

Kajian Teoretis Perencanaan Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) Berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) pada Wilayah dengan Kepadatan Pengguna Tinggi

Viony Monica^{1*}, Yulindon²

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang,
Padang, Sumatera Barat, Indonesia, 25164

*Penulis Korespondensi: Vionymonica123@gmail.com

Abstract. *The increasing number of internet users in densely populated areas requires an access network capable of providing high transmission capacity, reliable service quality, and scalable infrastructure. One of the most widely adopted technologies to address these requirements is Fiber to the Home (FTTH) based on Gigabit Passive Optical Network (GPON). Therefore, network planning plays a crucial role in ensuring that the deployed network meets the required quality standards before implementation. This study aims to provide a theoretical review of FTTH-GPON network planning in high user-density areas through the synthesis of relevant scientific literature. The research employed a theoretical review method consisting of literature collection, selection, analysis, and synthesis of journal articles, international standards, and references related to FTTH and GPON technologies. The findings indicate that successful network planning depends on network architecture design, device configuration, subscriber capacity, and the evaluation of technical parameters, including Link Power Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate (BER), and Q-Factor. Furthermore, the characteristics of high user-density areas should be considered when determining network capacity, optical splitter ratios, and distribution routes to maintain service quality within the required standards. This study provides an integrated theoretical synthesis of technological aspects, network planning, and technical evaluation as a conceptual reference for FTTH-GPON network planning in high user-density areas.*

Keywords: *FTTH, GPON, Network Planning, High User-Density Areas.*

Abstrak. Peningkatan jumlah pengguna internet pada kawasan dengan kepadatan penduduk yang tinggi menuntut tersedianya jaringan akses yang mampu menyediakan kapasitas transmisi besar, kualitas layanan yang stabil, dan mudah dikembangkan sesuai kebutuhan. Salah satu teknologi yang banyak diterapkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). Oleh karena itu, perencanaan jaringan menjadi tahapan penting untuk memastikan jaringan yang dibangun mampu memenuhi standar kualitas layanan sebelum diimplementasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara teoretis konsep perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi melalui sintesis berbagai literatur ilmiah. Metode yang digunakan adalah kajian teoretis dengan tahapan pengumpulan, seleksi, analisis, dan sintesis terhadap artikel ilmiah, standar internasional, serta referensi yang berkaitan dengan teknologi FTTH dan GPON. Hasil kajian menunjukkan bahwa keberhasilan perencanaan jaringan dipengaruhi oleh pemilihan arsitektur jaringan, konfigurasi perangkat, kapasitas pelanggan, serta evaluasi parameter teknis, seperti *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor*. Selain itu, karakteristik wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi menjadi faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas jaringan, rasio *optical splitter*, dan jalur distribusi agar kualitas layanan tetap memenuhi standar. Kajian ini menghasilkan sintesis yang mengintegrasikan aspek teknologi, proses perencanaan, dan evaluasi teknis sebagai landasan konseptual dalam perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi.

Kata kunci: FTTH, GPON, Perencanaan Jaringan, Kepadatan Pengguna Tinggi.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah meningkatkan kebutuhan masyarakat terhadap layanan internet yang cepat, stabil, dan berkapasitas besar. Pemanfaatan internet tidak lagi terbatas sebagai media komunikasi, tetapi juga

mendukung berbagai aktivitas, seperti pendidikan, pemerintahan, perdagangan, industri, dan layanan digital lainnya. Kondisi tersebut mendorong penyedia layanan telekomunikasi untuk mengembangkan infrastruktur jaringan yang mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara berkelanjutan. Namun, jaringan akses berbasis kabel tembaga mulai mengalami keterbatasan karena memiliki kapasitas *bandwidth* yang terbatas, redaman sinyal yang meningkat seiring bertambahnya jarak transmisi, serta rentan terhadap interferensi. Oleh karena itu, teknologi serat optik berkembang sebagai media transmisi yang mampu menyediakan *bandwidth* lebih besar, memiliki redaman yang rendah, serta mendukung layanan *broadband* berkecepatan tinggi (Prasta Mahrifatika et al., 2023).

Serat optik memiliki kemampuan mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi tanpa mengalami penurunan kualitas sinyal yang signifikan meskipun digunakan pada jarak yang relatif jauh. Selain itu, media transmisi ini memiliki ketahanan terhadap gangguan elektromagnetik sehingga mampu meningkatkan keandalan sistem komunikasi. Karakteristik tersebut menjadikan serat optik sebagai salah satu media transmisi yang banyak diterapkan dalam pembangunan jaringan telekomunikasi modern (Prasta Mahrifatika et al., 2023).

