



Analisis Peran Teknologi FTTH Berbasis GPON Dalam Mendukung Transformasi Digital Wilayah Pedesaan

Ramanda Grace Aulia^{1*}, Amelia Yolanda², Yustini³, Yulindon⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat, Indonesia, 25164

*Penulis Korespondensi: ramandagrace23@gmail.com

Abstract. *Digital transformation requires the availability of reliable high-speed broadband infrastructure; however, the digital divide in rural areas remains a major obstacle. This study aims to analyze the role of Fiber to the Home (FTTH) technology based on Gigabit Passive Optical Network (GPON) in supporting equitable broadband access. The method used is a Systematic Literature Review (SLR) of scientific publications from 2020–2025 across various reputable databases. The findings indicate that FTTH-GPON is capable of providing high bandwidth capacity, low latency, and stable quality of service (QoS) with technical parameters—such as link power budget—that meet standards. Additionally, the use of passive optical network architecture enhances energy efficiency and reduces operational costs. From an implementation perspective, the availability of FTTH-based broadband networks contributes to improved access to digital services, including education and healthcare, and supports digital inclusion in rural areas. However, the implementation of FTTH-GPON still faces infrastructure limitations and a lack of comprehensive integration of technical, economic, and social aspects. Therefore, an integrative approach is needed in the planning and development of GPON-based FTTH networks to support sustainable digital transformation.*

Keywords: FTTH; GPON; Broadband; QoS; Digital Transformation; Rural Areas

Abstrak. Transformasi digital menuntut ketersediaan infrastruktur broadband berkecepatan tinggi yang andal, namun kesenjangan akses di wilayah pedesaan masih menjadi kendala utama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran teknologi *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) dalam mendukung pemerataan akses *broadband*. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap publikasi ilmiah periode 2020–2025 dari berbagai database bereputasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa FTTH-GPON mampu menyediakan kapasitas bandwidth tinggi, latensi rendah, serta kualitas layanan (QoS) yang stabil dengan parameter teknis seperti link power budget yang memenuhi standar. Selain itu, penggunaan arsitektur jaringan optik pasif meningkatkan efisiensi energi dan menurunkan biaya operasional. Dari sisi implementasi, ketersediaan jaringan broadband berbasis FTTH berkontribusi terhadap peningkatan akses layanan digital, termasuk pendidikan dan kesehatan, serta mendukung inklusi digital di wilayah pedesaan. Namun demikian, implementasi FTTH-GPON masih menghadapi keterbatasan infrastruktur serta belum terintegrasinya aspek teknis, ekonomi, dan sosial secara komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan integratif dalam perencanaan dan pengembangan jaringan FTTH berbasis GPON untuk mendukung transformasi digital yang berkelanjutan.

Kata kunci: FTTH; GPON; Broadband; QoS; Transformasi Digital; Wilayah Pedesaan

1. LATAR BELAKANG

Transformasi digital telah menjadi agenda strategis global untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, peningkatan kualitas layanan publik, serta pemerataan pembangunan antarwilayah. Infrastruktur telekomunikasi berkecepatan tinggi menjadi elemen penting dalam transformasi digital karena memungkinkan akses terhadap berbagai layanan berbasis internet serta meningkatkan akses informasi di berbagai sektor, termasuk sektor kesehatan (Marcus et al., 2021)(Parys & Brown, 2023). Ketersediaan konektivitas *broadband* yang memadai tidak hanya meningkatkan efisiensi layanan

publik, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui akses yang lebih luas terhadap informasi dan layanan digital.

Meskipun demikian, kesenjangan akses *broadband* antara wilayah perkotaan dan pedesaan masih menjadi tantangan signifikan di berbagai negara. Keterbatasan infrastruktur jaringan di wilayah pedesaan menyebabkan rendahnya tingkat adopsi layanan digital dan memperlebar kesenjangan digital (*digital divide*) antara masyarakat perkotaan dan pedesaan (Valentín-sívico et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur telekomunikasi berkapasitas tinggi menjadi faktor penting dalam mendukung pemerataan transformasi digital di berbagai wilayah.

Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam pengembangan jaringan *broadband* adalah *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). Teknologi ini mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* tinggi, latensi rendah, serta tingkat keandalan jaringan yang baik dalam penyediaan layanan internet berkecepatan tinggi. Arsitektur GPON memanfaatkan jaringan optik pasif yang memungkinkan satu serat optik melayani banyak pelanggan melalui penggunaan *passive splitter*, sehingga menjadikan jaringan lebih efisien dari sisi infrastruktur serta biaya operasional (Sapundzhi et al., 2025)(Lorincz et al., 2025). Oleh karena itu, FTTH-GPON dipandang sebagai salah satu solusi strategis dalam pengembangan jaringan *broadband* jangka panjang yang berkelanjutan.

