

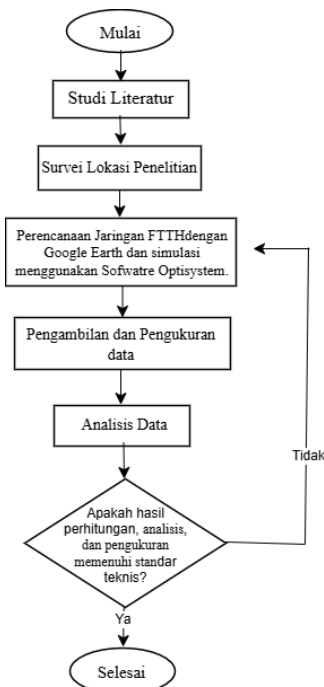
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja jaringan FTTH dengan teknologi GPON di Perumahan Bumi Jaya Indah, Kabupaten Purwakarta. Fokus utamanya adalah mengevaluasi performa jaringan berdasarkan data pengukuran lapangan, simulasi Optisystem, dan perhitungan teoritis. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi *Power Link Budget*, *Rise Time Budget* dan BER, untuk menilai kualitas dan kelayakan sistem transmisi optik terhadap standar teknis PT Telkom. Penelitian ini tidak membahas pengembangan atau instalasi sistem baru, melainkan pada analisis kinerja infrastruktur jaringan yang telah dipasang, untuk mengetahui sejauh mana infrastruktur jaringan FTTH yang telah dipasang dapat memenuhi kriteria teknis dan kualitas layanan.

Untuk memperoleh hasil yang sistematis, penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:



Gambar 3.8 Alur Penelitian

3.1.1. Studi Literatur

Pada studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dasar yang berkaitan dengan jaringan FTTH, teknologi GPON, parameter *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, BER, serta metode pengukuran dan analisis yang sesuai. Literatur yang dikaji dari jurnal, buku, dan referensi teknis lainnya.

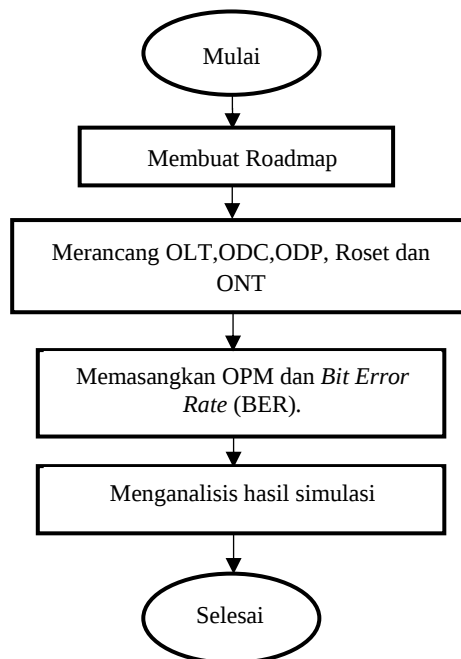
3.1.2. Survei Lokasi Penelitian

Tahap ini meliputi pengamatan langsung di lokasi penelitian untuk mendapatkan data yang akurat mengenai kondisi lapangan. Evaluasi dilakukan terhadap faktor-faktor seperti kepadatan penduduk di Perumahan Bumi Jaya Indah, struktur bangunan, dan hambatan geografis yang dapat mempengaruhi analisis jaringan FTTH. Selain itu, survei juga mencakup pemeriksaan terhadap infrastruktur pendukung yang sudah tersedia, seperti tiang listrik dan jalur kabel, yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan jaringan FTTH. Seluruh data yang dikumpulkan didokumentasikan secara detail sebagai dasar untuk tahap perencanaan teknis selanjutnya.

3.1.3. Perencanaan Jaringan FTTH dengan Google Earth dan simulasi menggunakan perangkat lunak Optisystem.

Perencanaan jaringan FTTH dilakukan dengan dua tahap utama. Tahapan pertama adalah pemetaan geografis Perumahan Bumi Jaya Indah menggunakan Google Earth untuk menentukan titik koordinat perangkat pasif seperti ODC dan ODP, serta lokasi pelanggan (ONT). Berdasarkan hasil pemetaan tersebut, dilakukan perancangan topologi jaringan FTTH dengan mempertimbangkan jarak, jalur kabel optik, dan skema distribusi sinyal.

