

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) merupakan teknologi komunikasi yang menggunakan serat optik untuk menghubungkan pengguna langsung dengan internet dengan menawarkan kecepatan internet yang lebih stabil dan cepat dibandingkan dengan teknologi jaringan lainnya. [1] Pengembangan FTTH diikuti oleh peningkatan kebutuhan akan layanan data yang cepat dan stabil, terutama untuk aplikasi yang memerlukan bandwidth tinggi seperti *streaming* video, konferensi video, dan *Internet of Things* (IoT). [2] Untuk memenuhi kebutuhan akan kinerja jaringan optimal, desain dan perancangan jaringan FTTH perlu diberlakukan dengan pendekatan berbasis optimasi seperti *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang mampu meningkatkan efisiensi dan kualitas jaringan.

Penempatan komponen distribusi optik, terutama *Optical Distribution Point* (ODP) merupakan titik penghubung antara jaringan akses utama dan jaringan distribusi pengguna, dapat menjadi tantangan utama dalam perancangan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH). Penempatan ODP yang tidak tepat dapat meningkatkan biaya pembangunan berujung mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima pengguna akhir, serta meningkatkan waktu pemeliharaan jaringan. [3] Untuk memastikan efisiensi biaya dan kinerja jaringan yang stabil, diperlukan metode yang mampu menentukan lokasi ODP secara optimal. Penempatan ODP yang optimal misalnya dapat mencakup penggunaan *passive splitter* dengan konfigurasi yang tepat, yang mengurangi nilai atenuasi dan meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan. [4]

Dalam perancangan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH), penting memberlakukan pengoptimalan penempatan *Optical Distribution Point* (ODP) karena dapat mempengaruhi berbagai aspek, seperti distribusi sinyal optik, panjang kabel yang diperlukan, dan biaya operasional jaringan. Penempatan ODP yang tidak tepat dapat meningkatkan biaya pembangunan dan menurunkan kualitas sinyal yang diterima pengguna akhir. [5] Maka dari itu, penempatan ODP optimal tidak hanya mengurangi biaya pembangunan melainkan meningkatkan kualitas jaringan secara

keseluruhan dengan memastikan efisiensi distribusi sinyal dan minimnya titik-titik lemah dalam jaringan. [6] Adapun berbagai metode telah diajukan untuk mengatasi masalah ini, namun masih terdapat banyak ruang untuk perbaikan dalam hal efisiensi dan efektivitas solusi yang dihasilkan.

Salah satu metode algoritma optimasi, *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang didasarkan pada perilaku kelompok besar dalam alam, seperti kawanan ikan atau burung yang bergerak bersama untuk mencari sumber daya. [7] PSO sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti perancangan jaringan komunikasi karena memiliki keunggulan dalam menemukan solusi optimal dengan cepat dan efisiensi tanpa memerlukan banyak parameter yang kompleks. Dalam optimasi rute jaringan FTTH, PSO menghasilkan jarak tempuh yang lebih pendek dan waktu komputasi yang lebih cepat jika dibandingkan dengan Algoritma Genetika, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. [8] Maka dari itu, prinsip optimasi tersebut dapat diterapkan secara serupa dalam menentukan lokasi ODP yang optimal pada perancangan jaringan FTTH.

Studi telah banyak dilakukan tentang optimasi penempatan *Optical Distribution Point* (ODP) dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa PSO dapat menghasilkan solusi optimal yang lebih baik daripada algoritma lain seperti *Naive Bayes* dan *Support Vector Machine* (SVM), terutama dalam hal meningkatkan akurasi dan efisiensi klasifikasi data yang kompleks. [9] Selain itu, telah terbukti bahwa algoritma *Niching* PSO meningkatkan kinerja pencarian target pada sistem multi-robot. Ini menunjukkan bahwa algoritma ini dapat digunakan dalam masalah optimasi multi-target seperti penempatan ODP pada jaringan FTTH. [10] Meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa PSO menguntungkan dalam berbagai situasi, penelitian selanjutnya diperlukan untuk membuat PSO memberikan solusi mengenai perancangan ODP khususnya dalam kasus jaringan FTTH.

