

PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PEMETAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR DENGAN METODE AGILE

Dwiki Aditya Putra^{1*}, Indyah Hartami Santi²

^{1,2}Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Islam Balitar

E-mail: dwikiadityaptr@gmail.com^{1*}, indyhartamisanti@gmail.com²

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima : 20/08/2025

Direvisi : 01/09/2025

Diterbitkan : 01/12/2025

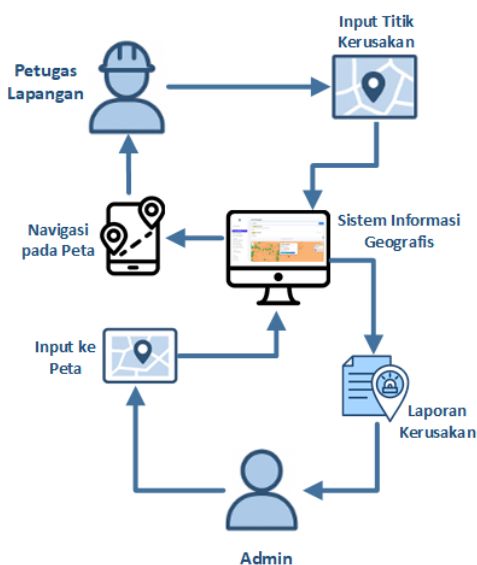
*Corresponding author

dwikiadityaptr@gmail.com

DOI: 10.70247/jumistik.v4i2.193

<https://ojs.amiklps.ac.id>

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

Management of water distribution networks still relies on desktop-based systems, which have limitations in remote access, multi-user collaboration, and real-time data updates. This study aims to develop a web-based Geographic Information System (GIS) to map pipelines, customer locations, and damage reports interactively. The system was built using the Laravel framework for the backend and the Leaflet.js library for map visualization. Development followed the Agile methodology in two iterations. The first iteration focused on creating core functions, including pipeline mapping, customer data integration, and damage reporting features. The second iteration involved refinements based on user evaluation feedback regarding usability and performance. System testing was conducted through Blackbox Testing to verify functionality and User Acceptance Testing to assess user acceptance. The results showed that all 81 Blackbox test scenarios were successfully executed with a 100% success rate, while UAT achieved a user acceptance score of 88.4%. The results indicate that the system is acceptable to users.

Keywords: Geographic Information System, Website, Agile

ABSTRAK

Pengelolaan jaringan distribusi air masih banyak bergantung pada sistem berbasis desktop, yang memiliki keterbatasan dalam akses jarak jauh, kolaborasi multi-pengguna, dan pembaruan data secara real-time. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk memetakan jaringan pipa, lokasi pelanggan, dan laporan kerusakan secara interaktif. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel pada sisi backend dan pustaka Leaflet.js untuk visualisasi peta. Pengembangan dilakukan dengan metode Agile melalui dua iterasi. Iterasi pertama berfokus pada pembuatan fungsi inti, mencakup pemetaan pipa, integrasi data pelanggan, dan fitur pelaporan kerusakan. Iterasi kedua berisi penyempurnaan berdasarkan masukan dari evaluasi pengguna terkait kemudahan penggunaan dan kinerja. Pengujian sistem dilakukan menggunakan Blackbox Testing untuk memverifikasi fungsi serta User Acceptance Testing untuk menilai tingkat penerimaan pengguna. Hasil menunjukkan seluruh 81 skenario pengujian Blackbox berhasil dengan tingkat keberhasilan 100%, sedangkan UAT memperoleh skor penerimaan sebesar 88,4%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat diterima pengguna.

Kata kunci: Sistem Informasi Geografis, Website, Agile

© 2025 Penerbit STMIK Amika Soppeng. All rights reserved

PENDAHULUAN

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan seperangkat alat yang mampu mengumpulkan, menyimpan, mengolah, menganalisis, dan menampilkan data spasial dari dunia nyata untuk tujuan tertentu [1]. Teknologi ini memadukan basis data, perangkat lunak, dan metode analisis spasial sehingga informasi yang dihasilkan dapat mendukung proses pengambilan keputusan. Dalam konteks pengelolaan sumber daya air, SIG memiliki peranan penting dalam memetakan, memantau, dan mengelola infrastruktur distribusi air secara akurat. Pemetaan jaringan distribusi air yang tepat diperlukan untuk memastikan pemerataan pasokan, meminimalkan kebocoran, serta mempercepat penanganan gangguan [2].

Perusahaan XYZ adalah sebuah badan usaha yang bergerak dalam penyediaan layanan air bersih kepada masyarakat. Perusahaan ini bertanggung jawab atas penyediaan air minum yang aman, layak, dan berkelanjutan di wilayah operasionalnya. Saat ini, cakupan pelayanan Perusahaan XYZ mencakup 13 kecamatan dengan jumlah pelanggan mencapai 14.750, di mana Kecamatan Wlingi menjadi salah satu wilayah dengan kepadatan pelanggan cukup tinggi, yaitu 3.994 pelanggan aktif [3]. Keandalan jaringan distribusi di wilayah ini menjadi prioritas karena kebutuhan air yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi.

Meskipun memiliki tanggung jawab besar, Perusahaan XYZ masih mengandalkan perangkat lunak berbasis desktop dalam pengelolaan data jaringan distribusi air. Sistem ini memang telah berfungsi untuk memetakan jaringan pipa, namun memiliki sejumlah keterbatasan. Salah satu kendala utama adalah sulitnya melakukan pembaruan data secara real-time. Data yang diperbarui di lapangan sering kali memerlukan proses transfer manual sebelum dapat diakses oleh admin di kantor pusat. Selain itu, koordinasi antar tim lapangan dan staf administrasi terhambat oleh sifat sistem yang hanya dapat diakses dari perangkat tertentu, sehingga mengurangi fleksibilitas kerja. Sistem berbasis desktop juga memiliki kurva pembelajaran yang cukup tinggi, memerlukan perangkat keras khusus, dan tidak mendukung kolaborasi multi-user secara langsung [4].

Perkembangan teknologi berbasis web dalam beberapa tahun terakhir telah membuka peluang besar untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Web-GIS, sebagai bentuk implementasi SIG berbasis web, dapat diakses melalui berbagai perangkat dengan koneksi internet, tanpa ketergantungan pada satu perangkat tertentu [5]. Teknologi ini mendukung pembaruan data secara cepat, mendukung kolaborasi multi-user, dan dapat diintegrasikan dengan pustaka visualisasi peta seperti Leaflet.js untuk menyajikan data spasial secara interaktif [6].

