

# Perancangan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Pendataan Jaringan Kabel pada Area Distribusi

Aldi Huseini Milyanto\*, Arif Rahman Sujatmika, Budiman

Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Darul Ulum

Informasi Naskah:

Diterima: 02 Februari 2025/ Direview: 02 Februari 2025/ Direvisi: 16 Februari 2025/ Disetujui Terbit: 20 Februari 2025

DOI: 10.33369/pseudocode.13.1.89-94

\*Korespondensi: aldi huseini18@gmail.com

## Abstract

*This study develops a web-based Geographic Information System (GIS) to support the recording and management of cable network infrastructure in distribution areas. Network managers often lack accurate tools to map pole locations and cable routes, causing difficulties in monitoring and maintenance. The system is developed using a prototype method consisting of requirement analysis, system design, implementation, and testing. The application uses HTML, PHP, MySQL, and Leaflet.js for interactive mapping. Spatial data are collected through field surveys and converted into geographic coordinates for visualization. The results show that the system can display pole locations and cable routes interactively and in real time, improving data accuracy and supporting infrastructure monitoring and asset management. This GIS provides an effective and efficient solution for managing cable network distribution data.*

**Keywords:** Cable Network; Distribution; Geographic Information System; Leaflet.js; Mapping; Pole

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi yang berlangsung sangat cepat telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk dalam pengelolaan dan pemetaan infrastruktur jaringan. Salah satu teknologi yang berperan penting dalam pengelolaan data berbasis lokasi adalah Sistem Informasi Geografis (SIG) [1]. SIG memungkinkan proses pengumpulan, penyimpanan, pengolahan, serta penyajian data yang memiliki referensi geografis. Melalui pemanfaatan SIG, informasi spasial dapat disajikan dalam bentuk peta digital yang interaktif, sehingga mempermudah pengguna dalam memahami kondisi dan sebaran objek di lapangan.

Dalam konteks jaringan distribusi, seperti jaringan listrik, telekomunikasi dan internet, infrastruktur berupa tiang dan jaringan kabel merupakan komponen utama yang harus dikelola secara sistematis. Keberadaan infrastruktur tersebut memerlukan pencatatan lokasi yang akurat agar proses pemantauan, pemeliharaan, serta pengembangan jaringan dapat dilakukan secara optimal. Namun, pada praktiknya, masih banyak instansi atau pengelola jaringan yang melakukan pendataan infrastruktur secara manual, baik melalui dokumen cetak maupun lembar kerja *spreadsheet*. Metode pencatatan konvensional ini sering menimbulkan berbagai permasalahan, seperti ketidaksesuaian data dengan kondisi lapangan, kesulitan dalam melacak posisi aset, serta keterbatasan dalam melakukan analisis jalur distribusi secara menyeluruh.

Keterbatasan sistem pencatatan manual juga berdampak pada efektivitas pengambilan keputusan. Tanpa adanya

visualisasi data spasial yang jelas, pengelola jaringan mengalami kesulitan dalam menentukan prioritas pemeliharaan, merencanakan perluasan jaringan, maupun mengidentifikasi potensi gangguan pada infrastruktur. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu menyajikan informasi posisi tiang dan jaringan kabel secara geografis, akurat, dan mudah diakses oleh pihak terkait.

Sistem Informasi Geografis berbasis web menjadi solusi yang relevan untuk menjawab permasalahan tersebut. SIG berbasis web memungkinkan integrasi antara data spasial berupa peta digital dengan data atribut yang berisi informasi detail mengenai tiang dan jaringan kabel dalam satu platform terpusat. Melalui sistem ini, pengguna dapat mengakses, memperbarui, dan memantau data infrastruktur kapan saja dan dari berbagai perangkat tanpa bergantung pada lokasi tertentu. Selain itu, visualisasi data dalam bentuk peta interaktif membantu pengguna dalam memahami kondisi jaringan secara lebih intuitif.

Sejumlah penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa penerapan SIG mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan data infrastruktur. Penelitian oleh Rahmawati et al. (2021) menyatakan bahwa penggunaan SIG pada pemetaan jaringan listrik dapat mempercepat proses identifikasi aset dan meningkatkan efektivitas perawatan jaringan [2]. Penelitian lain oleh Nugroho dan Prasetyo (2022) mengungkapkan bahwa sistem informasi geografis berbasis web memberikan kemudahan dalam analisis distribusi jaringan internet dan perencanaan pengembangan wilayah layanan. Selain itu, studi yang dilakukan oleh Sari et al. (2023) menunjukkan bahwa

integrasi SIG dengan teknologi web dapat meningkatkan keandalan data spasial dan mengurangi kesalahan pencatatan lokasi infrastruktur. Penelitian terbaru oleh Putra et al. (2024) juga menegaskan bahwa SIG berbasis web mampu mendukung pengelolaan aset jaringan secara lebih terstruktur dan terpusat [3]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang digunakan untuk pendataan tiang dan jaringan kabel pada area distribusi [4]. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu menampilkan data spasial dan data atribut secara terpadu dalam bentuk peta digital interaktif, sehingga mempermudah proses pencatatan, pemantauan, dan pengelolaan infrastruktur jaringan [5].

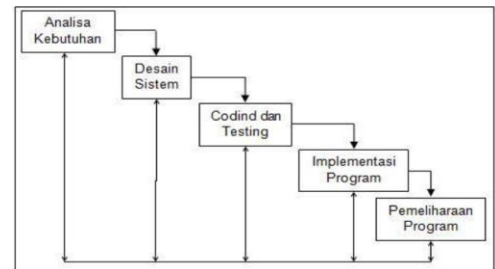
Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sebagian besar pengembangan Sistem Informasi Geografis masih difokuskan pada fungsi pemetaan lokasi dan pengelolaan data spasial secara umum, khususnya dalam proses pencatatan dan visualisasi infrastruktur. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum secara optimal menekankan aspek pengembangan antarmuka yang interaktif untuk meningkatkan kemudahan pengguna dalam mengakses, memantau, dan mengelola data jaringan secara langsung melalui peta digital. Selain itu, beberapa sistem yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan dalam hal interaktivitas dan responsivitas tampilan peta. Oleh karena itu, kebaruan (*state of the art*) dalam penelitian ini terletak pada pengembangan Sistem Informasi Geografis berbasis web dengan memanfaatkan *library Leaflet.js* sebagai media visualisasi peta digital. *Leaflet.js* memungkinkan penyajian peta yang lebih dinamis, interaktif, dan responsif, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pengelolaan dan pemantauan data tiang serta jaringan kabel secara lebih efektif. Kontribusi dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem SIG berbasis web dengan antarmuka interaktif yang mampu menyajikan data spasial secara *real-time*, mendukung pengelolaan infrastruktur jaringan secara terintegrasi, serta memberikan peningkatan dari sisi kemudahan penggunaan dan efektivitas pemantauan dibandingkan dengan pendekatan konvensional maupun penelitian sebelumnya.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah sistem SIG berbasis web yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pendataan jaringan kabel dan tiang distribusi secara efektif dan efisien. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan data infrastruktur dengan menyediakan informasi yang akurat dan mudah diakses sebagai dasar pengambilan keputusan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses pendataan tidak hanya menjadi lebih cepat dan terorganisir, tetapi juga mampu memberikan gambaran visual kondisi lapangan secara *real-time* melalui peta digital.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan tujuan merancang dan mengimplementasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk pendataan jaringan kabel pada area

distribusi. Metode yang digunakan adalah metode *waterfall*, yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap dan melibatkan pengguna dalam proses evaluasi sehingga sistem yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Metode ini dipilih karena mampu mempercepat proses pengembangan dan meminimalkan kesalahan fungsional pada sistem akhir.



