

Desain Jaringan *Fiber to The Home* di Desa Butuh Kidul

Imana Yoga Prastowo ^{1*}, Sri Yulianto ²

^{1*,2} Program Studi Teknik Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Kota Salatiga, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.

article info

Article history:

Received 12 November 2024

Received in revised form

20 November 2024

Accepted 20 December 2024

Available online April 2025.

Keywords:

Network FTTH (Fiber to the Home); Metode Passive Optical Network (PON); Rural Internet Access.

abstract

This study aims to design a Fiber to the Home (FTTH) network in Butuh Kidul Village, Tenganan District, Semarang Regency. In today's digital era, access to fast and stable internet is a fundamental need for communities. However, many rural areas in Indonesia, including Butuh Kidul Village, still lack adequate internet access. FTTH networks provide a solution by utilizing fiber optic cables that can transmit data at high speeds and with large bandwidth capacity. This research employs the Passive Optical Network (PON) method as the network architecture to enhance efficiency and scalability. The expected outcome is that the local community will benefit from improved internet access, supporting digital village programs and enhancing the quality of life and economic potential. This research is anticipated to serve as a reference for similar network developments in other rural areas.

abstract

Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan Fiber to the Home (FTTH) di Desa Butuh Kidul, Kecamatan Tenganan, Kabupaten Semarang. Dalam era digital saat ini, akses internet yang cepat dan stabil menjadi kebutuhan mendasar bagi masyarakat. Namun, banyak daerah pedesaan, termasuk Desa Butuh Kidul, masih mengalami keterbatasan dalam akses internet berkualitas. Jaringan FTTH menawarkan solusi dengan menggunakan kabel serat optik yang mampu mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi dan kapasitas bandwidth besar. Penelitian ini menggunakan metode Passive Optical Network (PON) sebagai arsitektur jaringan untuk meningkatkan efisiensi dan skalabilitas. Melalui perancangan ini, diharapkan masyarakat dapat menikmati akses internet yang lebih baik, mendukung program desa digital, dan meningkatkan kualitas hidup serta potensi ekonomi lokal. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan jaringan serupa di wilayah pedesaan lainnya.

Kata Kunci:

Jaringan FTTH (Fiber to the Home); Metode Passive Optical Network (PON); Akses Internet Pedesaan.

Corresponding Author. Email: imanayogaprastowo@gmail.com ^{1}.

Copyright 2025 by the authors of this article. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan RISET). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. 



ACM Computing Classification System (CCS)

EBSCOhost

Communication and Mass Media Complete (CMMC)

1. Pendahuluan

Internet merupakan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat penting dalam era digital saat ini. Internet menawarkan berbagai manfaat, seperti akses informasi, layanan, pendidikan, kesehatan, hiburan, dan lainnya. Namun, banyak daerah di Indonesia, khususnya di daerah pedesaan, yang masih kekurangan akses internet yang memadai dan berkualitas. Salah satu solusi untuk meningkatkan akses internet di daerah pedesaan adalah dengan penerapan jaringan *Fiber to the Home* (FTTH).

FTTH merupakan layanan yang diberikan kepada pelanggan untuk memenuhi kebutuhan suara, data, dan video (triple play) (Mahjud *et al.*, 2022). FTTH memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jaringan tembaga atau nirkabel, seperti kapasitas bandwidth yang lebih besar, ketahanan terhadap interferensi elektromagnetik, keamanan yang lebih baik, dan biaya operasional yang lebih rendah. Dengan FTTH, masyarakat dapat menikmati akses internet berkualitas tinggi meskipun berada di daerah terpencil. Desa Butuh Kidul, yang terletak di Kecamatan Tenganan, Kabupaten Semarang, merupakan salah satu desa yang membutuhkan jaringan FTTH. Saat ini, desa ini belum memiliki jaringan internet berbasis serat optik, yang menghambat perkembangan ekonomi, sosial, dan budaya masyarakatnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan FTTH di Desa Butuh Kidul menggunakan metode *Passive Optical Network* (PON).

