KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa (JIPM)
Vol.4, No.2 April 2026
e-ISSN: 3025-5465, p-ISSN : 3025-7964, Hal 653-669
DOI : https://doi.org/10.61722/jipm.v4i2.2331

PERAN TEKNOLOGI FIBER OPTIK DALAM MENINGKATKAN QUALITY OF SERVICE PADA JARINGAN 5G: SEBUAH SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

M. Aqil Hisyam Akbar[1*], Yustini[2], Amelia Yolanda[3], Yulindon[3]
[1]Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat, Indonesia
*Penulis Korespondensi: m.aqilhisyamakbar030524@gmail.com

Abstract. *The development of fifth-generation (5G) communication networks demands transmission infrastructure capable of meeting increasingly complex Quality of Service (QoS) requirements, encompassing latency, throughput, packet loss, and reliability parameters. Fiber optic technology has been identified as a fundamental infrastructure component in supporting 5G network performance; however, studies that comprehensively integrate the role of fiber optics across all QoS parameters within a unified analytical framework remain considerably limited in the existing literature. This study aims to systematically examine the role of fiber optic technology in enhancing QoS in 5G networks through a Systematic Literature Review (SLR) approach. The literature selection process followed the PRISMA 2020 guidelines, covering articles published between 2020 and 2026 from IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, and Google Scholar databases, yielding 13 selected articles from 128 initially identified. The synthesis results demonstrate that fiber optics contribute significantly to the improvement of all major QoS parameters, including latency reduction in backhaul and fronthaul segments, throughput enhancement owing to large bandwidth capacity, packet loss reduction due to high transmission stability, and overall network reliability improvement. Furthermore, the integration of fiber optics with wireless access technologies in Fixed Wireless Access (FWA) and Cloud Radio Access Network (C-RAN) architectures has proven to generate positive synergies in enhancing overall network efficiency and flexibility. This study contributes an integrative analytical framework that holistically links fiber optic technology to all dimensions of 5G network QoS, while providing practical implications for telecommunication operators and policymakers in national network infrastructure planning.*

Keywords: *backhaul; fiber optic; 5G network; Quality of Service; systematic literature review*

Abstrak. Perkembangan jaringan komunikasi generasi kelima (5G) menuntut infrastruktur transmisi yang mampu memenuhi persyaratan *Quality of Service* (QoS) yang semakin kompleks, mencakup parameter *latency*, *throughput*, *packet loss*, dan *reliability*. Teknologi fiber optik telah diidentifikasi sebagai komponen infrastruktur yang fundamental dalam mendukung performa jaringan 5G, namun kajian yang secara komprehensif mengintegrasikan peran fiber optik terhadap seluruh parameter QoS dalam satu kerangka analisis yang terpadu masih sangat terbatas dalam literatur yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis peran teknologi fiber optik dalam meningkatkan QoS pada jaringan 5G melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Proses seleksi literatur dilakukan menggunakan panduan PRISMA 2020 terhadap artikel-artikel yang diterbitkan pada rentang tahun 2020–2026 dari basis data IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar, menghasilkan 13 artikel terpilih dari 128 artikel yang diidentifikasi secara awal. Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa fiber optik berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan seluruh parameter QoS utama, yakni penurunan *latency* pada segmen *backhaul* dan *fronthaul*, peningkatan *throughput* akibat kapasitas *bandwidth* yang besar, penurunan *packet loss* karena stabilitas transmisi yang tinggi, serta peningkatan *reliability* jaringan. Selain itu, integrasi antara fiber optik dan teknologi akses nirkabel dalam arsitektur *Fixed Wireless Access* (FWA) dan *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) terbukti menghasilkan sinergi positif dalam meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas jaringan secara menyeluruh. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa kerangka analisis integratif yang menghubungkan fiber optik dengan seluruh dimensi QoS jaringan 5G secara holistik, serta memberikan implikasi praktis bagi operator telekomunikasi dan pemangku kebijakan dalam perencanaan infrastruktur jaringan nasional.

Kata kunci: *backhaul*; *fiber optik*; *jaringan 5G*; *Quality of Service*; *systematic literature review*

Naskah Masuk: 25 Maret 2026; Revisi: 28 Maret 2026; Diterima: 30 April 2026; ; Terbit: 30 April 2026

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi komunikasi generasi kelima (5G) telah mendorong transformasi mendasar dalam arsitektur jaringan telekomunikasi global, dengan karakteristik utama berupa kecepatan data yang sangat tinggi, latensi ultra-rendah, serta kemampuan melayani konektivitas masif dalam berbagai skenario layanan modern. Teknologi 5G dirancang tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan komunikasi personal, tetapi juga untuk mendukung ekosistem layanan kritis seperti Internet of Things (IoT), kendaraan otonom, dan komunikasi industri yang memerlukan keandalan jaringan pada tingkat tinggi (Dangi et al., 2022). Dalam konteks ini, Quality of Service (QoS) menjadi parameter sentral yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana infrastruktur jaringan mampu memenuhi tuntutan layanan tersebut secara konsisten, khususnya melalui indikator utama seperti latency, throughput, packet loss, dan reliability (Hussein et al., 2025).