Gbr 1. Metodologi Penelitian

### 2.1. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu:

- Analisis kebutuhan**  
Tahap analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pengguna dalam proses pendataan tiang dan jaringan kabel. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pengelola jaringan. Hasil dari tahap ini berupa spesifikasi kebutuhan sistem, termasuk kebutuhan fungsional seperti pengelolaan data tiang dan kabel.
- Desain sistem**  
Tahap desain sistem bertujuan untuk merancang struktur dan arsitektur sistem yang akan dikembangkan. Perancangan meliputi desain basis data, desain antarmuka pengguna, serta perancangan alur proses sistem. Selain itu, pada tahap ini juga dirancang integrasi antara sistem dengan peta digital menggunakan *Leaflet.js* untuk mendukung visualisasi data spasial secara interaktif.
- Coding dan Testing**  
Tahap *coding* merupakan proses implementasi desain sistem ke dalam bentuk kode program menggunakan bahasa pemrograman PHP, JavaScript, serta basis data MySQL. Selanjutnya dilakukan tahap *testing* untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan pada fitur input data, pengelolaan data, serta visualisasi peta digital.
- Implementasi Program**  
Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan sistem yang telah dikembangkan ke dalam lingkungan operasional. Sistem diintegrasikan dengan data spasial yang telah dikumpulkan dan diuji untuk memastikan sistem dapat digunakan oleh pengguna secara optimal.

dalam melakukan pendataan dan pemantauan jaringan kabel.

#### e. Pemeliharaan Program

Tahap pemeliharaan dilakukan untuk menjaga kinerja sistem agar tetap berjalan dengan baik setelah implementasi. Pemeliharaan meliputi perbaikan kesalahan sistem, pembaruan fitur, serta penyesuaian sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna di masa mendatang.

Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi permasalahan yang dihadapi pengelola jaringan dalam melakukan pendataan tiang dan jaringan kabel, khususnya terkait pencatatan lokasi dan visualisasi data spasial [6]. Tahap perancangan sistem mencakup perancangan arsitektur sistem, alur proses, serta struktur basis data yang digunakan untuk menyimpan data spasial dan data atribut.

Implementasi sistem dilakukan dengan membangun aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan JavaScript, serta basis data MySQL sebagai media penyimpanan data. Sistem dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi SIG untuk mengintegrasikan data geografis dan informasi atribut dalam satu platform terpusat [7]. Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan, terutama pada proses input, pembaruan, dan visualisasi data jaringan.

### 2.2. Sistem Informasi Geografis Berbasis Web

Sistem Informasi Geografis yang dikembangkan dalam penelitian ini berfungsi untuk mengelola data berbasis lokasi yang berkaitan dengan infrastruktur jaringan distribusi [8]. SIG berbasis web memungkinkan data spasial berupa titik dan garis ditampilkan dalam bentuk peta digital interaktif yang dapat diakses melalui *browser* tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan. Pendekatan ini memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengelolaan data secara *real-time* dari berbagai lokasi [9].

Data spasial yang digunakan dalam sistem ini direpresentasikan dalam bentuk koordinat geografis lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*) [10]. Setiap tiang direpresentasikan sebagai objek titik (*point*), sedangkan jaringan kabel direpresentasikan sebagai objek garis (*polyline*) yang menghubungkan antar titik. Integrasi antara data spasial dan data atribut memungkinkan pengguna memperoleh informasi detail mengenai kondisi dan identitas setiap elemen jaringan [11].

### 2.3. Visualisasi Peta Digital Menggunakan *Leaflet.js*

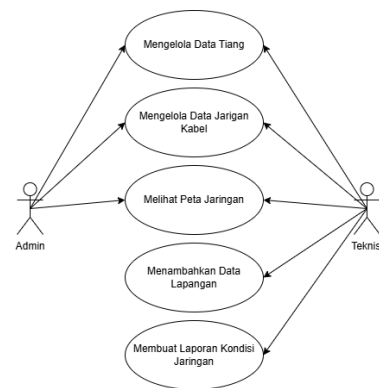
Visualisasi peta digital pada sistem ini menggunakan *Leaflet.js* sebagai *library* pemetaan berbasis JavaScript. *Leaflet.js* dipilih karena bersifat *open-source*, ringan, serta memiliki kompatibilitas yang tinggi dengan berbagai sumber peta digital [12]. Melalui *Leaflet.js*, sistem mampu menampilkan *marker* untuk posisi tiang dan jalur kabel secara interaktif berdasarkan data koordinat yang tersimpan dalam

basis data [13].

Penggunaan peta interaktif memungkinkan pengguna untuk melakukan *zoom*, pemilihan objek, serta melihat informasi detail setiap elemen jaringan secara langsung pada peta. Dengan pendekatan ini, proses pemantauan dan analisis jaringan distribusi dapat dilakukan secara visual dan lebih mudah dipahami dibandingkan dengan pencatatan konvensional.