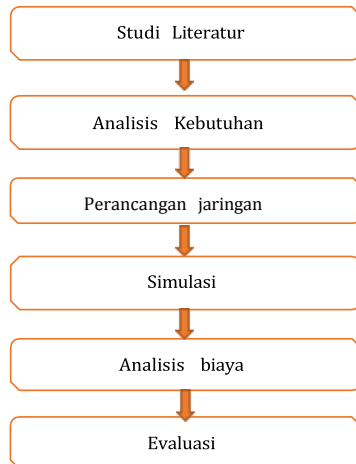
PON adalah arsitektur jaringan serat optik yang menggunakan splitter optik untuk mendistribusikan sinyal cahaya dari satu serat optik ke beberapa pelanggan. PON menawarkan keunggulan seperti efisiensi penggunaan serat optik, skalabilitas tinggi, serta kemudahan dalam instalasi dan pemeliharaan. Dengan meningkatnya kebutuhan akan konektivitas internet yang stabil dan cepat, jaringan FTTH dapat menjadi solusi optimal bagi Desa Butuh Kidul yang saat ini masih terbatas dalam akses internet, seperti tercermin dari ketiadaan penyedia layanan internet (ISP) di wilayah tersebut. Permintaan untuk internet berkecepatan tinggi semakin mendesak, mengingat peran internet dalam meningkatkan pendidikan, ekonomi digital, dan akses layanan informasi bagi masyarakat. Desa Butuh Kidul menghadapi

keterbatasan akses internet yang menghambat perkembangan sosial-ekonomi dan integrasi digital. Hal ini menghalangi warga desa untuk memanfaatkan internet dalam bidang pendidikan, kesehatan, dan ekonomi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk meningkatkan akses internet di Desa Butuh Kidul serta memberikan manfaat bagi masyarakat, pemerintah, dan peneliti. Manfaat bagi masyarakat antara lain adalah peningkatan kualitas hidup, pendidikan, kesehatan, dan pariwisata. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat mendukung program desa digital dan desa mandiri yang sejalan dengan visi peningkatan inklusi digital di Indonesia.

Penelitian ini akan memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang jaringan serat optik yang dapat diterapkan pada wilayah serupa. Rancangan FTTH berbasis arsitektur *Passive Optical Network* (PON) dipilih karena efisiensi dan skalabilitasnya dalam distribusi jaringan serat optik, dengan pemanfaatan splitter untuk membagi sinyal ke beberapa pelanggan. Rancangan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas akses internet, mendukung program digitalisasi desa, dan membuka peluang ekonomi baru bagi warga. Selain itu, desain ini juga dapat menjadi model untuk pengembangan serupa di daerah pedesaan lainnya.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pencarian pustaka atau *Systematic Literature Review* (SLR). Proses dimulai dengan mendefinisikan kata kunci berdasarkan topik penelitian, yang kemudian dicari melalui beberapa database jurnal, di antaranya: Google Cendekia, IEEE, Springer, dan lain-lain. Selanjutnya, artikel-artikel yang ditemukan akan ditelusuri, dikategorikan sesuai dengan subtopik yang akan dibahas, dan disusun untuk dijadikan referensi dalam penelitian ini. Langkah-langkah sistematis dalam penulisan *Systematic Literature Review* (SLR) adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Langkah-langkah sistematis dalam penulisan *Systematic Literature Review* (SLR)

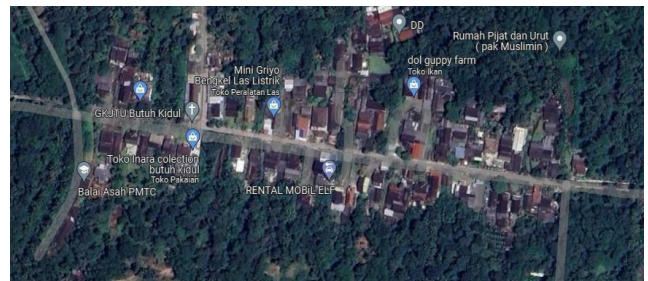
Tahapan pertama adalah melakukan studi literatur untuk memahami arsitektur jaringan FTTH, teknologi yang digunakan seperti *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) atau *Ethernet Passive Optical Network* (EPON), serta manfaat dan tantangan yang dihadapi oleh teknologi ini. Selanjutnya, dilakukan analisis kebutuhan dengan mengadakan survei atau wawancara kepada pemangku kepentingan, seperti penduduk desa dan penyedia layanan internet, untuk memahami harapan dan kebutuhan mereka terhadap jaringan FTTH. Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis kebutuhan, tahap berikutnya adalah perancangan jaringan FTTH.