Tahapan kedua adalah simulasi jaringan menggunakan perangkat lunak Optisystem, dengan Menyusun komponen-komponen jaringan seperti *optical transmitter*, *connector*, *optical attenuator*, *splitter*, dan *optical receiver*. Dalam simulasi ini ditambahkan alat ukur seperti *Optical Power Meter* (OPM) dan *Bit Error Rate Analyzer* untuk menganalisis parameter performa jaringan. Alur lengkap perencanaan simulasi ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Alur Perancangan Simulasi pada Optisystem

3.1.4. Pengambilan dan pengukuran data

Pada tahapan ini, Pada tahapan ini, data pengukuran diperoleh dari hasil lapangan yang dilakukan oleh teknisi PT Telkom menggunakan alat OPM. Data yang dikumpulkan mencakup nilai daya terima (*receive power*) pada perangkat ONT di delapan titik pengukuran, yaitu pelanggan terdekat dan pelanggan terjauh pada masing-masing dari empat ODP yang dijadikan sampel penelitian. Selain itu, dicatat pula panjang total jalur serat optik yang meliputi segmen dari OLT ke ODC, dari ODC ke ODP, serta dari ODP ke masing-masing ONT. Data panjang serat optik ini digunakan sebagai parameter *input* dalam perhitungan *Power Link Budget*, serta dijadikan pembandingan pada simulasi menggunakan perangkat lunak OptiSystem dan perhitungan teoritis. Dengan demikian, hasil pengukuran lapangan yang diperoleh dari pihak Telkom menjadi dasar perbandingan terhadap hasil perhitungan teoritis dan hasil simulasi. Analisis ini dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kesesuaian performa jaringan FTTH pada kondisi ideal dan kondisi aktual di lapangan, sehingga dapat memberikan gambaran nyata mengenai kualitas layanan yang diterima oleh pelanggan.

2.7 Parameter Kelayakan Perencana

2.4.1. Power Link Budget

Power Link Budget merupakan metode perhitungan yang digunakan untuk menganalisis keseimbangan daya dalam berbagai sistem komunikasi, seperti jaringan serat optik, radio frekuensi (RF), dan satelit. Perhitungan ini penting untuk memastikan bahwa kualitas sinyal dapat terkirim dengan baik dari pemancar (*transmitter*) ke penerima (*receiver*), meskipun terdapat berbagai hambatan seperti redaman (*loss*) di sepanjang jalur transmisi tersebut. Hal tersebut disebabkan akibat berbagai faktor seperti media transmisi, konektor, serta komponen jaringan lainnya. Dengan adanya metode perhitungan *Power Link Budget* kekuatan sinyal dapat dipastikan cukup untuk diproses di sisi penerima (Jamal dkk., 2021).

Rumus untuk menghitung redaman atau loss suatu jaringan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.

$$\alpha_{tot} = (L \cdot \alpha_{serat}) + (N_C \cdot \alpha_C) + (N_S \cdot \alpha_S) + S_p \quad (2.1)$$

Dimana,

$$(P_{Rx} = P_{Tx} - \alpha_{tot}) \quad (2.2)$$

Keterangan :

α_{tot}	= total redaman (dB)
L	= Panjang serat optik (dalam Kilometer)
α_{serat}	= Redaman serat optik (dB/Km)
N_C	= Jumlah konektor
α_C	= Redaman konektor (dB/buah)
N_S	= Jumlah sambungan
α_S	= Redaman sambungan (dB/sambungan)
S_p	= Redaman <i>splitter</i> (dB)
P_{Tx}	= Minimum transmitter power (dBm)
P_{Rx}	= Minimum receiver sensitivity (dBm)

2.4.2. Rise Time Budget

Rise Time Budget merupakan suatu metode digunakan untuk memastikan sistem transmisi optik dapat menyediakan *bandwidth* pada kecepatan bit yang diinginkan (Dewanusa & Rachmaningrum, 2025). Metode ini melibatkan perhitungan *rise time* di berbagai komponen sistem. Untuk perhitungan *rise time* pada serat optik digunakan persamaan 2.3.

$$t_f = D \times \sigma\lambda \times L \quad (2.3)$$

Di mana:

- D adalah koefisien dispersi serat
- $\sigma\lambda$ mewakili lebar spektrum dari sumber cahaya optik
- L adalah Panjang kabel serat optik

Perhitungan *rise time* total sistem dapat dilakukan dengan persamaan 2.4.

$$T_{sis}^2 = t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2 \quad (2.4)$$

Di mana:

- tx adalah *rise time transmitter*, yang ditentukan oleh karakteristik sumber cahaya dan rangkaian penggerakannya.
- rx adalah *rise time receiver*, yang dipengaruhi oleh respons foto detektornya.
- f adalah *rise time* serat yang telah dihitung sebelumnya.

2.4.3. Bit Error Rate (BER)

Tingkat Kesalahan BER merupakan ukuran yang menunjukkan frekuensi terjadinya kesalahan bit selama pengiriman data digital. Sensitivitas merujuk pada daya optik terendah yang dibutuhkan agar sinyal dapat diterima dengan tingkat kesalahan bit sesuai standar. Batas minimum BER pada sistem komunikasi optik ditetapkan sebesar 10^{-9} , dan nilai BER dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5 (Pratama dkk., 2020).

$$BER = \frac{N_e}{N_T} \quad (2.5)$$

Keterangan:

N_e = Jumlah Bit Error

N_T = Bit Total Terkirim

3.1.5. Analisis Data

Tahap akhir dalam penelitian ini adalah analisis data yang dilakukan setelah proses pengukuran performa jaringan FTTH menggunakan alat OPM. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas jaringan berdasarkan tiga parameter teknis, yaitu *Power Link Budget*, *Rise Time Budget* dan BER. *Power Link Budget* digunakan untuk mengetahui besarnya redaman daya sinyal sepanjang jalur transmisi, *Rise Time Budget* digunakan untuk mengetahui kestabilan sinyal terhadap kecepatan transmisi, serta BER untuk mengukur tingkat kesalahan saat pengiriman data. Hasil pengukuran, perhitungan teoritis dan simulasi menggunakan perangkat lunak Optisystem dibandingkan untuk melihat kesesuaian antara kondisi nyata dan perencanaan awal, serta untuk memastikan bahwa kinerja jaringan masih berada dalam batas kelayakan yang telah ditetapkan oleh PT Telkom Indonesia.

3.2 Karakteristik Objek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada jaringan FTTH yang terdapat di perumahan Bumi Jaya Indah, Kabupaten Purwakarta. Lokasi ini dipilih sebagai studi kasus karena memiliki karakteristik lingkungan yang mendukung implementasi jaringan FTTH. Objek penelitian mencakup jalur transmisi optik dari sentral OLT hingga ke perangkat ONT di pelanggan, dengan fokus pada pengukuran, perhitungan, dan analisis parameter teknis *Power Link Budget*, *Rise Time Budget* dan BER di beberapa titik distribusi. Sampel diambil dari empat ODP yang mewakili arah utara, timur, selatan, dan barat di kawasan perumahan tersebut. Setiap ODP dianalisis pada dua titik ONT, yaitu yang terdekat dan terjauh dari ODP, sehingga total delapan ONT yang menjadi objek pengukuran dan analisis.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui tiga pendekatan, yakni pengukuran lapangan, simulasi, serta perhitungan teoritis. Data pengukuran lapangan dilakukan untuk memperoleh data aktual terkait performa jaringan FTTH, khususnya nilai *power receive* pada ONT pelanggan. Pengukuran dilakukan menggunakan OPM. Serta dilakukan pencatatan Panjang kabel dan kondisi fisik jaringan pada 8 ONT dari 4 ODP yang berbeda. Selanjutnya, dilakukan

simulasi jaringan menggunakan Optisystem dengan model yang disesuaikan dengan data hasil lapangan. Sedangkan perhitungan teoritis dilakukan menggunakan rumus teknis untuk menghitung nilai *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* secara manual dengan merujuk pada data. Parameter yang digunakan meliputi *Power Link Budget*, *Rise Time Budget* dan BER. Namun, dalam penelitian ini yang dibandingkan hanya nilai *Power Link Budget* dari hasil simulasi, perhitungan dan pengukuran lapangan, sedangkan parameter *Rise Time Budget* dan BER digunakan sebagai data pendukung untuk menilai kualitas transmisi sinyal secara keseluruhan dan memastikan sistem masih dalam batas standar Telkom.