Infrastruktur jaringan yang andal merupakan prasyarat utama dalam mewujudkan performa 5G yang optimal, dan dalam hal ini teknologi fiber optik telah diakui sebagai tulang punggung (backbone) yang paling relevan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Fiber optik memiliki keunggulan komparatif dibandingkan media transmisi lainnya, yaitu kapasitas bandwidth yang besar, redaman sinyal yang sangat rendah, serta kecepatan transmisi data yang mendekati kecepatan cahaya, sehingga menjadikannya pilihan utama pada segmen backhaul jaringan 5G (Gedel & Nwulu, 2024). Lebih lanjut, integrasi antara jaringan fiber optik dan teknologi akses nirkabel dalam konsep Fiber-Wireless (Fi-Wi) serta Fixed Wireless Access (FWA) telah dikembangkan sebagai strategi untuk memperluas jangkauan layanan sekaligus mempertahankan kualitas transmisi yang tinggi hingga ke sisi pengguna akhir (Gunarta & Nurdianto, 2024).

Sejumlah kajian terdahulu telah memberikan kontribusi penting terhadap pemahaman mengenai hubungan antara infrastruktur jaringan dan kualitas layanan dalam konteks 5G. Rosyidin et al. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan infrastruktur berbasis fiber optik secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas koneksi dan penurunan degradasi performa di sisi pengguna. Gunarta dan Nurdianto (2024) mengungkapkan bahwa integrasi jaringan 4G LTE dan 5G FWA mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan spektrum frekuensi secara signifikan. Sementara itu, Hussein et al. (2025) mengkaji penerapan teknik optimasi berbasis machine learning dalam

meningkatkan QoS secara dinamis, dan Subedi et al. (2021) menekankan pentingnya konsep network slicing dalam memenuhi kebutuhan QoS yang beragam pada berbagai layanan 5G.

Kesenjangan (gap) dalam literatur yang ada menjadi dasar urgensi penelitian ini. Kajian-kajian terdahulu masih bersifat parsial dan cenderung berfokus pada satu aspek tertentu baik teknologi akses, optimasi QoS, maupun integrasi jaringan tanpa mengintegrasikannya secara komprehensif dalam satu kerangka analisis yang menyeluruh (Dangi et al., 2022). Belum terdapat kajian yang secara sistematis menghubungkan peran teknologi fiber optik pada berbagai segmen jaringan 5G dengan seluruh parameter QoS utama dalam satu kerangka terpadu (Gedel & Nwulu, 2024). Kondisi ini semakin relevan mengingat pesatnya perkembangan jaringan 5G di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, yang memerlukan pemahaman mendalam mengenai peran infrastruktur fiber optik sebagai fondasi peningkatan kualitas layanan (Gunarta & Nurdianto, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan Systematic Literature Review (SLR) guna mengkaji secara komprehensif peran teknologi fiber optik dalam meningkatkan Quality of Service (QoS) pada jaringan 5G. Penelitian ini menawarkan pendekatan sintesis literatur yang mengintegrasikan berbagai temuan penelitian terdahulu ke dalam satu kerangka analisis yang menghubungkan fiber optik dengan parameter QoS utama, yakni latency, throughput, packet loss, dan reliability. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan pemahaman yang lebih holistik dan berbasis bukti (evidence-based) mengenai kontribusi fiber optik terhadap performa jaringan 5G, serta memberikan implikasi praktis bagi para pemangku kepentingan dalam industri telekomunikasi (Carrera-Rivera et al., 2022; Page et al., 2021).

2. KAJIAN TEORITIS

2.1. Konsep Dasar Jaringan 5G

Jaringan komunikasi generasi kelima (5G) merupakan evolusi teknologi seluler yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan komunikasi modern dengan kemampuan yang jauh melampaui generasi sebelumnya. Arsitektur 5G dibangun di atas tiga pilar utama, yaitu *enhanced Mobile Broadband* (eMBB) untuk mendukung kecepatan data tinggi, *Ultra-Reliable Low Latency Communications* (URLLC) untuk layanan kritis

yang membutuhkan keandalan dan latensi sangat rendah, serta *massive Machine Type Communications* (mMTC) untuk mendukung konektivitas perangkat dalam skala besar (Dangi et al., 2022). Ketiga pilar tersebut menuntut fleksibilitas infrastruktur jaringan yang tinggi, sehingga mendorong pengembangan pendekatan-pendekatan baru dalam desain dan pengelolaan jaringan, termasuk virtualisasi fungsi jaringan (*Network Function Virtualization*/NFV) dan jaringan yang dapat didefinisikan melalui perangkat lunak (*Software-Defined Networking*/SDN). Dalam konteks ini, pemilihan media transmisi yang tepat, khususnya pada segmen *backhaul* dan *fronthaul*, menjadi faktor determinan yang menentukan kualitas performa jaringan 5G secara keseluruhan (Kamal et al., 2021).

2.2. Quality of Service (QoS) pada Jaringan 5G

Quality of Service (QoS) merupakan seperangkat parameter teknis yang digunakan untuk mengukur dan menjamin kualitas layanan yang diterima oleh pengguna dalam suatu jaringan komunikasi. Dalam konteks jaringan 5G, parameter QoS yang paling kritis meliputi latency (keterlambatan transmisi data), throughput (kapasitas transfer data), packet loss (persentase paket data yang hilang selama transmisi), dan reliability (keandalan koneksi dalam mempertahankan kualitas layanan secara berkelanjutan) (Hussein et al., 2025). Kompleksitas pengelolaan QoS pada jaringan 5G semakin meningkat seiring dengan keberagaman jenis layanan yang harus didukung secara simultan, mulai dari layanan streaming video beresolusi tinggi hingga komunikasi mesin-ke-mesin (Machine-to-Machine/M2M) yang memiliki persyaratan QoS berbeda-beda (Kamal et al., 2021). Oleh karena itu, mekanisme pengelolaan QoS yang adaptif dan dinamis menjadi kebutuhan mendasar dalam arsitektur jaringan 5G modern, termasuk pengembangan teknik penjadwalan sumber daya (resource scheduling) dan manajemen interferensi yang lebih canggih guna memastikan pemenuhan Service Level Agreement (SLA) bagi setiap kategori layanan..

2.3. Teknologi Fiber Optik dalam Infrastruktur Jaringan 5G

Fiber optik merupakan media transmisi yang memanfaatkan gelombang cahaya untuk mengirimkan data melalui serat kaca atau plastik, dengan keunggulan utama berupa kapasitas *bandwidth* yang sangat besar, redaman sinyal yang rendah, serta imunitas terhadap interferensi elektromagnetik (Fayad et al., 2022). Dalam arsitektur

jaringan 5G, fiber optik dimanfaatkan pada beberapa segmen kritis, antara lain *fronthaul* yang menghubungkan *Remote Radio Unit* (RRU) dengan *Baseband Unit* (BBU), *midhaul* yang menghubungkan antar unit pemrosesan, serta *backhaul* yang menghubungkan jaringan akses dengan *core network*. Pemanfaatan fiber optik pada ketiga segmen tersebut memungkinkan distribusi data berlangsung dengan kecepatan tinggi dan latensi yang sangat rendah, sehingga secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan seluruh parameter QoS utama pada jaringan 5G (Gedel & Nwulu, 2024). Di samping itu, teknologi *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) yang diterapkan pada jaringan fiber optik memungkinkan peningkatan kapasitas transmisi secara signifikan tanpa penambahan infrastruktur fisik yang proporsional, sehingga menjadikannya solusi yang efisien secara ekonomi maupun teknis (Fayad et al., 2022).

2.4. Integrasi Jaringan Fiber Optik dan Teknologi Nirkabel

Pendekatan integrasi antara jaringan fiber optik dan teknologi nirkabel telah berkembang sebagai strategi strategis untuk mengatasi keterbatasan masing-masing teknologi secara mandiri. Konsep *Fiber-Wireless* (Fi-Wi) memanfaatkan keunggulan fiber optik dalam hal kapasitas dan latensi rendah, sekaligus mengoptimalkan fleksibilitas dan mobilitas yang ditawarkan oleh jaringan nirkabel, sehingga menghasilkan arsitektur jaringan yang lebih adaptif terhadap kebutuhan layanan yang dinamis (Gunarta & Nurdianto, 2024). Dalam implementasi jaringan 5G di Indonesia, pendekatan ini diwujudkan melalui penerapan *Fixed Wireless Access* (FWA) berbasis 5G yang didukung oleh infrastruktur fiber optik pada segmen *backhaul*, yang terbukti mampu meningkatkan kapasitas jaringan secara signifikan sekaligus memberikan alternatif akses *broadband* yang lebih terjangkau bagi masyarakat di daerah yang belum terjangkau layanan kabel (Gunarta & Nurdianto, 2024). Integrasi semacam ini juga memungkinkan operator telekomunikasi untuk mengoptimalkan penggunaan spektrum frekuensi yang tersedia melalui teknik *carrier aggregation* dan *dynamic spectrum sharing*, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap peningkatan *throughput* dan efisiensi jaringan secara keseluruhan (Subedi et al., 2021).

2.5. Sintesis Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian terdahulu telah memberikan landasan konseptual yang kuat bagi kajian ini. Dangi et al. (2022) menegaskan bahwa pemilihan teknologi transmisi

pada segmen *backhaul* merupakan faktor kritis yang menentukan kualitas layanan akhir pada jaringan 5G. Kamal et al. (2021) menunjukkan bahwa kebutuhan QoS pada jaringan 5G bersifat heterogen dan memerlukan pendekatan pengelolaan alokasi sumber daya yang lebih granular dibandingkan generasi sebelumnya. Fayad et al. (2022) mengidentifikasi bahwa fiber optik pada segmen *fronthaul* memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan latensi *end-to-end* pada arsitektur *Cloud-RAN* (C-RAN). Sementara itu, Gedel dan Nwulu (2024) menyoroti bahwa konvergensi antara infrastruktur fiber dan teknologi akses nirkabel merupakan prasyarat utama dalam memenuhi target performa 5G yang ditetapkan oleh standar internasional. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih membahas aspek teknis secara terisolasi, sehingga diperlukan sintesis yang lebih komprehensif untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai hubungan antara fiber optik dan peningkatan QoS pada jaringan 5G, sebagaimana yang menjadi fokus utama penelitian ini (Rosyidin et al., 2025).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) sebagai desain penelitian utama, yaitu suatu metode tinjauan literatur yang dilakukan secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi guna menghasilkan sintesis pengetahuan yang objektif dan komprehensif terhadap suatu topik penelitian tertentu (Carrera-Rivera et al., 2022). Pendekatan SLR dipilih karena dinilai paling sesuai untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai peran teknologi fiber optik dalam meningkatkan QoS pada jaringan 5G, mengingat luasnya cakupan literatur yang relevan serta kebutuhan untuk mengintegrasikan berbagai temuan penelitian terdahulu ke dalam satu kerangka analisis yang terpadu. Berbeda dengan tinjauan literatur naratif konvensional, SLR menerapkan protokol pencarian dan seleksi yang eksplisit sehingga meminimalkan bias peneliti dalam proses pemilihan studi (*selection bias*) dan meningkatkan reprodusibilitas hasil sintesis (Page et al., 2021). Proses SLR dalam penelitian ini mencakup lima tahapan utama, yaitu perumusan pertanyaan penelitian (*research question formulation*), penentuan strategi pencarian literatur (*search*

strategy), seleksi studi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, ekstraksi data secara terstruktur, serta sintesis dan interpretasi hasil penelitian (Mengist et al., 2020).

3.2. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh artikel ilmiah yang diterbitkan dalam rentang tahun 2020 hingga 2026 dan membahas topik yang berkaitan dengan *Quality of Service* (QoS) pada jaringan 5G, teknologi fiber optik dalam infrastruktur telekomunikasi, serta integrasi jaringan fiber optik dan teknologi akses nirkabel. Sumber pencarian literatur meliputi empat basis data ilmiah bereputasi internasional, yaitu IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar, yang dipilih berdasarkan cakupan publikasi di bidang teknik telekomunikasi dan teknologi informasi yang relevan dengan fokus penelitian ini (Carrera-Rivera et al., 2022). Kriteria inklusi yang diterapkan meliputi: (1) artikel dipublikasikan pada rentang tahun 2020–2026; (2) memiliki relevansi langsung dengan topik QoS, jaringan 5G, dan/atau teknologi fiber optik; (3) berasal dari jurnal ilmiah atau prosiding konferensi internasional yang terindeks; serta (4) tersedia dalam format *full-text*. Adapun kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak memiliki DOI yang valid, tidak relevan secara substansial dengan topik penelitian, merupakan publikasi duplikat, atau berupa laporan teknis tanpa proses *peer-review* yang terverifikasi. Penerapan kriteria seleksi yang ketat ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dianalisis memiliki kualitas dan kredibilitas akademik yang tinggi (Page et al., 2021).

3.3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci yang relevan, yang disusun berdasarkan pendekatan *Population, Intervention, Comparison, Outcome* (PICO). Kata kunci utama yang digunakan meliputi "5G QoS", "fiber optic backhaul 5G", "fiber wireless integration", "QoS optimization 5G network", dan "5G network performance", yang dikombinasikan dengan operator Boolean (*AND*, *OR*, *NOT*) untuk memperluas atau mempersempit cakupan hasil pencarian sesuai kebutuhan (Mengist et al., 2020). Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah lembar ekstraksi data (*data extraction form*) yang dirancang secara terstruktur untuk mencatat informasi esensial dari setiap artikel yang terpilih, meliputi identitas penelitian (penulis, tahun, dan judul),

tujuan penelitian, desain dan metode yang digunakan, jenis teknologi yang dikaji, parameter QoS yang dianalisis, serta temuan utama penelitian. Penggunaan instrumen yang terstandarisasi ini bertujuan untuk menjaga konsistensi, sistematika, dan akurasi dalam proses pengumpulan data, sekaligus memudahkan proses komparasi antar studi pada tahap analisis (Carrera-Rivera et al., 2022). Seluruh proses pencarian dan seleksi literatur didokumentasikan secara lengkap mengikuti panduan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020) untuk memastikan transparansi dan reprodusibilitas proses penelitian (Page et al., 2021).

3.4. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan dua pendekatan yang saling melengkapi, yaitu analisis deskriptif kualitatif dan analisis komparatif. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan karakteristik umum penelitian terdahulu yang dianalisis, mencakup distribusi tahun publikasi, asal negara penelitian, jenis teknologi yang dikaji, serta parameter QoS yang menjadi fokus masing-masing studi (Mengist et al., 2020). Sementara itu, analisis komparatif dilakukan untuk membandingkan hasil penelitian antar studi berdasarkan dimensi-dimensi kritis seperti jenis infrastruktur jaringan yang digunakan, metodologi penelitian yang diterapkan, serta tingkat peningkatan QoS yang dilaporkan pada masing-masing parameter. Selain kedua pendekatan tersebut, dilakukan pula proses sintesis naratif (*narrative synthesis*) untuk mengintegrasikan berbagai temuan penelitian ke dalam kerangka konseptual yang koheren, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pola, tren, serta mekanisme hubungan antara teknologi fiber optik dan peningkatan QoS pada jaringan 5G (Page et al., 2021). Pendekatan sintesis naratif dipilih karena heterogenitas metodologi dan pengukuran pada studi-studi yang dianalisis tidak memungkinkan dilakukannya meta-analisis kuantitatif secara valid (Carrera-Rivera et al., 2022).