Sejumlah penelitian telah menunjukkan potensi besar Web-GIS dalam manajemen distribusi air. Misalnya, sistem yang dikembangkan untuk

menampilkan jaringan pipa, titik pelanggan, dan informasi kerusakan secara interaktif telah digunakan sebagai dasar perencanaan jaringan, penanganan keluhan pelanggan, dan pengelolaan pemeliharaan [7]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum secara mendalam membahas pengembangan Web-GIS untuk distribusi air yang dirancang dengan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang adaptif terhadap kebutuhan pengguna di lapangan. Padahal, tingkat keberhasilan sebuah sistem informasi sangat dipengaruhi oleh metode pengembangan yang digunakan, terutama dalam konteks kebutuhan pengguna yang dinamis.

Metode Agile menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk situasi tersebut. Agile menekankan pada proses iteratif dan adaptif, dengan pengembangan sistem yang dilakukan secara bertahap serta evaluasi berkelanjutan di setiap iterasi. Hal ini memungkinkan penyesuaian cepat berdasarkan masukan pengguna, sehingga produk akhir lebih selaras dengan kebutuhan nyata di lapangan [8]. Berbeda dengan metode tradisional seperti *Waterfall* yang cenderung kaku, Agile memberikan ruang untuk fleksibilitas dan perbaikan berkesinambungan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Informasi Geografis berbasis web yang dapat digunakan untuk memetakan jaringan distribusi air, lokasi pelanggan, serta pelaporan kerusakan secara interaktif. Sistem ini dikembangkan menggunakan framework Laravel sebagai backend dan pustaka Leaflet.js untuk visualisasi peta interaktif. Pendekatan Agile digunakan dalam dua iterasi pengembangan. Iterasi pertama berfokus pada pembuatan fitur inti seperti peta jaringan pipa, penandaan titik pelanggan, dan form pelaporan kerusakan. Iterasi kedua digunakan untuk penyempurnaan berdasarkan hasil evaluasi dan umpan balik dari pengguna.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan dua metode, yaitu *Blackbox Testing* untuk memastikan fungsi sistem sesuai spesifikasi, serta *User Acceptance Testing* (UAT) untuk menilai sejauh mana sistem dapat diterima dan digunakan oleh pengguna. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi praktis dalam mendukung digitalisasi pengelolaan distribusi air, sekaligus memberikan bukti empiris bahwa pendekatan Agile dapat menghasilkan sistem yang responsif terhadap kebutuhan pengguna di sektor utilitas publik.

Dengan adanya Web-GIS yang dikembangkan, diharapkan Perusahaan XYZ dapat mengelola data jaringan distribusi air secara lebih akurat dan terintegrasi, sehingga perencanaan, pemeliharaan, dan pelayanan pelanggan dapat ditangani dengan lebih tepat sasaran. Lebih jauh lagi, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem serupa di daerah lain, khususnya bagi penyedia layanan air bersih yang ingin beralih dari sistem desktop konvensional ke solusi berbasis web yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap perkembangan teknologi.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem yang berfungsi untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, dan menganalisis data geografis secara sistematis. SIG digunakan untuk mengukur fenomena serta proses geospasial, kemudian merepresentasikan hasilnya dalam basis data komputer guna menampilkan pola spasial, objek, dan keterkaitan antar data. Selain itu, SIG mendukung analisis lanjutan terhadap representasi data untuk menghasilkan informasi tambahan serta mengidentifikasi hubungan baru melalui integrasi berbagai sumber data. Dalam penerapannya, SIG dapat disesuaikan dengan kerangka kerja entitas dan hubungan agar data yang ditampilkan lebih relevan[9].

Pemetaan

Pemetaan adalah suatu proses pembuatan visualisasi yang merepresentasikan dari wilayah geografis yang ada di permukaan bumi. Representasi ini biasanya dalam bentuk peta atau saat ini dikenal dengan istilah informasi geospasial, tetapi juga mencakup penambahan detail dan informasi yang relevan untuk berbagai tujuan keperluan berbagai sektor seperti keperluan navigasi, analisis lingkungan, perencanaan wilayah dan kota, serta berbagai keperluan riset aplikatif lainnya[10].

Jaringan Distribusi Air

Jaringan distribusi air adalah kumpulan sistem terhubung dari sumber, pipa, dan kontrol hidrolik (misalnya, pompa, katup, regulator, tangki) yang mengalirkan air kepada konsumen dalam jumlah tertentu dengan tekanan dan kualitas air yang diinginkan. Sistem semacam ini sering digambarkan sebagai grafik, di mana tautan mewakili pipa, dan node mendefinisikan koneksi antara pipa, elemen kontrol hidrolik, konsumen, dan sumber[11].

Website

Website adalah halaman atau kumpulan halaman web yang saling terhubung dan dapat diakses di seluruh dunia selama ada koneksi internet. Setiap halaman web memiliki alamat unik yang dikenal sebagai URL (*Uniform Resource Locator*). Website dapat berisi berbagai jenis informasi seperti teks, gambar, video, dan audio. Selain itu, website juga dapat mencakup fitur interaktif seperti formulir kontak, komentar, atau fungsi obrolan. Website terdiri dari dua komponen utama: client-side dan server-side. Client-side merujuk pada bagian situs yang terlihat oleh pengguna melalui browser, seperti Google Chrome atau Internet Explorer. Bagian ini terdiri dari HTML, CSS, dan JavaScript untuk merancang dan menampilkan halaman web [12].

Laravel

Laravel adalah sebuah *framework* PHP yang dirilis di bawah lisensi *Massachusetts Institute of Technology*

(MIT) dan dibangun dengan konsep MVC (*model view controller*). Laravel adalah pengembangan website yang ditulis dalam PHP yang dirancang untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak dengan mengurangi biaya pengembangan awal dan biaya pemeliharaan, serta untuk meningkatkan pengalaman bekerja dengan aplikasi dengan menyediakan sintaks yang ekspresif, jelas, dan menghemat waktu[13].

LeafletJs

Leaflet adalah pustaka JavaScript open-source yang sangat populer untuk membuat peta interaktif yang responsif terhadap perangkat mobile. Dengan ukuran file JS yang hanya sekitar 42 KB, Leaflet menawarkan berbagai fitur pemetaan yang dibutuhkan oleh mayoritas pengembang. Fokus utama dari Leaflet adalah pada kesederhanaan, kinerja, dan kemudahan penggunaan. Pustaka ini berfungsi dengan baik di semua platform desktop dan mobile utama, dapat diperluas dengan berbagai plugin, serta dilengkapi dengan API (*Application Programming Interface*) yang tidak hanya indah tetapi juga mudah digunakan dan terdokumentasi dengan baik [14].

Metode Pengembangan Agile

Metode Agile merupakan metode pengembangan bertahap yang menekankan pada kecepatan pengembangan, perangkat lunak yang dirilis secara bertahap, pengurangan beban proses, serta menghasilkan kode berkualitas tinggi, dengan melibatkan pelanggan langsung dalam proses pengembangan. Pendekatan ini melibatkan pelanggan untuk mendapatkan umpan balik yang cepat terkait perubahan kebutuhan. Selain itu, metode ini mengurangi dokumentasi dengan mengutamakan komunikasi informal, dibandingkan dengan pertemuan formal yang memerlukan dokumen tertulis [8].

Blackbox Testing

Pengujian fungsional, yang sering dikenal sebagai pengujian *black-box*, adalah pengujian yang tidak mencoba menganalisis kode yang menghasilkan output; melainkan, fokus utamanya hanya pada pengamatan hasil berdasarkan nilai input tertentu. Struktur internal program diabaikan. Oleh karena itu, pengujian fungsional terkadang disebut sebagai pengujian *black-box* (juga disebut pengujian perilaku), di mana input dan output dari "black box" adalah satu-satunya cara untuk memahami cara kerjanya dan isinya tidak diketahui [15].

User Acceptance Testing (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah pengujian yang dilakukan oleh pengguna akhir, yang biasanya merupakan staf atau karyawan perusahaan yang akan berinteraksi langsung dengan sistem. Tujuan dari *User Acceptance Testing (UAT)* adalah untuk memastikan bahwa fitur-fitur dalam sistem berfungsi sesuai dengan yang diinginkan dan sesuai dengan

persyaratan yang telah ditetapkan. Pengujian ini dilakukan setelah pengujian sistem selesai untuk memastikan perangkat lunak memenuhi standar yang telah ditentukan [16].

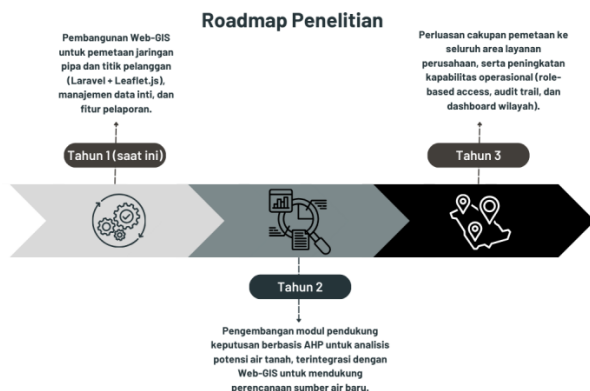
Penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui penerapan metode pengembangan Agile pada sistem berbasis web yang menggunakan Leaflet.js untuk peta interaktif. Sistem mendukung kolaborasi multi-user dan dievaluasi melalui *User Acceptance Testing (UAT)* untuk menilai penerimaan oleh admin dan petugas lapangan. Peta interaktif mendukung visualisasi data geospasial secara dinamis, termasuk *zoom*, *pan*, dan *pop-up* yang menampilkan informasi tambahan. Fitur ini mempermudah petugas dalam mengakses detail jaringan pipa dan data pelanggan, sehingga proses pencarian dan pemantauan menjadi lebih cepat dan akurat.

METODOLOGI PENELITIAN

Roadmap Penelitian

Gambar roadmap penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 ini menggambarkan rencana pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk pemetaan jaringan distribusi air dalam tiga tahap tahunan.

- Tahun 1 (saat ini) berfokus pada pembangunan Web-GIS untuk pemetaan jaringan pipa dan titik pelanggan menggunakan Laravel dan Leaflet.js, pengelolaan data inti, serta fitur pelaporan.
- Tahun 2 direncanakan pengembangan modul pendukung keputusan berbasis *Analytical Hierarchy Process (AHP)* untuk analisis potensi air tanah yang terintegrasi dengan Web-GIS, sehingga dapat mendukung perencanaan sumber air baru.
- Tahun 3 direncanakan pada perluasan cakupan pemetaan ke seluruh area layanan perusahaan, disertai peningkatan kapabilitas operasional seperti *role-based access*, *audit trail*, dan dashboard wilayah.

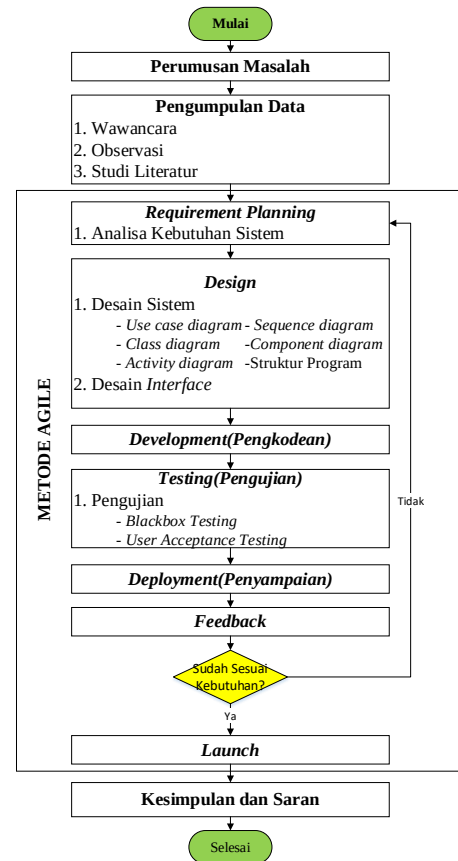


Gambar 1. Roadmap Penelitian

Sumber : Hasil Olah Data

Tahapan Penelitian

Alur penelitian ini, yang meliputi perumusan masalah hingga pengembangan sistem secara iteratif dengan model Agile, dijelaskan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Sumber : Hasil Olah Data

- Perumusan Masalah**
Penelitian berawal dari identifikasi keterbatasan sistem pemetaan distribusi air di Perusahaan XYZ, yang masih berbasis desktop, hanya dapat diakses dari perangkat tertentu, membutuhkan sinkronisasi data 1–2 hari, dan tidak mendukung kolaborasi multi-user.
- Pengumpulan Data**
Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara dengan staf, dan kajian literatur. Observasi menilai kondisi sistem di lapangan, wawancara menggali kebutuhan dan prosedur, sementara kajian literatur digunakan untuk memperkuat validasi.
- Requirement Planning**
Kebutuhan diidentifikasi dari hasil pengumpulan data untuk dianalisis sehingga menjadi dasar perancangan SIG berbasis web yang sesuai dengan kebutuhan operasional.
- Design**
Perancangan meliputi arsitektur sistem, alur kerja, tata letak antarmuka, dan pembuatan diagram UML (use case, activity, class, sequence, component).

5. *Development*
Pengembangan menggunakan Laravel (backend) dan Leaflet.js (peta interaktif). Fitur utama mencakup navigasi peta, pencarian lokasi, zoom/pan, dan popup detail jaringan.
6. *Testing*
Pengujian bertujuan memastikan sistem memenuhi kebutuhan pengguna. Dua pendekatan yang digunakan adalah *Blackbox Testing* dan *User Acceptance Testing (UAT)*. *Blackbox* untuk menguji fungsionalitas sementara UAT untuk menguji penerimaan pengguna.
7. *Deployment*
Sistem di-hosting pada server agar dapat diakses secara daring.
8. *Feedback*
Proses pengumpulan *feedback* dari pengguna dilakukan melalui *User Acceptance Testing (UAT)* untuk mengevaluasi sejauh mana sistem memenuhi kebutuhan.
9. *Kesimpulan dan Saran*
Penelitian ini ditutup dengan penyampaian kesimpulan dan saran yang diperoleh berdasarkan temuan dan penelitian yang telah dilakukan

Pengumpulan Data

Teknik ini dipilih untuk memperoleh data dari sumber primer secara langsung serta melengkapi data sekunder yang relevan. Setiap teknik pengumpulan data disesuaikan dengan karakteristik variabel yang diteliti dan instrumen yang digunakan, sehingga hasil penelitian dapat merepresentasikan kondisi yang sebenarnya.

a. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh informasi secara rinci dari pihak yang memiliki pengalaman langsung terkait topik penelitian. Melalui wawancara, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan sistem, permasalahan yang dihadapi, serta saran terhadap fitur yang diharapkan pada sistem pemetaan. Informasi ini menjadi dasar penting dalam menentukan arah pengembangan sistem.

b. Observasi

Observasi lapangan dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih akurat mengenai kondisi aktual dan proses kerja yang berlangsung. Kegiatan ini mencakup pengamatan terhadap prosedur pengelolaan data, teknik pemetaan yang digunakan, serta teknologi pendukung yang telah diterapkan. Observasi juga membantu mengidentifikasi berbagai kendala, seperti keterlambatan dalam pembaruan informasi atau keterbatasan akses data. Hasilnya dimanfaatkan sebagai acuan dalam merancang sistem pemetaan berbasis web yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

c. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperdalam pemahaman terkait konsep, metode, dan tujuan penelitian, sekaligus menelaah penelitian terdahulu yang relevan. Hasil kajian ini digunakan untuk membentuk kerangka penelitian yang sistematis, berbasis data, dan relevan dengan perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web.

Tahapan Pengembangan

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem Agile secara iteratif, mencakup perencanaan kebutuhan, desain, pengkodean, pengujian, dan umpan balik.

Requirement Planning

Sesuai dengan hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan, ditemukan bahwa dibutuhkan sebuah Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang dapat memudahkan admin dan petugas lapangan dalam pemetaan dan pengelolaan jaringan distribusi air. Hasil dari perencanaan kebutuhan disajikan pada tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Kebutuhan Hardware

No	Komponen	Spesifikasi Minimum
1	Perangkat	<i>Personal Computer (PC)</i>
2	Prosesor	<i>Intel Core i5</i>
3	RAM	4 GB

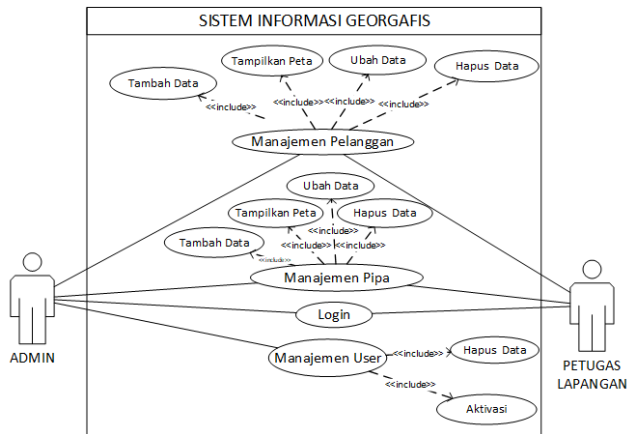
Tabel 2. Kebutuhan Software

No	Komponen	Spesifikasi Minimum
1	Sistem Operasi	<i>Windows 10</i>
2	Perangkat Lunak	<i>Visual Studio Code</i>
3	Server Lokal	<i>XAMPP</i>
4	Framework	<i>Laravel</i>
5	Database	<i>MySQL</i>

Design

Tahap desain mengacu pada rancangan yang mencakup perancangan arsitektur sistem, alur kerja, dan tata letak antarmuka. Desain sistem dijelaskan menggunakan diagram UML seperti use case diagram, class diagram, sequence diagram, dan component diagram.

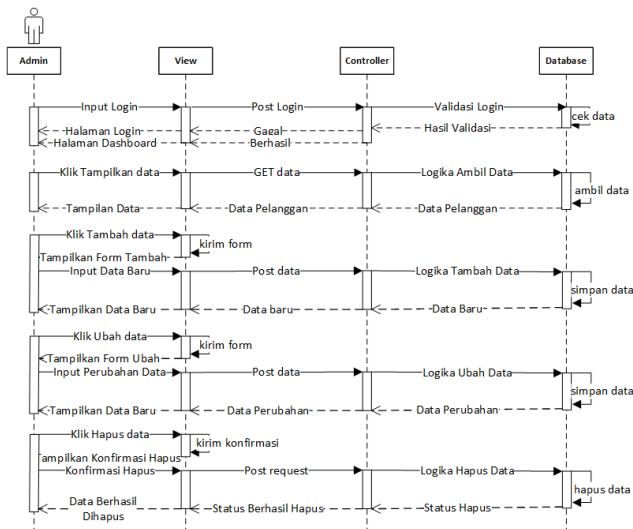
Usecase Diagram pada gambar 3 merepresentasikan fungsionalitas dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) yang digunakan oleh dua aktor utama, yaitu Admin dan Petugas Lapangan. Admin memiliki akses penuh terhadap fitur Manajemen Pelanggan, Manajemen Pipa, Manajemen User, serta proses Login. Sementara itu, Petugas Lapangan memiliki akses terbatas, yaitu pada Manajemen Pelanggan, Manajemen Pipa, dan Login. Semua fitur utama dilengkapi dengan aksi-aksi seperti Tambah, Ubah, Hapus, dan Tampilkan Peta yang merupakan bagian dari proses utama dalam manajemen data pelanggan maupun pipa.



Gambar 3. Use Case Diagram

Sumber : Hasil Olah Data

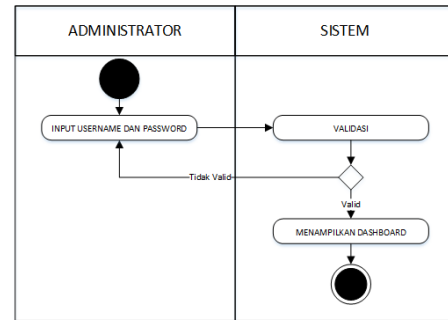
Diagram sekuens pada gambar 4 menggambarkan alur interaksi antara admin, antarmuka pengguna (View), Controller, dan Database dalam proses manajemen data. Proses dimulai dari admin melakukan Login, kemudian diverifikasi oleh controller melalui pengecekan data ke database. Jika berhasil, admin diarahkan ke Dashboard. Selanjutnya, ketika admin menampilkan data pelanggan, sistem akan mengambil data dari database dan menampilkannya di antarmuka. Untuk penambahan atau perubahan data, admin mengisi form yang dikirim ke controller, lalu data disimpan atau diperbarui di database dan hasilnya ditampilkan kembali.



Gambar 4. Sequence Diagram

Sumber : Hasil Olah Data

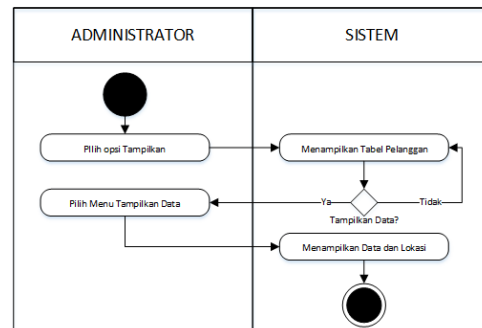
Diagram pada gambar 5 menggambarkan alur proses autentikasi pada sistem. Administrator memasukkan username dan password, kemudian sistem melakukan validasi. Jika kredensial tidak valid, proses dikembalikan ke pengguna. Jika valid, sistem menampilkan Dashboard.



Gambar 5. Activity Diagram Login

Sumber : Hasil Olah Data

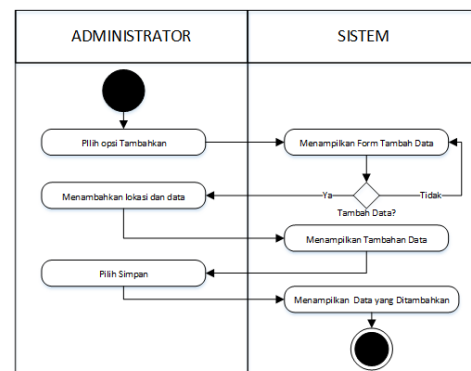
Gambar 6 merepresentasikan langkah administrator dalam melihat data pelanggan. Administrator memilih opsi tampilan, dan sistem menampilkan tabel pelanggan. Jika administrator ingin menampilkan lokasi pelanggan, sistem akan menampilkan data dan koordinat lokasi secara bersamaan.



Gambar 6. Activity Tampilkan Data

Sumber : Hasil Olah Data

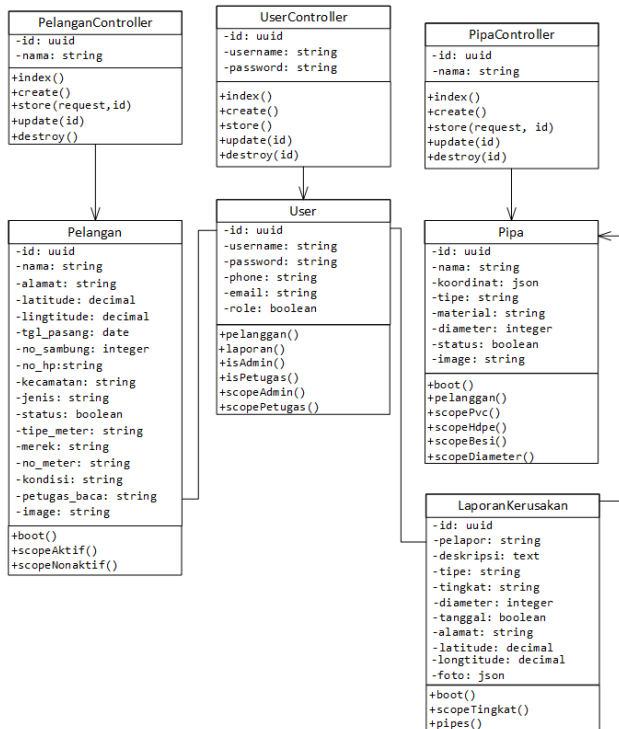
Diagram pada gambar 7 menunjukkan prosedur penambahan data baru ke dalam sistem. Administrator memilih menu tambah, sistem menampilkan form input, lalu pengguna mengisi informasi termasuk lokasi. Setelah data disimpan, sistem akan menampilkan data yang berhasil ditambahkan.



Gambar 7. Activity Tambah Data

Sumber : Hasil Olah Data

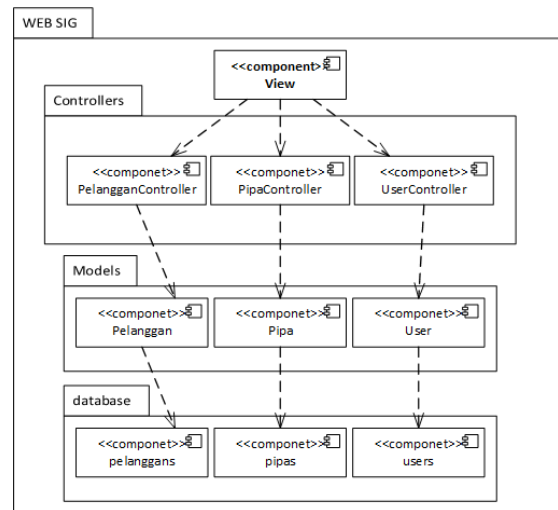
Diagram kelas pada gambar 8 menggambarkan struktur entitas utama beserta hubungan antara controller dan model dalam arsitektur MVC (Model, View, Controller). Terdapat tiga entitas utama yaitu Pelanggan, User, dan Pipa, yang masing-masing memiliki controller tersendiri PelangganController, UserController, dan PipaController, dengan fungsi-fungsi standar seperti `index()`, `create()`, `store()`, `update()`, dan `destroy()`.



Gambar 8. Class Diagram

Sumber : Hasil Olah Data

Component diagram pada Gambar 9 menunjukkan arsitektur modular SIG yang terbagi dalam tiga lapisan utama, yaitu View, Controller, dan Model. View berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang terhubung dengan tiga controller utama yaitu PelangganController, PipaController, dan UserController. Setiap controller berinteraksi dengan model terkait Pelanggan, Pipa, dan User yang merepresentasikan struktur data dan aturan bisnis, lalu terhubung ke tabel basis data pelanggans, pipas, dan users.



Gambar 9. Component Diagram

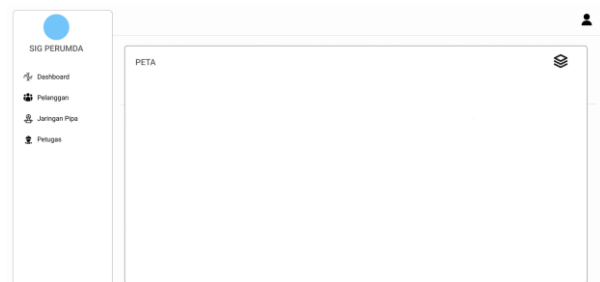
Sumber : Hasil Olah Data

Gambar 10 merupakan layout Halaman Login yang akan menampilkan form autentikasi yang terdiri atas isian email atau username dan password, dilengkapi tombol Login serta tautan daftar.

Gambar 10. Layout Login

Sumber : Hasil Olah Data

Gambar 11 merupakan rancangan konten untuk setiap halaman dari sistem informasi geografis (SIG). Layout halaman ini terdiri dari dua komponen utama. Di bagian kanan terdapat komponen peta interaktif yang menampilkan visualisasi geografis data, sementara sebelah kiri untuk menu navigasi.



Gambar 11. Layout Halaman Peta

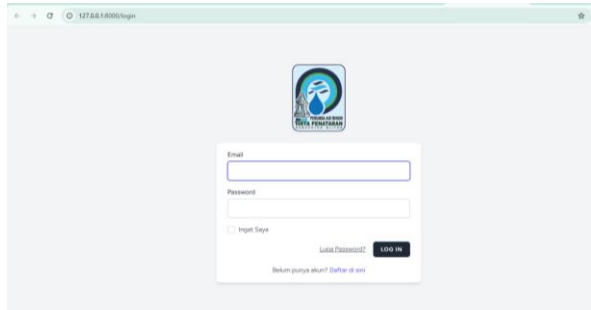
Sumber : Hasil Olah Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Hasil Development

1. Tampilan Login

Gambar 12 menunjukkan hasil tampilan login yang berisi input email dan password serta pesan kesalahan jika kredensial tidak valid. Proses autentikasi memeriksa data dari basis data dan mengarahkan pengguna ke halaman dashboard jika sesuai. Tersedia tautan pendaftaran yang memerlukan persetujuan super admin sebelum akun dapat digunakan untuk login.

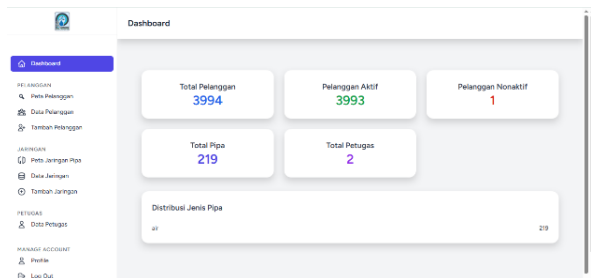


Gambar 12. Tampilan Login

Sumber : Hasil Olah Data

2. Tampilan Dashboard

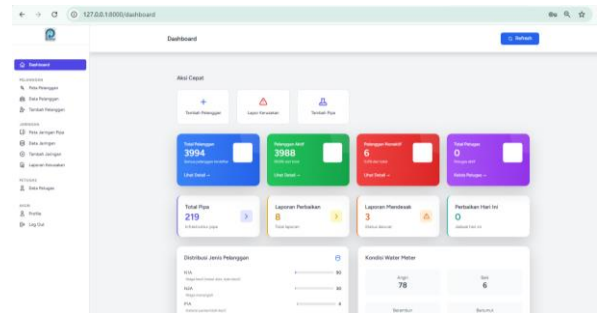
Halaman Dashboard iterasi 1 ditunjukkan pada gambar 13 berfungsi sebagai pusat informasi ringkas yang menyajikan statistik utama sistem dalam bentuk komponen visual. Informasi yang ditampilkan meliputi jumlah total pelanggan, jumlah pelanggan aktif dan nonaktif, total jaringan pipa, serta jumlah petugas.



Gambar 13. Tampilan Dashboard Iterasi 1

Sumber : Hasil Olah Data

Halaman Dashboard iterasi 2 ditunjukkan pada gambar 14 telah diperbaiki untuk meningkatkan keterbacaan, navigasi, dan kemudahan penggunaan oleh admin dan petugas lapangan. Perubahan ini mencakup penataan ulang elemen antarmuka menjadi lebih terstruktur dan responsif, serta penerapan warna untuk membedakan status data secara visual.

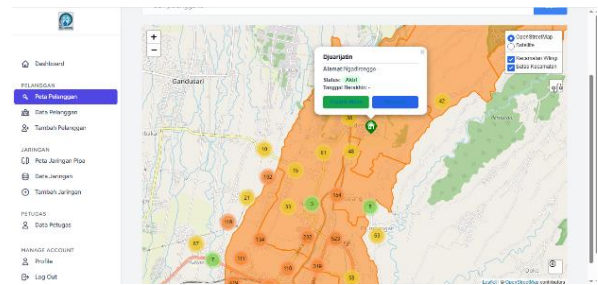


Gambar 14. Tampilan Dashboard Iterasi 2

Sumber : Hasil Olah Data

3. Tampilan Peta Pelanggan

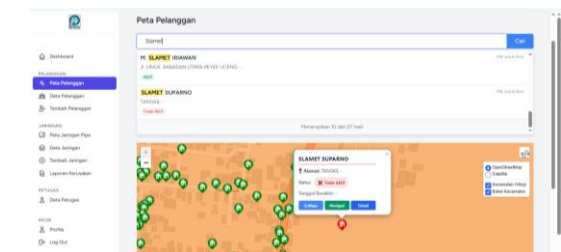
Fitur peta pelanggan seperti pada gambar 15 dikembangkan menggunakan pustaka Leaflet untuk menampilkan persebaran geografis seluruh pelanggan dalam bentuk marker interaktif. Marker tersebut dikodekan secara visual dan menampilkan informasi rinci melalui jendela pop-up, termasuk nama, alamat, status, serta tombol navigasi menuju lokasi pelanggan menggunakan Leaflet Routing Machine.