Salah satu implementasi jaringan akses berbasis serat optik yang banyak digunakan saat ini adalah *Fiber to the Home* (FTTH). FTTH merupakan teknologi jaringan akses yang menghubungkan jaringan serat optik secara langsung dari sentral penyedia layanan hingga ke lokasi pelanggan (Abdellaoui et al., 2021). Dengan menggunakan media serat optik hingga sisi pelanggan, FTTH mampu menyediakan layanan internet berkecepatan tinggi dengan kapasitas *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan jaringan akses berbasis kabel tembaga (Adiati et al., 2022).

Selain menyediakan layanan internet, FTTH juga mendukung layanan *triple play* yang meliputi layanan data, suara, dan video melalui satu media transmisi (Abdellaoui et al., 2021). Kemampuan tersebut memberikan keuntungan bagi penyedia layanan maupun pelanggan karena berbagai layanan komunikasi dapat disalurkan melalui satu jaringan akses. Di samping itu, penggunaan serat optik hingga sisi pelanggan memberikan peluang pengembangan jaringan yang lebih mudah seiring meningkatnya kebutuhan *bandwidth* pada masa mendatang.

Implementasi FTTH umumnya menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) sebagai sistem jaringan akses optik. GPON merupakan salah satu teknologi *Passive Optical Network* (PON) yang memanfaatkan perangkat pasif untuk mendistribusikan sinyal optik dari *Optical Line Terminal* (OLT) menuju *Optical Network Terminal* (ONT) atau *Optical Network Unit* (ONU) (ITU, 2019). Penggunaan perangkat pasif membuat jaringan GPON tidak memerlukan perangkat aktif pada jalur distribusi sehingga biaya operasional dan kebutuhan daya menjadi lebih efisien (Abdellaoui et al., 2021).

Standar teknologi GPON telah ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) melalui rekomendasi ITU-T G.984 yang mengatur spesifikasi fisik, karakteristik transmisi, serta parameter teknis jaringan GPON. Standar tersebut menjadi acuan dalam pembangunan jaringan FTTH agar kualitas layanan yang diberikan tetap memenuhi persyaratan teknis yang berlaku.

Penerapan FTTH berbasis GPON semakin banyak dilakukan pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi, seperti kawasan permukiman, pusat bisnis, kawasan pendidikan, dan perkantoran. Wilayah tersebut membutuhkan jaringan yang mampu melayani banyak pelanggan secara bersamaan tanpa menurunkan kualitas layanan. Oleh

karena itu, proses perencanaan jaringan menjadi salah satu tahapan yang sangat penting sebelum implementasi dilakukan. Perencanaan yang baik dapat membantu menentukan kebutuhan perangkat, jalur distribusi, serta konfigurasi jaringan sehingga pembangunan infrastruktur menjadi lebih efektif dan efisien (Wismiana et al., 2021).

Perencanaan jaringan juga diperlukan untuk memastikan bahwa rancangan jaringan memenuhi standar kelayakan sebelum diimplementasikan. Evaluasi tersebut dilakukan melalui beberapa parameter teknis, seperti *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor* (Sentosa et al., 2024). Parameter tersebut digunakan untuk mengetahui kualitas transmisi sinyal optik serta memastikan daya yang diterima pelanggan masih berada pada batas yang diizinkan (Adiati et al., 2022). Dengan demikian, proses perencanaan tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik jaringan, tetapi juga memperhatikan kualitas layanan yang akan diterima oleh pengguna.

Berdasarkan kondisi tersebut, kajian mengenai perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON menjadi penting untuk dilakukan. Kajian ini tidak hanya membahas konsep dasar FTTH dan GPON, tetapi juga menguraikan prinsip-prinsip perencanaan jaringan serta parameter yang digunakan dalam mengevaluasi kelayakan jaringan. Melalui kajian ini diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi. Hasil kajian diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa, akademisi, maupun praktisi dalam memahami dasar-dasar perencanaan jaringan akses optik.

2. KAJIAN LITERATUR

A. Fiber to the Home (FTTH)

Fiber to the Home (FTTH) merupakan teknologi jaringan akses yang menggunakan media serat optik sebagai jalur transmisi dari sentral penyedia layanan hingga ke lokasi pelanggan. Menurut Abdellaoui et al. (2021), penggunaan serat optik secara menyeluruh memungkinkan layanan telekomunikasi disalurkan dengan kapasitas yang lebih besar dan kualitas sinyal yang lebih baik dibandingkan jaringan berbasis kabel tembaga. Sementara itu, Adiati et al. (2022) menyatakan bahwa FTTH mampu meningkatkan kapasitas *bandwidth*, mengurangi redaman sinyal, serta mendukung layanan *broadband* berkecepatan tinggi. Berdasarkan pendapat tersebut, FTTH dapat dipahami sebagai teknologi jaringan akses yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan layanan komunikasi modern dengan memanfaatkan media serat optik hingga ke sisi pelanggan.

