

Implementasi Sistem Monitoring Jaringan Telekomunikasi Berbasis WebGIS Menggunakan Golang Fiber dan Leaflet untuk Visualisasi Aset Jaringan

Adim Lifardi^{*1}, Setyoningsih Wibowo²

¹Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang, adimlifardi2@gmail.com

²Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang, setyoningsihwibowo@upgris.ac.id

Abstract

The rapid development of telecommunication infrastructure requires an effective and efficient asset management and monitoring system. Conventional monitoring methods often face challenges related to data management, asset location tracking, and infrastructure visualization. This study aims to develop a WebGIS-based Telecommunication Network Monitoring System capable of providing interactive visualization of network assets, including Optical Distribution Cabinets (ODC), Optical Distribution Points (ODP), poles, and fiber optic cables. The system was developed using the Waterfall methodology, which consists of requirements analysis, system design, implementation, and testing stages. Golang Fiber was utilized as the backend framework, MySQL as the database management system, and Leaflet as the digital mapping library. The developed system provides several features, including network asset visualization on digital maps, statistical dashboards, asset search functionality, and network data management. System testing was conducted using the Black Box Testing method, and the results indicate that all system functions operate according to user requirements. The implementation of the system improves the effectiveness of network monitoring and facilitates telecommunication asset management through a centralized, interactive, and accessible digital platform..

Keywords: WebGIS, Network Monitoring, Fiber Optic Network, Leaflet, Golang Fiber

Abstrak

Perkembangan infrastruktur telekomunikasi yang semakin pesat memerlukan sistem pengelolaan dan pemantauan aset yang efektif dan efisien. Metode pemantauan konvensional sering menghadapi berbagai kendala, seperti pengelolaan data yang kurang terintegrasi, kesulitan dalam pencarian lokasi aset, serta keterbatasan dalam visualisasi persebaran infrastruktur jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Monitoring Jaringan Telekomunikasi berbasis WebGIS yang mampu memvisualisasikan aset jaringan secara interaktif, meliputi Optical Distribution Cabinet (ODC), Optical Distribution Point (ODP), tiang, dan kabel optik. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah Waterfall yang terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Sistem dikembangkan menggunakan Golang Fiber sebagai framework backend, MySQL sebagai sistem manajemen basis data, dan Leaflet sebagai pustaka pemetaan digital. Fitur utama yang dihasilkan meliputi visualisasi aset jaringan pada peta digital, dashboard statistik, pencarian aset, serta pengelolaan data jaringan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing dan menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efektivitas monitoring jaringan dan mempermudah pengelolaan aset telekomunikasi melalui platform digital yang terpusat, interaktif, dan mudah diakses.

Kata Kunci: WebGIS, Monitoring Jaringan, Fiber Optik, Leaflet, Golang Fiber

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi telekomunikasi yang semakin pesat mendorong peningkatan kebutuhan terhadap infrastruktur jaringan yang andal dan terkelola dengan baik. Infrastruktur jaringan telekomunikasi terdiri dari berbagai aset penting seperti Optical Distribution Cabinet (ODC), Optical Distribution Point (ODP), tiang, dan kabel serat optik yang tersebar di berbagai lokasi. Bertambahnya jumlah aset jaringan menyebabkan proses pengelolaan dan pemantauan menjadi semakin kompleks, terutama ketika data aset masih dikelola secara manual atau belum terintegrasi dengan sistem yang mampu menampilkan informasi lokasi secara visual. Kondisi tersebut dapat menghambat proses pemeliharaan, pencarian aset, serta pengambilan keputusan terkait pengembangan dan perbaikan jaringan. Permasalahan serupa juga ditemukan pada pengelolaan aset infrastruktur yang memerlukan sistem pemetaan untuk mendukung kegiatan pemantauan dan pemeliharaan secara efektif [1], [2].

Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web atau WebGIS menjadi salah satu solusi yang banyak digunakan untuk mengelola dan memvisualisasikan data spasial secara interaktif. Penelitian oleh Kurniadin dkk. menunjukkan bahwa WebGIS mampu membantu proses pemetaan aset lahan dan bangunan sehingga mempermudah kegiatan pemantauan, perencanaan, dan pemeliharaan aset [1]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Zahra dan Safwandi mengembangkan Sistem Informasi Geografis untuk pemetaan lokasi jaringan internet berbasis web menggunakan Leaflet JavaScript yang mampu menampilkan persebaran jaringan secara visual dan membantu identifikasi gangguan jaringan secara lebih cepat [3]. Selain itu, Anggraini dan Rahayu mengembangkan WebGIS untuk pemetaan pelanggan PLN Kota Palembang guna membantu pengelolaan data pelanggan berdasarkan lokasi geografis Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Pelanggan PLN. Penelitian Kurniawan dkk. juga menunjukkan bahwa integrasi GIS pada sistem informasi aset mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan dan pemantauan aset melalui visualisasi peta interaktif [2]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Huzeni dkk. mengembangkan Sistem Informasi Geografis Manajemen Aset berbasis Web dengan integrasi QR-Code untuk mendukung inventarisasi dan pengelolaan aset. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan WebGIS mampu meningkatkan kemudahan dalam pengelolaan aset melalui visualisasi lokasi secara digital, meskipun objek penelitian masih terbatas pada lingkungan institusi pendidikan [4].

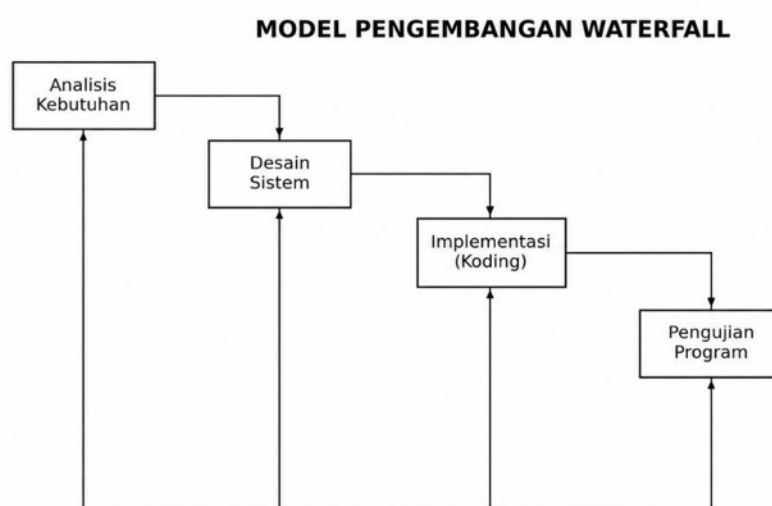
Meskipun berbagai penelitian telah berhasil menerapkan WebGIS pada bidang pemetaan aset dan infrastruktur, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada aset bangunan, pelanggan, lokasi wisata, maupun jaringan internet secara umum [5], [6]. Penelitian yang secara khusus mengintegrasikan berbagai komponen infrastruktur jaringan telekomunikasi seperti ODC, ODP, tiang, dan kabel dalam satu sistem monitoring masih relatif terbatas. Penelitian Maulana dkk. telah mengembangkan Sistem Informasi Geografis untuk pemetaan wilayah ODC pada PT. Telkom Akses, namun sistem yang dikembangkan masih berfokus pada pemetaan ODC dan belum mencakup visualisasi keterhubungan aset jaringan secara menyeluruh [7]. Dengan demikian, masih terdapat peluang untuk mengembangkan sistem yang mampu mengintegrasikan berbagai aset jaringan telekomunikasi dalam satu platform monitoring berbasis WebGIS.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan pengembangan Sistem Monitoring Jaringan Telekomunikasi berbasis WebGIS yang mampu memvisualisasikan aset jaringan berupa ODC, ODP, tiang, dan kabel secara terintegrasi pada peta digital. Sistem dikembangkan menggunakan framework Golang Fiber sebagai backend, MySQL sebagai basis data, serta Leaflet sebagai library pemetaan interaktif. Pemanfaatan Leaflet dipilih karena mampu menampilkan data spasial secara dinamis dan responsif pada platform web [3], [8]. Selain menampilkan persebaran aset, sistem juga menyediakan fitur pengelolaan data aset, pencarian lokasi aset, dan dashboard statistik untuk mendukung proses monitoring jaringan secara lebih efektif.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan Sistem Monitoring Jaringan Telekomunikasi berbasis WebGIS yang dapat membantu proses visualisasi, pengelolaan, dan pemantauan aset jaringan secara terintegrasi. Sistem yang dihasilkan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan infrastruktur jaringan telekomunikasi, mempercepat proses pencarian informasi aset, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam kegiatan operasional dan pemeliharaan jaringan.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak Waterfall. Metode Waterfall dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dan terstruktur sehingga sesuai untuk pengembangan sistem yang kebutuhan fungsionalnya telah teridentifikasi dengan jelas sejak awal penelitian [9], [10]. Pada penelitian ini, tahapan Waterfall yang diterapkan meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian [11].