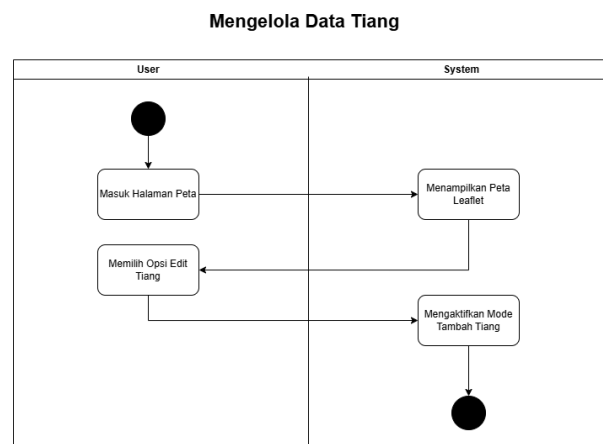
### 2.4. Use-Case Diagram

*Use case diagram* ini menunjukkan hubungan antara aktor dan fungsi sistem, yang menggambarkan ruang lingkup interaksi pengguna dengan sistem SIG.



Gbr 2. Use-Case Diagram

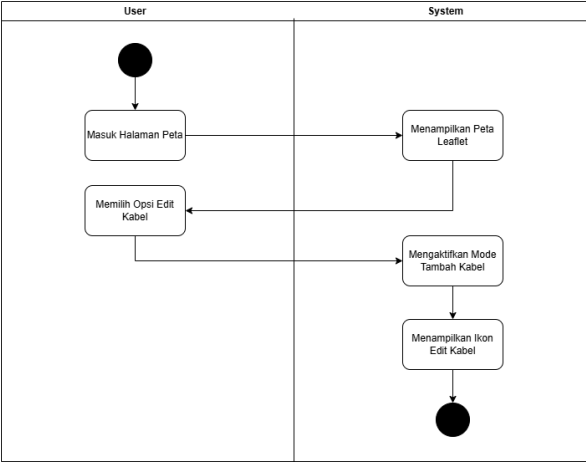
### 2.5. Activity Diagram



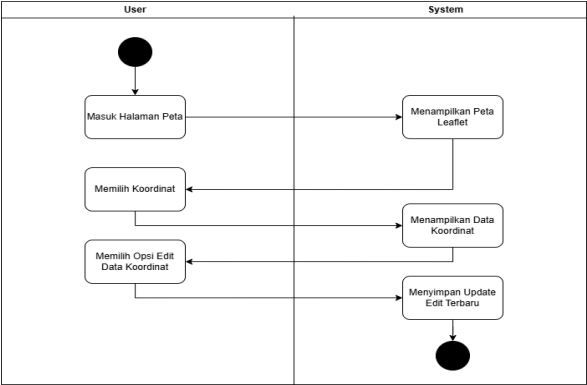
Gbr 3. Mengelola Data Tiang

*Activity Diagram* pada proses mengelola data tiang menggambarkan alur kegiatan yang dimulai ketika pengguna (*admin* atau *teknisi*) mengakses menu data tiang. Pengguna dapat melakukan penambahan, pengubahan, maupun penghapusan data tiang sesuai kebutuhan. Sistem kemudian melakukan validasi terhadap data yang dimasukkan. Apabila data valid, sistem menyimpan perubahan ke dalam basis data dan menampilkan informasi terbaru kepada pengguna. Jika data tidak valid, sistem meminta pengguna untuk melakukan perbaikan.

Mengelola Data Kabel



Gbr 2. Mengelola Data Kabel



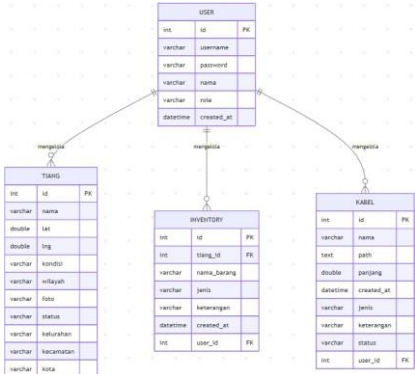
Proses mengelola data jaringan kabel diawali dengan pengguna memilih menu jaringan kabel pada sistem. Pengguna dapat menambahkan data kabel baru, memperbarui data yang sudah ada, atau menghapus data jaringan kabel. Sistem memvalidasi data yang diinput, lalu menyimpannya ke dalam basis data apabila valid. Setelah proses selesai, sistem menampilkan data jaringan kabel yang telah diperbarui.

