

PENGEMBANGAN WEBGIS INTERAKTIF UNTUK PEMETAAN DAN ANALISIS SPASIAL FASILITAS UMUM DI KOTA KENDARI MENGGUNAKAN LEAFLET.JS

Laode Ikhwani Uzlal, Farras Sida Toruntju, Abdul Fath Ramadhan,
Ahmad Al Ambiyah, La Ode Pali Aqsan, Jumadil Nangi

Teknik Informatika, Universitas Halu Oleo

Jln. H.E.A Mokodompit No. 8 Kampus Baru UHO Bumi Tridharma Anduonohu

ikhwanuluzlahtkj@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan informasi spasial mengenai fasilitas umum menjadi kebutuhan penting di era digital, khususnya untuk mendukung perencanaan dan pelayanan publik di Kota Kendari. Sayangnya, belum tersedia sistem interaktif yang memetakan fasilitas tersebut secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan mengembangkan WebGIS interaktif berbasis Leaflet.js untuk pemetaan dan analisis spasial fasilitas umum. Metode yang digunakan adalah model *Waterfall*, dimulai dari analisis kebutuhan, desain antarmuka, implementasi, hingga pengujian sistem. Data diperoleh dari Bappeda Kota Kendari dan diintegrasikan dalam sistem berbasis *frontend*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memvisualisasikan 980 fasilitas umum secara interaktif, menyediakan fitur pencarian, *filter*, *buffer zone*, serta perhitungan jarak antar fasilitas dengan formula Haversine. Sistem juga memberikan pengalaman pengguna yang responsif dan modern. Kesimpulannya, WebGIS ini menjadi solusi efektif untuk pemetaan spasial publik, dengan potensi pengembangan lebih lanjut melalui integrasi data *real-time* dan perluasan cakupan wilayah.

Kata kunci : Analisis Spasial, Buffer Zone, Fasilitas Umum, Leaflet.js, WebGIS

1. PENDAHULUAN

Fasilitas umum merupakan segala sarana dan prasarana yang disediakan oleh pemerintah untuk menunjang pelayanan publik atau pelayanan masyarakat. Fasilitas umum menjadi bagian penting dalam infrastruktur kota yang berfungsi untuk mendukung aktivitas dan kebutuhan dasar masyarakat, seperti pendidikan, pemerintahan, kesehatan, transportasi, wisata, dan ibadah. Di era digital seperti saat ini, kebutuhan akan informasi spasial mengenai lokasi dan distribusi fasilitas umum menjadi semakin penting, terutama bagi masyarakat kota yang menuntut akses informasi yang cepat, akurat, dan mudah dijangkau.[1]

Di Kota Kendari, belum tersedianya sistem informasi pemetaan fasilitas umum secara spasial dan interaktif. Ketidadaan sistem ini menyebabkan keterbatasan dalam hal akses informasi lokasi fasilitas umum secara menyeluruh, baik bagi masyarakat umum maupun bagi pihak pemerintah dalam mendukung proses perencanaan dan pengambilan keputusan berbasis data geografis. Hal ini menjadi masalah yang cukup mendesak untuk diselesaikan melalui pendekatan informasi teknologi.

Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi solusi yang mampu menangani data spasial secara efektif. SIG memungkinkan pengguna untuk mengelola, menganalisis, dan memvisualisasikan informasi berbasis lokasi. Dalam implementasi modern, SIG dapat terintegrasi dengan teknologi web menjadi WebGIS (Sistem Informasi Geografis berbasis Web), yang memungkinkan akses informasi geografis melalui jaringan internet secara fleksibel dan *real-time*. WebGIS tidak hanya memberikan kemudahan

akses, tetapi juga mendukung interaktivitas pengguna dalam melakukan pencarian lokasi, pengukuran jarak, dan analisis spasial secara langsung melalui tampilan peta digital.[2]

Dalam pengembangan WebGIS, salah satu pustaka (*library*) *open source* yang populer dan ringan digunakan adalah Leaflet.js. Leaflet merupakan pustaka *javascript* (JS) yang dirancang untuk membuat peta interaktif untuk situs web. Leaflet.js juga menawarkan kemudahan dalam pembuatan peta interaktif dengan fitur yang fleksibel dan kompatibel di berbagai perangkat, sehingga cocok digunakan dalam membangun sistem pemetaan berbasis web.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun WebGIS interaktif yang dapat digunakan untuk pemetaan fasilitas umum di Kota Kendari, dilengkapi dengan fitur analisis spasial dan estimasi jarak guna mendukung kebutuhan informasi spasial yang lebih akurat dan bermanfaat bagi masyarakat maupun pengambil kebijakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi informasi geografis telah mengalami transformasi signifikan dari sistem berbasis desktop menuju aplikasi berbasis web. Sistem Informasi Geografis berbasis web (WebGIS) menjadi solusi yang efektif untuk menyajikan informasi spasial secara interaktif dan dapat diakses oleh masyarakat luas. Dalam konteks pengelolaan fasilitas umum perkotaan, WebGIS memberikan kemampuan untuk memvisualisasikan, menganalisis, dan mengelola data spasial fasilitas publik seperti sekolah, rumah sakit, pasar, dan infrastruktur lainnya secara *real-time*. [3]

Kebutuhan akan sistem pemetaan fasilitas umum yang interaktif dan mudah diakses menjadi semakin penting, terutama dalam mendukung perencanaan pembangunan kota dan memberikan informasi publik yang transparan kepada masyarakat. Teknologi WebGIS dengan dukungan pustaka *JavaScript* seperti Leaflet.js memungkinkan pengembangan aplikasi pemetaan yang responsif, ringan, dan kaya fitur analisis spasial.