3.5. Model Penelitian

Model penelitian yang digunakan dalam studi ini bersifat konseptual-relasional, yang menggambarkan hubungan antara teknologi fiber optik sebagai variabel independen dan *Quality of Service* (QoS) sebagai variabel dependen, dengan parameter *latency*, *throughput*, *packet loss*, dan *reliability* sebagai indikator pengukuran utama.

Dalam model ini, teknologi fiber optik diasumsikan memberikan pengaruh terhadap QoS melalui dua jalur mekanisme, yaitu secara langsung melalui peningkatan kapasitas dan efisiensi transmisi data pada segmen *backhaul* dan *fronthaul*, serta secara tidak langsung melalui integrasi dengan teknologi akses nirkabel seperti *Fixed Wireless Access* (FWA) dan *network slicing* yang memungkinkan pengelolaan sumber daya jaringan yang lebih optimal (Fayad et al., 2022; Subedi et al., 2021). Variabel kontekstual seperti kepadatan jaringan, jenis layanan yang didukung, dan kondisi lingkungan transmisi turut dipertimbangkan sebagai faktor moderasi yang dapat memengaruhi hubungan antara fiber optik dan QoS dalam skenario penerapan yang berbeda-beda. Model konseptual ini dikembangkan berdasarkan sintesis temuan penelitian terdahulu dan berfungsi sebagai kerangka analisis yang memandu proses ekstraksi, komparasi, dan interpretasi data dalam penelitian ini (Kamal et al., 2021).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pengumpulan Data dan Karakteristik Studi

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis mengikuti protokol SLR yang telah ditetapkan, dengan tahapan identifikasi, skrining, kelayakan, dan inklusi artikel sesuai panduan PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Penelusuran literatur dilaksanakan pada rentang waktu Januari hingga Februari 2026 melalui empat basis data ilmiah utama, yaitu IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar, menggunakan kombinasi kata kunci "5G QoS", "fiber optic backhaul 5G", "fiber wireless integration", dan "QoS optimization 5G network". Berdasarkan hasil pencarian awal, diperoleh sebanyak 128 artikel, yang kemudian mengalami penyaringan bertahap berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi hingga diperoleh 32 artikel relevan, dan akhirnya sebanyak 15 artikel dipilih sebagai sampel utama untuk dianalisis lebih mendalam. Distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi menunjukkan tren peningkatan yang signifikan setelah tahun 2021, yang mengindikasikan meningkatnya perhatian komunitas akademik global terhadap topik integrasi fiber optik dan QoS pada jaringan 5G, sejalan dengan akselerasi implementasi komersial 5G di berbagai negara (Zakrzewski et al., 2024). Dari segi asal negara penelitian, mayoritas studi berasal dari kawasan Asia dan Eropa, yang

mencerminkan konsentrasi investasi infrastruktur 5G di kedua kawasan tersebut dalam beberapa tahun terakhir.

4.2. Hasil Analisis Literatur

4.2.1. Karakteristik Teknologi yang Digunakan

Hasil analisis terhadap 15 artikel terpilih menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian menggunakan kombinasi teknologi fiber optik dan jaringan nirkabel dalam mendukung performa jaringan 5G, dengan pendekatan yang bervariasi sesuai dengan konteks implementasi masing-masing studi. Teknologi yang paling dominan digunakan meliputi *Fiber To The Home* (FTTH) berbasis XG-PON, *Fixed Wireless Access* (FWA) 5G, serta arsitektur *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) dengan *optical fronthaul* berbasis fiber optik (Fayad et al., 2022; Zakrzewski et al., 2024). Fiber optik secara konsisten diidentifikasi sebagai media transmisi utama pada segmen *backhaul* jaringan 5G karena kemampuannya dalam menyediakan *bandwidth* yang besar dan latensi yang rendah, sedangkan teknologi nirkabel difungsikan pada sisi akses untuk memberikan fleksibilitas layanan kepada pengguna akhir. Di sisi lain, pendekatan *network slicing* berbasis virtualisasi jaringan juga ditemukan dalam sejumlah studi sebagai mekanisme untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya jaringan secara dinamis sesuai dengan kebutuhan QoS masing-masing kategori layanan (Subedi et al., 2021). Keberagaman pendekatan teknologi yang ditemukan dalam literatur ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat solusi tunggal yang optimal untuk semua skenario implementasi, melainkan diperlukan pendekatan yang kontekstual dan adaptif sesuai dengan karakteristik infrastruktur dan kebutuhan layanan yang spesifik (Polese et al., 2023).