2.6. Basis Data dan Pengelolaan Data

Basis data pada penelitian ini menggunakan MySQL untuk menyimpan data spasial dan atribut secara terstruktur. Data yang dikelola meliputi informasi pengguna (*user*), data tiang dengan koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*), data jalur kabel dalam bentuk path koordinat, serta data *inventory* perangkat yang terpasang pada tiang. Perancangan struktur basis data dilakukan menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk menggambarkan hubungan antar entitas, sehingga integritas dan konsistensi data dapat terjaga. data yang disimpan meliputi informasi titik lokasi tiang, jalur kabel, serta atribut pendukung seperti kode tiang, identitas kabel, dan lokasi distribusi. Struktur basis data dirancang agar mendukung proses pengelolaan data secara efisien dan terintegrasi dengan sistem pemetaan [14].

Gbr 2 menunjukkan hubungan antar entitas dalam sistem yang terdiri dari *user*, tiang, kabel, dan *inventory*.

Pengelolaan data pada sistem ini menerapkan konsep *Create, Read, Update, dan Delete* (CRUD). Konsep ini memungkinkan pengguna untuk menambahkan data baru,



Gbr 6. ERD

menampilkan data yang telah tersimpan, memperbarui informasi jaringan, serta menghapus data yang tidak lagi digunakan. Seluruh proses CRUD dilakukan melalui antarmuka berbasis web yang terhubung langsung dengan basis data dan peta digital [15].

2.7. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem dimulai dari proses input data lokasi tiang dan jaringan kabel oleh pengguna. Data lokasi kemudian disimpan dalam basis data dalam bentuk koordinat geografis. Selanjutnya, sistem memproses data tersebut dan menampilkannya pada peta digital menggunakan *Leaflet.js*. Setiap perubahan data yang dilakukan pengguna akan langsung diperbarui dan ditampilkan kembali pada peta, sehingga informasi yang disajikan selalu bersifat aktual [16].

Dengan alur kerja tersebut, sistem ini mampu mendukung proses pendataan, pemantauan, dan pengelolaan infrastruktur jaringan secara terpusat, akurat, dan mudah digunakan.

Gbr 5. Melihat Update

## 2.8. Pengujian Sistem Menggunakan *Black Box Testing*

Pengujian sistem pada penelitian ini menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Metode *Black Box Testing* digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem tanpa melihat struktur kode program, melainkan berdasarkan input dan output yang dihasilkan.

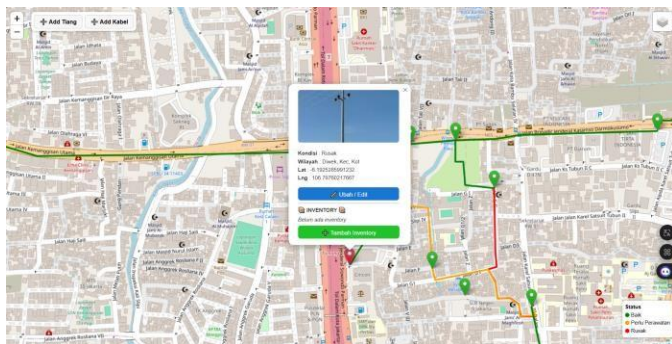
Pengujian dilakukan pada beberapa fitur utama sistem, yaitu fitur login, penambahan data tiang, penambahan data jaringan kabel, pengeditan data, penghapusan data, serta visualisasi data pada peta digital. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pelaksanaan penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem pemetaan jaringan berbasis *Geographic Information System* (GIS). Sistem yang dikembangkan ditujukan untuk mendukung pengelolaan data tiang dan jaringan kabel, pencatatan data lapangan, visualisasi jaringan dalam bentuk peta digital, serta penyusunan laporan kondisi infrastruktur jaringan.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan tahap implementasi rancangan sistem yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Setelah sistem selesai dibangun, dilakukan pengujian fungsional untuk memastikan setiap fitur dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna, yang terdiri dari *admin* dan *teknisi*. Hasil dari implementasi dan pengujian tersebut kemudian dianalisis dan dibahas dengan mengacu pada konsep serta teori yang relevan guna menilai efektivitas dan kelayakan sistem sebagai solusi dalam pengelolaan data jaringan distribusi.