Arsitektur FTTH terdiri atas *Optical Line Terminal* (OLT), *Optical Distribution Network* (ODN), *Optical Distribution Cabinet* (ODC), *Optical Distribution Point* (ODP), *optical splitter*, dan *Optical Network Terminal* (ONT). Seluruh komponen tersebut bekerja secara terintegrasi untuk mendistribusikan sinyal optik dari sentral menuju pelanggan (Abdellaoui et al., 2021). Selain menyediakan layanan internet, FTTH juga mendukung layanan *triple play* yang meliputi layanan data, suara, dan video melalui satu infrastruktur jaringan. Karakteristik tersebut menjadikan FTTH sebagai salah satu teknologi akses yang banyak diterapkan untuk mendukung kebutuhan layanan digital yang terus meningkat (Prasta Mahrifatika et al., 2023).

B. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Gigabit Passive Optical Network (GPON) merupakan salah satu teknologi *Passive Optical Network* (PON) yang banyak digunakan dalam implementasi jaringan FTTH. Berdasarkan rekomendasi ITU-T G.984, GPON memanfaatkan perangkat pasif berupa

optical splitter untuk mendistribusikan sinyal optik dari *Optical Line Terminal* (OLT) menuju *Optical Network Terminal* (ONT) atau *Optical Network Unit* (ONU) (ITU, 2019). Penggunaan perangkat pasif membuat jaringan lebih efisien karena tidak memerlukan perangkat aktif pada jalur distribusi, sehingga biaya operasional dan kebutuhan daya dapat dikurangi (Sapundzhi et al., 2025). Selain itu, GPON mampu menyediakan kapasitas transmisi yang tinggi dengan kecepatan *downstream* mencapai 2,488 Gbps dan *upstream* mencapai 1,244 Gbps sesuai standar ITU-T G.984, sehingga mampu mendukung layanan *broadband* pada wilayah dengan jumlah pelanggan yang besar (ITU, 2019).

GPON mampu mendukung layanan internet, suara, dan video secara bersamaan melalui satu infrastruktur jaringan. Teknologi ini juga memungkinkan satu jalur serat optik melayani beberapa pelanggan melalui mekanisme pembagian sinyal (*split ratio*), sehingga penggunaan infrastruktur menjadi lebih efisien (Adiati et al., 2022). Dalam penerapannya, perancangan jaringan GPON perlu memperhatikan standar ITU-T serta parameter teknis, seperti *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor* agar kualitas layanan yang diberikan tetap memenuhi standar yang ditetapkan (Sentosa et al., 2024).

C. Komponen Penyusun Jaringan FTTH

Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) terdiri atas beberapa komponen yang saling terhubung untuk mendistribusikan sinyal optik dari sentral penyedia layanan hingga ke pelanggan. Komponen utama tersebut meliputi *Optical Line Terminal* (OLT), *Optical Distribution Network* (ODN), *Optical Distribution Cabinet* (ODC), *Optical Distribution Point* (ODP), *optical splitter*, dan *Optical Network Terminal* (ONT) (Abdellaoui et al., 2021). Masing-masing komponen memiliki fungsi yang berbeda, mulai dari mengirimkan sinyal optik, mendistribusikan jaringan, membagi sinyal ke beberapa pelanggan, hingga mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik pada sisi pelanggan (Wismiana et al., 2021). Integrasi seluruh komponen tersebut memungkinkan jaringan FTTH menyediakan layanan komunikasi yang stabil, efisien, dan berkapasitas tinggi (Adiati et al., 2022). Bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Komponen FTTH

Komponen	Fungsi
<i>Optical Line Terminal</i> (OLT)	Mengirim dan mengelola sinyal optik dari sentral.
<i>Optical Distribution Network</i> (ODN)	Menyalurkan sinyal optik menuju pelanggan.
<i>Optical Distribution Cabinet</i> (ODC)	Mengatur distribusi kabel optik.
<i>Optical Distribution Point</i> (ODP)	Titik distribusi akhir sebelum pelanggan.
<i>Optical Splitter</i>	Membagi sinyal optik ke beberapa pelanggan.
<i>Optical Network Terminal</i> (ONT)	Mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik.

D. Wilayah dengan Kepadatan Pengguna Tinggi

Wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi merupakan kawasan yang memiliki jumlah pelanggan layanan telekomunikasi dalam jumlah besar pada area yang relatif

terbatas. Kawasan tersebut umumnya meliputi permukiman padat penduduk, kawasan perkantoran, pusat bisnis, kawasan pendidikan, serta pusat perdagangan. Tingginya jumlah pengguna menyebabkan kebutuhan terhadap layanan internet yang cepat, stabil, dan memiliki kapasitas besar terus meningkat (Lorincz et al., 2025).

Peningkatan jumlah pengguna berpengaruh terhadap besarnya kebutuhan *bandwidth* dan kapasitas jaringan. Apabila infrastruktur yang digunakan tidak dirancang dengan baik, kualitas layanan dapat menurun akibat meningkatnya beban trafik jaringan. Oleh karena itu, proses perencanaan jaringan menjadi faktor penting untuk memastikan kapasitas jaringan mampu melayani seluruh pelanggan dengan kualitas layanan yang tetap terjaga (Alarcón et al., 2008).