Dalam tahap ini, dipilih teknologi yang tepat, lokasi *Optical Line Terminal* (OLT) dan *Optical Network Unit* (ONU) ditentukan, serta perhitungan *link budget* dilakukan untuk memastikan desain jaringan yang efisien. Setelah perancangan selesai, dilakukan simulasi jaringan menggunakan perangkat lunak simulasi untuk memvalidasi desain yang telah dibuat, guna mengidentifikasi potensi masalah dan melakukan penyesuaian yang diperlukan sebelum implementasi fisik. Tahap selanjutnya adalah analisis biaya, di mana dilakukan perhitungan untuk memahami biaya yang terlibat dalam implementasi dan operasional jaringan FTTH. Terakhir, setelah implementasi jaringan, dilakukan evaluasi untuk memastikan bahwa jaringan berfungsi sesuai dengan harapan dan memenuhi kebutuhan pengguna.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

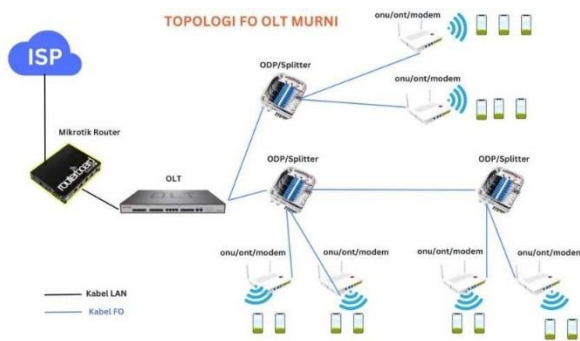
Dusun Butuh Kidul terletak di Kabupaten Semarang, tepatnya di Kecamatan Tengaran, Jawa Tengah. Desa ini dihuni oleh sekitar 100 Kepala Keluarga (KK), dan hingga saat ini, akses internet di desa tersebut masih terbatas. Keterbatasan akses ini mendorong ide untuk membangun jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) di Dusun Butuh Kidul. Di desa ini, belum ada penyedia layanan internet (*Internet Service Provider* atau ISP), dan sistem *Geographic Information System* (GIS), yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengatur, dan menampilkan data geografis (Hajar *et al.*, 2021), tidak menyediakan layanan Wi-Fi bagi masyarakat. Berikut ini adalah topologi Dusun Butuh Kidul yang diambil dari Google Maps, yang menunjukkan kondisi geografis dan distribusi wilayah desa yang akan dijadikan dasar perancangan jaringan FTTH.



Gambar 2. Topologi Dusun Butuh Kidul

Berikut ini adalah topologi yang diusulkan untuk perancangan *Fiber to the Home* (FTTH) di Dusun Butuh Kidul. Topologi jaringan adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa komputer yang dirancang untuk berbagi sumber daya, berkomunikasi, dan mengakses informasi penting di dalamnya (Choirina *et al.*, 2021). Jaringan itu sendiri adalah sebuah sistem yang terdiri dari komputer, perangkat komputer tambahan, dan perangkat jaringan lainnya yang saling terhubung menggunakan media tertentu dengan aturan yang telah ditetapkan. Studi kelayakan dan validasi desain FTTH di Desa Butuh Kidul menunjukkan bahwa kebutuhan internet yang terus meningkat, terutama untuk pendidikan daring (60%) dan UMKM (30%), dapat dipenuhi dengan kapasitas bandwidth total sebesar 1 Gbps. Infrastruktur desa memungkinkan instalasi kabel serat optik dengan jarak menuju backbone terdekat sekitar 5 km, serta

ketersediaan tiang listrik di 70% area desa. Validasi desain melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *OptiSystem* menunjukkan bahwa daya sinyal di *Optical Network Terminal* (ONT) mencapai -22 dBm dan *Bit Error Rate* (BER) sebesar 10^{-9} – 10^{-9} , yang memenuhi standar konektivitas yang andal. Uji lapangan pada 10 rumah menunjukkan hasil throughput sebesar 95%, latency kurang dari 10 ms, jitter di bawah 5 ms, dan packet loss sebesar 0.1%, dengan performa yang stabil selama 7 hari pengujian dalam berbagai kondisi. Evaluasi pengguna awal menunjukkan tingkat kepuasan hingga 90%, dengan rekomendasi untuk menambahkan jalur redundansi guna meningkatkan keandalan jaringan. Desain ini telah siap untuk diimplementasikan dan diharapkan dapat mendukung transformasi digital desa secara optimal.



Gambar 3. Topologi jaringan

Topologi yang digunakan dalam desain *Fiber to the Home* (FTTH) di Desa Butuh Kidul berbasis pada model P2MP (*Point-to-Multipoint*), yang menghubungkan satu klien dengan banyak klien di lokasi yang berbeda. Pengukuran kinerja jaringan dilakukan dengan menguji parameter throughput, *packet loss*, delay, dan *Mean Opinion Score* (MOS), yang diperoleh dengan membandingkan pengalaman pengguna selama video conference dengan beberapa klien lainnya yang terhubung, serta waktu akses yang dibutuhkan (Priska Restu Utami, 2021). Topologi P2MP dipilih karena efisiensinya dalam penggunaan serat optik dan biaya operasional yang lebih rendah, serta lebih sesuai untuk implementasi pada skala desa. Elemen utama dalam topologi ini mencakup kantor pusat (*Central Office*) yang merupakan titik pusat dari mana koneksi serat optik berasal, di mana sinyal internet berkecepatan tinggi diteruskan melalui serat optik. Kabel serat optik (ditandai dengan garis berwarna oranye) kemudian menghubungkan

rumah-rumah dan kantor desa, dengan setiap rumah atau kantor memiliki koneksi serat optik sendiri. Dalam jaringan ini, perangkat splitter berfungsi untuk membagi sinyal optik menjadi beberapa jalur atau menyatukan sinyal menjadi satu jalur, dengan dua jenis splitter yang digunakan, yaitu M-splitters yang memecah sinyal optik untuk menghubungkan lebih banyak rumah, dan N-splitters yang membagi sinyal optik ke lebih banyak rumah serta bangunan komersial atau industri (Zukri, 2022). Medan dan topologi jaringan yang telah ditentukan kemudian diikuti dengan implementasi yang melibatkan sejumlah tahap penting. Perencanaan dan survei lokasi dilakukan untuk analisis kebutuhan bandwidth, pemetaan area layanan, serta identifikasi lokasi strategis untuk penempatan komponen jaringan seperti *Optical Line Terminal* (OLT), *Fiber Distribution Hub* (FDH), dan splitter. Survei lapangan juga dilakukan untuk memahami kondisi geografis dan infrastruktur yang ada, serta menentukan jalur optimal untuk pemasangan kabel serat optik.

Pengadaan peralatan dan material dilakukan dengan memesan peralatan jaringan yang diperlukan, seperti OLT, splitter, *Optical Network Terminal* (ONT), kabel serat optik, dan infrastruktur pendukung lainnya, serta memastikan bahwa semua peralatan dan material yang dipesan memenuhi spesifikasi dan standar kualitas yang ditetapkan. Pembangunan infrastruktur fisik dilakukan dengan pemasangan kabel serat optik melalui jalur yang telah direncanakan, baik melalui ducting bawah tanah maupun melalui tiang listrik. OLT diinstal di pusat data atau lokasi sentral yang telah ditentukan, sementara FDH dan splitter dipasang di lokasi strategis untuk mengoptimalkan distribusi sinyal optik ke rumah-rumah pelanggan. Instalasi dan konfigurasi perangkat jaringan dilakukan dengan menginstal ONT di rumah-rumah pelanggan dan menghubungkannya dengan jaringan serat optik. Konfigurasi perangkat jaringan seperti OLT, FDH, dan ONT juga dilakukan untuk memastikan bahwa semua perangkat terhubung dan berfungsi dengan baik. Pengujian dan validasi dilakukan dengan pengujian koneksi untuk memastikan setiap rumah pelanggan memiliki akses internet dengan kecepatan dan stabilitas yang optimal. Selain itu, validasi kinerja jaringan memastikan bahwa semua parameter kinerja (kecepatan, latensi, throughput) memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Konfigurasi Jaringan

Komponen	Alamat IP	Fungsi Utama	Konfigurasi Penting
ISP	IP Publik (Diberikan oleh ISP)	Sumber koneksi internet utama	Terhubung ke Mikrotik Router
Router	WAN: IP Publik / DHCP LAN: 192.168.1.1/24	Gateway utama ke internet	NAT, Firewall, DHCP untuk LAN IP LAN ke OLT: 192.168.1.1
OLT	192.168.1.2/24	Mengonversi sinyal IP ke sinyal optik	Terhubung ke Mikrotik Router melalui LAN
ODP/Splitter		Membagi sinyal optik dari OLT ke pelanggan	Tidak memerlukan IP (perangkat pasif)
ONU/ONT/Modem	DHCP (Dari Mikrotik Router)	Mengonversi sinyal optik kembali ke sinyal IP	IP lokal diberikan oleh DHCP, misalnya 192.168.1.0.x

Pada perancangan jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) di Desa Butuh Kidul, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi untuk memastikan implementasi yang sukses. Salah satu kendala utama adalah kurangnya tenaga teknis yang terlatih untuk instalasi dan pemeliharaan jaringan FTTH. Solusi untuk tantangan ini adalah dengan mengadakan pelatihan bagi staf lokal agar mereka memiliki keahlian yang dibutuhkan. Jika diperlukan, tenaga ahli dari luar dapat didatangkan untuk mendukung proyek, dan panduan teknis serta dukungan berkelanjutan juga disediakan untuk membantu tim lokal. Selain itu, gangguan lingkungan dan cuaca dapat menjadi kendala lain dalam proyek FTTH. Faktor-faktor seperti cuaca buruk, bencana alam, atau intervensi manusia dapat merusak infrastruktur jaringan. Untuk mengatasi masalah ini, solusi yang dapat diterapkan meliputi penggunaan material berkualitas tinggi yang tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem dan merancang jalur instalasi yang meminimalkan risiko kerusakan. Rencana pemeliharaan dan perbaikan cepat juga perlu disiapkan untuk menghadapi gangguan yang mungkin terjadi. Dalam perancangan jaringan FTTH, kendala lain yang perlu diatasi adalah biaya infrastruktur yang tinggi. Pembangunan jaringan FTTH membutuhkan investasi besar, baik

untuk pengadaan peralatan maupun pembangunan infrastruktur. Untuk mengatasi hal ini, pendanaan dapat dicari dari berbagai sumber seperti pemerintah, investor swasta, atau melalui program subsidi. Pendekatan *phased deployment* atau pembangunan bertahap juga dapat diterapkan agar biaya investasi dapat tersebar dalam beberapa tahap, sehingga lebih terjangkau. Keterbatasan teknis dan sumber daya manusia juga menjadi tantangan, mengingat kurangnya tenaga teknis yang dapat menangani instalasi dan pemeliharaan jaringan FTTH. Untuk itu, pelatihan lebih lanjut bagi tenaga lokal sangat penting. Selain itu, rendahnya kesadaran dan penerimaan masyarakat terhadap teknologi baru seperti FTTH juga menjadi tantangan yang perlu diatasi. Untuk mengatasinya, kampanye edukasi dan sosialisasi mengenai manfaat jaringan FTTH perlu dilakukan agar masyarakat lebih memahami keuntungan dari teknologi ini. Melibatkan tokoh masyarakat dalam proses sosialisasi dapat membantu meningkatkan penerimaan teknologi oleh warga. Kajian *Quality of Service* (QoS) pada jaringan FTTH di Desa Butuh Kidul dilakukan untuk memastikan kualitas layanan yang optimal sesuai dengan kebutuhan pengguna. Parameter utama yang dianalisis meliputi throughput, latency, jitter, dan *packet loss*. Hasil pengujian

menunjukkan rata-rata throughput mencapai 95% dari kapasitas maksimal, yang mendukung aktivitas pengguna seperti streaming video dan telekonferensi tanpa gangguan. Latency tercatat di bawah 10 ms, memenuhi standar untuk aplikasi real-time seperti panggilan video, sementara jitter berada pada kisaran <5 ms, menunjukkan kestabilan dalam transmisi data. *Packet loss* tercatat sebesar 0.1%, sesuai dengan standar ITU-T, yang memastikan pengiriman data yang andal tanpa gangguan signifikan.