### 3.1. Implementasi Pengelolaan Data Tiang



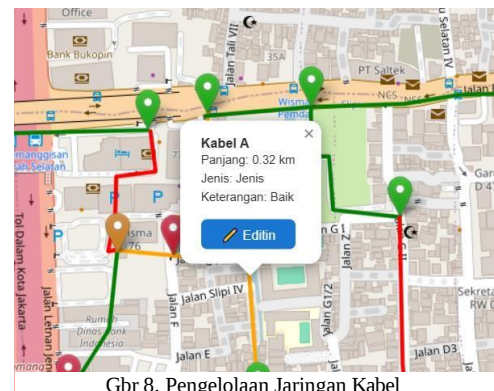
Gbr 7. Pengelolaan Data Tiang

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem informasi geografis yang dikembangkan mampu mengelola data tiang secara terstruktur dan terintegrasi. Melalui antarmuka sistem, pengguna dengan hak akses *admin* maupun *teknisi* dapat melakukan proses penambahan, pembaruan, dan penghapusan data tiang. Setiap data yang dimasukkan ke dalam sistem terlebih dahulu melalui proses validasi sebelum disimpan ke dalam basis data.

Penerapan mekanisme validasi ini bertujuan untuk menjaga konsistensi dan keakuratan data, mengingat data tiang merupakan komponen utama dalam pemetaan jaringan kabel. Dengan adanya fitur pengelolaan data tiang yang terpusat, sistem dapat memastikan bahwa informasi yang digunakan dalam proses pemetaan dan analisis jaringan selalu dalam kondisi terbaru dan sesuai dengan kondisi lapangan.

### 3.2. Implementasi Pengelolaan Jaringan Kabel

Pada implementasi pengelolaan data lapangan, sistem mampu menyimpan dan mengelola data jaringan kabel beserta keterkaitannya dengan tiang-tiang yang saling terhubung. Setiap perubahan data jaringan kabel, baik berupa penambahan, pengeditan, maupun penghapusan, dapat dilakukan langsung melalui sistem dan secara otomatis diperbarui pada basis data.



Gbr 8. Pengelolaan Jaringan Kabel

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan data jaringan kabel yang dilakukan oleh pengguna dapat langsung tercermin pada visualisasi peta digital. Hal ini memudahkan pengguna dalam memantau kondisi jaringan secara aktual serta meminimalkan potensi kesalahan pencatatan yang sering terjadi pada sistem manual. Dengan visualisasi peta interaktif, hubungan antara tiang dan jalur kabel dapat dipahami dengan lebih jelas dan intuitif.

### 3.3. Implementasi Kondisi Jaringan

Sistem yang dikembangkan juga dilengkapi dengan fitur pembuatan laporan kondisi jaringan berdasarkan data yang tersimpan dalam basis data. Laporan dapat ditampilkan sesuai dengan kondisi dan kategori jaringan yang dibutuhkan oleh pengguna. Informasi yang disajikan dalam laporan mencerminkan kondisi aktual jaringan distribusi berdasarkan data lapangan yang telah diinput sebelumnya.

Hasil laporan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi serta menjadi dasar dalam pengambilan keputusan,

baik untuk perencanaan pengembangan jaringan maupun kegiatan pemeliharaan infrastruktur. Dengan adanya fitur laporan yang terintegrasi, pengelola jaringan dapat memperoleh informasi secara cepat dan akurat tanpa harus melakukan pengolahan data secara manual.