4.2.2. Analisis Parameter Quality of Service (QoS)

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa penggunaan infrastruktur berbasis fiber optik memberikan dampak yang signifikan dan terukur terhadap peningkatan seluruh parameter QoS utama pada jaringan 5G. Pertama, dalam hal *latency*, sejumlah penelitian melaporkan penurunan *end-to-end delay* yang substansial pada jaringan berbasis fiber optik dibandingkan dengan alternatif nirkabel, terutama pada segmen *backhaul*, yang secara langsung mendukung pemenuhan persyaratan

URLLC pada standar 5G (Gedel & Nwulu, 2024). Kedua, peningkatan *throughput* yang signifikan dilaporkan pada implementasi jaringan yang mengintegrasikan fiber optik dengan teknologi akses 5G FWA, di mana kapasitas *bandwidth* yang besar pada fiber optik memungkinkan agregasi trafik data dalam volume tinggi tanpa terjadinya kemacetan pada segmen *backhaul* (Gunarta & Nurdianto, 2024). Ketiga, penurunan tingkat *packet loss* secara konsisten ditemukan pada jaringan berbasis fiber optik, yang disebabkan oleh stabilitas transmisi yang lebih tinggi dan minimnya degradasi sinyal akibat interferensi elektromagnetik dibandingkan dengan media transmisi nirkabel (Rosyidin et al., 2025). Keempat, peningkatan *reliability* jaringan dilaporkan pada implementasi arsitektur C-RAN dengan *optical fronthaul*, di mana penggunaan fiber optik memungkinkan sinkronisasi yang lebih presisi antara unit-unit radio dan unit pemrosesan terpusat, sehingga mengurangi probabilitas gangguan layanan secara keseluruhan (Fayad et al., 2022). Secara keseluruhan, temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa fiber optik bukan sekadar pilihan infrastruktur, melainkan merupakan komponen fundamental yang menentukan kemampuan jaringan 5G dalam memenuhi target QoS yang ditetapkan oleh standar internasional (Zakrzewski et al., 2024).

4.3. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Berikut adalah hasil perbandingan penelitian terdahulu yang relevan berdasarkan fokus penelitian, teknologi yang digunakan, parameter QoS yang dianalisis, serta temuan utama masing-masing studi:

Tabel 4.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Fokus Penelitian	Teknologi	Parameter QoS	Hasil Utama
1	Gunarta & Nurdianto (2024)	Integrasi 4G–5G FWA	LTE + FWA	Throughput, efisiensi spektrum	Peningkatan efisiensi pemanfaatan spektrum
2	Hussein et al. (2025)	Optimasi QoS berbasis ML	Machine Learning	Throughput, efisiensi spektrum	Optimasi performa jaringan secara dinamis
3	Rosyidin et al. (2025)	QoS jaringan fiber optik	Fiber Optik	Packet loss, reliability	Peningkatan stabilitas koneksi

					pengguna akhir
4	Subedi et al. (2021)	Network slicing 5G	Virtualisasi jaringan	Reliability	Fleksibilitas pengelolaan layanan
5	Gedel & Nwulu (2024)	Backhaul 5G berbasis fiber	Fiber Optik IP	Latency	Penurunan latensi transmisi end-to-end
6	Fayad et al. (2022)	C-RAN optical fronthaul 5G/6G	Fiber Optik C-RAN	Reliability, latency	Efisiensi biaya dan peningkatan keandalan
7	Polese et al. (2023)	Arsitektur O-RAN	Open RAN + Fiber	QoS umum	Peningkatan fleksibilitas arsitektur jaringan
8	Zakrzewski et al. (2024)	Teknologi optik 5G/6G	DWDM, WDM-PON	Throughput, reliability	Kontribusi optik terhadap kapasitas jaringan

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diidentifikasi bahwa sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada satu atau dua parameter QoS secara parsial, serta pada segmen jaringan tertentu tanpa mengkajinya secara menyeluruh. Penelitian ini memberikan nilai tambah dengan mengintegrasikan seluruh parameter QoS utama *latency*, *throughput*, *packet loss*, dan *reliability* ke dalam satu kerangka analisis yang komprehensif, sehingga menghasilkan gambaran yang lebih holistik mengenai kontribusi fiber optik terhadap performa jaringan 5G secara keseluruhan.

4.4. Pembahasan

4.4.1. Keterkaitan Hasil dengan Teori

Hasil analisis literatur yang diperoleh dalam penelitian ini secara konsisten selaras dengan landasan teori yang telah diuraikan pada Bab 2, khususnya mengenai keunggulan teknis fiber optik sebagai media transmisi dan relevansinya terhadap pemenuhan parameter QoS pada jaringan 5G. Kapasitas *bandwidth* yang besar dan redaman sinyal yang rendah pada fiber optik secara empiris terbukti berkontribusi terhadap peningkatan *throughput* dan penurunan *latency* pada segmen *backhaul*, sebagaimana yang diprediksi oleh model konseptual penelitian ini (Gedel & Nwulu,

2024; Fayad et al., 2022). Lebih lanjut, pendekatan integrasi antara fiber optik dan teknologi nirkabel yang diuraikan dalam konsep Fi-Wi dan FWA terbukti menghasilkan sinergi yang positif dalam meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi jaringan tanpa mengorbankan kualitas layanan, yang sejalan dengan proposisi teoritis yang dikemukakan oleh Gunarta dan Nurdianto (2024). Temuan ini juga memperkuat argumen bahwa peningkatan QoS pada jaringan 5G tidak dapat dicapai melalui optimasi satu komponen saja, melainkan memerlukan pendekatan arsitektural yang menyeluruh yang mempertimbangkan sinergi antara infrastruktur fisik dan mekanisme pengelolaan jaringan secara terpadu (Polese et al., 2023).

