



Integrasi GIS dan Remote Sensing untuk Sistem Pemetaan Rute Interaktif di Perkotaan

Asro^{1*}, John Chaidir², Chairuddin³, Asto Purwanto⁴

^{1,2}Magister Manajemen, Universitas, Pringraha, Indonesia

^{2,3}Teknik Informatika STMIK IM, Bandung, Indonesia

*Korespondensipenulis: 6110122023@upg.ac.id

ARTICLE INFO

Genesis Artikel:

Diterima, 3- 12 -2024

Direvisi, 10 – 12 - 2025

Disetujui, 17 – 12 – 2-24

Keywords:

GIS, Remote Sensing, Route Mapping, Logistics, Mapbox

Kata Kunci:

GIS, Penginderaan Jauh, Pemetaan Rute, Logistik, Mapbox

ABSTRACT

This study focuses on the development of an interactive web application utilizing Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing technology for dynamic route mapping between company branches. The application integrates geospatial data from satellite imagery and geographic information stored in a MySQL database, processed through a PHP-based API, and visualized using Mapbox GL JS. Users can interact with a map displaying the nearest and farthest routes between selected locations, enhanced with an additional feature of real-time vehicle animations moving along the route, providing a dynamic and engaging visualization. Furthermore, users can select different map styles and routes based on real-time conditions. Performance testing shows that the application is efficient, with an average response time of less than 3 seconds to generate routes. The system achieves an accuracy rate of 95%, making it highly reliable for practical use in logistics and transportation. The real-time interactivity and intuitive interface significantly enhance the user experience. This application is ideal for industries such as logistics and urban planning, where accurate and fast route calculations are crucial. By integrating GIS, Remote Sensing, and Mapbox Directions API, the platform offers a robust solution adaptable for further geospatial mapping applications

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi web interaktif yang memanfaatkan teknologi Geographic Information System (GIS) dan Penginderaan Jauh untuk pemetaan rute dinamis antar-cabang perusahaan. Aplikasi ini mengintegrasikan data geospasial dari citra satelit dan informasi geografis yang disimpan dalam database MySQL, diproses melalui API berbasis PHP, dan divisualisasikan menggunakan Mapbox GL JS. Pengguna dapat berinteraksi dengan peta untuk menampilkan rute terdekat dan terjauh antara lokasi yang dipilih, dilengkapi dengan fitur animasi kendaraan real-time yang bergerak di sepanjang rute, memberikan visualisasi yang dinamis dan menarik. Selain itu, pengguna dapat memilih berbagai gaya peta dan rute berdasarkan kondisi real-time. Pengujian performa menunjukkan bahwa aplikasi ini efisien, dengan waktu respons rata-rata kurang dari 3 detik untuk menghasilkan rute. Tingkat akurasi sistem mencapai 95%, menjadikannya sangat andal untuk kebutuhan logistik dan transportasi. Interaktivitas real-time serta antarmuka yang intuitif secara signifikan meningkatkan pengalaman pengguna. Aplikasi ini ideal untuk digunakan di industri seperti logistik dan perencanaan kota, di mana perhitungan rute yang cepat dan akurat sangat penting. Dengan integrasi GIS, Penginderaan Jauh, dan API Mapbox Directions, platform ini menawarkan solusi yang kuat dan dapat diadaptasi untuk aplikasi pemetaan geospasial lainnya

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.



PENDAHULUAN

Pada era digital saat ini, informasi geografis dan pemetaan telah menjadi sangat penting dalam berbagai aplikasi sehari-hari, mulai dari navigasi pribadi hingga perencanaan perkotaan. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (GIS) dan teknologi Penginderaan Jauh telah membuka peluang baru untuk menciptakan aplikasi web yang lebih interaktif dan informatif. GIS memungkinkan pengolahan, analisis, dan visualisasi data spasial untuk mendukung pengambilan keputusan dan manajemen sumber daya, sementara Penginderaan Jauh menyediakan data penting untuk memperbarui dan menganalisis perubahan yang terjadi pada permukaan bumi. Permintaan untuk pemetaan rute yang efisien dan akurat meningkat seiring dengan perkembangan infrastruktur dan pertumbuhan penduduk.