Selain itu, parameter tambahan seperti reliabilitas dan MTU (Maximum Transmission Unit) diperiksa untuk memastikan jaringan mampu menangani berbagai jenis trafik dengan tingkat kesalahan minimal. Pengujian juga mencakup evaluasi delay end-to-end, yang berada dalam batas ideal untuk jaringan serat optik. Dengan hasil tersebut, desain jaringan FTTH ini tidak hanya menjamin akses internet berkecepatan tinggi tetapi juga kualitas layanan yang stabil dan andal bagi masyarakat. Rekomendasi dari kajian ini mencakup penambahan sistem monitoring QoS berbasis real-time untuk mendeteksi dan menangani gangguan secara proaktif. Keamanan jaringan dan data menjadi perhatian utama, mengingat FTTH menghubungkan internet langsung ke rumah-rumah pelanggan, sehingga meningkatkan risiko seperti penyadapan data, akses tidak sah, dan serangan siber. Untuk menjaga keamanan jaringan, beberapa langkah perlu diambil, termasuk penerapan protokol enkripsi untuk melindungi data, keamanan fisik pada perangkat jaringan utama, serta penggunaan firewall dan perangkat pemantauan jaringan untuk mendeteksi ancaman siber. Sistem otentikasi berlapis seperti autentikasi dua faktor (2FA) juga diimplementasikan untuk mengamankan akses ke perangkat utama jaringan, sehingga jaringan FTTH aman dari potensi ancaman.

Pembahasan

Pembangunan jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) di Desa Butuh Kidul menghadapi beberapa tantangan yang harus diatasi agar implementasi berjalan sukses. Salah satu hambatan utama adalah kurangnya tenaga teknis yang terlatih dalam instalasi dan pemeliharaan jaringan FTTH. Solusi untuk masalah ini adalah dengan memberikan pelatihan kepada staf lokal agar mereka memiliki keterampilan yang diperlukan. Apabila dibutuhkan, ahli dari luar dapat diundang

untuk membantu selama tahap awal implementasi dan memberikan dukungan teknis lanjutan. Selain itu, penyediaan panduan teknis serta dukungan berkelanjutan akan memastikan agar staf lokal mampu menjaga dan memelihara jaringan dengan baik (Choirina *et al.*, 2021). Masalah lain yang muncul terkait gangguan lingkungan dan cuaca. Faktor-faktor seperti cuaca buruk, bencana alam, atau intervensi manusia dapat merusak infrastruktur jaringan. Untuk mengatasi hal ini, material berkualitas tinggi yang tahan terhadap kondisi ekstrem perlu digunakan. Merancang jalur instalasi yang minim risiko kerusakan juga menjadi langkah penting. Selain itu, penting untuk memiliki rencana perawatan yang cepat dan efisien guna mengatasi gangguan yang mungkin terjadi (Zukri, 2022). Biaya tinggi untuk membangun infrastruktur FTTH juga menjadi tantangan utama. Pembangunan jaringan serat optik membutuhkan investasi yang besar, baik untuk pengadaan perangkat keras maupun pembangunan fisik infrastruktur. Untuk menanggulangi biaya ini, dana bisa dicari dari berbagai sumber, seperti pemerintah, sektor swasta, atau melalui program subsidi. Penerapan pembangunan bertahap (*phased deployment*) dapat membantu menyebarkan biaya dalam beberapa fase, sehingga meringankan beban biaya awal (Mahjud *et al.*, 2022).

Selain itu, keterbatasan teknis dan sumber daya manusia turut mempengaruhi kelancaran implementasi jaringan FTTH. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan pelatihan intensif kepada tenaga lokal agar mereka dapat menangani instalasi dan pemeliharaan jaringan secara mandiri. Dengan pelatihan yang tepat, ketergantungan pada tenaga ahli eksternal dapat dikurangi, sehingga meningkatkan kemandirian dalam pengelolaan jaringan (Muliandhi *et al.*, 2020). Masalah lain yang dihadapi adalah rendahnya kesadaran masyarakat terhadap teknologi baru seperti FTTH. Beberapa warga mungkin belum memahami manfaat dari jaringan berkecepatan tinggi. Untuk meningkatkan pemahaman masyarakat, perlu dilakukan kampanye edukasi yang menjelaskan bagaimana jaringan FTTH dapat membawa manfaat dalam meningkatkan kualitas hidup, terutama di sektor pendidikan dan kesehatan. Melibatkan tokoh masyarakat dalam kampanye ini dapat mempercepat adopsi teknologi FTTH di kalangan warga desa (Priska Restu Utami, 2021).

Pengujian *Quality of Service* (QoS) yang dilakukan pada jaringan FTTH di Desa Butuh Kidul menunjukkan bahwa jaringan mampu memberikan kinerja yang baik. Rata-rata throughput mencapai 95% dari kapasitas maksimal, yang mendukung aktivitas seperti streaming video dan telekonferensi tanpa gangguan. Latency yang tercatat di bawah 10 ms dan jitter yang rendah (<5 ms) memastikan transmisi data yang stabil, sehingga aplikasi real-time seperti panggilan video dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, *packet loss* yang tercatat sebesar 0.1% menunjukkan bahwa pengiriman data dilakukan dengan andal dan tanpa gangguan yang signifikan. Parameter tambahan, seperti reliabilitas dan *Maximum Transmission Unit* (MTU), juga menunjukkan bahwa jaringan ini dapat menangani berbagai jenis trafik dengan tingkat kesalahan minimal. Namun, untuk menjaga kinerja yang optimal dalam jangka panjang, disarankan untuk menambahkan sistem monitoring QoS berbasis real-time. Sistem ini dapat mendeteksi dan menangani gangguan lebih cepat, mencegah masalah besar yang dapat mempengaruhi kelancaran jaringan di masa depan. Keamanan jaringan juga merupakan isu penting, mengingat jaringan FTTH menghubungkan langsung rumah-rumah pelanggan ke internet, yang meningkatkan risiko ancaman siber. Untuk itu, penerapan protokol enkripsi sangat diperlukan untuk melindungi data pengguna. Selain itu, perangkat pemantauan jaringan dan firewall harus digunakan untuk mendeteksi dan mencegah potensi ancaman siber. Penggunaan autentikasi dua faktor (2FA) untuk mengamankan akses ke perangkat utama jaringan juga sangat dianjurkan (Hajar *et al.*, 2021).

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa desain jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) di Desa Butuh Kidul merupakan solusi efektif untuk menyediakan akses internet berkualitas tinggi bagi masyarakat desa. Studi kelayakan menunjukkan adanya kebutuhan internet yang besar, terutama untuk pendidikan daring dan UMKM, serta adanya potensi infrastruktur yang memungkinkan instalasi serat optik. Validasi desain melalui simulasi dan pengujian lapangan menunjukkan kinerja jaringan yang stabil, dengan throughput rata-rata mencapai 95%, latency di bawah

10 ms, jitter kurang dari 5 ms, dan packet loss sebesar 0.1%. Kajian *Quality of Service* (QoS) lebih lanjut memastikan bahwa layanan dapat mendukung berbagai kebutuhan pengguna, termasuk aplikasi real-time dan aktivitas yang membutuhkan data besar. Aspek keamanan menjadi fokus utama dalam desain ini. Untuk melindungi data pengguna, protokol enkripsi diterapkan, dan perangkat jaringan dilengkapi dengan *firewall* serta sistem pemantauan untuk mendeteksi ancaman siber secara proaktif. Selain itu, penggunaan autentikasi dua faktor (*two-factor authentication* atau 2FA) diusulkan untuk meningkatkan keamanan akses ke perangkat utama jaringan. Dengan rekomendasi seperti penambahan jalur redundansi, sistem pemantauan QoS berbasis real-time, dan penguatan langkah-langkah keamanan, desain FTTH ini tidak hanya akan mendukung digitalisasi desa, tetapi juga memastikan kualitas layanan yang aman dan stabil, sambil meningkatkan kualitas hidup, ekonomi, dan keterhubungan sosial masyarakat.