### 3.4. Pengujian Sistem Menggunakan *Black Box Testing*

Table 1. *Black Box Testing*

| Fitur yg Diuji    | Input                          | Output yg Diharapkan              | Hasil    |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------|
| Tambah data tiang | Input koordinat dan data tiang | Data tersimpan dan tampil di peta | Berhasil |
| Tambah data kabel | Input jalur kabel              | Kabel tampil di peta              | Berhasil |
| Edit data         | Ubah data tiang                | Data <i>terupdate</i>             | Berhasil |
| Hapus data        | Pilih data                     | Data terhapus                     | Berhasil |
| Visualisasi peta  | Load halaman peta              | Data tampil pada peta             | Berhasil |

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan dan tidak ditemukan kesalahan fungsional.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dikembangkan mampu mendukung pendataan tiang dan jaringan kabel pada area distribusi secara efektif dan efisien. Sistem ini dilengkapi dengan fitur pengelolaan data tiang dan jaringan kabel yang terintegrasi dalam satu basis data terpusat, sehingga proses pencatatan, pembaruan, serta penelusuran data dapat dilakukan secara lebih cepat dan terorganisir dibandingkan dengan metode konvensional.

Sistem juga mampu menyajikan informasi posisi tiang dan jalur kabel dalam bentuk peta digital interaktif berbasis *Leaflet.js*. Visualisasi tersebut memudahkan pengguna dalam memahami sebaran infrastruktur jaringan serta melakukan pemantauan dan identifikasi lokasi dengan tingkat akurasi yang lebih baik. Integrasi data spasial dan atribut menjadikan sistem sebagai alat bantu yang mendukung proses pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pemeliharaan jaringan.

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur analisis jaringan secara otomatis serta integrasi dengan teknologi *Global Positioning System* (GPS) untuk pencatatan data lapangan secara langsung. Selain itu, pengembangan aplikasi berbasis *mobile* dan integrasi dengan sistem monitoring *real-time*

berbasis *Internet of Things* (IoT) juga dapat dilakukan guna meningkatkan efektivitas pengelolaan infrastruktur jaringan di masa mendatang.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan dan penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknik Informatika Universitas Darul Ulum Jombang atas dukungan akademik yang diberikan. Penulis juga menghargai bimbingan, masukan, serta dukungan dari dosen dan pihak terkait yang telah membantu hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

## Referensi

1. E. Prahasta, Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis, Bandung, Indonesia: Informatika Bandung, 2020.
2. L. Rahmawati, Y. A. De Hilma, and Winarti, Pemanfaatan Web GIS dalam Sistem Informasi Pemasaran Rumah Kredit BNI Jombang, Fakultas Teknik, Universitas Darul 'Ulum Jombang, Indonesia, 2019.
3. L. Rahmawati, K. M. Pamungkas, and Winarti, Pemanfaatan *Geographic Information System* dalam Pemetaan Sekolah SMA di Surabaya Barat, Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI), Vol. 7, No. 1, 2023, pp. 116–125.
4. Open Geospatial Consortium (OGC), *OpenGIS® Web Map Service (WMS) Implementation Specification*, OGC Standard, 2019.
5. PostGIS Project Steering Committee, *PostGIS Manual: Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL*, *Open Source Documentation*, 2023.
6. B. Peterson, *Learning Web Mapping*, Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2014.
7. QGIS Development Team, *QGIS Geographic Information System User Guide*, *Open Source Geospatial Foundation Project*, 2022.
8. S. Aronoff, *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, Ottawa, Canada: WDL Publications, 2019.
9. E. Sutanta, *Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar*, Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2018.
10. T. Mitchell, *Web Mapping Illustrated: Using Open Source GIS Toolkits*, Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2012.
11. P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, *Geographic Information Systems and Science*, 3rd ed., Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2015.
12. R. Agustin and D. Raharjo, Implementasi *Leaflet.js* untuk Pembuatan Peta Interaktif Berbasis Web, Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, Vol. 9, No. 2, 2021, pp. 55–64.
13. Leaflet Contributors, *Leaflet: An Open-Source JavaScript Library for Mobile-Friendly Interactive Maps*, *Official Documentation*, 2023.
14. A. Kadir, *Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi*, Yogyakarta, Indonesia: Andi Offset, 2019.
15. R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 8th ed., New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2017.
16. D. Siregar, *Pemrograman Web Dinamis dengan PHP dan MySQL*, Jakarta, Indonesia: Mitra Wacana Media, 2020.