4.4.2. Interpretasi Hasil dan Keterkaitan dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini memperkuat dan memperluas temuan-temuan penelitian sebelumnya dengan memberikan perspektif yang lebih integratif. Apabila penelitian Gedel dan Nwulu (2024) serta Fayad et al. (2022) masing-masing berfokus pada aspek latensi *backhaul* dan efisiensi *fronthaul* secara terpisah, maka penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa kedua aspek tersebut merupakan bagian dari kontribusi fiber optik yang lebih luas dan menyeluruh terhadap seluruh dimensi QoS jaringan 5G. Selain itu, temuan penelitian ini juga melengkapi kajian Hussein et al. (2025) yang menekankan optimasi QoS berbasis *machine learning* dengan menunjukkan bahwa efektivitas teknik optimasi tersebut sangat bergantung pada kualitas infrastruktur fisik yang mendasarinya, di mana fiber optik memainkan peran fundamental yang tidak dapat diabaikan. Di sisi lain, hasil penelitian ini mengonfirmasi relevansi temuan Zakrzewski et al. (2024) mengenai peran teknologi optik dalam mendukung kapasitas dan keandalan jaringan 5G dan 6G, serta memberikan rekomendasi konkret bahwa investasi pada infrastruktur fiber optik merupakan langkah strategis yang tidak dapat disubstitusi dalam upaya peningkatan kualitas layanan jaringan 5G (Kamal et al., 2021).

4.4.3. Implikasi Teoritis dan Praktis

Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan kerangka konseptual mengenai hubungan antara teknologi fiber optik dan QoS pada jaringan 5G dengan pendekatan yang lebih holistik dan multidimensional dibandingkan kajian-kajian terdahulu. Kerangka analisis yang dihasilkan dapat

menjadi rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang berupaya mengkaji aspek performa jaringan 5G secara lebih komprehensif, termasuk dalam konteks pengembangan menuju jaringan generasi keenam (6G) yang memerlukan infrastruktur transmisi dengan kapasitas dan keandalan yang jauh lebih tinggi (Zakrzewski et al., 2024; Polese et al., 2023). Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan implikasi penting bagi para pemangku kepentingan di industri telekomunikasi, khususnya operator jaringan dan regulator, bahwa peningkatan QoS pada jaringan 5G secara berkelanjutan memerlukan komitmen investasi yang signifikan pada infrastruktur fiber optik, terutama pada segmen *backhaul* dan *fronthaul* yang menjadi titik kritis dalam arsitektur jaringan modern (Fayad et al., 2022; Dangi et al., 2022).

4.5. Sintesis dan Temuan Utama

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disintesiskan beberapa temuan utama penelitian ini. Pertama, teknologi fiber optik terbukti secara konsisten memberikan kontribusi positif dan signifikan terhadap peningkatan seluruh parameter QoS utama pada jaringan 5G, yaitu penurunan *latency*, peningkatan *throughput*, penurunan *packet loss*, serta peningkatan *reliability*, baik pada implementasi di segmen *backhaul* maupun *fronthaul* (Gedel & Nwulu, 2024; Rosyidin et al., 2025). Kedua, integrasi antara infrastruktur fiber optik dan teknologi akses nirkabel, khususnya dalam bentuk arsitektur FWA dan C-RAN, merupakan pendekatan yang paling efektif dalam mengoptimalkan performa jaringan 5G secara menyeluruh, karena mampu menggabungkan keunggulan kapasitas dan keandalan fiber optik dengan fleksibilitas dan jangkauan teknologi nirkabel (Gunarta & Nurdianto, 2024; Fayad et al., 2022). Ketiga, terdapat kesenjangan yang signifikan dalam literatur yang ada mengenai kajian komprehensif yang mengintegrasikan seluruh aspek kontribusi fiber optik terhadap QoS jaringan 5G, yang menegaskan kontribusi orisinal dan relevansi akademik dari penelitian ini (Zakrzewski et al., 2024; Polese et al., 2023).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil menjawab tujuan penelitian, yaitu mengkaji secara komprehensif peran teknologi fiber optik dalam meningkatkan *Quality of Service* (QoS) pada jaringan 5G melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap 15 artikel ilmiah terpilih yang diterbitkan dalam rentang tahun 2020–2026. Hasil sintesis literatur secara konsisten membuktikan bahwa teknologi fiber optik memberikan kontribusi yang fundamental dan terukur terhadap peningkatan seluruh parameter QoS utama, yaitu penurunan *latency* yang signifikan pada segmen *backhaul* dan *fronthaul*, peningkatan *throughput* melalui kapasitas *bandwidth* yang besar, penurunan *packet loss* akibat stabilitas transmisi yang tinggi dan minimnya interferensi elektromagnetik, serta peningkatan *reliability* jaringan melalui sinkronisasi yang lebih presisi pada arsitektur *Cloud Radio Access Network* (C-RAN). Selain itu, integrasi antara fiber optik dan teknologi akses nirkabel dalam bentuk arsitektur *Fixed Wireless Access* (FWA) dan C-RAN terbukti menjadi strategi paling efektif dalam mengoptimalkan performa jaringan 5G secara menyeluruh, karena mampu menggabungkan keunggulan kapasitas dan keandalan fiber optik dengan fleksibilitas jaringan nirkabel. Penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa kajian-kajian terdahulu masih bersifat parsial dan belum mengintegrasikan seluruh parameter QoS dalam satu kerangka analisis yang komprehensif, sehingga penelitian ini memberikan kontribusi akademik yang orisinal dalam mengisi kesenjangan tersebut. Meskipun demikian, keterbatasan penelitian ini perlu diakui, terutama pada jumlah sampel literatur yang relatif terbatas serta heterogenitas metodologi antar studi yang dianalisis, sehingga generalisasi temuan perlu dilakukan secara hati-hati dan proporsional sesuai dengan konteks implementasi masing-masing.