Dalam proses perencanaan, berbagai aspek perlu diperhatikan, seperti jumlah pelanggan, pola pertumbuhan pengguna, kondisi geografis, kebutuhan layanan, serta kapasitas perangkat yang digunakan. Pertimbangan tersebut bertujuan agar jaringan yang dibangun mampu mendukung kebutuhan komunikasi saat ini maupun pengembangan layanan pada masa mendatang (Padjodjang et al., 2024).

E. Peran FTTH GPON dalam Mendukung Wilayah Kepadatan Pengguna Tinggi

FTTH berbasis GPON menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan layanan telekomunikasi pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi. Penggunaan media serat optik mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* yang besar, redaman yang rendah, serta kualitas transmisi yang lebih baik dibandingkan jaringan berbasis kabel tembaga (Prasta Mahrifatika et al., 2023). Selain itu, teknologi GPON memungkinkan satu jalur serat optik melayani beberapa pelanggan melalui *optical splitter*, sehingga penggunaan infrastruktur menjadi lebih efisien (ITU, 2019).

Kemampuan GPON menyediakan kecepatan *downstream* hingga 2,488 Gbps dan *upstream* hingga 1,244 Gbps sesuai standar ITU-T G.984 menjadikan teknologi ini mampu mendukung layanan *broadband* pada wilayah dengan jumlah pelanggan yang besar (ITU, 2019). Oleh karena itu, penerapan FTTH berbasis GPON yang didukung perencanaan jaringan yang tepat dapat meningkatkan kualitas layanan sekaligus memenuhi kebutuhan komunikasi pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi (Sentosa et al., 2024).

3. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kajian teoretis (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode ini dilakukan melalui pengumpulan, pengkajian, dan sintesis berbagai literatur yang berkaitan dengan perencanaan jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi. Kajian teoretis dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai konsep, karakteristik, komponen penyusun jaringan, serta prinsip perencanaan FTTH berbasis GPON berdasarkan teori dan hasil penelitian yang telah dipublikasikan (Alarcón et al., 2008).

Pendekatan deskriptif kualitatif digunakan untuk menguraikan berbagai teori secara sistematis tanpa melakukan pengujian maupun eksperimen secara langsung. Seluruh informasi yang diperoleh dari berbagai literatur dianalisis untuk menemukan hubungan antarkonsep, kemudian disusun menjadi pembahasan yang utuh sehingga dapat

memberikan gambaran mengenai perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi.

B. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh melalui studi pustaka. Sumber data berasal dari artikel ilmiah, jurnal nasional dan internasional, serta standar ITU-T G.984 yang membahas FTTH, GPON, perencanaan jaringan, dan wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi. Seluruh referensi dipilih berdasarkan relevansi dan kredibilitasnya untuk mendukung penyusunan kajian teoretis.

C. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif dengan pendekatan sintesis literatur. Tahapan analisis data meliputi:

1. Klasifikasi Literatur

Literatur dikelompokkan berdasarkan topik utama, yaitu *Fiber to the Home* (FTTH), *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), komponen penyusun jaringan FTTH, wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi, serta perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON.

2. Ekstraksi Data

Informasi penting dari setiap literatur diidentifikasi, meliputi tujuan penelitian, metode, teori yang digunakan, hasil utama, serta kontribusinya terhadap penelitian.

3. Analisis Perbandingan

Literatur dibandingkan berdasarkan beberapa aspek, yaitu:

- Konsep FTTH dan GPON.
- Komponen penyusun jaringan FTTH.
- Parameter perencanaan jaringan (*Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor*).
- Penerapan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi.

Hasil perbandingan disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah identifikasi persamaan dan perbedaan antarpenelitian.

4. Sintesis dan Interpretasi

Hasil analisis disintesis untuk memperoleh pemahaman mengenai perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON. Selanjutnya, hasil sintesis diinterpretasikan untuk menjelaskan hubungan antarteori dan mendukung pembahasan penelitian.

5. Validasi Sumber

Seluruh referensi dipilih berdasarkan relevansi topik, kredibilitas sumber, serta kejelasan metodologi dan hasil penelitian sehingga informasi yang digunakan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

D. Alur Penelitian

Alur penelitian pada kajian teoretis ini disusun sebagai pedoman pelaksanaan penelitian mulai dari identifikasi permasalahan hingga penarikan kesimpulan berdasarkan hasil sintesis literatur dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sintesis Kajian Literatur

Hasil kajian terhadap berbagai literatur menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) tidak hanya dipengaruhi oleh penggunaan teknologi serat optik, tetapi juga oleh proses perencanaan jaringan yang dilakukan sebelum implementasi. Seluruh penelitian yang dikaji memiliki kesamaan pandangan bahwa FTTH mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* yang besar, memiliki redaman transmisi yang rendah, serta menghasilkan kualitas layanan yang lebih baik dibandingkan jaringan akses berbasis kabel tembaga (Abdellaoui et al., 2021). Kemampuan tersebut semakin diperkuat oleh karakteristik serat optik yang memiliki kapasitas transmisi tinggi dan ketahanan terhadap gangguan elektromagnetik sehingga sesuai untuk memenuhi kebutuhan layanan komunikasi modern (Prasta Mahrifatika et al., 2023). Dengan demikian, FTTH tidak hanya berperan sebagai media transmisi, tetapi juga menjadi dasar dalam penyediaan layanan *broadband* yang berkelanjutan.

Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan FTTH hampir selalu diimplementasikan menggunakan teknologi GPON. Kesamaan tersebut menunjukkan bahwa GPON telah menjadi arsitektur jaringan akses yang paling banyak digunakan karena mampu meningkatkan efisiensi penggunaan infrastruktur melalui pemanfaatan

perangkat pasif dan mekanisme pembagian sinyal menggunakan *optical splitter* (Sapundzhi et al., 2025). Selain itu, standar ITU-T G.984 menetapkan bahwa GPON memiliki kapasitas transmisi sebesar 2,488 Gbps untuk *downstream* dan 1,244 Gbps untuk *upstream*, sehingga mampu mendukung layanan *broadband* pada wilayah dengan jumlah pelanggan yang besar (ITU, 2019). Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa pemilihan GPON tidak hanya didasarkan pada kapasitas transmisinya, tetapi juga pada efisiensi pembangunan dan pengembangan jaringan.

Meskipun demikian, berbagai referensi menegaskan bahwa penggunaan FTTH dan GPON saja belum cukup untuk menghasilkan jaringan yang optimal. Hasil sintesis menunjukkan bahwa proses perencanaan menjadi faktor yang menentukan kualitas jaringan setelah implementasi dilakukan. Perencanaan tersebut meliputi penentuan jalur distribusi, pemilihan rasio *optical splitter*, penempatan perangkat jaringan, serta penyesuaian kapasitas terhadap jumlah pelanggan yang akan dilayani (Wismiana et al., 2021). Alarcón et al. (2005) juga menekankan bahwa perencanaan jaringan harus mempertimbangkan perkembangan kebutuhan layanan agar jaringan tetap mampu beroperasi secara efektif dalam jangka panjang. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas layanan tidak hanya dipengaruhi oleh teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh ketepatan proses perencanaannya.

Hasil kajian juga memperlihatkan adanya kesamaan pada metode evaluasi yang digunakan dalam berbagai penelitian. Sebagian besar penelitian menggunakan parameter *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor* sebagai indikator untuk menilai kelayakan jaringan sebelum diimplementasikan (Sentosa et al., 2024). Penggunaan parameter tersebut bertujuan memastikan bahwa daya optik yang diterima pelanggan masih berada dalam batas standar sehingga kualitas transmisi tetap terjaga (Adiati et al., 2022). Kesamaan penggunaan parameter tersebut menunjukkan bahwa evaluasi performa jaringan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari proses perencanaan FTTH berbasis GPON.

Selain aspek teknis, hasil sintesis menunjukkan bahwa karakteristik wilayah menjadi pertimbangan penting dalam proses perencanaan jaringan. Wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi memerlukan jaringan yang mampu melayani banyak pelanggan secara bersamaan tanpa menurunkan kualitas layanan (Lorincz et al., 2025). Oleh karena itu, kapasitas jaringan, jumlah pelanggan, serta potensi pertumbuhan kebutuhan *bandwidth* perlu dipertimbangkan sejak tahap perencanaan agar jaringan yang dibangun tetap mampu memenuhi kebutuhan layanan pada masa mendatang (Padjodjang et al., 2024). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa keberhasilan implementasi FTTH berbasis GPON dipengaruhi oleh kesesuaian antara rancangan jaringan dan karakteristik wilayah yang akan dilayani.

Berdasarkan sintesis seluruh literatur, dapat dipahami bahwa perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON merupakan proses yang mengintegrasikan pemilihan teknologi, penyusunan arsitektur jaringan, penggunaan komponen yang sesuai, serta evaluasi parameter teknis. Keterpaduan seluruh aspek tersebut menjadi dasar dalam menghasilkan jaringan yang efisien, andal, dan mampu memenuhi kebutuhan layanan pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi. Sintesis ini menunjukkan bahwa setiap penelitian memberikan kontribusi yang saling melengkapi dalam menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON, sehingga menjadi dasar untuk melakukan perbandingan penelitian terdahulu pada subbab berikutnya.