2.1. Web GIS

2.1.1. Pengertian Web GIS dan Manfaatnya

WebGIS (*Web-based Geographic Information System*) adalah sistem informasi geografis yang dapat diakses melalui *browser* web tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak khusus di komputer pengguna. WebGIS merupakan integrasi antara teknologi web dan sistem informasi geografis yang memungkinkan distribusi dan sharing data spasial melalui internet. Sistem ini menyediakan kemampuan untuk memvisualisasikan, menganalisis, dan mengelola data geografis secara *online* dengan *interface* yang *user-friendly*.

Manfaat utama WebGIS dalam penyajian data spasial meliputi aksesibilitas yang tinggi karena dapat diakses dari berbagai perangkat dan lokasi, biaya implementasi yang relatif rendah karena tidak memerlukan lisensi *software* desktop yang mahal, kemudahan dalam *update* dan *maintenance* data secara terpusat, serta kemampuan untuk melakukan *sharing* data dan kolaborasi antar pengguna secara *real-time*.

2.1.2. Perbandingan dengan Desktop GIS

Desktop GIS seperti ArcGIS Desktop atau QGIS memiliki kemampuan analisis yang sangat komprehensif namun membutuhkan instalasi *software*, lisensi yang mahal, dan *expertise* yang tinggi untuk mengoperasikannya. Sebaliknya, WebGIS menawarkan kemudahan akses melalui *browser*, biaya implementasi yang lebih rendah, dan *interface* yang lebih sederhana meskipun dengan kemampuan analitis yang terbatas dibandingkan desktop GIS. Keunggulan WebGIS terletak pada aspek distribusi dan aksesibilitas data, dimana *multiple users* dapat mengakses sistem secara bersamaan tanpa memerlukan instalasi *software* khusus. Hal ini sangat sesuai untuk aplikasi pemetaan fasilitas umum yang membutuhkan akses publik yang luas.

2.2. Leaflet.js

2.2.1 Deskripsi Pustaka Leaflet

Leaflet.js adalah pustaka *JavaScript open source* yang dirancang khusus untuk pengembangan peta interaktif berbasis web. Dikembangkan oleh Vladimir Agafonkin pada tahun 2011, Leaflet menjadi salah satu pustaka pemetaan web yang paling populer karena ukurannya yang ringan (hanya sekitar 39KB), performa yang tinggi, dan API yang sederhana namun *powerful*.

Alasan pemilihan Leaflet.js dalam pengembangan WebGIS fasilitas umum Kendari meliputi beberapa aspek. Pertama, Leaflet bersifat *open source* sehingga tidak memerlukan biaya lisensi dan memiliki komunitas *developer* yang aktif. Kedua, ukuran *file* yang ringan memungkinkan *loading* aplikasi yang cepat bahkan dengan koneksi internet yang terbatas. Ketiga, Leaflet memiliki API yang intuitif dan dokumentasi yang lengkap, memudahkan proses *development* dan *maintenance*. Keempat, kompatibilitas yang tinggi dengan berbagai *browser* modern dan perangkat *mobile*.

2.2.2. Fitur-Fitur Utama Leaflet

Leaflet.js menyediakan berbagai fitur *essential* untuk pengembangan peta interaktif. *Marker* merupakan komponen untuk menandai lokasi spesifik pada peta dengan kemampuan kustomisasi *icon* dan *styling*. *Layer* memungkinkan pengelolaan berbagai jenis data geografis secara terorganisir, seperti *tile layer* untuk *basemap* dan *vector layer* untuk data fasilitas. *Popup* menyediakan kemampuan untuk menampilkan informasi detail ketika pengguna berinteraksi dengan objek pada peta. *Cluster* merupakan fitur untuk mengelompokkan *marker* yang berdekatan sehingga peta tidak terlihat terlalu padat, terutama pada *zoom level* yang rendah. Fitur-fitur tambahan Leaflet meliputi kontrol *zoom*, *layer control* untuk *switching* antar *layer*, kemampuan *drawing* dan *editing* geometri, serta dukungan untuk berbagai format data seperti GeoJSON dan KML.

