

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan telekomunikasi optik memiliki peran krusial dalam mendukung infrastruktur komunikasi modern, terutama dalam memastikan kualitas layanan yang optimal. Dalam beberapa tahun terakhir, meningkatnya permintaan terhadap jaringan optik mendorong pengembangan metode analisis yang dapat mengoptimalkan kualitas sinyal dengan efisiensi yang lebih tinggi [1]. Salah satu tantangan utama dalam jaringan optik adalah bagaimana mengidentifikasi dan memprediksi kualitas sinyal berdasarkan berbagai parameter teknis seperti *SNR Receiver*, *SNR Stages*, *BER Receiver*, *BER Environmental*, *Fiber Attenuation*, *Temperature*, *Humidity*, *Noise*, *Interference*, dan *Signal Quality* [2]. Ketidakmampuan untuk mendeteksi dini perubahan kualitas sinyal dapat mengakibatkan gangguan layanan yang signifikan, terutama dalam aplikasi yang sangat bergantung pada kecepatan dan keandalan jaringan, seperti layanan *cloud computing*, komunikasi bisnis, dan layanan *streaming video* berkualitas tinggi.

Dalam konteks optimasi jaringan, metode statistik dan machine learning semakin banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem. Salah satu metode yang telah terbukti efektif dalam klasifikasi biner dan analisis prediktif adalah Logistic Regression. *Logistic regression* merupakan teknik statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen biner. Dalam konteks ini, model tersebut akan digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas sinyal optik menjadi dua kategori utama,

misalnya "baik" dan "buruk", berdasarkan parameter teknis yang telah dikumpulkan [3]. *Logistic regression* memiliki keunggulan dalam interpretasi yang lebih sederhana dibandingkan model machine learning yang lebih kompleks, serta kemampuannya untuk memberikan probabilitas dari hasil klasifikasi yang memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih terinformasi.

Penelitian ini secara khusus berfokus pada pengembangan model prediksi kualitas sinyal optik dengan memanfaatkan data parameter jaringan telekomunikasi. Model yang dikembangkan dirancang untuk menerima input berupa parameter teknis seperti, *Tx (dBm)*, *Rx (dBm)*, *Various Points (dB)*, *SNR Receiver (dB)*, *SNR Stages (dB)*, *BER Receiver*, *BER Environmental*, *Modulation Depth (%)*, *Transmission Distance (km)*, *Distance Between (km)*, *Fiber Attenuation (dB/km)*, *Splice Losses (dB)*, *Optical Amplifier Gain (dB)*, *PMD Coefficient (ps/√km)*, *CD Coefficient (ps/nm/km)*, *Temperature (°C)*, *Humidity (% RH)*, *Noise (dB)*, dan *Interference (dB)* dan *Signal Quality*. Berdasarkan data input tersebut, model akan menghasilkan output berupa klasifikasi kualitas sinyal ke dalam dua kategori, yaitu “baik (*Good*)” yang direpresentasikan dengan angka 1, dan “buruk (*Poor*)” yang direpresentasikan dengan angka 0. Hasil prediksi ini memungkinkan operator jaringan untuk dengan mudah mengidentifikasi kondisi sinyal dan mengambil langkah korektif sebelum terjadi gangguan layanan. Selain memberikan klasifikasi, model juga menghasilkan nilai probabilitas untuk setiap kategori, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan berbasis data (*data-driven decision*).

Urgensi penelitian ini sangat tinggi mengingat kualitas sinyal optik memengaruhi berbagai sektor industri dan layanan digital. Dengan meningkatnya ketergantungan pada layanan berbasis internet, diperlukan sistem yang dapat memprediksi kualitas sinyal secara real-time agar gangguan dapat dicegah sebelum berdampak besar. Prediksi yang akurat memungkinkan operator jaringan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, seperti menyesuaikan jalur transmisi dan mengalokasikan bandwidth secara dinamis. Selain itu, penerapan *Logistic regression* sebagai teknik statistik yang efisien memberikan solusi yang lebih mudah diterapkan dibandingkan metode machine learning yang lebih kompleks, menjadikannya pilihan yang tepat bagi perusahaan telekomunikasi dengan keterbatasan sumber daya komputasi. Hasil penelitian ini juga dapat diimplementasikan dalam bentuk aplikasi desktop berbasis PyQt5, yang memungkinkan pengguna untuk memasukkan parameter jaringan dan mendapatkan prediksi kualitas sinyal secara langsung, sehingga mempermudah pengambilan keputusan operasional.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa *Logistic regression* dapat digunakan secara efektif untuk memprediksi fenomena dalam berbagai bidang, seperti analisis kepuasan pelanggan [4], estimasi utilisasi prosesor dalam jaringan optik [5], dan bahkan prediksi omset bisnis menggunakan parameter ekonomi [3]. Dalam penelitian ini, metode *Logistic regression* diterapkan untuk menganalisis dan memprediksi kualitas sinyal optik berdasarkan parameter teknis yang tersedia.

Dengan adanya model prediktif yang akurat, operator jaringan dapat lebih proaktif dalam mengatasi potensi gangguan dan memastikan kualitas layanan tetap terjaga. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat berkontribusi dalam pengembangan aplikasi berbasis desktop yang memungkinkan pengguna untuk memasukkan parameter teknis dan memperoleh prediksi kualitas sinyal secara langsung. Hal ini akan sangat bermanfaat dalam mendukung manajemen jaringan telekomunikasi yang lebih efisien dan responsif terhadap dinamika lingkungan operasionalnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun model prediksi kualitas sinyal optik menggunakan metode *Logistic Regression* berdasarkan parameter jaringan telekomunikasi?
2. Seberapa tinggi tingkat akurasi model *Logistic Regression* dalam memprediksi kualitas sinyal optik ke dalam dua kategori yang direpresentasikan dengan angka 1 (baik) dan 0 (buruk)?
3. Bagaimana implementasi model prediktif ke dalam sebuah aplikasi desktop berbasis PyQt5 untuk membantu operator jaringan dalam memantau dan mengoptimalkan kualitas sinyal secara *real-time*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Membangun model prediksi kualitas sinyal optik menggunakan metode *Logistic Regression* berdasarkan parameter jaringan telekomunikasi.
2. Menilai tingkat akurasi model *Logistic Regression* dalam memprediksi kualitas sinyal optik ke dalam dua kategori yang direpresentasikan dengan angka 1 (baik) dan 0 (buruk).
3. Mengimplementasikan model prediktif ke dalam aplikasi desktop berbasis PyQt5 untuk membantu operator jaringan memantau dan mengoptimalkan kualitas sinyal secara real-time.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, beberapa batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dataset OptiCom Signal Quality yang tersedia di Kaggle (<https://www.kaggle.com/datasets/tinnyrobot/opticom-signal-quality-dataset>). Dataset ini terdiri dari total 21 parameter, namun hanya 18 parameter yang digunakan sebagai fitur dalam penelitian karena dua parameter, yaitu *Modulation Format*, *PMD Compensation* dan *CD Compensation*, merupakan data kategorikal dengan nilai yang sama pada seluruh baris sehingga tidak memberikan kontribusi informasi. Parameter-parameter yang digunakan antara lain *Tx (dBm)*, *Rx (dBm)*, *Various Points (dB)*, *SNR Receiver (dB)*, *SNR Stages (dB)*, *BER Receiver*, *BER Environmental*, *Modulation Depth (%)*, *Transmission Distance (km)*, *Distance Between (km)*, *Fiber Attenuation (dB/km)*, *Splice Losses (dB)*, *Optical Amplifier Gain (dB)*, *PMD Coefficient*

($ps/\sqrt{km}$), *CD Coefficient* ($ps/nm/km$), *Temperature* ($^{\circ}C$), *Humidity* ($\% RH$), serta dua parameter tambahan yaitu *Noise* (dB) dan *Interference* (dB) yang digunakan untuk memperkaya fitur dataset. Kolom *Signal Quality* digunakan sebagai target output yang diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu 1 untuk kondisi sinyal baik dan 0 untuk kondisi sinyal buruk.