B. Perbandingan Penelitian Terdahulu

Perbandingan penelitian terdahulu dilakukan untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, dan kontribusi setiap penelitian terhadap kajian perencanaan jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). Hasil perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Fokus Kajian	Temuan Utama	Kontribusi terhadap Penelitian
1	(Sentosa et al., 2024).	Evaluasi parameter teknis jaringan FTTH berbasis GPON	Jaringan memenuhi standar berdasarkan <i>Link Power Budget</i> , <i>Rise Time Budget</i> , BER, dan <i>Q-Factor</i> .	Menjadi acuan dalam pembahasan parameter teknis perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON.
2	(Adiati et al., 2022).	Implementasi dan kualitas jaringan FTTH	FTTH memberikan kapasitas <i>bandwidth</i> tinggi dan redaman rendah.	Mendukung pembahasan keunggulan FTTH sebagai jaringan akses optik.
3	(Abdellaoui et al., 2021)	Arsitektur FTTH berbasis GPON	GPON mendukung layanan <i>triple play</i> dengan infrastruktur yang efisien.	Menjadi dasar pembahasan konsep implementasi FTTH berbasis GPON.
4	(Prasta Mahrifatika et al., 2023)	Karakteristik serat optik	Serat optik memiliki kapasitas transmisi tinggi, redaman rendah, dan tahan terhadap interferensi.	Mendukung pembahasan karakteristik media transmisi pada jaringan FTTH.
No.	Peneliti	Fokus Kajian	Temuan Utama	Kontribusi terhadap Penelitian
5	(Wismiana et al., 2021)	Perencanaan jaringan distribusi FTTH	Perencanaan jaringan berpengaruh terhadap kualitas layanan yang diterima pelanggan.	Menjadi acuan dalam pembahasan tahapan perencanaan jaringan.
6	(Padjodjang et al., 2024)	Perencanaan kapasitas jaringan	Kapasitas jaringan harus disesuaikan dengan jumlah pelanggan dan kebutuhan layanan.	Mendukung pembahasan perencanaan jaringan pada wilayah dengan

				kepadatan pengguna tinggi.
7	(Sapundzhi et al., 2025)	Efisiensi teknologi GPON	Penggunaan perangkat pasif meningkatkan efisiensi jaringan dan mengurangi kebutuhan daya.	Mendukung pembahasan keunggulan GPON dalam implementasi FTTH.
8	(Lorincz et al., 2025)	Efisiensi jaringan akses optik	Arsitektur GPON memiliki efisiensi energi yang lebih baik dibandingkan beberapa arsitektur lainnya.	Mendukung pembahasan penerapan FTTH pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi.
9	(Alarcón et al., 2008).	Konsep perencanaan jaringan optik	Perencanaan merupakan tahapan penting dalam pembangunan jaringan telekomunikasi.	Menjadi landasan teori mengenai konsep perencanaan jaringan.
10	(ITU, 2019).	Standar teknis GPON	Menetapkan spesifikasi teknis GPON, termasuk kapasitas <i>downstream</i> dan <i>upstream</i> .	Menjadi acuan standar teknis dalam perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON.

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa penelitian terdahulu telah membahas berbagai aspek jaringan FTTH berbasis GPON, mulai dari karakteristik teknologi, perancangan jaringan, evaluasi parameter teknis, hingga efisiensi implementasi. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada satu aspek tertentu sehingga pembahasan mengenai keterkaitan antara teknologi FTTH, arsitektur GPON, proses perencanaan jaringan, parameter teknis, dan karakteristik wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi belum disajikan secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil posisi sebagai kajian teoretis yang mengintegrasikan berbagai aspek tersebut ke dalam satu kerangka pembahasan sehingga memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi.

C. Pembahasan Hasil Kajian

Pembahasan pada bagian ini disusun berdasarkan hasil sintesis berbagai literatur serta perbandingan penelitian terdahulu yang telah dianalisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa perencanaan jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) merupakan proses yang melibatkan berbagai aspek, mulai dari pemilihan teknologi, penyusunan arsitektur jaringan, penentuan konfigurasi perangkat, hingga evaluasi parameter teknis untuk memastikan jaringan memenuhi standar kualitas layanan. Keseluruhan penelitian yang dikaji memiliki kesamaan pandangan bahwa keberhasilan implementasi jaringan tidak hanya ditentukan oleh penggunaan teknologi

serat optik, tetapi juga oleh ketepatan proses perencanaan sebelum jaringan diimplementasikan.

Dari aspek teknologi, berbagai penelitian menunjukkan bahwa FTTH memiliki kemampuan menyediakan layanan *broadband* dengan kapasitas *bandwidth* yang tinggi, redaman transmisi yang rendah, serta kualitas layanan yang lebih baik dibandingkan jaringan akses berbasis kabel tembaga (Prasta Mahrifatika et al., 2023). Penggunaan serat optik hingga ke sisi pelanggan juga memungkinkan peningkatan kualitas transmisi serta mendukung kebutuhan layanan digital yang terus berkembang (Adiati et al., 2022). Selain itu, FTTH mendukung layanan *triple play* melalui satu infrastruktur jaringan sehingga penggunaan jaringan menjadi lebih efisien dan mudah dikembangkan sesuai dengan peningkatan kebutuhan pelanggan (Abdellaoui et al., 2021). Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa keunggulan FTTH tidak hanya terletak pada media transmisinya, tetapi juga pada kemampuannya menyediakan infrastruktur jaringan yang memiliki kapasitas tinggi dan siap dikembangkan pada masa mendatang.