2.3. Analisis Spasial

2.3.1. Konsep Buffer Zone

Buffer zone atau zona penyangga adalah area yang dibentuk di sekitar titik, garis, atau poligon tertentu dengan jarak yang telah ditentukan. Dalam konteks pemetaan fasilitas umum, *buffer zone* digunakan untuk menganalisis area cakupan layanan suatu fasilitas atau untuk menentukan jarak aksesibilitas masyarakat terhadap fasilitas tersebut. Penerapan *buffer zone* dalam pemetaan fasilitas umum Kendari memungkinkan analisis seperti penentuan area cakupan layanan sekolah dalam radius tertentu, identifikasi daerah yang masih kekurangan fasilitas kesehatan, atau evaluasi distribusi spasial fasilitas publik untuk mendukung perencanaan pembangunan yang lebih merata.

2.3.2. Metode Perhitungan Jarak Geografis

Perhitungan jarak geografis antara dua titik di permukaan bumi menggunakan formula Haversine, yang memperhitungkan kelengkungan permukaan bumi. Formula Haversine memberikan hasil jarak *great-circle distance* antara dua titik berdasarkan koordinat lintang dan bujur.

Formula Haversine dinyatakan sebagai:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) + \cos\phi_1 \cdot \cos\phi_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \quad (1)$$

$$c = 2 \cdot \arctan 2 (\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \quad (2)$$

$$d = R \cdot c \quad (3)$$

Dimana ϕ adalah lintang, λ adalah bujur, R adalah radius bumi (6.371 km), dan d adalah jarak antara dua titik. Metode ini memberikan akurasi yang tinggi untuk perhitungan jarak dalam aplikasi pemetaan fasilitas umum.

2.4. Studi Terkait

2.4.1. Penelitian Terdahulu tentang Pemetaan Fasilitas Publik

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengembangan sistem pemetaan fasilitas publik menggunakan teknologi WebGIS. Mengembangkan sistem pemanfaatan Sistem Informasi Geografis berbasis WebGIS untuk pemetaan fasilitas Kota Pasuruan menggunakan Framework CodeIgniter. Penelitian tersebut berhasil mengintegrasikan data spasial fasilitas publik dengan *interface* web yang *user-friendly*, namun sistem yang dikembangkan masih terbatas pada fungsi visualisasi dan *query* data tanpa fitur analisis spasial yang mendalam.

Ismoyo melakukan penelitian tentang pemetaan trayek angkutan umum dan fasilitas sosial berbasis WebGIS dengan studi kasus di Kecamatan Rangkasbitung, Lebak, Banten. Penelitian ini dipublikasikan dalam Jurnal Geodesi Undip dan berhasil mengintegrasikan data transportasi publik dengan fasilitas sosial dalam satu platform WebGIS. Namun, fokus penelitian lebih pada visualisasi data transportasi dan belum mengintegrasikan analisis spasial seperti *buffer zone* atau perhitungan jarak aksesibilitas.

Penelitian lain yang relevan adalah pengembangan aplikasi WebGIS fasilitas umum menggunakan *library* Leaflet dan OpenStreetMap untuk Kota Pontianak (2021). Studi ini menggunakan teknologi yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu Leaflet.js, namun analisis spasial yang disajikan masih terbatas pada visualisasi sebaran fasilitas tanpa perhitungan analisis jarak atau area cakupan layanan yang komprehensif.

2.4.2. Gap Penelitian dan Kontribusi

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, sebagian besar penelitian terdahulu fokus pada pengembangan sistem pemetaan dengan fungsi visualisasi dan *query* data dasar. Belum ada penelitian yang secara komprehensif mengintegrasikan pemetaan fasilitas umum dengan fitur analisis spasial interaktif seperti *buffer zone analysis*, perhitungan jarak menggunakan formula Haversine, dan *clustering* untuk optimasi visualisasi data.

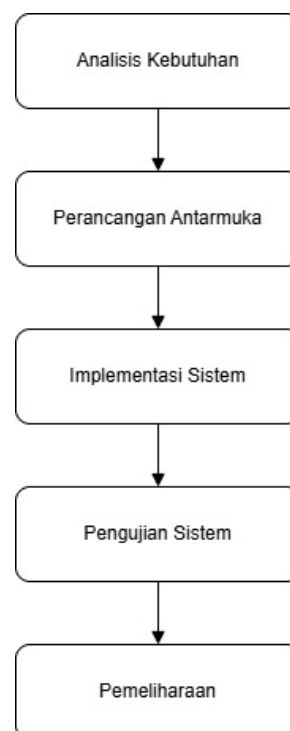
Khusus untuk wilayah Kota Kendari, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik mengembangkan WebGIS interaktif untuk pemetaan

dan analisis spasial fasilitas umum secara komprehensif. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem yang tidak hanya menyajikan informasi lokasi fasilitas, tetapi juga menyediakan *tools* analisis spasial yang dapat mendukung pengambilan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metodologi Pengembangan

Metodologi pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Waterfall*. Model ini bersifat linear dan sistematis, di mana setiap tahapan harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Adapun tahapan-tahapan dalam model *Waterfall* yang diterapkan pada pengembangan sistem WebGIS ini adalah sebagai berikut:



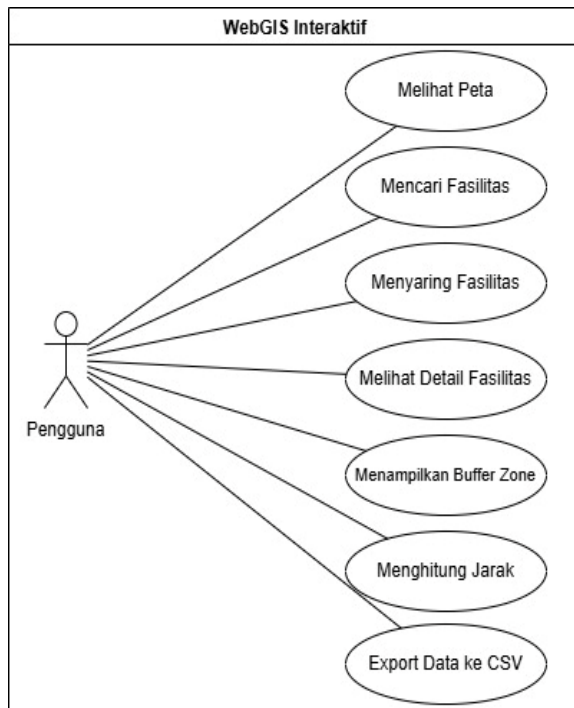
Gambar 1. Diagram model Pengembangan *Waterfall*

Ilustrasi tahapan pengembangan sistem menggunakan metodologi *Waterfall* pada gambar 1 terdiri dari lima fase berurutan. Dimulai dari tahap analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi spesifikasi sistem, dilanjutkan perancangan antarmuka yang fokus pada UX/UI *design*, kemudian implementasi menggunakan HTML, CSS, *JavaScript* dan Leaflet.js. Tahap pengujian mencakup validasi seluruh fitur seperti *filter*, pencarian, dan analisis spasial. Terakhir adalah pemeliharaan sistem untuk memastikan performa optimal dan pembaruan data berkelanjutan.

3.1.1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan pengguna terkait sistem pemetaan fasilitas umum di Kota Kendari. Kebutuhan yang dikaji

mencakup jenis data spasial yang digunakan, fitur yang diinginkan oleh pengguna seperti pencarian, *filter*, dan analisis jarak, serta kebutuhan tampilan yang responsif dan mudah digunakan.[4]



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem

Diagram pada gambar 2 menggambarkan interaksi pengguna dengan sistem WebGIS melalui berbagai fungsi utama. Aktor pengguna dapat melakukan aktivitas pencarian fasilitas berdasarkan nama atau lokasi, menerapkan *filter* kategori fasilitas, melakukan analisis *buffer zone* dengan radius yang dapat disesuaikan, menghitung jarak antar fasilitas menggunakan formula Haversine, serta mengeksport data hasil pencarian ke format CSV. Setiap *use case* menunjukkan alur kerja yang intuitif untuk memaksimalkan pengalaman pengguna dalam mengakses informasi spasial.

3.1.2. Perancangan Antarmuka

Tahap ini meliputi perancangan struktur halaman, tampilan antar muka pengguna (UI), serta komponen interaktif seperti *sidebar*, *filter button*, dan peta. Desain difokuskan pada kenyamanan pengguna (*user experience/UX*) dengan memanfaatkan elemen visual yang modern dan navigasi intuitif.

3.1.3. Implementasi

Pada tahap implementasi, sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman HTML, CSS, dan *JavaScript*, serta *library* Leaflet.js untuk pemetaan interaktif. Data fasilitas umum disajikan melalui *file JavaScript* eksternal yang berisi

koordinat dan atribut fasilitas. Fungsi-fungsi seperti pencarian, *filtering*, *clustering marker*, analisis *buffer*, dan kalkulasi jarak antar titik juga diimplementasikan menggunakan *JavaScript* murni dan fitur dari Leaflet.

3.1.4. Pengujian Fitur dan Fungsionalitas

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa semua fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan. Beberapa jenis pengujian yang dilakukan antara lain:

- Pengujian fungsi *filter* dan pencarian fasilitas.
- Pengujian analisis spasial (*buffer zone* dan jarak)
- Pengujian ekspor data ke dalam format CSV.

3.1.5. Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan bertujuan untuk memastikan bahwa sistem WebGIS dapat terus berfungsi dengan baik dan benar setelah implementasi awal. Pemeliharaan ini meliputi perbaikan *bug* yang ditemukan setelah sistem digunakan, pembaruan data fasilitas umum jika terdapat perubahan, serta peningkatan fitur berdasarkan masukan pengguna. Karena sistem berbasis *frontend-only*, pemeliharaan lebih difokuskan pada pembaruan *file* data fasilitas umum dan peningkatan kode HMTL, CSS, serta *JavaScript* agar tetap kompatibel dengan perkembangan *browser* dan perangkat pengguna.