Berbagai kajian telah membahas aspek teknis jaringan FTTH berbasis GPON, termasuk analisis performa jaringan, kapasitas *bandwidth*, parameter seperti power link budget, dan perbandingan dengan teknologi generasi lanjut seperti XG-PON (Sabah & Ali, 2025)(Alfatih et al., 2025). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi GPON memiliki kemampuan yang baik dalam menyediakan layanan *broadband* berkecepatan tinggi dengan performa jaringan yang stabil.

Selain aspek teknis jaringan, beberapa penelitian juga menyoroti peran penting jaringan *broadband* berbasis serat optik dalam mendukung berbagai layanan digital yang berdampak langsung pada kehidupan masyarakat. Infrastruktur *broadband* berperan penting dalam mendukung pengembangan berbagai layanan digital serta memperluas akses masyarakat terhadap layanan berbasis internet (Telecommunication & Itu, 2020). Pemanfaatan layanan tersebut, seperti telemedicine, telah terbukti dapat meningkatkan kualitas hidup dan akses terhadap layanan Kesehatan (Kruse et al., 2023), mendukung penyelenggaraan layanan pendidikan berbasis daring di berbagai wilayah. Dengan demikian, keberadaan jaringan *broadband* tidak hanya berfungsi sebagai infrastruktur komunikasi, tetapi juga sebagai pendorong utama transformasi digital dalam berbagai sektor.

Lebih lanjut, kajian kebijakan telekomunikasi menunjukkan bahwa ketersediaan jaringan *broadband* berkapasitas tinggi merupakan prasyarat penting bagi transformasi digital (Marcus et al., 2021). Di sisi lain, wilayah nonperkotaan masih menghadapi keterbatasan akses infrastruktur telekomunikasi yang memperlebar kesenjangan digital (Valentín-sívico et al., 2023). Oleh karena itu, pembangunan jaringan *broadband* yang merata menjadi bagian penting dalam strategi pembangunan digital nasional di berbagai negara.

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada evaluasi teknis jaringan atau analisis kebijakan secara terpisah, tanpa mengaitkan secara komprehensif teknologi FTTH berbasis GPON dengan proses transformasi digital wilayah pedesaan. Kajian yang secara sistematis mensintesis peran teknologi FTTH-GPON dengan dampaknya terhadap transformasi digital pedesaan mencakup aspek akses

layanan digital, inklusi sosial, dan pemerataan pembangunan masih relatif terbatas dan belum memberikan kerangka konseptual yang terintegrasi dalam literatur internasional.

Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini menyajikan analisis komprehensif berbasis kajian literatur yang mengintegrasikan perspektif teknis FTTH berbasis GPON dengan perannya sebagai enabler transformasi digital di wilayah pedesaan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai kontribusi teknologi FTTH-GPON dalam mendukung pemerataan akses *broadband* serta pembangunan digital yang berkelanjutan.

2. KAJIAN TEORITIS

A. *Fiber to the Home* (FTTH)

Bagian *Fiber to the Home* (FTTH) merupakan teknologi jaringan akses berbasis serat optik yang menghubungkan langsung jaringan inti ke pengguna akhir. Teknologi ini dikenal memiliki kapasitas *bandwidth* yang tinggi, latensi rendah, serta keandalan transmisi yang lebih baik dibandingkan jaringan berbasis tembaga. Karakteristik tersebut menjadikan FTTH sebagai solusi utama dalam penyediaan layanan *broadband* modern, khususnya untuk mendukung kebutuhan data yang terus meningkat (Lorincz et al., 2025).

Implementasi FTTH umumnya terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu *Optical Line Terminal* (OLT), *Optical Distribution Network* (ODN), dan *Optical Network Terminal* (ONT). Struktur ini memungkinkan distribusi sinyal optik secara efisien dari pusat jaringan ke pelanggan dengan tingkat redaman yang rendah, sehingga mampu menjaga kualitas layanan yang stabil (Sapundzhi et al., 2025).

B. Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON)

Gigabit Passive Optical Network (GPON) merupakan teknologi jaringan akses berbasis serat optik yang banyak digunakan dalam implementasi *Fiber to the Home* (FTTH). Teknologi ini menggunakan arsitektur point-to-multipoint dengan bantuan splitter optik untuk mendistribusikan sinyal dari satu serat ke beberapa pengguna, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan infrastruktur jaringan serta menekan biaya implementasi (Alfatih et al., 2025).

GPON dirancang untuk mendukung layanan *broadband* berkapasitas tinggi serta mampu mengintegrasikan layanan data, suara, dan video dalam satu jaringan terpadu. Selain itu, penggunaan perangkat pasif pada jaringan distribusi menjadikan konsumsi energi lebih rendah serta mempermudah pengelolaan jaringan (Adil et al., 2023)(Aweya, 2024).

Sejalan dengan itu, penelitian menunjukkan bahwa jaringan FTTH memiliki kapasitas *bandwidth* yang tinggi dan tingkat interferensi yang rendah, sehingga mampu memberikan kualitas layanan yang lebih baik dibandingkan teknologi akses lainnya (Armenda et al., 2025). Selain itu, implementasi FTTH juga terbukti mampu mendukung layanan internet dan multimedia secara simultan dengan kualitas layanan yang stabil (Rachman et al., 2023).

Dengan karakteristik tersebut, GPON dinilai sebagai solusi yang efektif dalam pengembangan jaringan *broadband*, khususnya pada wilayah dengan keterbatasan infrastruktur seperti daerah pedesaan.

C. Infrastruktur *Broadband* dan Transformasi Digital

Infrastruktur *broadband* berperan penting dalam mendukung transformasi digital di berbagai sektor. Ketersediaan jaringan berkecepatan tinggi memungkinkan masyarakat

untuk mengakses layanan digital seperti pendidikan, kesehatan, dan layanan publik berbasis elektronik secara lebih efisien (Marcus et al., 2021).

Pemanfaatan teknologi digital, seperti telemedicine, juga terbukti mampu meningkatkan kualitas layanan kesehatan serta memperluas jangkauan layanan terutama pada wilayah yang memiliki keterbatasan akses fasilitas kesehatan (Kruse et al., 2023). Dengan demikian, jaringan *broadband* tidak hanya berfungsi sebagai media komunikasi, tetapi juga sebagai enabler utama dalam transformasi digital.

D. Kesenjangan Digital di Wilayah Pedesaan

Meskipun perkembangan teknologi telekomunikasi semakin pesat, kesenjangan akses *broadband* antara wilayah perkotaan dan pedesaan masih menjadi tantangan utama. Keterbatasan infrastruktur jaringan, biaya pembangunan yang tinggi, serta kondisi geografis menjadi faktor penghambat dalam pemerataan akses internet (Valentín-sívico et al., 2023).

Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya tingkat adopsi layanan digital di masyarakat pedesaan, sehingga memperlebar kesenjangan digital. Selain itu, akses internet yang terbatas juga berpengaruh terhadap kualitas layanan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat (Parys & Brown, 2023).

E. Peran FTTH GPON dalam Mendukung Wilayah Pedesaan

Teknologi FTTH berbasis GPON memiliki potensi besar dalam mendukung pemerataan akses *broadband* di wilayah pedesaan. Kombinasi antara kapasitas *bandwidth* yang tinggi dan efisiensi infrastruktur menjadikan teknologi ini sebagai solusi yang relevan untuk mengatasi keterbatasan jaringan di daerah terpencil (Alfatih et al., 2025)(Sapundzhi et al., 2025).

Selain itu, penggunaan jaringan optik pasif memungkinkan pengurangan biaya operasional serta meningkatkan efisiensi distribusi jaringan, sehingga lebih sesuai untuk implementasi pada wilayah dengan kepadatan penduduk rendah (Aweya, 2024). Implementasi teknologi ini juga berkontribusi dalam mendukung layanan digital seperti pendidikan daring, layanan kesehatan, serta akses informasi yang lebih luas bagi masyarakat pedesaan (Marcus et al., 2021).

Dengan demikian, FTTH berbasis GPON tidak hanya berperan sebagai infrastruktur telekomunikasi, tetapi juga sebagai faktor penting dalam mendorong transformasi digital dan pemerataan pembangunan di wilayah pedesaan.

3. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji peran teknologi *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) dalam mendukung transformasi digital di wilayah pedesaan. Pendekatan ini digunakan untuk mengintegrasikan berbagai hasil penelitian terdahulu secara sistematis sehingga diperoleh pemahaman yang komprehensif terhadap topik yang dikaji.

Tahapan penelitian meliputi identifikasi topik, penentuan kata kunci, pencarian literatur, seleksi literatur, ekstraksi data, serta analisis dan sintesis hasil penelitian. Proses seleksi literatur dilakukan secara bertahap melalui screening judul, abstrak, dan isi penuh artikel untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan penelitian. Seluruh tahapan disusun secara terstruktur agar dapat direplikasi oleh peneliti lain.

B. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi ilmiah berupa jurnal, prosiding, serta laporan lembaga resmi. Pencarian literatur dilakukan melalui beberapa database ilmiah, yaitu:

- ScienceDirect
- IEEE Xplore
- Google Scholar
- Portal jurnal nasional (SINTA)

Kata kunci yang digunakan meliputi: “FTTH”, “GPON”, “*passive optical network*”, “*rural broadband*”, dan “*digital transformation*”, baik secara tunggal maupun kombinasi.