Implementasi FTTH pada berbagai penelitian hampir seluruhnya menggunakan teknologi GPON sebagai sistem jaringan akses optik. Kondisi ini menunjukkan bahwa GPON telah menjadi teknologi yang paling banyak dipilih karena mampu meningkatkan efisiensi pembangunan jaringan melalui penggunaan perangkat pasif dan mekanisme pembagian sinyal menggunakan *optical splitter* (Sapundzhi et al., 2025). Selain itu, GPON memiliki kapasitas transmisi sebesar 2,488 Gbps untuk *downstream* dan 1,244 Gbps untuk *upstream* sesuai standar ITU-T G.984, sehingga mampu melayani kebutuhan layanan *broadband* dengan jumlah pelanggan yang besar (ITU, 2019). Dengan demikian, penggunaan GPON tidak hanya memberikan peningkatan kapasitas jaringan, tetapi juga mampu mengurangi kompleksitas pembangunan infrastruktur karena satu jalur serat optik dapat dimanfaatkan oleh beberapa pelanggan secara bersamaan.

Meskipun teknologi FTTH dan GPON memiliki berbagai keunggulan, hasil kajian menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi jaringan tetap sangat dipengaruhi oleh proses perencanaan jaringan. Berbagai penelitian menegaskan bahwa tahapan perencanaan harus mempertimbangkan jalur distribusi, penempatan perangkat OLT, ODC, ODP, ONT, pemilihan rasio *optical splitter*, serta kapasitas jaringan yang disesuaikan dengan jumlah pelanggan yang akan dilayani (Wismiana et al., 2021). Alarcón et al. (2005) juga menjelaskan bahwa proses perencanaan perlu mempertimbangkan perkembangan kebutuhan layanan sehingga jaringan yang dibangun tetap mampu mendukung peningkatan jumlah pelanggan di masa mendatang. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas jaringan tidak hanya ditentukan oleh spesifikasi perangkat yang digunakan, tetapi juga oleh ketepatan perencanaan yang dilakukan sebelum implementasi.

Hasil perbandingan penelitian terdahulu juga memperlihatkan bahwa evaluasi parameter teknis menjadi aspek yang paling sering digunakan dalam menentukan kelayakan jaringan FTTH berbasis GPON. Parameter seperti *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor* digunakan untuk memastikan bahwa jaringan mampu beroperasi sesuai dengan standar performa yang telah ditetapkan (Sentosa et al., 2024). Penggunaan parameter tersebut menunjukkan bahwa kualitas jaringan tidak cukup dinilai dari keberhasilan proses instalasi, tetapi juga harus dibuktikan melalui hasil evaluasi teknis yang menunjukkan kemampuan jaringan dalam mempertahankan kualitas transmisi hingga ke sisi pelanggan (Adiati et al., 2022). Oleh karena itu, evaluasi parameter teknis menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari proses perencanaan jaringan.

Selain aspek teknologi dan parameter teknis, hasil kajian menunjukkan bahwa karakteristik wilayah menjadi salah satu faktor yang menentukan keberhasilan implementasi jaringan FTTH berbasis GPON. Wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi memiliki kebutuhan *bandwidth* yang lebih besar serta tingkat pertumbuhan pelanggan yang lebih cepat dibandingkan wilayah dengan kepadatan rendah (Lorincz et al., 2025). Kondisi tersebut mengharuskan proses perencanaan jaringan memperhitungkan kapasitas perangkat, konfigurasi *splitter*, jalur distribusi, serta kemungkinan pengembangan jaringan pada masa mendatang (Padjodjang et al., 2024). Dengan demikian, perencanaan jaringan pada wilayah berkepadatan pengguna tinggi memerlukan pendekatan yang lebih komprehensif agar kualitas layanan tetap terjaga meskipun jumlah pelanggan terus meningkat.

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, masih ditemukan adanya perbedaan fokus pembahasan pada penelitian terdahulu. Sebagian besar penelitian lebih menitikberatkan pada evaluasi performa teknis jaringan, sedangkan penelitian lainnya berfokus pada implementasi FTTH atau karakteristik teknologi GPON. Pembahasan mengenai keterkaitan antara pemilihan teknologi, proses perencanaan, evaluasi parameter teknis, serta karakteristik wilayah masih relatif terbatas dan umumnya dibahas secara terpisah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kajian mengenai perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON masih memerlukan pendekatan yang lebih terintegrasi agar hubungan antara setiap aspek dapat dipahami secara menyeluruh.