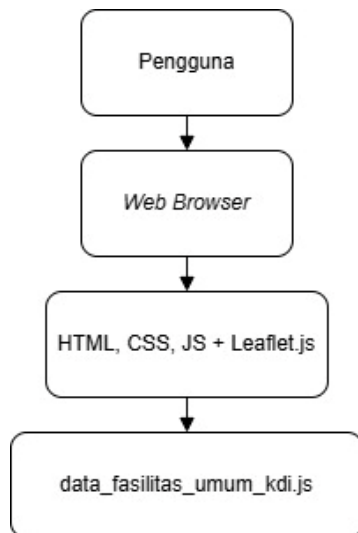
3.2. Sumber Data

Data yang digunakan dalam pengembangan sistem WebGIS ini diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Kendari. Data tersebut mencakup informasi mengenai berbagai fasilitas umum yang tersebar di Kota Kendari, seperti fasilitas pendidikan, ibadah, kesehatan, kantor pemerintahan, dan tempat wisata. Proses pengambilan data dilakukan secara langsung melalui instansi terkait guna memastikan keakuratan dan keterkinian informasi yang digunakan dalam sistem.

Data yang diperoleh kemudian dikonversi ke dalam format CSV (*Comma Separated Values*) agar dapat diintegrasikan secara efisien ke dalam sistem berbasis web. Setiap entri data memiliki beberapa atribut utama, yaitu nama fasilitas, jenis fasilitas, kecamatan, kelurahan, serta koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*). Atribut-atribut ini menjadi dasar untuk menampilkan informasi spasial dalam peta interaktif serta menjalankan fitur analisis seperti pencarian, *filter*, *buffer zone*, dan perhitungan jarak antar fasilitas.

3.3. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang digunakan dalam penelitian ini bersifat *frontend-only*, artinya seluruh proses pemrosesan data dan visualisasi dilakukan di sisi klien (*browser*) tanpa keterlibatan server atau *database backend*.

Gambar 3. Diagram arsitektur sistem (*frontend-only*)

Arsitektur sistem pada gambar 3 menampilkan pendekatan *frontend-only* tanpa ketergantungan *backend server*. Komponen utama meliputi *user interface* berbasis HTML/CSS yang responsif, *JavaScript engine* untuk pemrosesan logika aplikasi, dan *Leaflet.js library* sebagai *core mapping engine*. Data fasilitas tersimpan dalam file *JavaScript* eksternal (*data_fasilitas_umum_kdi.js*) yang dimuat langsung ke *browser*. Struktur ini memungkinkan sistem berjalan mandiri dengan performa tinggi dan *loading* cepat tanpa memerlukan koneksi *database server*. [5]

3.4. Fitur Utama

Sistem WebGIS yang dikembangkan memiliki berbagai fitur utama yang dirancang untuk meningkatkan kemudahan akses dan analisis terhadap data fasilitas umum di Kota Kendari. Berikut adalah penjelasan fungsi-fungsi pada aplikasi WebGIS :

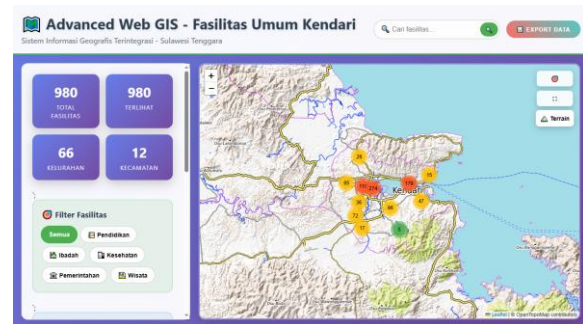
Tabel 1. Fungsi-Fungsi Fitur

Fitur	Fungsi
Peta Interaktif	Menampilkan peta digital dengan opsi tampilan OpenStreetMap, satelit, dan topografi.
Cluster Marker	Mengelompokkan <i>marker</i> fasilitas dalam kluster agar peta tetap rapi dan responsif saat memuat banyak titik.
Filter Fasilitas Berdasarkan Jenis	Menyaring fasilitas yang ditampilkan di peta sesuai kategori (pendidikan, kesehatan, dll).
Search Bar	Mencari fasilitas berdasarkan nama, kelurahan, kecamatan, atau jenis dengan cepat dan akurat.
Buffer Zone Analysis	Menampilkan area dengan radius tertentu di sekitar fasilitas untuk analisis spasial.
Jarak Antar Fasilitas	Menghitung jarak antara dua fasilitas menggunakan rumus Haversine, disertai estimasi waktu tempuh.
Export Data CSV	Mengekspor data fasilitas ke file CSV agar dapat digunakan di luar sistem untuk keperluan dokumentasi atau analisis lanjutan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tampilan Aplikasi

Implementasi sistem Web GIS untuk pemetaan fasilitas umum Kota Kendari telah berhasil dikembangkan dengan antarmuka yang responsif dan *user-friendly*.