Untuk meningkatkan efisiensi distribusi jaringan, metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) digunakan sebagai pendekatan untuk optimasi penempatan ODP. PSO merupakan algoritma optimasi berbasis *swarm intelligence* yang telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, seperti meningkatkan efisiensi daya sistem turbin angin. [11] Selain itu, terbukti optimal dalam pemilihan atribut untuk sistem

pendukung keputusan. [12] Maka dari itu, penerapan PSO dalam penentuan lokasi ODP diharapkan dapat mengoptimalkan struktur jaringan FTTH, mengurangi biaya pembangunan, meningkatkan layanan dan reliabilitas bagi pengguna akhir.

1.2 Perumusan Masalah

Sebagaimana latar belakang yang telah diuraikan, maka fokus masalah dalam bagian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil penentuan titik koordinat ODP yang diperoleh dari eksekusi algoritma PSO pada perumahan di setiap kelurahan?
2. Bagaimana hasil konsistensi hasil koordinat ODP dan nilai *fitness* yang diperoleh dari metode pengujian yang dilakukan sebanyak n ?
3. Berapa lama waktu yang diperlukan algoritma PSO hingga mencapai kondisi pembaruan nilai *fitness* yang konvergen di sepanjang iterasi?
4. Bagaimana cara membuktikan secara valid hasil pengukuran *Power Link Budget* pada sisi ONT agar berada dalam rentang standar 7 dBm s/d -30 dBm sesuai dengan spesifikasi OLT sebagai rujukan perancangan?
5. Bagaimana cara membuktikan secara valid nilai *Q-factor* yang memenuhi ambang batas minimal ≥ 6 berdasarkan standar ITU-T G.984 guna menjamin akurasi deteksi bit pada perangkat penerima?
6. Bagaimana cara membuktikan secara valid tingkat kesalahan bit atau *Bit Error Rate* (BER) yang tidak melebihi batas maksimal standar ITU-T G.984 sebesar $\leq 10^{-9}$?
7. Bagaimana cara membuktikan secara valid perbandingan kekuatan sinyal terhadap *noise* (SNR) yang memenuhi standar ITU-T G.984 dengan nilai minimal $\geq 21,5$ dB?

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi difokuskan pada ODP optimal suatu perumahan di Kelurahan Sri Meranti, Palas, Rumbai Bukit, dan Muara Fajar.
2. Penentuan koordinat ODP optimal menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada Matlab.
3. Parameter simulasi PSO didasarkan pada jumlah penduduk, kontur

- tanah, dan akses jalan lintas dengan bobot masing-masing sebesar 33,3%.
4. Koordinat ODP optimal serta perencanaan penggelaran rute kabel divisualisasikan menggunakan *Google Earth*.
 5. Analisis kelayakan jaringan FTTH disimulasikan menggunakan OptiSystem.
 6. Pengujian pada OptiSystem hanya mengukur nilai *Power Link Budget*, *Q-factor*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) sesuai standar ITU-T G.984.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berikut adalah tujuan penelitian yang dapat dikembangkan berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun yakni sebagai berikut :

1. Menentukan rute OLT ke ODP dengan menempatkan ODP secara optimal yang memenuhi tiga parameter dengan bobot yang ditetapkan, yaitu jumlah penduduk, kontur tanah, dan akses jalan lintas kemudian menyeleksi akses jalan OLT ke ODP.
2. Menempatkan ODP pada lokasi dengan jumlah penduduk yang tinggi, kontur tanah yang tinggi, dan berpotensi strategis dengan jalan lintas.

Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan solusi perancangan rute pengkabelan dalam jaringan *Fiber To The Home* yang efisien dengan hasil ODP dan rute terpendek OLT ke ODP.
2. Memastikan jaringan dapat mencakup area dengan kebutuhan layanan yang tinggi.
3. Menghindari kerusakan dan meminimalisir biaya material yang dibutuhkan pada perangkat ODP.
4. Kemudahan dalam proses pemasangan dan pemeliharaan jaringan.
5. Sebagai referensi dalam merancang jaringan *Fiber To The Home* khususnya pengoptimalisasian penempatan *Optical Distribution Point* (ODP) menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO).