA), pelacakan posisi bus secara real-time, serta sistem pembayaran digital yang dapat diakses langsung melalui aplikasi. Integrasi fitur tersebut membantu pengguna memperoleh informasi perjalanan dan melakukan transaksi pembayaran dalam satu platform sehingga meningkatkan kenyamanan penggunaan layanan transportasi publik.

Hasil pengujian usability menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 87,3 dari 30 responden. Nilai tersebut termasuk dalam kategori Excellent, memperoleh Grade A, dan berada pada tingkat Acceptable. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang sangat baik dan dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Sebagian besar responden menilai bahwa antarmuka aplikasi mudah dipahami, fitur yang tersedia dapat digunakan dengan baik, serta pengguna merasa percaya diri saat menggunakan aplikasi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya mengenai pengembangan sistem transportasi berbasis digital yang memanfaatkan teknologi GPS dan informasi real-time untuk meningkatkan kualitas layanan transportasi publik [2], [4]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fitur pelacakan kendaraan dan informasi kedatangan bus mampu membantu pengguna memperoleh informasi perjalanan secara lebih akurat [10], [11]. Namun, pada penelitian terdahulu sebagian besar sistem masih berfokus pada layanan pelacakan kendaraan atau informasi transportasi secara terpisah. Sementara itu, penelitian ini tidak hanya menyediakan fitur pelacakan posisi bus dan estimasi waktu kedatangan, tetapi juga mengintegrasikan sistem pembayaran digital melalui mobile banking, e-wallet, dan QR code dalam satu platform aplikasi.

Selain itu, fitur Estimated Time of Arrival (ETA) dan pelacakan bus secara real-time dinilai mampu membantu pengguna dalam mengetahui posisi bus dan estimasi waktu kedatangan secara lebih akurat. Integrasi sistem pembayaran digital juga memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan transaksi secara langsung melalui aplikasi tanpa menggunakan pembayaran tunai. Dengan adanya integrasi layanan tersebut, aplikasi yang dikembangkan mampu memberikan pengalaman penggunaan yang lebih praktis dibandingkan layanan transportasi digital yang masih menggunakan sistem terpisah.

Meskipun hasil pengujian menunjukkan tingkat usability yang sangat baik, masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan lebih lanjut, seperti peningkatan performa sistem, optimalisasi tampilan antarmuka, serta pengembangan fitur tambahan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian dan layak untuk dikembangkan lebih lanjut menuju tahap implementasi secara nyata.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Research and Development (R&D) berhasil digunakan untuk mengembangkan prototipe aplikasi smart transportation bagi layanan bus listrik di Kota Medan yang mengintegrasikan fitur pelacakan posisi bus berbasis GPS, estimasi waktu kedatangan (Estimated Time of Arrival/ETA), informasi rute dan halte, serta pembayaran digital melalui m-banking, e-wallet, dan QR Code dalam satu platform. Hasil evaluasi usability menggunakan *System Usability Scale* (SUS) terhadap 30 responden memperoleh skor rata-rata sebesar 87,3 yang termasuk dalam kategori Excellent, Grade A, dan berada pada tingkat Acceptable, sehingga



menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang sangat baik dan dapat diterima oleh pengguna. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan berpotensi mendukung peningkatan kualitas layanan transportasi publik berbasis bus listrik melalui penyediaan informasi perjalanan yang lebih mudah diakses serta sistem pembayaran digital yang lebih praktis dan terintegrasi.