Berdasarkan sintesis seluruh literatur, penelitian ini memberikan kontribusi dengan mengintegrasikan berbagai aspek yang memengaruhi perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON dalam satu pembahasan yang utuh. Kajian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi jaringan tidak hanya bergantung pada keunggulan teknologi FTTH maupun GPON, tetapi juga pada keterpaduan proses perencanaan, pemilihan komponen jaringan, evaluasi parameter teknis, dan karakteristik wilayah yang dilayani. Dengan pendekatan tersebut, hasil kajian diharapkan dapat menjadi landasan konseptual bagi penelitian selanjutnya maupun sebagai referensi dalam proses perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian teoretis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa teknologi *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) mampu memenuhi kebutuhan layanan broadband pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi. Penggunaan serat optik hingga ke sisi pelanggan memberikan kapasitas *bandwidth* yang besar, redaman yang rendah, kualitas layanan yang baik, serta efisiensi pembangunan jaringan melalui penggunaan perangkat pasif yang memungkinkan satu jalur serat optik melayani beberapa pelanggan secara bersamaan.

Keberhasilan implementasi jaringan FTTH berbasis GPON tidak hanya ditentukan oleh keunggulan teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh perencanaan jaringan yang komprehensif, meliputi pemilihan arsitektur jaringan, konfigurasi perangkat, jalur distribusi, kapasitas pelanggan, serta evaluasi parameter teknis seperti *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate* (BER), dan *Q-Factor*. Hasil kajian juga menunjukkan bahwa penelitian yang mengintegrasikan aspek teknologi, perencanaan jaringan, evaluasi parameter teknis, dan karakteristik wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi masih relatif terbatas. Oleh karena itu, kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan konseptual bagi pengembangan perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan kepadatan pengguna tinggi.

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan validasi empiris melalui studi kasus atau simulasi perencanaan jaringan FTTH berbasis GPON pada wilayah dengan karakteristik pengguna yang berbeda guna memperkuat hasil kajian teoretis dan menghasilkan rekomendasi yang lebih aplikatif. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan aspek teknis, ekonomi, dan keberlanjutan jaringan dalam satu kerangka analisis yang lebih komprehensif sehingga dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan pada pembangunan dan pengembangan jaringan FTTH berbasis GPON di masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan masukan sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga artikel ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON).

DAFTAR REFERENSI

- Abdellaoui, Z., Dieudonne, Y., & Aleya, A. (2021). Design, implementation and evaluation of a Fiber To The Home (FTTH) access network based on a Giga Passive Optical Network GPON. *Array*, 10(January), 100058. <https://doi.org/10.1016/j.array.2021.100058>
- Adiati, R. F., Kusumawardhani, A., & Setijono, H. (2022). Design and Analysis of an FTTH-GPON in a Residential Area. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 8(2), 228–237. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8i2.4233>
- Alarcón, M. J., Zorzano, F. J., Jevtić, A., & Andina, D. (2008). Telecommunications network planning and maintenance. *WMSCI 2008 - The 12th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Jointly with the 14th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, ISAS 2008 - Proc.*, 8, 64–68.
- ITU. (2019). *ITU-T Rec. G.984.2 (08/2019) Gigabit-Capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) Layer specification*. 1–50. <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11>
- Lorincz, J., Čusto, E., & Begušić, D. (2025). A Comprehensive Analysis of Methods for Improving and Estimating Energy Efficiency of Passive and Active Fiber-to-the-Home Optical Access Networks. *Sensors*, 25(19), 1–49. <https://doi.org/10.3390/s25196012>
- Padjodjang, N. M., Pollo, D. E. D. G., & Y. Doo, S. (2024). Fiber To The Home Access Network Planning With Gpon Technology Using Genetic Algorithm Method. *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, 6(2), 508–518. <https://doi.org/10.33650/jeecom.v6i2.9527>
- Prasta Mahrifatika, Iqbal Maulana, Khaila Mardina Fauziah, & Didik Aribowo. (2023). Perencanaan Jaringan Akses Optik FttH Menggunakan Teknologi Gpon (Gigabit Passive Optical Network). *Jurnal Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(2), 52–58. <https://doi.org/10.59581/jusiik-widyakarya.v1i2.333>
- Sapundzhi, F., Zarev, B., Georgiev, S., Zaharieva, S., Popstoilov, M., & Lazarova, M. (2025). Design and Implementation of a Passive Optical Network for a Small Town †. *Engineering Proceedings*, 100(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/engproc2025100040>
- Sentosa, A., Tjahjamoonsih, N., & Kusumawardhani, E. (2024). Analysis of Feasibility

Test Parameters for FTTH Access Networks with GPON Technology in the East Pontianak Perum 4 Area. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 12(1), 219.

<https://doi.org/10.26418/j3eit.v12i1.71719>

Wismiana, E., Kamil, F., Zuhdi, U., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Bogor, U. P. (2021). *Perencanaan Penjaluran Jaringan Fiber Optic*. 1(2), 28–37.