Gambar 4. Tampilan sistem

Interface utama aplikasi pada gambar 4 menampilkan *layout* responsif dengan *header* bergradien yang menampilkan judul sistem dan fungsi pencarian global. *Sidebar* kiri berisi *dashboard* statistik *real-time* yang menunjukkan total fasilitas, fasilitas terlihat, jumlah kelurahan dan kecamatan. Area peta utama menggunakan *basemap* OpenStreetMap dengan kontrol *layer*, *zoom*, dan *fullscreen*. Desain mengadopsi prinsip *glassmorphism* dengan efek transparansi yang memberikan kesan modern dan profesional sesuai standar UI/UX terkini. [6]

4.1.1. Header dan Deskripsi Wilayah Kendari

Bagian *header* aplikasi menampilkan identitas sistem dengan judul "Advanced Web GIS - Fasilitas Umum Kendari" yang dilengkapi dengan *subtitle* "Sistem Informasi Geografis Terintegrasi - Sulawesi Tenggara". *Header* ini menggunakan desain *glassmorphism* dengan efek *backdrop-filter* yang memberikan kesan modern dan profesional. Komponen *header* juga dilengkapi dengan:

- Fungsi pencarian *real-time* dengan *placeholder* "🔍 Cari fasilitas...".
- Tombol *export data* dengan *styling gradient* yang menarik.
- Responsive design* yang menyesuaikan dengan berbagai ukuran layar.

4.1.2. Sidebar dengan Statistik

Sidebar kiri menampilkan *dashboard* statistik yang memberikan gambaran umum tentang distribusi fasilitas umum di Kota Kendari. Statistik ini mencakup:

- Total Fasilitas: Menampilkan jumlah keseluruhan fasilitas yang terdaftar dalam sistem.
- Fasilitas Terlihat: Menunjukkan jumlah fasilitas yang sedang ditampilkan berdasarkan *filter* aktif.
- Total Kelurahan: Menghitung jumlah kelurahan yang memiliki fasilitas umum.

- d. Total Kecamatan: Menampilkan sebaran kecamatan yang tercakup dalam data.

4.1.3. Peta Kontrol Layer, Zoom, dan Cluster

Komponen peta merupakan inti dari aplikasi ini, menggunakan *library* Leaflet.js untuk *rendering* peta interaktif. Fitur-fitur utama peta meliputi:

- Kontrol *Layer Multi-Base Map*: *OpenStreetMap* (default), *Satelit imagery* dari Esri, dan *Terrain map* dari *OpenTopoMap*.
- Sistem *Marker Clustering*, dengan implementasi *marker clustering* menggunakan *plugin* Leaflet.markercluster untuk mengelompokkan *marker* yang berdekatan pada *zoom level* rendah
- Kontrol *Zoom* dan Navigasi: *Zoom control* dengan tombol + dan -, Tombol *center map* untuk kembali ke *view* optimal, dan *Fullscreen toggle* untuk mode layar penuh.

4.2. Visualisasi Titik

4.2.1. Data 980 Fasilitas Berhasil Divisualisasikan

Sistem berhasil memvisualisasikan seluruh dataset yang terdiri dari 980 fasilitas umum di Kota Kendari. Setiap fasilitas direpresentasikan dengan *marker* yang memiliki karakteristik unik berdasarkan jenisnya.[7]



Gambar 5. Overview peta

Visualisasi komprehensif pada gambar 5 menampilkan setiap kategori fasilitas yang dibedakan melalui ikon dan skema warna unik: pendidikan (merah), ibadah (biru), kesehatan (hijau), pemerintahan (oranye), dan wisata (ungu). *Clustering* otomatis mengelompokkan *marker* berdekatan pada *zoom level* rendah untuk menjaga keterbacaan peta. *Control panel* memungkinkan *switching* antar *basemap* dan navigasi intuitif.

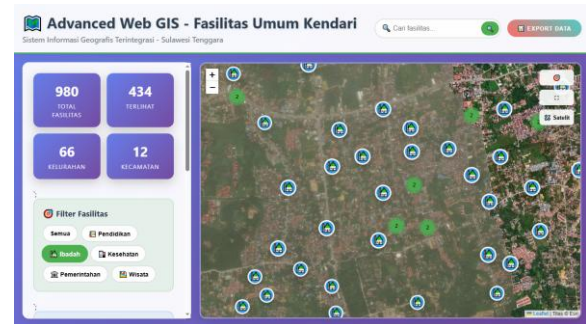
4.2.2. Kategorisasi Berdasarkan Jenis Fasilitas

Setiap jenis fasilitas umum pada sistem dibedakan melalui ikon dan warna tertentu agar mempermudah identifikasi visual di peta. Fasilitas pendidikan ditandai ikon buku dengan warna merah, fasilitas ibadah ditandai ikon masjid dengan warna biru, fasilitas kesehatan ditandai ikon rumah sakit dengan warna hijau, kantor pemerintahan ditandai ikon gedung dengan warna oranye, dan tempat wisata ditandai ikon panorama dengan warna ungu.