Gambar 1 Use Case Diagram

Berikut adalah tahapan-tahapannya:

1. Analisis Kebutuhan (Requirement Analysis)

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan kebutuhan sistem. Analisis dilakukan terhadap proses monitoring aset jaringan telekomunikasi yang meliputi ODC, ODP, tiang, dan kabel sehingga diperoleh kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.

2. Perancangan Sistem (System Design)

Tahap perancangan dilakukan untuk menggambarkan struktur sistem yang akan dibangun. Perancangan meliputi desain arsitektur sistem, basis data, antarmuka pengguna, serta alur proses sistem monitoring jaringan.

3. Implementasi (Implementation)

Pada tahap implementasi, hasil perancangan diterjemahkan ke dalam bentuk aplikasi berbasis web menggunakan Golang Fiber sebagai backend, MySQL sebagai basis data, dan Leaflet sebagai library pemetaan digital.

4. Pengujian (Testing)

Tahap pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan pada fitur-fitur utama seperti pengelolaan data aset, visualisasi peta, dashboard monitoring, dan pencarian aset [12], [13].

3. Hasil dan Pembahasan

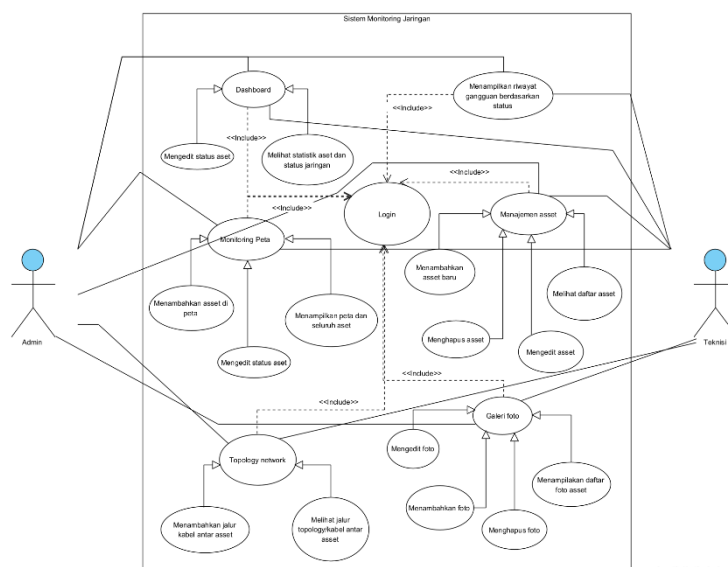
3.1. Penyajian Hasil

Penelitian ini menghasilkan Sistem Monitoring Jaringan Telekomunikasi berbasis WebGIS yang mampu menampilkan informasi aset jaringan berupa Optical Distribution Cabinet (ODC), Optical Distribution Point (ODP), tiang, dan kabel pada peta digital secara terintegrasi. Sistem dikembangkan menggunakan Golang Fiber sebagai backend, MySQL sebagai basis data, dan Leaflet sebagai pustaka pemetaan digital.

3.1.1 Use Case Diagram

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sistem monitoring jaringan telekomunikasi yang dikembangkan memiliki dua aktor utama yaitu admin dan teknisi. Admin memiliki hak akses penuh terhadap seluruh fitur sistem, termasuk pengelolaan data aset, manajemen pengguna, monitoring jaringan, pengelolaan foto aset, serta pemantauan riwayat gangguan. Sementara itu, teknisi memiliki hak akses untuk melakukan monitoring jaringan, melihat detail aset, memperbarui status aset, mengunggah foto aset, dan melihat riwayat gangguan.

Interaksi antara aktor dan sistem digambarkan melalui use case diagram yang menunjukkan fungsi-fungsi utama yang tersedia pada sistem monitoring jaringan telekomunikasi.