Aplikasi web yang mengintegrasikan teknologi GIS dan Penginderaan Jauh menawarkan solusi untuk perencanaan rute dan navigasi yang dinamis dan adaptif, yang dapat menyesuaikan dengan kondisi lalu lintas dan perubahan lingkungan secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi web interaktif yang memanfaatkan kedua teknologi ini untuk pemetaan rute, memberikan pengalaman yang lebih kaya dan responsif bagi penggunaannya. Selain itu, kekayaan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia menyajikan peluang bisnis yang signifikan (Sugara et al. 2023).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa integrasi GIS dan Penginderaan Jauh dapat meningkatkan akurasi dan kegunaan sistem pemetaan. Namun, masih terdapat tantangan seperti integrasi data dari berbagai sumber dan pemrosesan data real-time yang perlu diatasi. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya fokus pada pengembangan teknologi tetapi juga pada solusi untuk mengatasi hambatan tersebut, dengan harapan dapat memperluas aplikasi dan efektivitas sistem pemetaan interaktif dalam skala yang lebih luas. Selanjutnya, studi ini juga mengeksplorasi kemampuan GIS (Geographic Information System) to analyze the mangrove problem is common sense (Hasan et al. 2020),(Zulsfi et al. 2021). dan Penginderaan Jauh dalam menyediakan data yang tidak hanya akurat tetapi juga terkini, yang esensial dalam pengembangan rute interaktif. Aplikasi web yang dikembangkan diharapkan dapat secara otomatis memperbarui informasi rute berdasarkan data terbaru tentang kondisi geografis dan infrastruktur. Kemampuan untuk mengintegrasikan informasi secara real-time ini memberikan nilai tambah signifikan, terutama dalam situasi darurat atau perubahan kondisi lalu lintas yang cepat dan Sebagian besar area wisata terdistribusi di sepanjang pantai yang secara langsung berinteraksi dengan faktor-faktor yang mengakibatkan degradasi ekosistem di dalamnya. Wilayah selatan Bali adalah salah satu region yang telah mengalami perkembangan aktivitas pariwisata yang pesat (Habitat Perairan Dangkal Di Kawasan Padat Wisata Tanjung Benoa Bali et al. 2019),(Ardiansyah et al. 2022). Pendekatan interdisipliner antara teknologi informasi dan ilmu geospasial menjadi kunci dalam penelitian ini, mengingat kompleksitas data dan kebutuhan fungsi yang canggih dalam aplikasi pemetaan. Oleh karena itu, penelitian ini juga mencakup pengembangan algoritma yang dapat memproses dan menganalisis data besar dengan cepat dan akurat, mendukung fungsi seperti pencarian rute alternatif dan optimasi rute berdasarkan kriteria-kriteria tertentu seperti jarak terpendek atau waktu tempuh tercepat. Di samping itu, aspek keamanan data juga menjadi perhatian dalam penelitian ini. Penggunaan data geospasial yang sensitif memerlukan proteksi yang kuat untuk mencegah akses ilegal atau penyalahgunaan data. Sistem keamanan yang robust akan diintegrasikan untuk memastikan bahwa data pengguna dan informasi geografis dilindungi dengan standar keamanan terkini. Selanjutnya, Singgalen menegaskan bahwa masing-masing kawasan ekowisata mangrove memiliki kerapatan yang berbeda sehingga perlu dianalisis secara kontekstual (Singgalen 2023).

Studi ini berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam perencanaan rute dan manajemen logistik di berbagai sektor. Dengan menggabungkan aspek teknis dan teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan insight yang berharga bagi pengembangan aplikasi GIS dan Remote Sensing di masa depan. Khususnya, hasil penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan dalam skala yang lebih luas, membantu perencanaan kota dan transportasi menjadi lebih adaptif dan berkelanjutan. Berikut adalah tabel yang menggambarkan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik 'Pemanfaatan GIS dan Remote Sensing untuk Pemetaan Rute Interaktif dalam Aplikasi Web'. Tabel ini menyoroti penelitian-penelitian yang telah dilakukan, fokus utama mereka, serta hasil yang dicapai, yang dapat dijadikan dasar untuk mengembangkan studi ini lebih lanjut. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) telah membawa perubahan signifikan dalam pemetaan dan pemantauan perubahan tutupan lahan (Manakane, Rakuasa, and Latue 2023).