Proses seleksi literatur dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Kriteria inklusi
 - Artikel dipublikasikan dalam rentang tahun 2020–2025
 - Relevan dengan topik FTTH, GPON, atau konektivitas pedesaan
 - Tersedia dalam bentuk full-text
 - Dipublikasikan pada jurnal atau prosiding bereputasi
- 2) Kriteria eksklusi
 - Artikel yang tidak relevan dengan topik penelitian
 - Artikel duplikat
 - Sumber dengan informasi publikasi yang tidak jelas

C. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini meliputi jurnal internasional bereputasi, jurnal nasional terindeks SINTA, serta laporan organisasi internasional seperti ITU dan OECD. Pemilihan sumber dilakukan dengan mempertimbangkan relevansi, kredibilitas, serta kontribusi terhadap topik penelitian.

D. Teknik Analisis Data

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

- 1) Klasifikasi Literatur

Literatur dikelompokkan berdasarkan topik utama, yaitu teknologi FTTH, GPON, infrastruktur *broadband*, transformasi digital, dan konektivitas wilayah pedesaan.
- 2) Ekstraksi Data

Informasi penting dari setiap literatur diidentifikasi, meliputi tujuan penelitian, metode, hasil utama, serta kontribusi penelitian.
- 3) Analisis Perbandingan

Literatur dianalisis dengan membandingkan parameter utama, yaitu:

 - Kapasitas *bandwidth*
 - Efisiensi jaringan
 - Kualitas layanan (*Quality of Service*)
 - Biaya implementasi
 - Kesesuaian untuk wilayah pedesaan

Hasil analisis perbandingan ini disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah identifikasi perbedaan dan kesamaan antar penelitian.
- 4) Sintesis dan Interpretasi

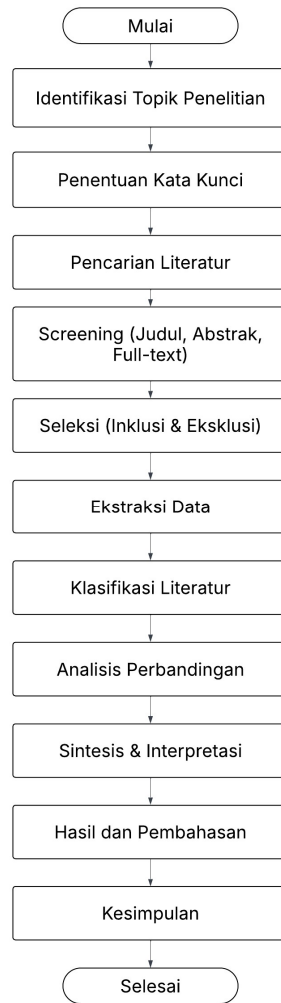
Hasil analisis disintesis untuk menemukan pola, hubungan, serta perbedaan antar penelitian, kemudian diinterpretasikan untuk menjelaskan peran FTTH berbasis GPON dalam mendukung transformasi digital wilayah pedesaan.

5) Validasi Sumber

Untuk menjaga kualitas hasil kajian, hanya literatur yang memiliki kejelasan metodologi dan hasil penelitian yang digunakan dalam proses analisis.

E. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur pada Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan secara sistematis, mulai dari pencarian dan seleksi literatur hingga proses analisis, sintesis, dan penarikan kesimpulan.



Gambar 1. Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Kajian Literatur

Berdasarkan hasil kajian terhadap berbagai literatur, teknologi *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) menunjukkan performa yang unggul dalam penyediaan layanan *broadband* berkecepatan tinggi. Teknologi ini mampu

menyediakan kapasitas *bandwidth* yang besar, latensi rendah, serta efisiensi jaringan melalui pemanfaatan arsitektur jaringan optik pasif (Alfatih et al., 2025)(Aweya, 2024). Secara teknis, penggunaan media serat optik memungkinkan transmisi data dengan redaman rendah dan kapasitas tinggi, sehingga parameter performa seperti link power budget dan rise time dapat memenuhi standar internasional seperti ITU-T G.984 (Sastra et al., 2024).

Selain itu, jaringan FTTH terbukti mampu memberikan kualitas layanan (*Quality of Service/QoS*) yang stabil dengan tingkat gangguan yang rendah, sehingga dapat mendukung berbagai layanan berbasis IP secara simultan, seperti internet, IPTV, dan VoIP (Rachman et al., 2023)(Ramadan et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa FTTH tidak hanya berfungsi sebagai media transmisi data, tetapi juga sebagai infrastruktur utama dalam mendukung ekosistem layanan digital modern.

Dari perspektif implementasi, beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengembangan jaringan FTTH tidak hanya unggul secara teknis, tetapi juga layak secara ekonomi. Analisis berbasis *techno-economic* menunjukkan nilai *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR) yang positif, sehingga implementasi FTTH dinilai *feasible* untuk dikembangkan pada wilayah suburban maupun pedesaan (Putra et al., 2024).

Di sisi lain, literatur juga menunjukkan bahwa ketersediaan infrastruktur *broadband* memiliki keterkaitan langsung dengan peningkatan akses layanan digital, termasuk pendidikan dan kesehatan berbasis teknologi (Marcus et al., 2021)(Kruse et al., 2023). Dalam konteks wilayah pedesaan, akses terhadap jaringan *broadband* berkecepatan tinggi terbukti berkontribusi dalam meningkatkan inklusi digital serta mengurangi kesenjangan antara wilayah urban dan rural (Valentín-sívico et al., 2023). Hal ini juga didukung oleh tren global yang menunjukkan peningkatan adopsi jaringan FTTH di wilayah pedesaan. Sebagai contoh, sekitar 48% populasi rural di Eropa telah terjangkau jaringan fiber, yang menunjukkan bahwa teknologi ini semakin menjadi solusi utama dalam pemerataan akses digital (Europe, 2024).

Dengan demikian, keberadaan jaringan FTTH berbasis GPON tidak hanya memberikan keunggulan dari sisi teknis dan ekonomi, tetapi juga memiliki peran strategis dalam mendukung transformasi digital yang inklusif, khususnya pada wilayah dengan keterbatasan akses infrastruktur telekomunikasi.

B. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian Tabel berikut menunjukkan perbandingan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan kajian ini:

Tabel 1. Karakteristik Penelitian Terdahulu

Peneliti	Fokus Penelitian	Temuan Utama
Alfatih et al. (2025)	Teknologi PON pada FTTH	GPON menunjukkan efisiensi tinggi dalam distribusi jaringan serta mampu mendukung layanan multiservice berbasis IP secara simultan.
Aweya (2024)	Arsitektur GPON	Arsitektur GPON memiliki skalabilitas tinggi dan efisiensi distribusi bandwidth yang optimal untuk jaringan akses modern

Peneliti	Fokus Penelitian	Temuan Utama
Rachman et al. (2023)	QoS Jaringan FTTH	FTTH mampu memberikan kualitas layanan yang stabil dengan parameter QoS yang memenuhi standar jaringan.
Lorincz et al. (2025)	Efisiensi energi FTTH	FTTH memiliki konsumsi energi lebih rendah dibandingkan teknologi akses lain, sehingga lebih efisien secara operasional.
Sapundzhi et al. (2025)	Implementasi PON	Implementasi PON efektif untuk wilayah kecil dengan kebutuhan jaringan yang terdistribusi.
ValentínSívico et al. (2023)	<i>Broadband</i> pedesaan	Meningkatkan inklusi digital
Kruse et al. (2023)	<i>Telemedicine</i>	Meningkatkan kualitas layanan kesehatan
Van Parys & Brown (2023)	<i>Broadband</i> & kesehatan	Meningkatkan <i>outcome</i> kesehatan
Putra et al. (2024)	<i>Techno-ekonomi</i> FTTH	FTTH dinyatakan layak secara ekonomi dengan indikator NPV dan IRR yang positif.
Sastra et al. (2024)	Desain GPON	Parameter teknis seperti link power budget memenuhi standar ITU-T, menunjukkan kelayakan implementasi jaringan.
Ramadan et al. (2024)	QoS FTTH	FTTH mendukung layanan <i>triple-play</i> dengan performa jaringan yang stabil dan andal.

Tabel 2. Analisis Keterbatasan dan Keterkaitan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Keterbatasan	Keterkaitan dengan Kajian Ini
Alfatih et al. (2024)	Tidak membahas implementasi di wilayah pedesaan	Menjadi dasar analisis teknis dalam kajian FTTH-GPON
Aweya (2024)	Tidak mempertimbangkan aspek ekonomi	Mendukung analisis arsitektur jaringan
Rachman et al. (2023)	Fokus hanya pada parameter teknis	Memperkuat analisis performa layanan
Lorincz et al. (2025)	Tidak membahas dampak sosial	Mendukung aspek efisiensi jaringan
Sapundzhi et al. (2025)	Studi terbatas pada skala wilayah kecil	Mendukung analisis implementasi jaringan lokal
Valentín-Sívico et al. (2023)	Tidak membahas teknologi spesifik	Menguatkan aspek transformasi digital
Kruse et al. (2023)	Tidak fokus pada infrastruktur jaringan	Mendukung analisis manfaat layanan digital
Van Parys & Brown (2023)	Konteks terbatas pada sektor kesehatan	Memperkuat analisis dampak sosial <i>broadband</i>

Peneliti	Keterbatasan	Keterkaitan dengan Kajian Ini
Putra et al. (2024)	Tidak membahas performa jaringan	Melengkapi aspek ekonomi jaringan
Sastra et al. (2024)	Tidak membahas aspek pengguna	Mendukung validasi teknis jaringan
Ramadan et al. (2024)	Fokus pada studi kasus terbatas	Menguatkan performa layanan

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, dapat dilihat bahwa penelitian terdahulu masih memiliki keterbatasan dalam mengintegrasikan aspek teknis dan dampak sosial, sehingga diperlukan kajian komprehensif seperti yang dilakukan dalam penelitian ini.

