

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era transformasi digital saat ini, infrastruktur jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) telah berevolusi menjadi tulang punggung telekomunikasi global karena kemampuannya mentransmisikan data berkecepatan tinggi dengan latensi rendah. Sebagaimana dijelaskan oleh (Uzunidis et al., 2022), keandalan jaringan optik sangat ditentukan oleh pemenuhan standar parameter pada lapisan fisik (*Physical Layer*) dan standar kualitas layanan (*Quality of Service*). Kebutuhan akan konektivitas yang stabil menuntut penyedia layanan internet untuk tidak hanya sekadar menyediakan akses, tetapi juga menjamin performa jaringan yang sesuai dengan standar internasional IEEE 802.3ah maupun ITU-T G.984

Namun, implementasi FTTH di lapangan seringkali menghadapi kendala teknis yang signifikan, terutama terkait degradasi sinyal optik. Penelitian oleh (Ibhaze et al., 2023) menunjukkan bahwa atenuasi atau redaman sinyal yang berlebihan akibat pembengkokan kabel (*bending*) atau sambungan yang tidak sempurna, berkorelasi langsung dengan penurunan kualitas transmisi data. Gangguan pada lapisan fisik (*Physical Layer*) ini secara linear akan berdampak pada lapisan jaringan (*Network Layer*), yang ditandai dengan meningkatnya rasio kehilangan paket (*Packet Loss*). Mengacu pada standar TIPHON yang dikutip oleh (Anissabilla & Kusumarani, 2025), parameter *Packet Loss* di atas 25% dikategorikan sebagai degradasi layanan tingkat buruk (*poor*), yang berakibat fatal pada aplikasi *real-time* seperti konferensi video dan game daring.

Pada studi kasus di Arekta.Net, penyelenggara jasa internet skala lokal, manajemen gangguan jaringan saat ini masih bersifat reaktif. Saat penelitian dilakukan, jaringan FTTH Arekta.Net memiliki sekitar 150 *Optical Network Unit* (ONU) aktif yang menjadi objek monitoring dalam penelitian ini. Dengan jumlah perangkat yang cukup banyak, proses pemantauan kondisi jaringan memerlukan mekanisme monitoring yang efektif.

Berdasarkan observasi awal, teknisi jaringan umumnya baru menyadari adanya gangguan pada perangkat dan koneksi setelah menerima keluhan pelanggan

(*complaint-based maintenance*), yang berdampak pada lambatnya penanganan gangguan. Proses diagnosa dilakukan dengan memantau data melalui antarmuka yang tersedia dari perangkat *Optical Line Terminal* (OLT) berbasis web via ponsel. Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena penyajian data berjalan secara parsial dan terpisah. Teknisi harus melihat parameter fisik (*Rx Power*) di OLT dan parameter trafik di Mikrotik. Belum adanya sistem analisis otomatis dalam menentukan kondisi jaringan berdasarkan data parameter tersebut menyebabkan tingginya risiko kesalahan diagnosa, terutama saat menghadapi kondisi gangguan yang berifat samar (internet tidak mati total namun kualitas buruk). Sebagai contoh, ketika *Rx Power* menunjukkan ambang batas (misalnya -27dBm) namun koneksi internet masih terhubung, teknisi seringkali menganggap kondisi tersebut normal. Namun demikian, jika kondisi tersebut disertai dengan munculnya Packet Loss, hal itu merupakan indikasi awal kerusakan fatal yang harus segera ditangani. Keterbatasan diagnosa dalam mendeteksi gangguan inilah yang menyebabkan kualitas layanan seringkali menurun tanpa disadari oleh penyedia layanan.

Untuk mengatasi kendala kesalahan diagnosa dan pola penanganan yang reaktif tersebut, diperlukan metode komputasi yang mampu menerjemahkan ketidakpastian data jaringan menjadi sebuah keputusan status yang akurat. Penelitian (Hazim & Mahmood, 2025) mengusulkan penggunaan *Deep Learning* untuk deteksi gangguan, namun metode tersebut membutuhkan sumber daya komputasi tinggi yang membebani server skala kecil. Di sisi lain (Yuliza et al., 2022), telah berhasil membuktikan efektivitas algoritma Fuzzy Logic metode mamdani dalam menganalisis kualitas jaringan fiber optik berdasarkan parameter redaman (*attenuation*) dan waktu penanganan gangguan untuk menilai kualitas pemeliharaan gangguan. Meskipun metode tersebut terbukti valid, implementasi yang dilakukan masih terbatas pada simulasi perangkat lunak (MATLAB) untuk pelaporan pasca gangguan, bukan sebagai sistem peringatan dini. Celah penelitian inilah yang mendasari perlu adanya Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) yang memanfaatkan Fuzzy logic untuk mengotomatisasi proses diagnosa gangguan yang sebelumnya dilakukan secara manual, serta memberikan notifikasi gangguan kepada teknisi dengan cepat.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini mengusulkan pengembangan sebuah sistem pemantauan proaktif berbasis aplikasi. Sistem ini dirancang untuk mengakuisisi data parameter OLT dan Mikrotik, mengolahnya menggunakan inferensi *fuzzy*, dan mengirimkan notifikasi peringatan dini (*Early Warning System*) langsung ke perangkat teknisi. Berangkat dari urgensi tersebut, penulis mengajukan penelitian dengan judul: **“Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Gangguan Jaringan FTTH Pada Koneksi ONU Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Android.”**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi pokok-pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Pola penanganan gangguan masih reaktif karena belum tersedianya sistem peringatan dini (*Early Warning System*) menyebabkan Teknisi dan Network Engineer sering kali terlambat mengetahui adanya penurunan kualitas daya sinyal optic (*Rx Power*) pada ONU (*Optical Network Unit*) pelanggan, karena pemantauan masih dilakukan setelah adanya komplain langsung dari pengguna.
2. Proses diagnosa gangguan jaringan belum didukung oleh sistem yang mampu mengombinasikan parameter lapisan fisik (*Rx Power*) dan lapisan jaringan (*Packet Loss*) menjadi status indikasi gangguan yang akurat. Sehingga pihak manajemen Arekta.Net kesulitan dalam melakukan mitigasi atau tindakan pencegahan dini terhadap gangguan jaringan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) yang mampu memberikan notifikasi gangguan jaringan internet kepada teknisi untuk mengatasi keterlambatan penanganan ?
2. Bagaimana menerapkan algoritma Fuzzy Logic metode Mamdani untuk menentukan tingkat urgensi gangguan jaringan FTTH (Normal, Waspada, Kritis) secara akurat berdasarkan parameter *Rx Power* dan *Packet Loss* ?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan memberikan hasil yang optimal, penulis membatasi ruang lingkup pembahasan pada aspek-aspek berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) dengan objek pengamatan berupa koneksi ONU pelanggan pada studi kasus Arekta.Net.
2. Parameter jaringan yang dianalisis dalam sistem ini dibatasi pada parameter Rx Power yang diperoleh dari perangkat OLT dan *Packet Loss* yang diperoleh dari perangkat Mikrotik.
3. Algoritma yang digunakan dalam proses analisis dan penentuan status gangguan adalah Fuzzy Logic metode Mamdani, tanpa membandingkan dengan metode kecerdasan buatan atau algoritma lainnya.
4. Tingkat kondisi jaringan yang dihasilkan oleh sistem dibatasi menjadi tiga kategori, yaitu Normal, Waspada, dan Kritis
5. Penelitian ini difokuskan pada pendeteksian gangguan jaringan FTTH yang mempengaruhi kualitas koneksi pelanggan. Jenis gangguan ataupun kerusakan yang menjadi ruang lingkup penelitian meliputi : kabel fiber bending atau tertekuk, sambungan fiber optik kurang baik, konektor fiber kotor hingga putusnya kabel fiber serta *overload bandwidth* dan ONU yang bermalalah.
6. Sistem yang dibangun difokuskan sebagai Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) untuk mendeteksi potensi gangguan jaringan secara dini, bukan sebagai sistem perbaikan otomatis jaringan.
7. Aplikasi yang dikembangkan berbasis Android dan ditujukan untuk digunakan oleh teknisi jaringan sebagai media penerima notifikasi gangguan.
8. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *Research And Development* (R&D) dalam konteks penelitian akademik, dan fokus penelitian dibatasi pada tahap testing
9. Pemodelan sistem pada penelitian ini menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dengan bantuan tool pemodelan yaitu Rational Rose.

10. Sistem hanya mengirimkan notifikasi peringatan gangguan berdasarkan hasil inferensi fuzzy dan tidak melakukan tindakan konfigurasi atau pengendalian perangkat jaringan secara langsung.
11. Platform Pengembangan Sistem dirancang dengan arsitektur *Client-Server*, dimana:
 - Sisi Client: Berupa aplikasi *mobile* berbasis Android yang berfungsi sebagai media notifikasi dan monitoring bagi teknisi lapangan.
 - Sisi Server: Dikembangkan menggunakan Framework Laravel yang bertugas menangani manajemen data dan eksekusi logika *fuzzy*.
12. Mekanisme Akuisisi Data dilakukan melalui protokol komunikasi standar (SSH) secara *read-only* (hanya membaca), tanpa melakukan perubahan konfigurasi pada perangkat keras.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun sistem peringatan dini (*Early Warning System*) gangguan jaringan FTTH yang mampu melakukan pemantauan proaktif serta memberikan notifikasi peringatan dini kepada teknisi.
2. Menerapkan algoritma Fuzzy Logic metode Mamdani untuk menganalisis parameter *Rx Power* dan *Packet Loss* dalam menentukan tingkat urgensi gangguan jaringan FTTH (Normal, Waspada, Kritis).

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.6.1 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis berupa :

1. Membantu penyelenggara layanan internet, khususnya Arekta.Net, dalam mendeteksi gangguan jaringan FTTH melalui sistem peringatan dini (*Early Warning System*)

2. Mempermudah teknisi dalam memantau kondisi jaringan dan menentukan tingkat urgensi gangguan secara cepat melalui aplikasi berbasis Android.
3. Mengurangi ketergantungan pada penanganan gangguan yang bersifat reaktif, sehingga waktu respon perbaikan jaringan dapat ditingkatkan dan kualitas layanan kepada pelanggan menjadi lebih terjaga.
4. Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman bagi peneliti dalam merancang serta mengimplementasikan sistem peringatan dini berbasis Fuzzy Logic pada lingkungan jaringan FTTH.

1.6.2 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis berupa :

1. Menjadi referensi dan bahan kajian bagi penelitian selanjutnya yang membahas penerapan algoritma Fuzzy Logic dalam sistem pemantauan dan manajemen jaringan FTTH.
2. Menambah wawasan keilmuan mengenai implementasi Fuzzy Logic metode Mamdani dalam pengembangan sistem peringatan dini berbasis aplikasi mobile untuk menentukan tingkat Urgensi Gangguan Jaringan.
3. Menjadi contoh penerapan konsep kecerdasan buatan yang ringan dan efisien untuk digunakan pada infrastruktur jaringan skala kecil hingga menengah.