Gambar 15. Peta Pelanggan Iterasi 1

Sumber : Hasil Olah Data

Gambar 16 menunjukkan hasil perbaikan halaman Data Pelanggan yang telah difokuskan pada peningkatan keterbacaan dan aksesibilitas informasi. Elemen-elemen visual seperti indikator total pelanggan, status aktif dan nonaktif, serta data koordinat ditambahkan di bagian atas halaman sebagai ringkasan data. Selain itu, fitur pencarian dan filter diperluas agar dapat mengelompokkan data pelanggan secara lebih spesifik.

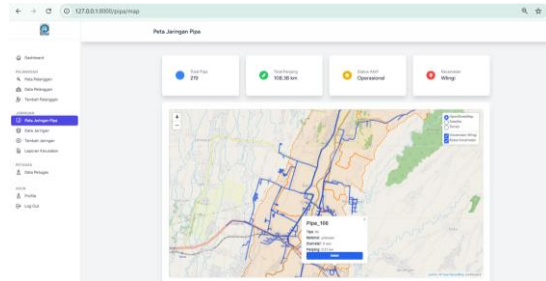


Gambar 16. Peta Pelanggan Iterasi 2

Sumber : Hasil Olah Data

4. Tampilan Peta Jaringan Pipa

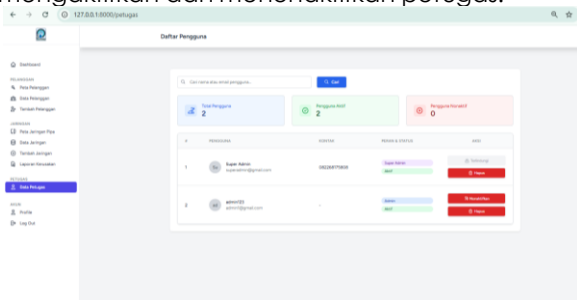
Gambar 17 merupakan hasil implementasi pemetaan dalam halaman peta jaringan pipa. Peta jaringan pipa divisualisasikan menggunakan Leaflet.js dalam bentuk *polyline* yang merepresentasikan jalur distribusi air.



Gambar 17. Tampilan Jaringan Pipa
Sumber : Hasil Olah Data

5. Halaman Petugas

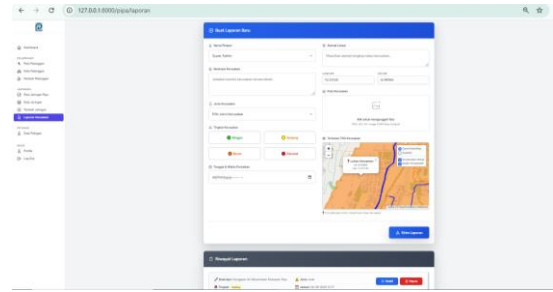
Halaman Data Petugas seperti pada gambar 18 hanya dapat diakses oleh Admin untuk mengelola daftar pengguna yang mencakup petugas lapangan dan admin. Pengaturan peran dan akun sepenuhnya menjadi wewenang SuperAdmin, dilengkapi tombol aksi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan petugas.



Gambar 18. Tampilan Halaman Petugas
Sumber : Hasil Olah Data

6. Halaman Laporan

Halaman Laporan Kerusakan seperti pada gambar 19 merupakan fitur tambahan pada halaman jaringan pipa yang dirancang untuk mencatat insiden kerusakan jaringan distribusi air. Bagian atas halaman memuat formulir pelaporan yang terdiri atas elemen input informasi kerusakan. Pada bagian bawah halaman, disajikan komponen riwayat laporan yang menampilkan daftar laporan sebelumnya dan tombol aksi untuk melihat detail atau menghapus entri.



Gambar 19. Halaman Laporan
Sumber : Hasil Olah Data

2) Testing

Tabel 3. Pengujian *Blackbox*

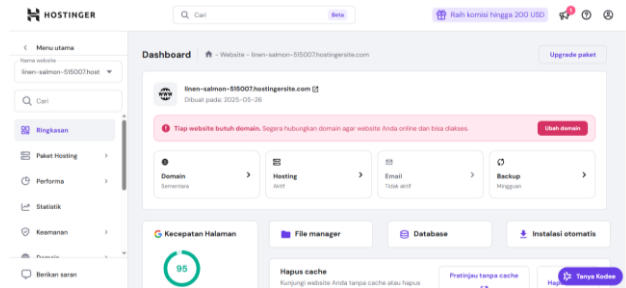
No.	Page	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Login	Input username dan password yang tepat	Akan membuka halaman Dashboard	Sesuai
2	Dashboard	Klik menu Dashboard pada navigasi	Akan menampilkan Dashboard dan ringkasan data	Sesuai
3	Peta Pelanggan	Membuka menu Peta Pelanggan	Halaman peta pelanggan terbuka tanpa error	Sesuai
4	Peta Jaringan Pipa	Membuka menu Peta Jaringan Pipa	Halaman peta jaringan pipa terbuka tanpa error	Sesuai
5	Laporan Kerusakan	Membuka menu Laporan	Halaman laporan kerusakan terbuka tanpa error	Sesuai
6	Petugas	Membuka Halaman Petugas sebagai superadmin	Halaman petugas terbuka tanpa error	Sesuai

Pengujian dilakukan terhadap 81 skenario uji yang mencakup enam halaman utama dalam sistem. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh skenario berhasil dijalankan tanpa ditemukan kesalahan fungsional, sehingga diperoleh tingkat akurasi sebesar 100%.

3) Deployment

Proses *deployment* aplikasi dilakukan pada layanan shared hosting Hostinger dengan memanfaatkan fitur File Manager yang tersedia di hPanel. Struktur folder

proyek Laravel disesuaikan, di mana seluruh isi folder public dipindahkan ke dalam direktori public_html, sedangkan folder aplikasi lainnya seperti app, routes, vendor, dan resources tetap ditempatkan di luar public_html. Sistem yang telah di-deploy kemudian dibagikan melalui tautan kepada pengguna untuk digunakan, sehingga masukan dan umpan balik dapat dikumpulkan pada tahap feedback berikutnya.