2. Model prediksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Logistic Regression. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam melakukan klasifikasi biner secara efisien serta interpretasi yang lebih mudah dibandingkan dengan algoritma machine learning yang lebih kompleks.
3. Model prediksi akan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi desktop yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dan menggunakan framework PyQt5 untuk pembuatan antarmuka grafis.
4. Evaluasi model akan dilakukan dengan mengukur tingkat akurasi, precision, recall, dan confusion matrix dari model *Logistic regression* terhadap data uji untuk memastikan kehandalan prediksi kualitas sinyal optik.
5. Penelitian ini hanya berfokus pada metode *Logistic regression* dan tidak membandingkan dengan model machine learning lainnya seperti *Random Forest* atau *Neural Networks*. Selain itu, penelitian ini tidak mencakup faktor eksternal di luar parameter yang tersedia dalam dataset, seperti gangguan fisik atau interferensi elektromagnetik yang mungkin memengaruhi kualitas sinyal optik secara nyata.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang mencakup pengumpulan data, pengolahan data, pembangunan model prediksi, serta implementasi dalam bentuk aplikasi desktop. Setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Data dalam penelitian ini diperoleh dari dataset OptiCom Signal Quality yang tersedia di Kaggle (<https://www.kaggle.com/datasets/tinnyrobot/opticom-signal-quality> dataset). Parameter-parameter yang digunakan antara lain T_x (dBm), R_x (dBm), *Various Points* (dB), *SNR Receiver* (dB), *SNR Stages* (dB), *BER Receiver*, *BER Environmental*, *Modulation Depth* (%), *Transmission Distance* (km), *Distance Between* (km), *Fiber Attenuation* (dB/km), *Splice Losses* (dB), *Optical Amplifier Gain* (dB), *PMD Coefficient* (ps/ $\sqrt{\text{km}}$), *CD Coefficient* (ps/nm/km), *Temperature* ($^{\circ}\text{C}$), *Humidity* (% RH), serta dua parameter tambahan yaitu *Noise* (dB) dan *Interference* (dB) yang digunakan untuk memperkaya fitur dataset. Kolom *Signal Quality* digunakan sebagai target output yang diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu 1 untuk kondisi sinyal baik dan 0 untuk kondisi sinyal buruk.
2. *Preprocessing* Data Sebelum pemodelan dilakukan, data akan melalui tahap preprocessing yang meliputi:
 - a. Pembersihan Data: Menghapus data yang tidak lengkap atau mengandung nilai yang hilang.

- b. Normalisasi dan Standarisasi: Melakukan normalisasi terhadap parameter numerik agar model dapat bekerja secara optimal.
 - c. Pembagian Data: Dataset akan dibagi menjadi data latih (*training data*) dan data uji (*testing data*) dengan rasio 80:20 untuk memastikan evaluasi model dilakukan secara optimal.
3. Pembangunan Model Prediksi Model prediksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Logistic Regression*. Pemilihan metode ini didasarkan pada kemampuannya dalam menangani klasifikasi biner serta kemudahan dalam interpretasi dibandingkan dengan model *machine learning* yang lebih kompleks [4]. Model ini dibangun menggunakan pustaka *Scikit-learn* dalam Python dengan langkah-langkah berikut:
- a. Pelatihan Model: Model dilatih menggunakan data latih untuk mengenali pola hubungan antara parameter jaringan optik dan kualitas sinyal.
 - b. Validasi Model: Model divalidasi menggunakan teknik *cross-validation* guna menghindari masalah *overfitting*.
 - c. Evaluasi Model: Kinerja model diukur menggunakan metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan *confusion matrix* [5].
4. Implementasi Aplikasi Desktop Model prediktif yang telah dibangun akan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi desktop berbasis Python menggunakan *framework* PyQt5. Aplikasi ini dirancang agar operator jaringan dapat memasukkan parameter sinyal dan memperoleh prediksi kualitas sinyal secara *real-time*. Beberapa fitur utama aplikasi ini meliputi:

- a. Input Parameter: Pengguna dapat memasukkan nilai SNR, BER, suhu, kelembapan, dan atenuasi serat optik secara manual.
 - b. Prediksi Kualitas Sinyal: Aplikasi akan menampilkan hasil klasifikasi kualitas sinyal (baik/buruk) berdasarkan model *Logistic Regression*.
 - c. Visualisasi Data: Hasil prediksi dan pola kualitas sinyal akan divisualisasikan menggunakan Matplotlib untuk memudahkan pemahaman pengguna [3].
5. Analisis dan Evaluasi Hasil Tahap akhir dalam penelitian ini adalah menganalisis hasil prediksi model. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dengan data aktual menggunakan confusion matrix untuk mengukur tingkat akurasi model. Selain itu, penelitian ini juga akan membandingkan hasil yang diperoleh dengan studi sebelumnya untuk menilai keunggulan serta keterbatasan model yang dikembangkan [1].

Dengan mengikuti tahapan ini, penelitian diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan metode prediksi kualitas sinyal optik yang lebih akurat dan dapat diimplementasikan dalam manajemen jaringan telekomunikasi secara efektif.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun agar memberikan gambaran yang jelas dan sistematis mengenai isi dari setiap bab. Adapun sistematika penulisan dalam laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan pentingnya prediksi kualitas sinyal optik menggunakan Logistic Regression. Selain itu, bab ini

juga mencakup rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian yang digunakan, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas kajian literatur yang mendukung penelitian, termasuk teori dasar mengenai jaringan telekomunikasi optik, konsep Logistic Regression, penelitian terdahulu yang relevan, serta parameter teknis seperti *Tx (dBm)*, *Rx (dBm)*, *Various Points (dB)*, *SNR Receiver (dB)*, *SNR Stages (dB)*, *BER Receiver*, *BER Environmental*, *Modulation Depth (%)*, *Transmission Distance (km)*, *Distance Between (km)*, *Fiber Attenuation (dB/km)*, *Splice Losses (dB)*, *Optical Amplifier Gain (dB)*, *PMD Coefficient (ps/√km)*, *CD Coefficient (ps/nm/km)*, *Temperature (°C)*, *Humidity (% RH)*, serta dua parameter tambahan yaitu *Noise (dB)* dan *Interference (dB)* yang digunakan untuk memperkaya fitur dataset. Kolom *Signal Quality* digunakan sebagai target output yang diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu 1 untuk kondisi sinyal baik dan 0 untuk kondisi sinyal buruk yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan rancangan sistem yang digunakan dalam penelitian, termasuk arsitektur sistem, tahapan pengolahan data, penerapan model Logistic Regression, serta perancangan aplikasi desktop berbasis PyQt5. Diagram alur, rancangan UML, serta desain antarmuka aplikasi juga disajikan dalam bab ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi model yang telah diterapkan, analisis kinerja model berdasarkan evaluasi seperti akurasi dan confusion matrix, serta pembahasan mengenai hasil prediksi kualitas sinyal optik. Selain itu, dilakukan perbandingan dengan penelitian terdahulu untuk melihat efektivitas model yang digunakan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut. Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil pengujian model dan analisis yang telah dilakukan, sedangkan saran diberikan untuk penelitian selanjutnya agar dapat meningkatkan performa model atau memperluas cakupan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisi referensi yang digunakan dalam penelitian, termasuk jurnal, buku, dan sumber ilmiah lainnya yang mendukung penelitian ini.