4.3. Filter dan Pencarian

4.3.1. Filter Berdasarkan Jenis Fasilitas

Sistem menyediakan filter interaktif yang memungkinkan pengguna menyaring tampilan berdasarkan jenis fasilitas. Implementasi *filtering* menggunakan pendekatan *real-time* yang langsung memperbarui tampilan peta dan *sidebar*. [8]

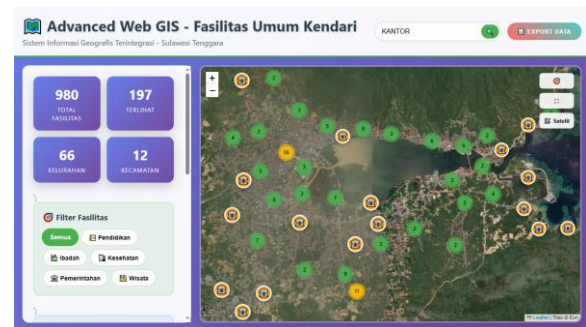


Gambar 6. Tampilan hasil *filtering* pada peta

Pada gambar 6, *filter* menampilkan hanya fasilitas ibadah yang ditandai dengan *marker* biru. *Sidebar* secara otomatis memperbarui statistik sesuai *filter* aktif, menunjukkan jumlah fasilitas yang tersaring. Sistem *filtering* bekerja *real-time* tanpa *lag*, memberikan *feedback* visual langsung kepada pengguna.

4.3.2. Pencarian *Real-time*

Fitur pencarian memungkinkan pengguna mencari fasilitas berdasarkan nama, lokasi, atau jenis dengan algoritma *fuzzy matching*. [9]



Gambar 7. Interface hasil pencarian yang cocok

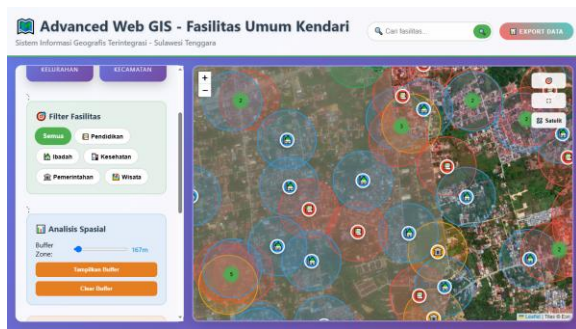
Antarmuka pencarian pada gambar 7 menampilkan hasil yang relevan menggunakan algoritma *fuzzy matching* untuk toleransi *typo*. *Search bar* dengan *placeholder* "Cari fasilitas..." memberikan saran otomatis saat pengguna mengetik. Sistem mendukung pencarian berdasarkan nama fasilitas, lokasi kelurahan, kecamatan, maupun jenis kategori dengan *response time* di bawah 50 milidetik.

4.4. Analisis Spasial

4.4.1. Buffer Zone Analysis

Sistem menyediakan analisis *buffer zone* yang dapat disesuaikan dengan radius 100-2000 meter. Fitur

ini memungkinkan pengguna menganalisis area pengaruh setiap fasilitas:



Gambar 8. Visualisasi *buffer zone*

Implementasi analisis *buffer zone* pada gambar 8 menampilkan area cakupan layanan dengan radius yang dapat disesuaikan dari 100-2000 meter. *Circle overlay* berwarna semi-transparan mengelilingi fasilitas terpilih untuk visualisasi area pengaruh. *Control panel buffer zone* memungkinkan penyesuaian radius secara dinamis dengan *update visual real-time*. Fitur ini mendukung analisis aksesibilitas dan perencanaan distribusi fasilitas publik yang optimal.

4.4.2. Analisis Jarak Antar Fasilitas

Fitur analisis jarak menggunakan formula Haversine untuk menghitung jarak geodesik akurat antara dua titik:



Gambar 9. Visualisasi rute antar fasilitas

Tampilan analisis jarak antar fasilitas pada gambar 9 menggunakan formula Haversine dengan visualisasi garis lurus *connecting line* antara dua titik yang dipilih. Panel informasi menampilkan jarak geodesik akurat dalam kilometer serta estimasi waktu tempuh untuk berbagai moda transportasi: jalan kaki (12 menit/km), berkendara (3 menit/km), dan bersepeda (6 menit/km). Fitur ini membantu pengguna dalam perencanaan perjalanan dan analisis aksesibilitas antar fasilitas.