C. Pembahasan Hasil Kajian

Pembahasan pada bagian ini disusun berdasarkan metode kajian literatur yang telah dijelaskan pada Bab 3 melalui tahapan klasifikasi, ekstraksi, dan sintesis terhadap berbagai sumber ilmiah yang relevan. Berdasarkan hasil kajian pada Subbab 4.1 serta perbandingan yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2, dapat diidentifikasi bahwa teknologi *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) secara konsisten menunjukkan keunggulan dalam penyediaan layanan *broadband*, baik dari sisi performa teknis maupun efisiensi operasional.

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian menekankan keunggulan FTTH dari sisi performa jaringan, khususnya dalam hal kapasitas bandwidth dan kualitas layanan. Sementara itu, Tabel 2 memperlihatkan bahwa penelitian terdahulu masih memiliki keterbatasan dalam mengintegrasikan aspek teknis, ekonomi, dan sosial dalam satu kerangka analisis yang utuh.

Dari aspek teknis, berbagai penelitian menunjukkan bahwa FTTH mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* yang tinggi dengan latensi yang rendah, sehingga mendukung kebutuhan layanan digital berbasis IP secara optimal (Alfatih et al., 2025)(Rachman et al., 2023). Selain itu, parameter performa jaringan seperti throughput, delay, packet loss, serta link power budget umumnya berada dalam batas standar yang direkomendasikan, yang mengindikasikan bahwa jaringan FTTH memiliki tingkat keandalan yang baik dalam berbagai skenario penggunaan (Sastra et al., 2024)(Ramadan et al., 2024). Hal ini diperkuat oleh studi perancangan jaringan yang menunjukkan bahwa parameter teknis tersebut telah memenuhi standar internasional, sehingga implementasi FTTH berbasis GPON dinilai layak secara teknis dan mampu menjamin stabilitas layanan *broadband*.

Selain performa teknis, efisiensi jaringan juga menjadi salah satu keunggulan utama teknologi FTTH. Penggunaan arsitektur jaringan optik pasif pada GPON memungkinkan distribusi jaringan yang lebih sederhana serta konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan teknologi akses aktif, sehingga berdampak langsung pada efisiensi operasional (Lorincz et al., 2025)(Aweya, 2024). Dengan demikian, keunggulan FTTH tidak hanya terletak pada aspek performa teknis, tetapi juga mencakup efisiensi energi, pengurangan kompleksitas jaringan, serta kemampuan skalabilitas dalam pengembangan jaringan *broadband* jangka panjang.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan keunggulan tersebut, hasil kajian juga mengindikasikan bahwa implementasi teknologi FTTH berbasis GPON di lapangan belum sepenuhnya optimal, khususnya dalam konteks pemerataan akses digital di

wilayah pedesaan. Keterbatasan infrastruktur jaringan di wilayah tersebut masih menjadi faktor utama yang menyebabkan rendahnya tingkat adopsi layanan digital. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi teknologi yang dimiliki dengan realisasi implementasinya di berbagai wilayah.

Lebih lanjut, berdasarkan analisis pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa penelitian terdahulu masih cenderung terfragmentasi dan belum mengintegrasikan berbagai dimensi penting secara komprehensif. Sebagian besar penelitian berfokus pada satu aspek tertentu, seperti performa teknis, efisiensi energi, atau dampak sosial, tanpa menghubungkan ketiga aspek tersebut dalam satu kerangka analisis yang utuh. Penelitian yang berfokus pada aspek teknis, seperti Alfatih et al. (2025) (Alfatih et al., 2025) dan Sastra et al. (2024) (Sastra et al., 2024), memberikan pemahaman yang mendalam terkait performa jaringan, namun belum mengkaji implikasi implementasinya terhadap peningkatan akses digital di masyarakat. Sebaliknya, penelitian yang menyoroti dampak sosial dari ketersediaan *broadband*, seperti Valentín-Sívico et al. (2023) (Valentín-sívico et al., 2023) dan Kruse et al. (2023) (Kruse et al., 2023), menunjukkan bahwa akses internet berkontribusi terhadap peningkatan inklusi digital dan kualitas layanan kesehatan, tetapi tidak membahas secara spesifik teknologi jaringan yang mendasarinya.