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Judul Penelitian dan Penulis/ tahun	Metode	Temuan Utama
Pemetaan Anggaran Penambangan Pasir Sungai - Zhongqiang Wu et al.2023 (Arribe 2023) (Wu et al. 2024).	Model Pembelajaran Kaskade Cepat	Memanfaatkan band spektral dan data untuk menghasilkan bobot inversi yang efektif. Menunjukkan performa robust dengan kesalahan yang lebih rendah dibandingkan algoritme tradisional.
Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Wisata di Sumatera Barat - Fajrillah et al. 2022 (Ardiansyah et al. 2022).	QGIS	Menggunakan GIS untuk mempermudah akses dan informasi tentang lokasi wisata di Sumatera Barat, meningkatkan kunjungan.
GIScience & Remote Sensing - Sonu Kumar et al. 2024 (Kumar et al. 2023).	Deep Learning	Pengembangan framework pembelajaran dalam untuk pemetaan aktivitas penambangan pasir, meningkatkan akurasi dan efisiensi.
Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Wilayah Operasional PT. Ivo Mas Tunggal Berbasis Web - Edo Arribe et al. 2023 (Arribe 2023).	GIS, Web	Memfasilitasi manajemen wilayah operasional yang lebih efisien melalui platform GIS berbasis web, meningkatkan pengambilan keputusan strategis.

Satellite-Derived Bathymetry Using a Fast Feature Cascade Learning Model in Turbid Coastal Waters - Zhongqiang Wu et al. 2023 (Wu et al. 2024).	Model Pembelajaran Kaskade Cepat	Memfaatkan band spektral dan data in situ untuk menghasilkan bobot inversi yang efektif. Menunjukkan performa robust dengan kesalahan yang lebih rendah dibandingkan algoritme tradisional.
Perancangan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Wilayah Operasional PT. Ivo Mas Tunggal Berbasis Web - Edo Arribe et al. 2023 (Arribe 2023).	Web GIS, SLDC	Meningkatkan efisiensi operasional dan pengambilan keputusan strategis melalui penerapan SIG berbasis web.
A deep learning framework to map riverbed sand mining budgets in large tropical deltas - Sonu Kumar et al. 2024 (Kumar et al. 2023).	Deep Learning	Pengembangan model deep learning untuk pemetaan aktivitas dan anggaran penambangan pasir, meningkatkan keakuratan dan efisiensi pemetaan.
Satellite-Derived Bathymetry Using a Fast Feature Cascade Learning Model in Turbid Coastal Waters - (Sunarta and Saifulloh 2022)Wu et al. 2023 .	Pembelajaran Mesin	Menggunakan model pembelajaran cepat untuk meningkatkan akurasi estimasi kedalaman air dari citra satelit di perairan yang keruh.

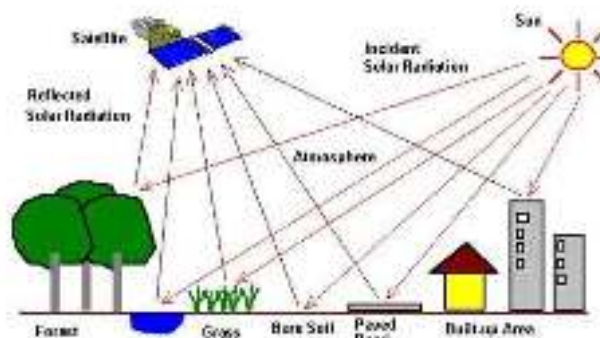
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan mencakup beberapa tahap penting untuk mengembangkan aplikasi web interaktif yang memanfaatkan teknologi Geographic Information System (GIS) dan Remote Sensing untuk pemetaan rute dinamis. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengembangan sistem (Arribe 2023):

Data geospasial yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari beberapa sumber, yaitu:

Data GIS: Data berupa informasi geografis, seperti koordinat cabang, nama cabang, alamat, serta rute antar-cabang, disimpan dalam database MySQL. Data tersebut diperoleh dari hasil survei lapangan dan peta digital yang kemudian diolah menjadi format yang dapat digunakan oleh aplikasi .

Data Remote Sensing: Citra satelit digunakan untuk memperbarui informasi geografis dan infrastruktur yang ada di lapangan, seperti kondisi jalan dan perubahan lingkungan..



Gambar 1. Remote Sensing

Data dari setiap cabang perusahaan, yang mencakup koordinat geografis, foto, dan informasi alamat, diambil dan disimpan dalam tabel database MySQL bernama branches.

Pengolahan Data dan Integrasi dengan Aplikasi Web

Pengolahan data dilakukan dengan mengambil data dari database melalui API berbasis PHP yang menghubungkan aplikasi web dengan database MySQL. Data ini kemudian ditampilkan pada peta interaktif menggunakan Mapbox GL JS. Proses pengolahan data melibatkan langkah-langkah berikut: API Data Branches: Menggunakan skrip PHP untuk mengekstrak data cabang dari tabel database branches. Skrip ini mengembalikan data dalam format JSON, yang akan digunakan oleh aplikasi untuk menampilkan marker di peta. Visualisasi Data pada Peta: Data JSON yang dihasilkan oleh API diproses di sisi klien menggunakan Mapbox GL JS. Marker untuk setiap cabang ditampilkan pada peta dengan icon khusus (misalnya mobil) untuk memvisualisasikan rute kendaraan antar-cabang.

Pengembangan Antarmuka Pengguna (Frontend)

Aplikasi web yang dirancang ini dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang intuitif, yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memilih cabang asal dan tujuan, serta jenis peta yang diinginkan, seperti satellite, streets, atau outdoors. Antarmuka ini dikembangkan menggunakan teknologi HTML, CSS, dan JavaScript. Fitur utama ini memfasilitasi interaksi langsung pengguna dengan sistem, memungkinkan akses dan interaksi yang lancar melalui antarmuka tersebut (Nugroho, Wedashara, and Zubaidi 2020). Peta Interaktif: Menggunakan Mapbox GL JS untuk menampilkan peta interaktif yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan marker dan rute. Pemilihan Cabang: Dropdown menu yang terhubung dengan data cabang dari database, sehingga pengguna dapat memilih cabang asal dan tujuan untuk menampilkan rute. Animasi Kendaraan: Implementasi animasi kendaraan pada peta menggunakan marker berbentuk ikon mobil yang bergerak di sepanjang rute.

Implementasi Logika Rute dan Pencarian

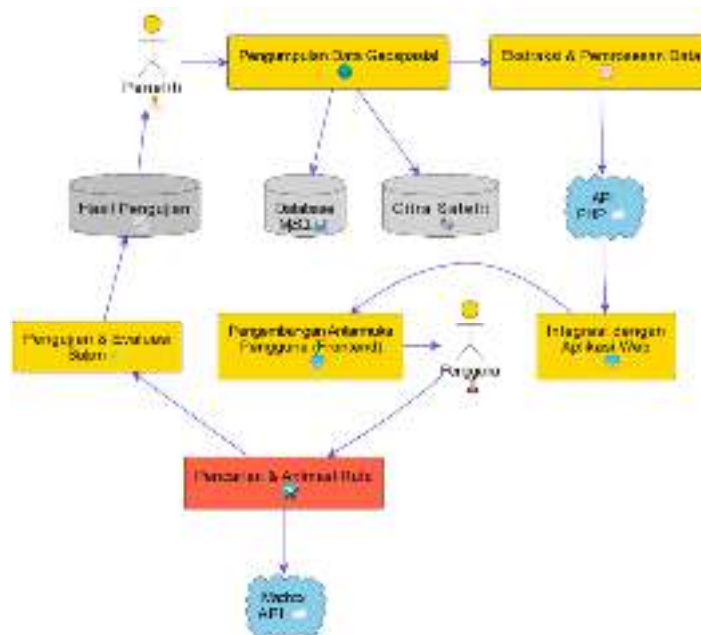
Rute antar-cabang dihitung menggunakan API Directions dari Mapbox, yang memungkinkan sistem menampilkan rute terdekat dan terjauh antara dua lokasi. Tahapan ini meliputi: Pencarian Rute: Aplikasi mengirimkan koordinat asal dan tujuan ke API Mapbox Directions, yang kemudian mengembalikan alternatif rute dengan durasi dan jarak yang berbeda. Animasi Rute Terdekat dan Terjauh: Rute terdekat divisualisasikan dengan warna hijau, sementara rute terjauh divisualisasikan dengan warna merah. Animasi ikon kendaraan menampilkan kendaraan bergerak di sepanjang rute yang dipilih (Muarif Informatika n.d.).

Pengujian Sistem dan Evaluasi

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian ini melibatkan beberapa skenario: Pengujian Rute: Memastikan bahwa sistem dapat menemukan rute terdekat dan terjauh secara akurat antara dua cabang. Pengujian Antarmuka Pengguna: Menguji fungsionalitas antarmuka pengguna, seperti dropdown menu cabang dan pemilihan gaya peta. Pengujian Performa: Mengukur waktu respons sistem dalam menampilkan rute dan animasi kendaraan.