4.5. Pengujian Performa Sistem

Hasil pengujian performa sistem:

Tabel 2. Performa sistem

Metrik	Nilai	Status
<i>Initial Load Time</i>	<2 detik	Optimal
<i>Marker Rendering</i>	<500ms untuk 980 marker	Efisien
<i>Filter Response</i>	<100ms	<i>Real-time</i>
<i>Search Response</i>	<50ms	<i>Instant</i>
<i>Memory Usage</i>	<50MB	Optimal

Pengujian performa menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan efisien. Waktu muat awal (*initial load time*) tercatat kurang dari 2 detik, *rendering* 980 *marker* berlangsung di bawah 500 milidetik, *filter* merespons dalam waktu kurang dari 100 milidetik, fitur pencarian memberikan hasil secara instan dalam waktu kurang dari 50 milidetik, dan penggunaan memori tetap optimal di bawah 50MB. Dengan ini menunjukkan performa sistem yang optimal dan efisien serta stabil selama dijalankan.

4.6. Kelebihan dan Kekurangan

4.6.1. Kelebihan Sistem

Sistem memiliki antarmuka modern dan interaktif, lengkap dengan animasi halus dan respon *real-time*. Fitur analisis spasialnya mencakup *buffer zone* yang dapat disesuaikan, perhitungan jarak akurat menggunakan formula Haversine, serta estimasi waktu tempuh. *Filter* dan pencarian bekerja cerdas dengan dukungan *fuzzy matching* dan pembaruan data secara langsung. Selain itu, sistem mendukung ekspor data ke format CSV yang terstruktur dan kompatibel dengan platform GIS lainnya.

4.6.2. Kekurangan dan Limitasi

Sistem masih menggunakan data statis dan belum terhubung dengan *database* yang dinamis. Fitur navigasi belum mendukung *routing* atau estimasi lalu lintas, dan integrasi dengan perangkat GPS belum tersedia. Dari sisi aksesibilitas, belum optimal untuk pengguna dengan kebutuhan khusus, serta belum dilengkapi dukungan perintah suara dan pengaturan kontras warna.[10]

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pengembangan sistem WebGIS fasilitas umum Kota Kendari berbasis *frontend* dengan Leaflet.js berhasil memberikan solusi efektif dalam visualisasi data spasial tanpa ketergantungan pada *backend* atau *database server*. Sistem ini mampu menampilkan informasi fasilitas umum secara interaktif dengan fitur-fitur seperti pencarian, *filter*, analisis *buffer*, dan perhitungan jarak yang responsif dan mudah digunakan. Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah menambahkan fitur integrasi data dinamis berbasis API atau *database* agar pembaruan data fasilitas dapat dilakukan secara *real-time*, serta memperluas cakupan wilayah dan jenis fasilitas yang dipetakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Tarmizi and M. R. Ridha, "Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Persebaran Fasilitas Pelayanan Kesehatan Di Kota Tembilahan," *J. Perangkat Lunak*, vol. 3, no. 3, pp. 111–123, 2021, doi: 10.32520/jupel.v3i3.1703.
- [2] F. Annisa, J. Firdaus, F. Ramdani, and I. Arwani, "Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis berbasis WebGIS terhadap Pemetaan Fasilitas Kota Pasuruan menggunakan Framework CodeIgniter," vol. 6, no. 1, pp. 343–350, 2022.
- [3] M. A. Irwansyah and H. Novriando, "Aplikasi WebGis Fasilitas Umum Menggunakan Library Leaflet dan OpenStreetMap Public Facilities WebGis Application Using Leaflet Library and OpenStreetMap," vol. 9, no. 3, pp. 334–341, 2021, doi: 10.26418/justin.v9i3.44442.
- [4] J. Vinueza-martinez, M. Correa-peralta, R. Ramirez-anormaliza, D. V. Paredes, and O. F. Arias, "Geographic Information Systems (GISs) Based on WebGIS Architecture : Bibliometric Analysis of the Current Status and Research Trends," 2024.
- [5] S. Arif, A. Syafnur, A. M. I. Ismail, and A. Azzahra, "Presentation of Green Open Space of Makassar City in WebGIS," vol. 7, no. 2, pp. 194–203, 2023, doi: 10.20956/geocelebes.v7i2.23930.
- [6] P. Webgis, P. Rumah, M. A. R, M. Awaluddin, and L. M. Sabri, "Jurnal Geodesi Undip Juli 2023," pp. 321–329, 2023.
- [7] M. R. H, A. Rahman, M. Masyhur, and E. Warni, "WebGIS-Based Land Asset Visualization (Case Study : Pangkep Regency Government)," vol. 3, no. 2, pp. 127–139, 2024, doi: 10.52362/ijiems.v3i2.1412.
- [8] O. Arifin and A. R. Supriyatna, "MENGGUNAKAN LEAFLET JS DAN GEOJSON," vol. 17, pp. 364–371, 2023.
- [9] B. A. Widyantoro and L. M. Prayogo, "Pengembangan Aplikasi Webgis Perutean Menggunakan Teknologi Geographic Information System (GIS) Open Source," vol. 16, no. 3, pp. 365–370, 2023.
- [10] A. Z. Nusri, M. A. Wardana, and A. Rahmayuliani, "Perancangan Sistem Informasi Geografis Potensi Desa Lompulle Berbasis Web," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 97–106, 2022, doi: 10.57093/jisti.v5i2.134.