Selain itu, integrasi aspek ekonomi dalam kajian FTTH juga masih terbatas. Penelitian oleh Putra et al. (2024) (Putra et al., 2024) menunjukkan bahwa implementasi FTTH layak secara ekonomi berdasarkan indikator investasi, namun belum mengaitkannya dengan performa teknis jaringan maupun dampak sosial yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan penelitian yang masih parsial menjadi salah satu faktor yang menyebabkan belum optimalnya pemahaman mengenai peran FTTH secara menyeluruh. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun FTTH berbasis GPON telah terbukti unggul secara teknis, keberhasilan implementasinya dalam mendukung transformasi digital sangat bergantung pada integrasi antara aspek teknis, ekonomi, dan sosial.

Berdasarkan kondisi tersebut, dapat diidentifikasi bahwa kesenjangan utama dalam literatur terletak pada belum adanya pendekatan integratif yang menghubungkan aspek teknis, ekonomi, dan sosial dalam satu kerangka analisis yang komprehensif, khususnya dalam konteks implementasi FTTH berbasis GPON untuk mendukung transformasi digital di wilayah pedesaan.

Berdasarkan hasil identifikasi kesenjangan penelitian, kajian ini memberikan kontribusi dengan mengusulkan pendekatan integratif dalam menganalisis peran teknologi FTTH berbasis GPON. Pendekatan ini menempatkan FTTH tidak hanya sebagai infrastruktur jaringan, tetapi juga sebagai elemen penting dalam mendukung ekosistem transformasi digital. Dari sisi teknis, FTTH terbukti mampu menyediakan layanan *broadband* dengan kualitas tinggi dan stabil. Dari sisi ekonomi, teknologi ini menunjukkan potensi kelayakan untuk pengembangan jaringan dalam jangka panjang. Sementara itu, dari sisi sosial, ketersediaan infrastruktur *broadband* berkontribusi terhadap peningkatan akses layanan digital, termasuk pada sektor pendidikan dan Kesehatan (Marcus et al., 2021)(Parys & Brown, 2023).

Dalam konteks wilayah pedesaan, hasil kajian ini juga menunjukkan bahwa pengembangan jaringan FTTH berbasis GPON memiliki potensi yang signifikan dalam mengurangi kesenjangan digital. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa akses *broadband* dapat meningkatkan inklusi digital serta kualitas hidup masyarakat (Valentín-sívico et al., 2023). Oleh karena itu, implementasi FTTH tidak

hanya berorientasi pada peningkatan kapasitas jaringan, tetapi juga berperan dalam mendukung pemerataan pembangunan digital.

Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa hasil kajian ini masih bersifat konseptual dan sangat bergantung pada cakupan serta kualitas literatur yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan validasi empiris melalui studi kasus atau implementasi langsung di lapangan guna menguji efektivitas pendekatan yang diusulkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa teknologi *Fiber to the Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) memiliki performa yang unggul dalam penyediaan layanan broadband, yang ditunjukkan oleh kapasitas bandwidth yang tinggi, latensi yang rendah, serta kualitas layanan (*Quality of Service/ QoS*) yang stabil. Selain itu, parameter teknis seperti *link power budget* telah memenuhi standar internasional, sehingga teknologi ini dinilai layak untuk diimplementasikan dalam berbagai skenario jaringan.

Dari sisi efisiensi, penggunaan arsitektur jaringan optik pasif pada GPON memberikan keuntungan dalam bentuk konsumsi energi yang lebih rendah, penyederhanaan struktur jaringan, serta efisiensi biaya operasional, sehingga menjadikan FTTH sebagai solusi yang tidak hanya unggul secara teknis tetapi juga efisien untuk pengembangan jaringan broadband jangka panjang.

Dari perspektif sosial, ketersediaan infrastruktur broadband berbasis FTTH berkontribusi terhadap peningkatan akses layanan digital, termasuk pada sektor pendidikan dan kesehatan, serta mendukung peningkatan inklusi digital dan kualitas hidup masyarakat, khususnya di wilayah dengan keterbatasan akses infrastruktur telekomunikasi. Pendekatan integratif yang menggabungkan aspek teknis, ekonomi, dan sosial dalam penelitian ini juga memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian sebelumnya yang cenderung bersifat parsial.

B. Saran

Pembahasan Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena bersifat konseptual dan bergantung pada kualitas serta cakupan literatur yang digunakan, serta belum didukung oleh validasi empiris secara langsung di lapangan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan studi empiris melalui implementasi nyata atau studi kasus, khususnya pada wilayah pedesaan, guna menguji efektivitas teknologi FTTH berbasis GPON secara lebih komprehensif.

Selain itu, integrasi analisis teknis dengan aspek ekonomi dan kebijakan perlu dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung perencanaan jaringan broadband yang lebih optimal, adaptif, dan berkelanjutan, sehingga implementasi teknologi FTTH dapat memberikan dampak yang lebih luas terhadap pemerataan akses digital.