3.4 Teknik Analisis Data

Proses analisis data dalam penelitian ini dilaksanakan untuk mengevaluasi performansi jaringan FTTH dengan membandingkan nilai *power link budget* dari hasil pengukuran lapangan menggunakan OPM, hasil dari perhitungan teoritis dan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak Optisystem. Perbedaan antara nilai di lapangan, nilai perhitungan dan simulasi tersebut dianalisis untuk mengevaluasi apakah terdapat perbedaan yang signifikan dan apakah jaringan masih dalam batas toleransi standar Telkom. Parameter tambahan seperti *Rise Time Budget* dan BER digunakan sebagai data pendukung untuk memastikan kualitas transmisi dan kestabilan sistem optik secara menyeluruh. Analisis ini juga membantu mengidentifikasi potensi redaman berlebih atau gangguan pada media transmisi. Parameter tersebut diukur dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Optisystem.

3.4.1. Standar kelayakan parameter

Dalam menentukan kelayakan suatu parameter jaringan, diperlukan acuan sebagai standar perbandingan agar hasil analisis dapat dinilai objektif. Pada penelitian ini, acuan yang digunakan menggunakan acuan standar teknis yang telah ditetapkan oleh PT Telkom Indonesia sebagai penyelenggara layanan jaringan, sehingga dapat dijadikan pedoman dalam mengevaluasi kualitas jaringan. Spesifikasi standar kelayakan parameter dapat dilihat pada Tabel 3.4.

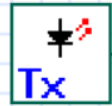
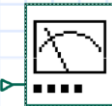
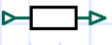
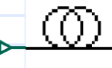
Tabel 3.4 Standar kelayakan parameter dari PT Telkom

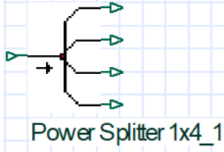
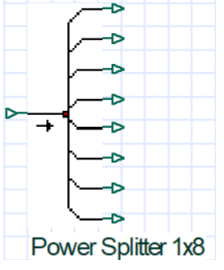
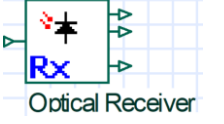
No	Parameter	Nilai
1	<i>Power Link Budget</i>	-28 dBm
2	<i>Rise Time Budget</i>	0,29 ns
3	<i>Bit Error Rate</i>	$<10^{-9}$

3.4.2. Komponen Analisis pada Optisystem

Dalam proses perancangan dan simulasi jaringan FTTH menggunakan perangkat lunak Optisystem, diperlukan sejumlah komponen utama yang berperan dalam mentransmisikan dan melakukan pengukuran terhadap sinyal optik dalam sistem. Untuk komponen yang digunakan dalam perangkat lunak Optisystem bisa dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Komponen Optisystem

No	Nama Komponen	Komponen di Optisystem
1	<i>Optical Transmitter</i>	 Optical Transmitter
2	<i>Optical Power Meter</i>	 Optical Power Meter
3	<i>Connector</i>	 Connector
4	<i>Optical Attenuator</i>	 Optical Attenuator
5	<i>Kabel Feeder Fiber Optic</i>	 Optical Fiber

6	<i>Power Splitter 1x4</i>	 Power Splitter 1x4_1
7	<i>Power Splitter 1x8</i>	 Power Splitter 1x8
8	<i>Optical Receiver</i>	 Optical Receiver
9	<i>BER Analyzer</i>	 BERAnalyzer

3.4.3. Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak

Untuk analisis kinerja jaringan FTTH diperlukan dukungan perangkat keras dan lunak supaya proses penelitian berjalan lancar dan optimal. Kebutuhan perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam analisis kinerja jaringan FTTH dijelaskan secara rinci pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak

No	Perangkat	Spesifikasi
1	Laptop	ASUS VivoBook X512DA, AMD Ryzen 7 3700U dengan Radeon Vega Mobile Gfx (8 inti CPU) ~2.3GHz
2	Software Optisystem	Version 7.0-64bit
3	Software Google Earth	Version 7.3 OS: Windows 10