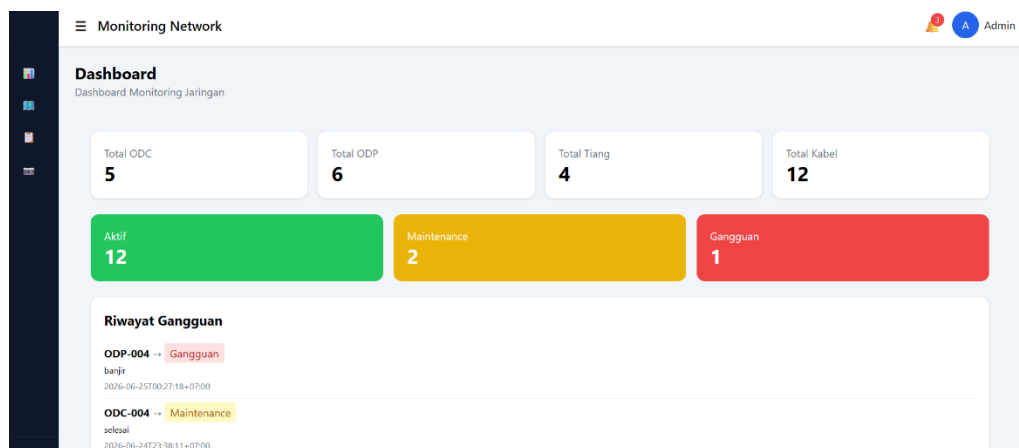


Gambar 3 Use Case Diagram

3.1.2 Dashboard Monitoring

Dashboard monitoring merupakan halaman utama sistem yang digunakan untuk menyajikan ringkasan kondisi jaringan. Informasi yang ditampilkan meliputi jumlah aset jaringan yang terdiri dari ODC, ODP, tiang, dan kabel. Selain itu, dashboard juga menampilkan jumlah aset berdasarkan status operasional yang terdiri dari aktif, maintenance, dan gangguan.

Sistem berhasil menampilkan informasi statistik aset secara otomatis berdasarkan data yang tersimpan pada basis data sehingga pengguna dapat memperoleh gambaran kondisi jaringan secara cepat.

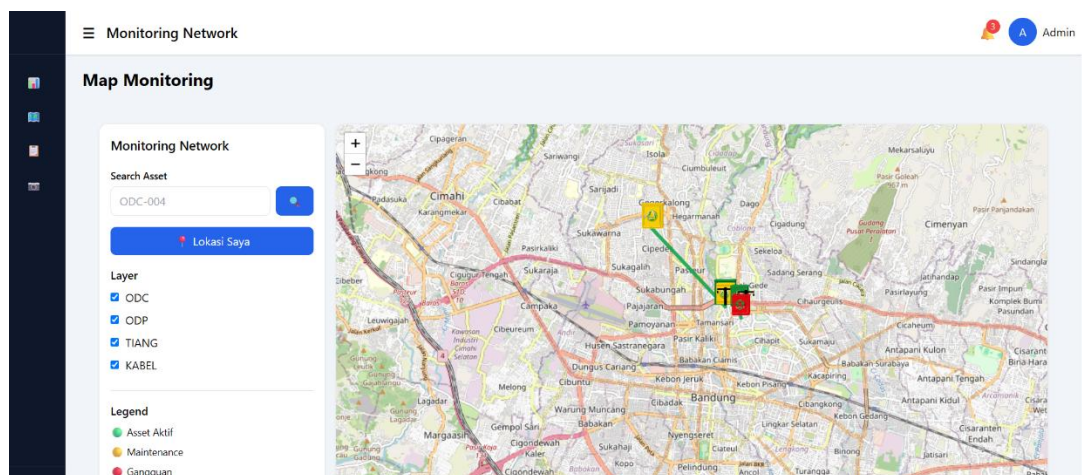


Gambar 3 Dashboard Monitoring

3.1.3 Monitoring Map

Sistem menyediakan fitur monitoring berbasis peta digital menggunakan leaflet. Seluruh aset jaringan ditampilkan pada peta dalam bentuk marker dan garis jaringan sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan aset secara visual.

Fitur monitoring peta dilengkapi dengan layer control untuk mengatur tampilan aset, pencarian aset berdasarkan kode aset, fitur lokasi pengguna, serta popup informasi aset yang menampilkan detail aset secara langsung pada peta.