DAFTAR REFERENSI

Adil, Zaidi, A. R., Javed, R., Raza, M. A., & Imran, M. (2023). Performance Evaluation of Gigabit Passive Optical Network (GPON) in Various Network Topologies : A Comparative Analysis. *Journal of Computing & Biomedical Informatics*, 05(02). <https://doi.org/https://doi.org/10.56979/502/2023>

- Alfatih, D. D., Putra, V. A., Burhanudin, Taqi Mundzir Jilana, A. B., & Sherila, A. M. (2025). Passive Optical Network (PON) Technologies in FTTH Implementation. *IJEEE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Electronics*, 3(1), 23–28. <https://doi.org/10.54378/ijeee.v3i1.11576>
- Armenda, A., Septima, U., Yolanda, A., Asril, A. A., & Adrian, F. (2025). ANALISIS REDAMAN KABEL PADA PERANGKAT ODC DAN ODP DALAM MODUL TRAINER JARINGAN FIBER TO THE HOME. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(3S1), 1716–1725. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.8052>
- Aweya, J. (2024). Backhaul over Gigabit Passive Optical Networks (GPONs) – Network Architectures and Synchronization Issues. In *EBTIC* (Issue June).
- Europe, F. C. (2024). *FTTH/B in Rural Areas 2024*. FTTH Council Europe. <https://www.ftthcouncil.eu/knowledge-centre/all-publications-and-assets/2045/ftth-b-in-rural-areas-2024>
- Kruse, C. S., Molina-nava, A., Kapoor, Y., & Anerobi, Courtney Maddukuri, H. (2023). Analyzing the Effect of Telemedicine on Domains of Quality Through Facilitators and Barriers to Adoption: Systematic Review. *JOURNAL OF MEDICAL INTERNET RESEARCH*, 25(e43601), 1–25. <https://doi.org/10.2196/43601>
- Lorincz, J., Custo, E., & Beguš, 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(6012), 1–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s25196012>
- Marcus, J. S., Porciuncula, L. P., Reisch, M., & Weber, V. (2021). BROADBAND POLICY AND TECHNOLOGY DEVELOPMENTS. In *OCED* (Issue 317).
- Parys, J. Van, & Brown, Z. Y. (2023). BROADBAND INTERNET ACCESS AND HEALTH OUTCOMES: PATIENT AND PROVIDER RESPONSES IN MEDICARE. *NBER National Bureau of Economic Research*, 31579, 1–43. <https://doi.org/https://www.nber.org/papers/w31579>
- Putra, B. N., Gunantara, N., & Djuni, I. D. (2024). ANALISIS TEKNO-EKONOMI RANCANGAN JARINGAN FTTH GPON DI DAERAH KABUPATEN JEMBRANA DAN TABANAN. *Jurnal SPEKTRUM*, 11(1), 20–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2024.v11i1.i01.p3>
- Rachman, D. A., Muhyidin, Y., & Sunandar, M. A. (2023). ANALYSIS QUALITY OF SERVICE OF INTERNET NETWORK FIBER TO THE HOME SERVICE PT . XYZ USING WIRESHARK. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 11(3 S1), 997–1006. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v11i3%20s1.3436>
- Ramadan, Z., Yulindon, Yustini, & Asril, A. A. (2024). Installation and Activation of Fiber To The Home (FTTH) Network Using Gigabit Passive Optical Network (GPON) Technology and Quality of Service (QoS) Analysis. *JATAED: Journal of Appropriate Technology for Agriculture, Environment, and Development*, 2(1), 17–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.62671/jataed.v2i1.62> Installation
- Sabah, T. I., & Ali, G. M. (2025). Performance evaluation of GPON and XG-PON coexistence using CO-OFDM in fiber access networks. *Journal of Optical Communications*. <https://doi.org/10.1515/joc-2025-0195>
- Sapundzhi, F., Zarev, B., Georgiev, S., Zaharieva, S., & Popstoilov, M. (2025). Design and Implementation of a Passive Optical Network for Small Town. *Engineering*

- Proceedings*, 100(40), 1–16.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/engproc2025100040>
- Sastra, B., Djuni, I. D., & Wirastuti, N. M. A. E. D. W. (2024). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI JARINGAN FTTH GPON DI CLUSTER MARGA. *Jurnal SPEKTRUM*, 11(1), 99–107.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2024.v11.i01.p11>
- Telecommunication, I., & Itu, U. (2020). *Connecting humanity Assessing investment needs of connecting humanity to the Internet by 2030* (Issue August).
- Valentín-sívico, J., Canfield, C., Low, S. A., & Gollnick, C. (2023). Evaluating the impact of broadband access and internet use in a small underserved rural community. *Telecommunications Policy Journal*, 47(102499), 1–15.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102499>