REFERENCES

- [1] Zulkarnain and T. D. Putri, "Intelligent transportation systems (ITS): A systematic review using a Natural Language Processing (NLP) approach," *Heliyon*, vol. 7, no. 12, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08615.
- [2] S. Rahnama, A. Cortez, and A. Monzon, "Navigating Passenger Satisfaction: A Structural Equation Modeling–Artificial Neural Network Approach to Intercity Bus Services," *Sustainability*, vol. 16, no. 11, Jun. 2024, doi: 10.3390/su16114363.
- [3] S. A. Fauziah and I. Berakon, "The Effect of Trust, Ease of Use, and Security of Digital Payment Transactions on Individual Consumptive Behavior," *Islamic Finance and Technology*, vol. 2, no. 2, 2024, doi: 10.32388/2VSP18.
- [4] G. V. Nivaan, G. Tomasila, and Suyoto, "Smart bus transportation for tracking system: A study case in Indonesia," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Apr. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/729/1/012036.
- [5] A. Sonawane, A. Bhanushali, K. Gogri, M. Khairnar, and M. Salunkhe, "Real Time Bus Tracking System," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 9, no. 6, 2020, doi: 10.17577/IJERTV9IS060545.
- [6] C. Q. Ho and A. Tirachini, "Mobility-as-a-Service and the role of multimodality in the sustainability of urban mobility in developing and developed countries," *Transp. Policy (Oxf.)*, vol. 145, pp. 161–176, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.tranpol.2023.10.013.
- [7] N. P. Wahiddiyah, N. R. Fadilah, D. Z. Zafira, A. S. Lestari, M. R. Alwafi, and S. Yuliani, "Transportasi Publik Meningkatkan Ekonomi Hijau Secara Berkelanjutan di Jakarta," *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, vol. 1, no. 3, 2024, doi: 10.61722/jmia.v1i3.1569.
- [8] C. Young, F. Evelyn, and D. P. Nugraha, "Implementasi Smart Mobility Sebagai Model Pembangunan Berkelanjutan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta," *Jurnal ISO: Jurnal Ilmu Sosial, Politik dan Humaniora*, vol. 5, no. 1, p. 10, Apr. 2025, doi: 10.53697/iso.v5i1.2374.
- [9] L. Afriani, Mutmainnah, and Sunarni, "Understanding the Design of Research and Development Methods in the Field of Education," *IJESS International Journal of Education and Social Science*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2025, doi: 10.56371/ijess.v6i1.333.
- [10] A. B. Wijaya and R. Sanjaya, "Sistem Pelacakan Moda Transportasi Menggunakan GPS Berbasis Android," *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, vol. 6, no. 2, 2024, doi: 10.35145/jmapteksi.v6i2.4469.
- [11] R. F. Maulana, Y. Wibisono, and E. P. Nugroho, "Rancang Bangun Aplikasi Real-Time Information Angkutan Kota Dengan Location-Based Service Menggunakan Metode Prototyping," *Digital Transformation Technology (Digitech)*, vol. 6, no. 1, 2026, doi: 10.47709/digitech.v6i1.7362.
- [12] A. Karimullah, A. Rizal, and A. S. Y. Irawan, "Perancangan UI/UX Aplikasi Transportasi Publik Berbasis Mobile Dengan Metode User Centered Design," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4855.
- [13] A. A. Amalia, "Perancangan UI/UX Aplikasi Public Transportation Tracker 'Numpak' Sebagai Upaya Mendukung Penggunaan Transportasi Umum di Kota Malang," *Citradinga: Jurnal Desain Komunikasi Visual dan Intermedia*, vol. 7, no. 1, pp. 61–68, 2025, doi: 10.33479/cd.v7i01.1316.
- [14] A. Karimullah, A. Rizal, and A. S. Y. Irawan, "Perancangan UI/UX Aplikasi Transportasi Publik Berbasis Mobile Dengan Metode User Centered Design," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4855.
- [15] P. Weichbroth, "Usability Testing of Mobile Applications: A Methodological Framework," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 5, Mar. 2024, doi: 10.3390/app14051792.
- [16] I. Lukman, A. Silalahi, S. Silaban, and Nurfajriani, "Interactive learning media innovation using lectora inspire solubility and solubility product materials," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics, Feb. 2022. doi: 10.1088/1742-6596/2193/1/012067.
- [17] N. Pratama, R. Anrahvi, and S. Stevani, "Penerapan Metode System Usability Scale (SUS) dalam Mengukur Kepuasan Mahasiswa terhadap Website Direktori Akademik," *Indonesian Journal of Business Economics and Management*, vol. 3, no. 2, pp. 74–80, 2024, doi: 10.57152/ijbem.v3i2.2020.
- [18] M. R. Pratama, J. Umam, and R. Yakok, "Usability Testing pada Aplikasi iJateng Menggunakan Metode System Usability Scale," *J-SIMTEK: Jurnal Sistem Informasi, Manajemen dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, 2024, doi: 10.33020/jsimtek.v2i1.556.
- [19] E. Kurniawan, Nofriadi, and A. Nata, "Penerapan System Usability Scale (SUS) Dalam Pengukuran Kebergunaan Website Program Studi di STMIK Royal," *Journal of Science and Social Research*, vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.54314/jssr.v5i1.817.
- [20] N. P. E. Apriyanthi, N. P. A. Mentayani, I. M. A. O. Gunawan, and G. Indrawan, "Evaluasi Usability Dengan Pendekatan System Usability Scale (SUS) Pada Aplikasi TMHub," *Jurnal Teknologi Komputer dan Sistem Informasi (JTKSI)*, vol. 7, no. 1, pp. 260–302, 2024, doi: 10.56327/jtksi.v7i1.1600.