Gambar 20. Deployment Web
Sumber : Hasil Olah Data

4) Feedback

Tabel 4. User Acceptance Testing Iterasi 1

Kategori Jawaban	Skor	Frekuensi	Total skor
Sangat Setuju	5	20	100
Setuju	4	66	264
Kurang Setuju	3	14	42
Tidak Setuju	2	0	0
Sangat Tidak Setuju	1	0	0
Total Skor			406

$$P = \frac{\text{total nilai}}{\text{skor ideal}} \times 100\% \quad (1)$$

$$P = \frac{406}{500} \times 100\%$$

$$P = 81,2\%$$

Hasil pengujian *User Acceptance Testing (UAT)* pada iterasi pertama menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase sebesar 81,2% diperoleh dari seluruh pernyataan yang diajukan kepada dua kelompok pengguna, yaitu staf admin dan staf lapangan. Berdasarkan interpretasi penerimaan, nilai tersebut berada dalam kategori "Sangat Setuju", yang mengindikasikan bahwa sistem pada tahap ini telah diterima dengan baik oleh pengguna dan dianggap layak digunakan sesuai tujuan pengembangannya. Meskipun demikian, terdapat beberapa catatan perbaikan yang menjadi masukan untuk iterasi berikutnya, meliputi penambahan fitur laporan kerusakan, perbaikan tampilan dashboard, peningkatan fitur pencarian data pelanggan, serta perbaikan tampilan marker pada peta pelanggan.

Tabel 5. User Acceptance Testing Iterasi 2

Kategori Jawaban	Skor	Frekuensi	Total skor
SS	5	42	210
S	4	58	232
KS	3	0	0

Kategori Jawaban	Skor	Frekuensi	Total skor
TS	2	0	0
STS	1	0	0
Total Skor			442

$$P = \frac{442}{500} \times 100\%$$

$$P = 88,4\%$$

Hasil *User Acceptance Testing (UAT)* pada iterasi 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase sebesar 88,4%. Berdasarkan interpretasi skor penilaian, nilai tersebut berada dalam kategori "Sangat Setuju", yang mengindikasikan bahwa pengguna sangat menyetujui sistem yang telah dikembangkan dan menyatakan bahwa sistem dapat diterima serta layak untuk digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk pemetaan jaringan distribusi air berhasil dikembangkan menggunakan metode Agile dalam dua iterasi. Iterasi pertama difokuskan pada pengembangan fitur dasar seperti pemetaan pelanggan dan jaringan pipa, manajemen data, dan dashboard, sedangkan iterasi kedua menitikberatkan pada penyempurnaan sistem berdasarkan masukan pengguna, meliputi penambahan fitur laporan kerusakan, perbaikan tampilan marker peta, dan fungsi pencarian. Sistem ini dibangun dengan framework Laravel sebagai backend dan Leaflet.js sebagai library pemetaan untuk menampilkan jaringan distribusi air secara interaktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama berjalan dengan baik dan sesuai harapan. Pengujian menggunakan Blackbox Testing terhadap 81 skenario menunjukkan tingkat keberhasilan 100%, yang berarti seluruh fungsi telah bekerja sesuai rancangan. Sementara itu, hasil *User Acceptance Testing (UAT)* oleh admin dan petugas lapangan menghasilkan skor rata-rata 88,4%, yang menunjukkan bahwa pengguna sangat setuju sistem dapat diterima untuk mendukung kebutuhan operasional.

2. Saran

Berdasarkan hasil pengembangan, beberapa rekomendasi pengembangan selanjutnya meliputi:

- Visualisasi dapat ditingkatkan dengan warna marker yang lebih informatif.
- Perlu untuk melengkapi data teknis pipa untuk pemantauan jaringan yang lebih akurat.
- Disarankan untuk mengembangkan fitur manajemen laporan kerusakan untuk mengubah status penanganannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Burrough, R. A. McDonnell, dan C. D. Lloyd, *Principles of Geographical Information Systems*, III. United Kingdom: OUP Oxford, 2015. [Daring]. Tersedia pada: https://www.google.co.id/books/edition/_/kvoJCAAQBAJ?hl=en&gbpv=0
- [2] N. Trifunovic, "Introduction to Urban Water Distribution," in *Introduction to Urban Water Distribution, Unesco-IHE Lecture Note Series*, Taylor & Francis, 2006. [Daring]. Tersedia pada: https://www.google.co.id/books/edition/Introduction_to_Urban_Water_Distribution/ngdmr8eAmMUC?hl=en&gbpv=0&kptab=overview
- [3] Badan Pusat Statistik Kabupaten Blitar, "Jumlah Pelanggan dan Air yang Disalurkan Menurut Kecamatan." Diakses: 12 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://blitarkab.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjJlZlZl=/jumlah-pelanggan-dan-air-yang-disalurkan-menurut--kecamatan.html>
- [4] G. Lewis, B. Snider, L. Vamvakieridou-Lyroudia, A. S. Chen, S. Djordjević, dan D. A. Savić, "Web-based GIS for simulation, and visualisation: EPANET and data-rich shapefiles," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1136, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1136/1/012007.
- [5] B. Sadoun, O. Al-Bayari, dan S. Al-Tawara, "'Open Source GIS Solution: An Overview of the Architecture of Free Open Source Web GIS,'" *Jordan J. Earth Environ. Sci.*, vol. 13, no. 2, hal. 74–81, 2022.
- [6] J. Nurjaman dan D. Djunaedi, "Sistem Informasi Geografis Pelanggan Berbasis Web PDAM Tirta Kepri Tanjungpinang," *Snistek*, vol. 4, hal. 7–8, 2022.
- [7] M. K. Niam dan A. T. J. Harjanta, "Sistem Informasi Geografis Penyebaran Pipa Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Bening Kabupaten Pati Berbasis Web Maula," *Semin. Nas.*, hal. 132–137, 2023.
- [8] I. Sommerville, *Software Engineering (9th ed.; Boston, Ed.)*. Massachusetts: Pearson Education. 2011.
- [9] N. Chrisman, *Exploring Geographic Information Systems*. Wiley Publishing Inc, 2002.
- [10] A. Roziqin, *Sistem Informasi Geografis untuk Pengembangan Infrastruktur Wilayah*. Uwais Inspirasi Indonesia, 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://books.google.co.id/books?id=ST0PEQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [11] A. Ostfeld, "Intelligent Monitoring, Control, and Security of Critical Infrastructure Systems," in *Intelligent Monitoring, Control, and Security of Critical Infrastructure Systems*, E. Kyriakides dan M. Polycarpou, Ed., Springer Berlin Heidelberg, 2014, hal. 101–102.
- [12] H. Sukri, A. Dafid, F. Adiputra, dan A. Bardadi, *Pengembangan Aplikasi Berbasis Web*. Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2023.
- [13] Y. Yudhanto dan H. A. Prasetyo, *Mudah Menguasai Framework Laravel*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2019.
- [14] V. Agafonkin, "An Open-Source JavaScript Library for Mobile-Friendly Interactive Maps." Diakses: 2 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://leafletjs.com/>
- [15] B. B. Agarwal, S. P. Tayal, dan M. Gupta, *Software Engineering and Testing*. Jones & Bartlett Learning, 2010.
- [16] M. Prabowo, *Metodologi Pengembangan sistem Informasi*. Lemaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) IAIN Salatiga, 2020.