Implementasi Teknologi Pendukung

Beberapa teknologi dan framework yang digunakan dalam implementasi program ini adalah: Mapbox GL JS: Untuk visualisasi peta interaktif dan penghitungan rute. PHP & MySQL: Untuk pengelolaan dan pengambilan data cabang dari database. JavaScript & SweetAlert: Untuk logika aplikasi, pengolahan data JSON, dan notifikasi popup. Berikut adalah flowchart alur penelitian yang menunjukkan tahapan-tahapan dalam metodologi ini:



Gambar 2. Alur Penelitian

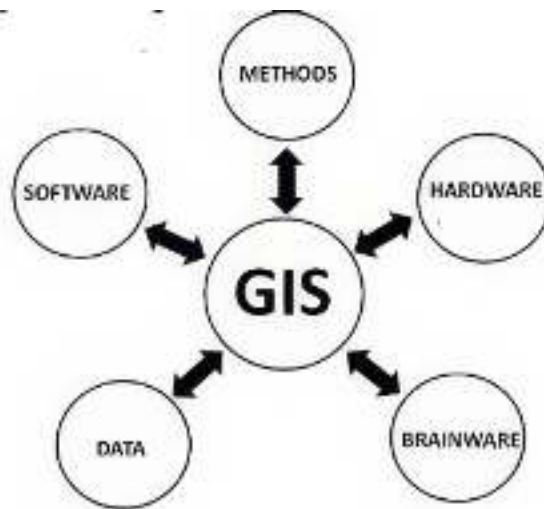
Penjelasan Flowchart:

- a) Peneliti (Researcher) memulai dengan pengumpulan data geospasial, yang diperoleh dari dua sumber utama: Citra Satelit dan Database MySQL.

- b) Setelah pengumpulan data, data diolah melalui tahap Ekstraksi & Pemrosesan Data. Data diproses menggunakan API berbasis PHP.
- c) Data yang diproses kemudian diintegrasikan ke dalam Aplikasi Web menggunakan Mapbox API untuk visualisasi peta dan rute.
- d) Pengembangan Antarmuka Pengguna (Frontend) dilakukan untuk memberikan tampilan interaktif kepada pengguna.
- e) Pengguna (User) dapat berinteraksi dengan sistem untuk melakukan Pencarian Rute dan melihat animasi kendaraan.
- f) Sistem diuji dan dievaluasi pada tahap Pengujian & Evaluasi, hasilnya dicatat di Hasil Pengujian, yang kembali dievaluasi oleh Peneliti untuk perbaikan lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil pengembangan dan pengujian dari aplikasi web interaktif untuk pemetaan rute yang memanfaatkan Geographic Information System (GIS) dan Remote Sensing. Pembahasan difokuskan pada performa aplikasi, akurasi rute, dan interaksi pengguna dengan fitur animasi yang tersedia dalam aplikasi. Referensi untuk pembahasan ini terdapat pada (Surya Adi Nugraha 2024),(Mooy et al. n.d.) Berikut adalah diagram yang mengilustrasikan komponen-komponen utama dari Sistem Informasi Geografis (SIG).



Gambar 3. Komponen pendukung Geographic Information System

Performa Sistem

Pengujian terhadap performa sistem dilakukan untuk mengukur kecepatan aplikasi dalam memproses dan menampilkan rute antar-cabang. Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi memiliki waktu respons rata-rata yang sangat cepat, yaitu kurang dari 3 detik untuk menampilkan rute antar-cabang, baik rute terdekat maupun terjauh. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik, meskipun harus menangani data geospasial yang kompleks. Kecepatan pencarian rute yang cepat ini menjadi keunggulan aplikasi yang sangat penting, terutama dalam konteks perencanaan rute yang membutuhkan efisiensi waktu. Visualisasi: Tabel di bawah ini menunjukkan hasil pengujian waktu respons sistem berdasarkan beberapa skenario rute yang diuji.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Rute

Dari lokasi	Ke lokasi	Jarak (km)	Estimasi Waktu
<i>Al Yarmook Branch</i>	<i>Abu Shagara Branch</i>	<i>3.42 km (Terdekat)</i>	<i>7 minutes</i>
<i>Al Yarmook Branch</i>	<i>Abu Shagara Branch</i>	<i>3.57 km (Terjauh)</i>	<i>8 min</i>
<i>Al Yarmook Branch</i>	<i>Al Fayha Branch</i>	<i>5.46 km (Terdekat)</i>	<i>11 minutes</i>
<i>Al Yarmook Branch</i>	<i>Al Fayha Branch</i>	<i>6.21 km (Terjauh)</i>	<i>13 minutes</i>
<i>Al Yarmook Branch</i>	<i>Al Khan Branch</i>	<i>8.70 km (Terdekat)</i>	<i>16 minutes</i>

Al Yarmook Branch Al Khan Branch 9.08 km (Terjauh) 17 minutes

Pengujian Sistem secara Keseluruhan

Berikut adalah hasil dan pembahasan Tabel 2: Hasil Uji Coba Rute Implementasi. Peta detail ini akan menampilkan garis linier berwarna biru dan merah serta deskripsi dan detail laporan yang menampilkan pilihan rute dari masing-masing tabel di atas:



Gambar 4. Lokasi abu shagara

Map Di atas adalah Abu Shagara Branch yang telah menampilkan dari hasil pencariannya yang menampilkan Estimated travel time: 8 minutes Distance: 3.57 km.

Gambar Menampilkan Hasil Pilihan Rute

Gambar ini akan menampilkan hasil laporan rute setelah di pilih dari tujuan atau From AlYarmook To Abushagara atau tujuan lokasinya. Berikut adalah hasil screenshot tabel dan gambarnya.

Rute Ditemukan!

Detail Laporan

From	To	Jarak (km)	Estimasi Waktu
Al Yarmook Branch	Abu Shagara Branch	3.42 km (Terdekat)	7 minutes
Al Yarmook Branch	Abu Shagara Branch	3.57 km (Terjauh)	8 minutes

Selisih Jarak

Jarak terjauh: 3.57 km

Jarak terdekat: 3.42 km

Selisih: 0.15 km

Persentase Selisih: 4.30%

Gambar 5 Hasil Temuan Rute

Akurasi Penentuan Rute

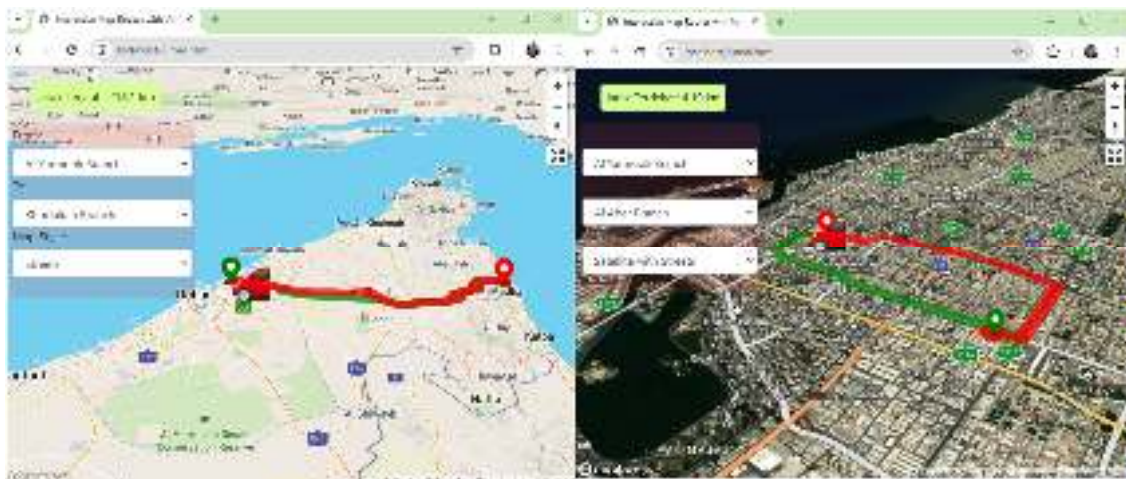
Akurasi sistem dalam menentukan rute diuji dengan membandingkan rute yang dihasilkan oleh aplikasi dengan rute nyata di lapangan. Pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi, yaitu 95%, yang berarti aplikasi sangat andal dalam memberikan rute yang sesuai dengan kondisi nyata. Sistem menggunakan API Directions dari Mapbox untuk menghitung rute terdekat dan terjauh. Rute terdekat ditampilkan dalam warna hijau, sementara rute terjauh ditampilkan dalam warna merah. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk memilih rute berdasarkan jarak atau waktu tempuh yang diinginkan. Visualisasi: Gambar 8. Berikut menunjukkan visualisasi rute terdekat dan terjauh pada peta interaktif, dengan animasi kendaraan yang bergerak di sepanjang rute.



Gambar 6. hasil visulasisasi Rute Wrna Merah Dan hijau

Antarmuka Pengguna Aplikasi

Antarmuka pengguna dari aplikasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman yang intuitif dan mudah digunakan bagi pengguna. Salah satu fitur utama yang menonjol adalah adanya dropdown menu yang memudahkan pengguna dalam memilih cabang asal dan tujuan. Fitur ini sangat praktis karena memungkinkan pengguna untuk dengan cepat mengidentifikasi dan memilih lokasi yang mereka inginkan tanpa perlu mengetikkan detail secara manual. Selain itu, aplikasi ini juga menawarkan berbagai pilihan gaya peta, seperti satellite, streets, atau kombinasi Satellite Streets. Dengan adanya variasi ini, pengguna dapat memilih tampilan peta yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka, apakah itu untuk detail yang lebih tinggi dari peta satelit atau kejelasan dan kesederhanaan dari peta jalanan. Pilihan ini menambahkan tingkat fleksibilitas yang signifikan dalam penggunaan aplikasi, memungkinkan pengguna untuk beralih antar tampilan sesuai dengan preferensi atau kebutuhan spesifik mereka saat itu.



Gambar 7. Map Street dan Satellite

Antarmuka Pengguna Aplikasi

Salah satu fitur unggulan dari aplikasi ini adalah animasi kendaraan yang bergerak di sepanjang rute yang dipilih. Fitur ini memberikan visualisasi yang jelas kepada pengguna mengenai jalur yang akan ditempuh. Kendaraan

divisualisasikan bergerak di rute terdekat dengan warna hijau, dan di rute terjauh dengan warna merah. Berikut adalah gambar map dan mobil yang di untuk melengkapi visualisasi programnya.



Gambar 8 Ilustrasi Car berjalan dan Map

Denagn menampilkan gambar Fitur ini akan sangat membantu dalam situasi di mana pengguna perlu memahami secara visual jalur yang optimal, terutama dalam konteks pengiriman logistik atau perencanaan perjalanan. Marker kendaraan mengikuti jalur yang dihitung secara real-time oleh API Directions Mapbox. Dan visalisasi sebelumnya telah di terapkan di melalui penjelasan tabel laporan serta hasil map dari alporan ya di visulisasikan menjadi di bagian gamabar 4,5,6,7. yang saling terkiatan menggamabrakan dari can ke cabang yang menghasilkan route positive dan negative

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemetaan rute interaktif yang memanfaatkan integrasi Geographic Information System (GIS) dan Penginderaan Jauh untuk wilayah perkotaan. Hasil pengujian sistem menunjukkan sejumlah keunggulan utama:

- a) Kecepatan Pencarian Rute: Sistem mampu menampilkan rute terdekat dan terjauh dengan waktu respons rata-rata kurang dari 3 detik, menjadikannya efisien untuk kebutuhan logistik dan transportasi perkotaan.
 - b) Akurasi Tinggi: Dengan tingkat akurasi sebesar 95%, aplikasi ini andal digunakan dalam berbagai skenario perencanaan perjalanan.
 - c) Pengalaman Pengguna yang Optimal: Fitur animasi kendaraan yang bergerak secara real-time di sepanjang rute serta antarmuka yang intuitif memberikan pengalaman pengguna yang positif dan memudahkan navigasi.
- Dengan memanfaatkan GIS, Penginderaan Jauh, dan API Mapbox, aplikasi ini mampu menghadirkan solusi yang efisien, akurat, dan adaptif dalam perencanaan rute di perkotaan. Potensi aplikasi ini untuk diterapkan dalam sektor logistik dan transportasi sangat besar, terutama dalam memenuhi kebutuhan pemetaan yang dinamis dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

REFERENSI

- Ardiansyah, Riski, Triska Andini, Riri Juliani, Mita Trianda Putri, And Iswandi Idris. 2022. "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Wisata Di Sumatera Barat Berbasis Webgis Menggunakan Qgis." Doi: 10.54209/Jatilima.
- Arribe, Edo. 2023. "Perancangan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Wilayah Operasional Pt. Ivo Mas Tunggal Berbasis Web." *Action Research Literate* 7(10).
- Friadi, J., Sikumbang, A., & Yani, D. P. (2023). APLIKASI GO TUKANG BERBASIS ANDROID. *Jurnal Ilmiah Betrik*, 14(02 AGUSTUS), 368-375.
- Habitat Perairan Dangkal Di Kawasan Padat Wisata Tanjung Benoa Bali, Pemetaan, I. Wayan Gede Astawa Karang, I. Dewa Made Krisna Putra Astaman, I. Wayan Matsya Deva Nagendra, I. Gede Hendrawan, Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan Dan Perikanan, And Universitas Udayana. 2019. *Pemetaan Habitat Perairan Dangkal Di Kawasan Padat Wisata Tanjung Benoa Bali Menggunakan Data*

- Remote Sensing Mapping Shallow Water Habitat In Tanjung Benoa Tourism Area Bali Using Remote Sensing Data.*
- Hasan, Muhammad, Sidiq Kurniawan, Akhmad Fauzy, And Muhammad Muhajir. 2020. *Analyzing The Factors Which Influence The Development Of Mangrove Forest In Kulon Progo Using Binary Logistic Regression And Remote Sensing Method.*
- Kumar, Sonu, Edward Park, Dung Duc Tran, Jingyu Wang, Huu Loc Ho, Lian Feng, Sameh A. Kantoush, Doan Van Binh, Dongfeng Li, And Adam D. Switzer. 2023. "A Deep Learning Framework To Map Riverbed Sand Mining Budgets In Large Tropical Deltas." *Giscience And Remote Sensing* 61(1). Doi: 10.1080/15481603.2023.2285178.
- Manakane, Susan E., Heinrich Rakuasa, And Philia Christi Latue. 2023. "Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Di Das Marikurubu, Kota Ternate." *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan* 1(2):51–60. Doi: 10.56211/Tabela.V1i2.301.
- Mooy, Herlistin, Bogarth K. Watuwaya, Smk-Pp Negeri Kupang, Jl Timor Raya Km, And Kab Kupang. N.D. *Peran Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Dalam Penerapan Pertanian Cerdas Di Era Industri 4.0 The Role Of Remote Sensing And Geographic Information System In Smart Farming Industry 4.0.*
- Muarif Informatika, Syamsul. N.D. *Sistem Informasi Geografis Rute Angkutan Kota Di Bandar Lampung Menggunakan Google Map Api.* Vol. 3.
- Nugroho, Anang, Wirarama Wedashara, And Ariyan Zubaidi. 2020. *Pengembangan Sistem Pencarian Rute Tercepat Lokasi Penjualan Souvenir Khas Lombok Dengan Menggunakan Fungsi Waypoint Dan Metode Heuristik Greedy Di Kota Mataram Berbasis Sig (Development Of Gis-Based Fastest Route Search Location Of Lombok Souvenir Sales By Using Waypoint Function And Greedy Heuristic Method In Mataram City).*
- Puspita, H., Mulyana, A., Putro, H. P., Sihombing, F. A., Ikhran, F., Sutjiningtyas, S., ... & Hikmawati, E. (2022). *Pengantar Teknologi Informasi.* Haura Utama.
- Ridwana, Riki, And Shafira Himayah. 2020. "Utilization Of Remote Sensing Technology And Geographic Information Systems For Tourism Development." *International Journal Of Applied Sciences In Tourism And Events* 4(2):158–69. Doi: 10.31940/Ijaste.V4i2.2042.
- Singgalen, Yerik Afrianto. 2023. "Analisis Indeks Vegetasi Dan Perancangan Sistem Monitoring Kawasan Ekowisata Mangrove Berbasis Hyper Spectral Of Remote Sensing Dan Design Thinking Framework." *Journal Of Information System Research (Josh)* 5(1):1–13. Doi: 10.47065/Josh.V5i1.4005.
- Sugara, Ayub, Nur Audina, Mohammad Nur Dita Nugroho, Andy Makhrian, Mulkan Nuzapril, Julia Purnama Sari, And Feri Nugroho. 2023. "Pemetaan Potensi Pariwisata Dengan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Di Pulau Kelagian Kecil Kabupaten Pasawaran." *Jurnal Laot Ilmu Kelautan* 5(1):62. Doi: 10.35308/Jlik.V5i1.7349.
- Sunarta, I. Nyoman, And Moh Saifulloh. 2022. "Coastal Tourism: Impact For Built-Up Area Growth And Correlation To Vegetation And Water Indices Derived From Sentinel-2 Remote Sensing Imagery." *Geojournal Of Tourism And Geosites* 41(2):509–16. Doi: 10.30892/Gtg.41223-857.
- Wu, Zhongqiang, Yuchen Zhao, Shulei Wu, Huandong Chen, Chunhui Song, Zhihua Mao, And Wei Shen. 2024. "Satellite-Deviated Bathymetry Using A Fast Feature Cascade Learning Model In Turbid Coastal Waters." *Journal Of Remote Sensing.* Doi: 10.34133/Remotesensing.0272.
- Zulshi, Adief, Nico Bram Prima Simanjuntak, Vivi Anita Sari, And Faula Rahmi. 2021. "Penerapan Analisis Geospasial Berbasis Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Bencana Di Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat." *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing* 2(2):82–91. Doi: 10.23960/Jgrs.2021.V2i2.50.