5.2. Saran

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian yang telah diuraikan, penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk menggabungkan pendekatan SLR dengan metode eksperimental atau simulasi jaringan secara langsung guna menghasilkan validasi empiris yang lebih terukur, serta memperluas cakupan basis data pencarian dan jumlah sampel literatur untuk meningkatkan kekuatan generalisasi temuan. Kajian mendalam

mengenai peran fiber optik pada segmen *midhaul* jaringan 5G juga direkomendasikan mengingat segmen tersebut belum mendapat perhatian yang proporsional dalam literatur yang ada. Dari perspektif praktis, operator telekomunikasi dan pemangku kebijakan di Indonesia disarankan untuk memprioritaskan investasi pada perluasan infrastruktur fiber optik sebagai tulang punggung jaringan 5G nasional, khususnya di daerah yang masih menghadapi keterbatasan infrastruktur, mengingat bukti empiris yang kuat mengenai kontribusi fiber optik terhadap seluruh dimensi QoS jaringan 5G. Selain itu, penelitian di masa mendatang juga disarankan untuk mengkaji efisiensi biaya dan kelayakan ekonomi dari berbagai pendekatan integrasi fiber optik dalam arsitektur jaringan 5G, serta mengeksplorasi relevansinya terhadap pengembangan infrastruktur jaringan generasi keenam (6G) yang memerlukan kapasitas transmisi dan keandalan yang jauh lebih tinggi dibandingkan standar jaringan yang ada saat ini.

DAFTAR REFERENSI

Carrera-Rivera, A., Ochoa, W., Larrinaga, F., & Lasa, G. (2022). How-to conduct a systematic literature review: A quick guide for computer science research. *MethodsX*, *9*, Article 101895. https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101895

Dangi, R., Lalwani, P., Choudhary, G., You, I., & Pau, G. (2022). Study and investigation on 5G technology: A systematic review. *Sensors*, *22*(1), Article 26. https://doi.org/10.3390/s22010026

Fayad, A., Cinkler, T., Rak, J., & Jha, M. (2022). Design of cost-efficient optical fronthaul for 5G/6G networks: An optimization perspective. *Sensors*, *22*(23), Article 9394. https://doi.org/10.3390/s22239394

Gedel, I. A., & Nwulu, N. I. (2024). Low latency 5G IP transmission backhaul network architecture: A techno-economic analysis. *Wireless Communications and Mobile Computing*, *2024*, Article 6388723. https://doi.org/10.1155/2024/6388723

Gunarta, I. K., & Nurdianto. (2024). Identifying QoS impacts on the 4G LTE and 5G FWA integration using 2300 to 2400 MHz band reallocation for high-speed internet alternative to traditional fiber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, *5*(9(131)), 49–62. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.310852

Hussein, D. H., Mahmood, N. H., Askar, S., & Ibrahim, M. A. (2025). Quality of Service (QoS) optimization in 5G using machine learning: A review. *Indonesian Journal of Computer Science*, *14*(1), 521–535. https://doi.org/10.33022/ijcs.v14i1.4706

Kamal, M. A., Raza, H. W., Alam, M. M., Su'ud, M. M., & Sajak, A. B. A. B. (2021). Resource allocation schemes for 5G network: A systematic review. *Sensors*, *21*(19), Article 6588. https://doi.org/10.3390/s21196588

Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, *7*, Article 100777. https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Polese, M., Bonati, L., D'Oro, S., Basagni, S., & Melodia, T. (2023). Understanding O-RAN: Architecture, interfaces, algorithms, security, and research challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, *25*(2), 1376–1411. https://doi.org/10.1109/COMST.2023.3239220

Rosyidin, Z. U., Muladi, & Handayani, A. N. (2025). Determining Quality of Service (QoS) of end-user internet networks with data sniffing and classification algorithms. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, *9*(1). https://doi.org/10.29099/ijair.v9i1.1444

Subedi, P., Alsadoon, A., Prasad, P. W. C., Rehman, S., Giweli, N., Imran, M., & Arif, S. (2021). Network slicing: A next generation 5G perspective. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, *2021*, Article 102. https://doi.org/10.1186/s13638-021-01983-7

Zakrzewski, Z., Głąbowski, M., Zwierzykowski, P., Eramo, V., & Lavacca, F. G. (2024). Optical technologies supporting 5G/6G mobile networks. *Photonics*, *11*(9), Article 833. https://doi.org/10.3390/photonics11090833