5. Daftar Pustaka

- ALFARIZI, M. I. (2022). *ANALISA PERENCANAAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PADA DESA MEDANI KECAMATAN TEGOWANU DENGAN METODE POWER LINK BUDGET DAN RISE TIME BUDGET MENGGUNAKAN SOFTWARE OPTISYSTEM* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- Choirina, P., Huda, M. M., Jannah, U. M., Utama, S., & Pradani, E. R. K. (2021). Pelatihan Topologi Jaringan Menggunakan Cisco Packet Tracer untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa Politeknik Angkatan Darat Malang. *Mitra Mahajana: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 117-123.
<https://doi.org/10.37478/mahajana.v2i2.848>.
- Hajar, A., Nabawi, I., Kartikawati, L., Yudana, F. R., Budi, S., & Prasetyantara, N. (2021). Pengolahan data spasial-geolocation untuk menghitung jarak 2 titik. *Creative Information Technology Journal*, 8(1), 32-42.
<https://doi.org/10.24076/citec.2021v8i1.265>.

- Irsal, M., & Saragih, Y. (2023). perancangan jaringan fiber to the home (FTTH) menggunakan aplikasi google earth pro. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE)*, 5(1), 49-57.
- Mahjud, I., Nirwana, H., Andhika, A., Mimsyad, M., Litha, A., Yuniarti, Y., & Halide, L. (2022). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Makassar di Desa Bontomanai Bulukumba. *Jurnal Teknologi Elekerika*, 19(2), 123-129.
<https://doi.org/10.31963/elekerika.v6i2.3803>.
- Mahjud, I., Nirwana, H., Andhika, A., Mimsyad, M., Litha, A., Yuniarti, Y., & Halide, L. (2022). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Makassar di Desa Bontomanai Bulukumba. *Jurnal Teknologi Elekerika*, 19(2), 123-129.
<https://doi.org/10.31963/elekerika.v6i2.380>.
- Muliandhi, P., Faradiba, E. H., & Nugroho, B. A. (2020). Analisa Konfigurasi Jaringan FTTH dengan Perangkat OLT Mini untuk Layanan Indihome di PT. Telkom Akses Witel Semarang. *Elektrika*, 12(1), 7-14.
<https://doi.org/10.26623/elektrika.v12i1.1977>.
- Prayoga, W. M., & Sani, A. (2023). PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON). *EBID: Ekonomi Bisnis Digital*, 1(2), 179-188.
- Ridho, C. S., A'isyah Nur Aulia Yusuf, S., Andra, D. N. S. S., & Apriono, C. (2020). Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban. *J. Nas. Tek. Elektro*, 3.
- Setiyanto, D., & Voutama, A. (2023). PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR FIBER TO THE HOME OLEH PT IKHLAS CIPTA TEKNOLOGI DI KAWASAN DESA JATIRANGGON. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 25(2), 131-142.
<https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v25i2.2382>.
- Supriatin, A., Fitri, I., & Ningsih, S. (2021). Sistem Informasi Persebaran ODP (Optical Distribution Point) Telkom Pemalang Berbasis WebGIS dengan Leaflet. *SMATIKA JURNAL: STIKI Informatika Jurnal*, 11(01), 1-7.
<https://doi.org/10.32664/smatika.v11i02.53>.
- Susilo, J., Hafidudin, H., & Latif, M. Y. (2018). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Di Desa Pedan Telkom Klaten Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Untuk Layanan Triple Play. *EProceedings of Applied Science*, 4(3).
- Utami, P. R. (2021). Analisis Performa Aplikasi Video Conference Pada Sistem Point To Multipoint Jaringan Wireless. *Ug Journal*, 14(12).
- Wadly, F., & Fitriani, W. (2023). Perancangan Jalur FTTH (Fiber to the Home) di Desa Kota Pari Menggunakan Aplikasi SmallWord. *Resolusi: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi*, 3(4), 137-143.
<https://doi.org/10.30865/resolusi.v3i4.748>.
- Zukri, I. M. (2022). ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PASSIVE SPLITTER PADA OPTICAL DISTRIBUTION POINT (ODP) TERHADAP KINERJA JARINGAN DI RUMAH PELANGGAN. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 18(1), 32-37.
<https://doi.org/10.30630/jipr.18.1.249>.