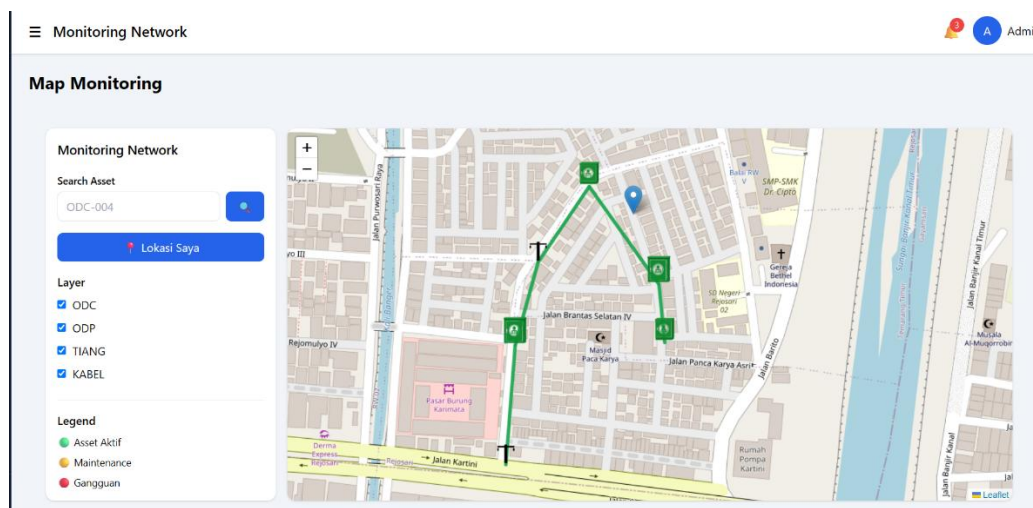
Gambar 4 Halaman Monitoring Map

Melalui fitur ini, pengguna dapat melakukan identifikasi lokasi aset dan memperbarui status aset secara langsung tanpa harus berpindah halaman.

3.1.4 Topology Network

Sistem mampu membentuk topology jaringan berdasarkan hubungan antar aset yang tersimpan pada basis data. Relasi antar aset dibentuk menggunakan informasi aset asal dan aset tujuan sehingga jalur kabel dapat divisualisasikan secara otomatis pada peta.

Visualisasi topology memungkinkan pengguna melihat struktur jaringan dari ODC menuju ODP dan aset pendukung lainnya secara lebih jelas.

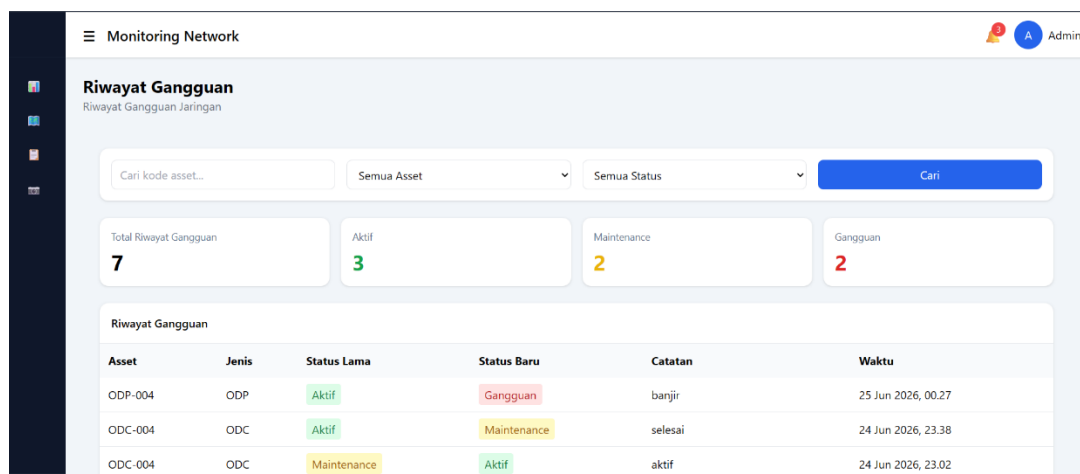


Gambar 5 Toplogy Jaringan

3.1.5 Riwayat Gangguan

Sistem menyediakan fitur riwayat gangguan untuk mencatat setiap perubahan status aset yang terjadi selama operasional jaringan. Setiap perubahan status akan tersimpan secara otomatis ke dalam basis data beserta informasi aset, status sebelumnya, status terbaru, catatan perubahan, dan waktu kejadian.

Riwayat gangguan ditampilkan dalam bentuk tabel sehingga pengguna dapat melihat kronologi perubahan kondisi aset secara terstruktur.



Gambar 6 Halaman Riwayat Gangguan

Berdasarkan hasil implementasi, sistem berhasil mencatat seluruh perubahan status aset yang dilakukan oleh pengguna

3.1.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk mengetahui apakah setiap fitur utama pada sistem monitoring jaringan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian ini berfokus pada keluaran sistem berdasarkan skenario penggunaan tanpa melihat struktur kode program. Hasil pengujian sistem ditunjukkan pada tabel berikut:

No	Fitur yang diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Registrasi	Pengguna mengisi data registrasi dengan benar	Akun berhasil dibuat	Akun berhasil dibuat	Berhasil
2	Login	Pengguna memasukkan email dan password yang benar	Pengguna masuk ke sistem	Pengguna berhasil masuk ke sistem	Berhasil
3	Dashboard Monitoring	Membuka halaman dashboard	Statistik asset dan status jaringan ditampilkan	Statistik asset dan status jaringan berhasil ditampilkan	Berhasil
4	Monitoring Peta	Membuka halaman monitoring peta	Peta dan seluruh asset ditampilkan	Peta dan seluruh asset berhasil ditampilkan	Berhasil
5	Pencarian Asset	Mencari asset berdasarkan kode aset	Sistem menampilkan lokasi asset yang dicari	Lokasi asset berhasil ditemukan dan ditampilkan	Berhasil
6	Detail Asset	Memilih salah satu marker aset	Sistem menampilkan informasi detail aset	Informasi detail asset berhasil ditampilkan	Berhasil
7	Update Status Asset	Mengubah status asset menjadi maintenance atau gangguan	Status asset berubah dan tersimpan ke basis data	Status asset berhasil diperbarui	Berhasil
8	Riwayat Gangguan	Mengubah status asset	Sistem mencatat perubahan pada Riwayat gangguan	Riwayat gangguan berhasil di simpan	Berhasil
9	CRUD Asset	Menambah, mengubah, dan menghapus asset	Data asset berhasil dikelola	Data asset berhasil dikelola	Berhasil
10	Topology Network	Menghubungkan asset jaringan	Sistem membentuk jalur kabel antar asset	Topology berhasil ditampilkan	Berhasil

3.2. Pembahasan

Sistem Monitoring Jaringan Telekomunikasi berbasis WebGIS yang dikembangkan pada penelitian ini berhasil mengintegrasikan pengelolaan aset jaringan dan visualisasi spasial dalam satu platform berbasis web. Sistem memungkinkan pengguna melakukan monitoring terhadap aset jaringan yang terdiri dari Optical Distribution Cabinet (ODC), Optical Distribution Point (ODP), tiang, dan kabel melalui peta digital yang terhubung dengan basis data terpusat. Integrasi tersebut memberikan kemudahan dalam proses pengelolaan dan pemantauan aset dibandingkan dengan metode pencatatan konvensional yang umumnya masih menggunakan dokumen atau spreadsheet terpisah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan WebGIS mampu memberikan visualisasi lokasi aset secara interaktif sehingga mempermudah identifikasi dan pelacakan aset jaringan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kurniadin dkk. [1] yang menyatakan bahwa WebGIS dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan aset melalui penyajian informasi spasial yang mudah diakses. Selain itu, penggunaan Leaflet sebagai media visualisasi juga mendukung hasil penelitian Zahra dan Safwandi [3] yang menunjukkan bahwa teknologi pemetaan berbasis web mampu membantu proses identifikasi lokasi jaringan secara lebih cepat dan efisien.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada satu jenis objek pemetaan, sistem yang dikembangkan pada penelitian ini mampu mengintegrasikan berbagai jenis aset jaringan dalam satu tampilan peta. Penelitian Anggraini dan Rahayu [5] hanya berfokus pada pemetaan pelanggan PLN berdasarkan lokasi geografis, sedangkan penelitian Maulana dkk. [7] memfokuskan sistem pada pemetaan Optical Distribution Cabinet (ODC). Pada penelitian ini, visualisasi tidak hanya mencakup ODC, tetapi juga ODP, tiang, dan kabel sehingga memberikan gambaran infrastruktur jaringan yang lebih lengkap dan terintegrasi. Temuan ini juga berbeda dengan penelitian Fauzi dkk. [14] yang memanfaatkan WebGIS untuk optimasi penyebaran WiFi dan Optical Distribution Point (ODP). Penelitian tersebut berfokus pada perencanaan penyebaran infrastruktur jaringan, sedangkan penelitian ini mengembangkan sistem monitoring yang mampu mengintegrasikan visualisasi ODC, ODP, tiang, dan kabel dalam satu platform sehingga kondisi jaringan dapat dipantau secara menyeluruh.

Salah satu kontribusi utama penelitian ini adalah penerapan topology network berbasis relasi antar aset. Topology dibentuk menggunakan hubungan antara aset asal dan aset tujuan yang tersimpan dalam basis data sehingga jalur kabel dapat divisualisasikan secara otomatis pada peta digital. Pendekatan ini memberikan keuntungan karena pengguna dapat memahami struktur jaringan secara lebih jelas dan mengetahui hubungan antar aset yang terhubung dalam jaringan telekomunikasi. Visualisasi topology juga memudahkan proses analisis ketika terjadi gangguan karena lokasi aset yang saling terhubung dapat diidentifikasi dengan lebih cepat. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Rafai dkk. [15] yang menyatakan bahwa integrasi data spasial pada Sistem Informasi Geografis berbasis Web mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan aset. Namun demikian, penelitian ini mengembangkan konsep tersebut dengan menambahkan visualisasi topology jaringan yang mampu menggambarkan hubungan antar aset secara otomatis sehingga memudahkan proses analisis jaringan.

Selain visualisasi aset, sistem juga menyediakan mekanisme monitoring kondisi aset melalui status operasional yang terdiri dari aktif, maintenance, dan gangguan. Fitur ini memberikan informasi kondisi jaringan secara langsung kepada pengguna sehingga proses pemantauan tidak hanya berfokus pada lokasi aset, tetapi juga kondisi operasionalnya. Keberadaan dashboard monitoring yang menampilkan statistik aset dan statistik gangguan membantu pengguna memperoleh gambaran kondisi jaringan secara cepat tanpa harus melakukan pemeriksaan terhadap setiap aset secara individual.

Kontribusi lain yang dihasilkan penelitian ini adalah implementasi fitur riwayat gangguan. Setiap perubahan status aset secara otomatis dicatat ke dalam sistem beserta informasi status sebelumnya, status terbaru, catatan perubahan, dan waktu kejadian. Fitur ini memberikan

kemampuan pelacakan kondisi aset dari waktu ke waktu sehingga dapat digunakan sebagai dokumentasi operasional maupun bahan evaluasi pemeliharaan jaringan. Fasilitas tersebut belum banyak ditemukan pada penelitian WebGIS sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada pemetaan aset tanpa menyediakan mekanisme pencatatan gangguan secara terintegrasi.

Pengujian menggunakan metode Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Fitur autentikasi, pengelolaan aset, monitoring peta, topology jaringan, pengelolaan foto aset, pembaruan status aset, serta pencatatan riwayat gangguan berhasil dijalankan tanpa ditemukan kegagalan fungsi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan fungsional yang ditetapkan pada tahap analisis kebutuhan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi WebGIS, basis data spasial, dan sistem monitoring jaringan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan aset telekomunikasi. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada kemampuan sistem dalam menggabungkan visualisasi multi-aset, topology jaringan, monitoring status operasional, riwayat gangguan, serta pengelolaan dokumentasi aset dalam satu platform terpusat berbasis web. Sistem yang dihasilkan dapat digunakan sebagai media pendukung pengambilan keputusan dalam kegiatan operasional dan pemeliharaan jaringan telekomunikasi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Sistem Monitoring Jaringan Telekomunikasi berbasis WebGIS menggunakan Golang Fiber, MySQL, dan Leaflet. Sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan berbagai aset jaringan telekomunikasi yang terdiri dari Optical Distribution Cabinet (ODC), Optical Distribution Point (ODP), tiang, dan kabel ke dalam satu platform monitoring berbasis web. Fitur utama yang berhasil diimplementasikan meliputi dashboard monitoring, visualisasi aset pada peta digital, topology network, manajemen aset, pengelolaan foto aset, pembaruan status aset, serta riwayat gangguan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu membantu proses pengelolaan dan pemantauan aset jaringan secara lebih efektif melalui penyajian informasi spasial yang terintegrasi dengan data operasional aset. Selain menampilkan lokasi aset, sistem juga mampu memvisualisasikan hubungan antar aset jaringan melalui topology network serta mencatat perubahan kondisi aset secara otomatis melalui fitur riwayat gangguan. Berdasarkan hasil pengujian Black Box Testing, seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga sistem dapat digunakan sebagai media monitoring dan pengelolaan infrastruktur jaringan telekomunikasi.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi visualisasi multi-aset jaringan, monitoring status operasional, topology network, dan pencatatan riwayat gangguan dalam satu platform WebGIS yang terpusat. Ke depan, penelitian dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur notifikasi gangguan secara real-time, analisis performa jaringan, serta integrasi dengan perangkat monitoring jaringan untuk mendukung proses pengawasan infrastruktur telekomunikasi secara lebih komprehensif.

5. Referensi

- [1] W. F. Nia Kurniadin , F. V. Astrolabe Sian Prasetya , Pravasta Kiko Setiawan Hadi, "PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS BERBASIS WEB (WEBGIS) UNTUK PEMETAAN ASET LAHAN DAN BANGUNAN POLITANI SAMARINDA," vol. 6, hal. 20–30, 2023.
- [2] R. Mohamad Dafa Alfian Kurniawan , Indera , Handoyo, "Implementasi Sistem Informasi Aset Berbasis Web GIS pada PT. PLN ULP Pringsewu Mohamad," 2025.
- [3] F. Zahra, S. Retno, F. Teknik, P. T. Informatika, dan U. Malikussaleh, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Jaringan Internet Kampus Universitas Malikussaleh Bukit

- Indah Berbasis Web Menggunakan Leaflet Javascript,” vol. 5, no. 1, hal. 28–38, 2024.
- [4] M. R. Kardawi, “Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Manajemen Aset pada Politeknik Negeri Lhokseumawe Menggunakan QR-Code Berbasis Web,” vol. 8, no. 1, hal. 23–32, 2023.
- [5] J. F. Anggraini dan S. Rahayu, “Perancangan Sistem Informasi Geografis Pelanggan PLN Kota Palembang Berbasis Webgis Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains,” vol. 1, no. 1, hal. 197–208, 2023.
- [6] M. Y. Rifqi Muhammad Iqbal, Supiyandi, “Desain Dan Pembangunan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Menggunakan Metode Prototype Untuk Meningkatkan Daya Tarik Wisata,” vol. 9, no. 2, 2024.
- [7] S. Adri Wahyu Maulana, Aldiansyah Ilham, “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Wilayah ODC (Optical Distribution Cabinet) Kota Medan Dengan Metode Digital Mapping Pada PT. Telkom Akses,” vol. 17, no. 1, hal. 53–66, 2025.
- [8] P. S. R. Wahyu Purnama Sari, Hafsa Islamiati Ayuningtyas, Bintang Bahari, Triansyah Amarullah Ahmad Prayoga, “Pengembangan sistem informasi geografis untuk pemetaan bangunan gedung pemerintah di Kota Bandung,” vol. 04, hal. 258–271, 2025, doi: 10.24246/itexplore.v4i3.2025.pp258-271.
- [9] R. F. Wijaya dan R. B. Utomo, “Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Kegiatan Masjid Berbasis Web,” vol. 3, no. 5, hal. 563–571, 2023.
- [10] H. N. Widya Ningsih, “PERBANDINGAN MODEL WATERFALL DAN METODE PROTOTYPE UNTUK PENGEMBANGAN APLIKASI PADA SISTEM INFORMASI,” *J. Ilm. Metadata*, ISSN 2723 -7737, Vol.5 No.1 Ed. Januari 2023 Publ. 30-01-2023, Page 83-95 PERBANDINGAN, vol. 5, no. 1, hal. 83–95, 2023.
- [11] Y. Anis, A. B. Mukti, dan A. N. Rosyid, “Penerapan Model Waterfall Dalam Pengembangan Sistem Informasi Aset Destinasi Wisata Berbasis Website,” vol. 4, no. 2, hal. 1134–1142, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1287.
- [12] B. M. Haqqoni, I. Winarno, dan M. N. Musthofa, “Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Blackbox Testing Bagi Pemula,” vol. 2, no. 4, hal. 696–704, 2024.
- [13] F. K. Kartono, S. Nursaadah, M. R. Nugroho, dan D. A. Tama, “Pengujian Black Box Testing Pada Sistem Website Osha Snack: Pendekatan Teknik Boundary Value Analysis,” vol. 06, no. 02, hal. 754–766, 2024.
- [14] S. W. Fauzi dan M. Ula, “Perancangan Sistem Informasi Geografis Untuk Optimasi Penyebaran Pemasangan Wifi Dan Optical Distribution Point (Odp) Pada Telkom Kandatel Lhokseumawe,” vol. 8, no. 1, hal. 128–151, 2024.
- [15] M. Z. Rafai *et al.*, “IMPLEMENTASI DAN EVALUASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) BERBASIS WEB UNTUK PENGELOLAAN ASET,” vol. XX, no. 03, hal. 219–226.