



Optimalisasi dan Evaluasi Jaringan Fiber Optik di Permukiman Desa

Ando Mulia Agung Hutabarat¹, Alex Wijaya²,
Timur Dali Purwanto³

¹Informatics Departement , Bina Darma University, Palembang, Indonesia

Email: ¹andomahutabarat@gmail.com, ²alex_wj@binadarma.ac.id,

³timur.dali.purwanto@binadarma.ac.id

Abstract

The rapid advancement of information and communication technology has significantly influenced business activities, particularly in rural areas. However, Desa Tanah Abang Utara remains categorized as a blank spot, where mobile communication services such as Global System for Mobile Communications (GSM) and other providers are not optimally available. This condition hampers internet access, limiting local businesses in utilizing digital platforms for marketing and sales. This study aims to implement a fiber optic (FO) network in Desa Tanah Abang Utara as a solution to improve internet connectivity. The research employs the Action Research method, which consists of five stages: diagnosing, action planning, action taking, evaluating, and learning. The installation process involves configuring routers, VLAN settings on switches, FO cable installation, and Optical Line Terminal (OLT) deployment. Network performance is evaluated using Wireshark software to measure key parameters such as throughput, latency, and packet loss. The results show that the implemented FO network significantly enhances internet access reliability, providing a stable and high-speed connection for the community. This improvement enables local businesses to leverage digital platforms for business expansion and enhances overall socio-economic development. The study highlights the importance of fiber optic networks in overcoming digital disparities in rural areas and serves as a reference for policymakers in developing telecommunications infrastructure in underserved regions.

Keywords: *Fiber Optic Network, Internet Connectivity, Rural Telecommunications, Digital Infrastructure, Action Research, Network Performance Evaluation*

1. PENDAHULUAN

Desa Tanah Abang Utara merupakan salah satu desa di Kecamatan Tanah Abang, Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir, Provinsi Sumatera Selatan.



Masyarakat desa ini memiliki beragam mata pencaharian, mulai dari bertani hingga menjalankan usaha di berbagai sektor seperti perdagangan sembako, toko pakaian, toko perabotan, toko pertanian, serta usaha kuliner. Dalam era digital, keberadaan internet menjadi faktor penting dalam mendukung aktivitas ekonomi masyarakat, terutama dalam hal pemasaran, komunikasi bisnis, dan akses informasi. Namun, keterbatasan infrastruktur telekomunikasi di daerah ini menjadi hambatan utama dalam pemanfaatan teknologi digital secara optimal [1].

Saat ini, Desa Tanah Abang Utara masih tergolong sebagai blank spot, di mana layanan komunikasi seluler seperti Global System for Mobile Communications (GSM) maupun provider lainnya tidak tersedia secara optimal. Ketiadaan jaringan telekomunikasi yang stabil menyebabkan masyarakat mengalami kesulitan dalam mengakses internet, yang berdampak langsung pada sektor ekonomi dan sosial. Tanpa akses internet yang memadai, pelaku usaha di desa ini tidak dapat memanfaatkan platform digital untuk pemasaran dan distribusi produk, sehingga daya saing mereka menjadi lebih rendah dibandingkan dengan pelaku usaha di daerah yang memiliki konektivitas lebih baik [2], [3].

Meskipun berbagai daerah telah mendapatkan pengembangan infrastruktur telekomunikasi melalui program ekspansi jaringan, fokus utama pengembangan masih lebih banyak ditujukan pada wilayah perkotaan dan daerah dengan potensi ekonomi tinggi. Hal ini menyebabkan adanya kesenjangan digital (digital divide) antara daerah perkotaan dan perdesaan, di mana masyarakat desa seperti di Tanah Abang Utara masih tertinggal dalam pemanfaatan teknologi komunikasi [4]. Beberapa penelitian sebelumnya telah menyoroti pentingnya konektivitas internet untuk peningkatan kesejahteraan ekonomi di daerah terpencil, namun solusi spesifik yang diterapkan di daerah dengan keterbatasan infrastruktur seperti ini masih sangat terbatas [5], [6].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pengembangan infrastruktur jaringan berbasis kabel menggunakan teknologi fiber optic (FO). Teknologi ini menawarkan kecepatan transmisi yang tinggi, latensi rendah, serta stabilitas jaringan yang lebih baik dibandingkan jaringan nirkabel. FO juga mampu menjangkau daerah dengan kondisi geografis yang menantang, menjadikannya solusi yang lebih efektif dibandingkan teknologi berbasis frekuensi radio atau satelit yang rentan terhadap gangguan sinyal [7].

Meskipun demikian, implementasi jaringan FO di daerah perdesaan masih menghadapi tantangan, seperti keterbatasan sumber daya dan kurangnya penelitian mengenai efektivitas implementasinya di daerah dengan infrastruktur yang minim [8].

Berdasarkan permasalahan dan gap penelitian yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan jaringan fiber optic di Desa Tanah Abang Utara sebagai solusi untuk meningkatkan akses internet yang cepat dan stabil. Dengan menggunakan metode Action Research, penelitian ini akan mengevaluasi efektivitas jaringan fiber optic dalam menyediakan konektivitas digital bagi masyarakat, mendukung pertumbuhan bisnis lokal, serta membuka peluang bagi pengembangan ekonomi berbasis digital. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah daerah dan pemangku kebijakan dalam merancang strategi pengembangan infrastruktur telekomunikasi yang lebih inklusif, terutama di wilayah blank spot lainnya.

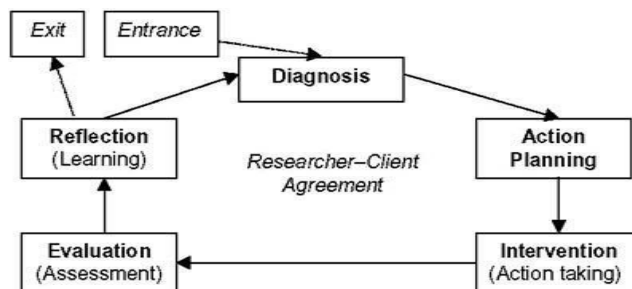
2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian tindakan atau *Action Research*. *Action Research* merupakan metode yang memungkinkan peneliti untuk menginterpretasikan dan mendeskripsikan suatu situasi secara bersamaan dengan melakukan perubahan (*intervensi*) guna mencapai perbaikan atau peningkatan partisipasi [9]. Metode ini sering diterapkan dalam penelitian yang berorientasi pada pemecahan masalah secara langsung melalui siklus perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi.

Penelitian ini terdiri dari lima tahapan utama, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 [10]. Tahap pertama adalah *Diagnosing*, yaitu proses identifikasi kebutuhan instalasi jaringan fiber optic di lapangan. Pada tahap ini, dilakukan survei untuk menilai kondisi eksisting jaringan telekomunikasi serta mengidentifikasi tantangan teknis dan lingkungan yang dapat mempengaruhi implementasi jaringan fiber optic. Setelah kebutuhan jaringan teridentifikasi, tahap berikutnya adalah *Action Planning*, yang bertujuan untuk merancang strategi implementasi jaringan. Perencanaan ini mencakup penentuan langkah-langkah pemasangan, pemilihan perangkat yang akan digunakan seperti router, switch, kabel fiber optic, dan Optical Line Terminal (OLT), serta perancangan topologi jaringan yang akan diterapkan.

Tahap ketiga adalah *Action Taking*, di mana rencana yang telah disusun mulai diimplementasikan. Proses ini mencakup konfigurasi router dan pengaturan VLAN ID pada switch, instalasi kabel jaringan fiber optic dari ruang server ke rumah-rumah pengguna, pemasangan perangkat Optical Line Terminal (OLT), serta konfigurasi *Access Point* pada sisi pengguna untuk mendistribusikan konektivitas jaringan. Setelah implementasi jaringan selesai, dilakukan tahap *Evaluating*, di mana kualitas jaringan yang telah dibangun dievaluasi menggunakan perangkat lunak analisis seperti Wireshark. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai parameter kinerja jaringan, seperti throughput, latensi, dan packet loss, guna memastikan apakah sistem telah beroperasi sesuai dengan harapan atau masih memerlukan perbaikan [11].

Tahap terakhir adalah *Learning*, yang berfungsi sebagai refleksi dan pembelajaran dari seluruh proses yang telah dilakukan. Hasil evaluasi dianalisis untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari sistem yang telah diterapkan. Tahap ini juga menjadi dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya, baik dalam hal optimasi konfigurasi jaringan maupun penerapan teknologi tambahan untuk meningkatkan performa jaringan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan solusi jangka pendek tetapi juga menawarkan wawasan bagi pengembangan infrastruktur jaringan di wilayah blank spot lainnya [12].



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan learning merupakan tahapan akhir pada penelitian ini, tahapan ini dilakukan setelah evaluasi dan dijadikan sebagai media pembelajaran baik untuk peneliti maupun untuk pengembangan pengembangan penelitian kedepannya.

3.1. Analisis Kelayakan

Perhitungan Link Power Budget digunakan untuk menentukan batas redaman total yang diizinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standar ITU-T G.984 serta peraturan yang diterapkan oleh PT. Lintas Global, yang menetapkan bahwa jarak tidak boleh lebih dari 20 km dan redaman total tidak boleh melebihi 28 dB atau Pr -28 dBm. Dengan mempertimbangkan batasan ini, dilakukan perhitungan power link budget pada beberapa VLAN untuk memastikan bahwa jaringan yang dibangun memenuhi standar yang telah ditentukan.

Tabel 1. Link VLAN10

Parameter	Keterangan
Panjang Kabel	0,4064 km
Redaman Kabel	7,02 dB
Jumlah sambungan	8
Redaman Penyambungan	0,1 dB

Pada Tabel 1, diperlihatkan hasil perhitungan power link budget untuk link VLAN10. Link ini memiliki panjang kabel sebesar 0,4064 km dengan redaman kabel sebesar 7,02 dB. Selain itu, terdapat 8 sambungan dengan redaman penyambungan sebesar 0,1 dB per sambungan dan 8 konektor dengan redaman konektor sebesar 0,2 dB per konektor. Berdasarkan parameter tersebut, redaman total yang diperoleh dihitung menggunakan Persamaan 1

$$\text{atot} = L.\text{aserat} + N_c . \text{ac} + N_s. \text{as} + aSp \tag{1}$$

$$\begin{aligned} &= (0,4064 \times 7,02) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 2,85 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\ &= 15,62 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 2. Link VLAN20

Parameter	Keterangan
Panjang Kabel	0,4305 km
Redaman Kabel	5,89 dB
Jumlah sambungan	8
Redaman Penyambungan	0,1 dB 8 buah 0,2 dB
Jumlah konektor	15,31 dB
Redaman konektor	
Redaman total	

Pada Tabel 2, ditunjukkan hasil perhitungan power link budget untuk link VLAN20. Link ini memiliki panjang kabel sebesar 0,4305 km dengan redaman kabel sebesar 5,89 dB. Seperti pada link VLAN10, terdapat 8 sambungan dengan redaman penyambungan sebesar 0,1 dB per sambungan dan 8 konektor dengan redaman konektor sebesar 0,2 dB per konektor. Perhitungan redaman total berdasarkan Persamaan 1 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= (0,4305 \times 5,89) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 2,53 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\ &= 15,31 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 3. Link VLAN30

Parameter	Keterangan
Panjang Kabel	0,4489 km
Redaman Kabel	5,89 dB
Jumlah sambungan	8
Redaman Penyambungan	0,1 dB 8 buah 0,2 dB
Jumlah konektor	16,69 dB
Redaman konektor	
Redaman total	

Pada Tabel 3, ditampilkan hasil perhitungan power link budget untuk link VLAN30. Link ini memiliki panjang kabel sebesar 0,4489 km dengan redaman kabel sebesar 8,73 dB. Terdapat 8 sambungan dengan redaman

penyambungan sebesar 0,1 dB per sambungan dan 8 konektor dengan redaman konektor sebesar 0,2 dB per konektor. Berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan 1, redaman total yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= (0,4489 \times 8,73) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 3,91 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\ &= 16,69 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 4. Link VLAN40

Parameter	Keterangan
Panjang Kabel	0,3064 km
Redaman Kabel	7,02 dB
Jumlah sambungan	8
Redaman Penyambungan	0,1 dB 8 buah 0,2 dB
Jumlah konektor	14,93 dB
Redaman konektor	
Redaman total	

Pada Tabel 4, diperlihatkan hasil perhitungan power link budget untuk link VLAN40. Link ini memiliki panjang kabel sebesar 0,3064 km dengan redaman kabel sebesar 7,02 dB. Seperti pada link lainnya, terdapat 8 sambungan dengan redaman penyambungan sebesar 0,1 dB per sambungan dan 8 konektor dengan redaman konektor sebesar 0,2 dB per konektor. Berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan 1, redaman total yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned} &= (0,3064 \times 7,02) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 2,15 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\ &= 14,93 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan pada keempat VLAN tersebut, terlihat bahwa nilai power link budget pada jaringan FTTH yang telah dibangun memenuhi standar ITU-T. Semua redaman total yang dihitung berada di bawah batas

maksimum yang ditetapkan oleh PT. Telkom, yaitu 28 dB. Dengan demikian, jaringan FTTH yang menggunakan teknologi GPON ini layak digunakan untuk layanan komunikasi data, mengingat redaman totalnya masih dalam ambang batas yang diizinkan.

3.2 Pengukuran QoS

Untuk mengevaluasi performa jaringan yang telah dibangun, dilakukan pengukuran Quality of Service (QoS) dengan melihat parameter throughput, delay, dan packet loss pada setiap VLAN yang didistribusikan ke pelanggan. Pengukuran ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Wireshark yang mampu menganalisis lalu lintas data serta memberikan gambaran tentang kualitas jaringan.

Pada Tabel 5, ditampilkan hasil pengukuran QoS untuk masing-masing VLAN. Throughput yang diperoleh pada VLAN10 adalah 5.398 Kbps, VLAN20 sebesar 4.698 Kbps, VLAN30 sebesar 5.222 Kbps, dan VLAN40 sebesar 1.896 Kbps. Delay yang dihasilkan pada semua VLAN adalah 0,001 ms, yang menunjukkan bahwa latensi jaringan sangat rendah. Selain itu, tidak ditemukan packet loss pada keempat VLAN, yang menandakan bahwa tidak ada kehilangan data selama transmisi.

Tabel 5. Hasil pengukuran QoS vlan10.

User	Throughput (Kbps)	Delay (ms)	Packet Loss
Vlan 10	5.398	0,001	0 %
Vlan 20	4.698 5.222	0,001	0 %
Vlan 30	1.896	0,001	0 %
Vlan 40		0,001	0%

Pengambilan data dilakukan dalam empat sesi saat klien mengakses aplikasi internet dan video secara bersamaan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jaringan FTTH yang telah dibangun memiliki performa yang sangat baik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai delay yang sangat kecil, throughput yang cukup tinggi, serta tidak adanya packet loss. Dengan demikian, layanan pada sisi pengguna dapat dikategorikan sebagai berkualitas baik dan dapat digunakan secara optimal untuk berbagai aplikasi komunikasi data, termasuk streaming video dan akses internet berkecepatan tinggi.

Dari keseluruhan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa jaringan FTTH berbasis teknologi GPON yang telah dibangun memiliki redaman total yang masih dalam batas yang ditetapkan serta kualitas layanan yang sangat baik berdasarkan pengukuran QoS. Oleh karena itu, jaringan ini siap digunakan untuk mendukung kebutuhan komunikasi data bagi pelanggan dengan tingkat keandalan yang tinggi.

3.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan Link Power Budget, jaringan FTTH yang telah dibangun memenuhi standar yang ditetapkan oleh ITU-T G.984 dan peraturan PT. Lintas Global. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa redaman total pada setiap VLAN berada di bawah batas maksimum 28 dB yang ditetapkan oleh PT. Telkom. Nilai redaman tertinggi ditemukan pada VLAN30 dengan 16,69 dB, sedangkan nilai redaman terendah terdapat pada VLAN40 dengan 14,93 dB. Hal ini mengindikasikan bahwa seluruh jaringan yang diuji memiliki performa transmisi optik yang baik, dengan redaman total yang masih dalam batas aman untuk menjaga kualitas sinyal pada sisi penerima.

Metode perhitungan yang digunakan mempertimbangkan beberapa faktor utama, seperti panjang kabel, redaman kabel, jumlah sambungan, redaman penyambungan, jumlah konektor, dan redaman konektor. Berdasarkan hasil perhitungan, dapat dilihat bahwa panjang kabel dan redaman kabel memiliki pengaruh signifikan terhadap total redaman. Sebagai contoh, VLAN30 memiliki panjang kabel terbesar (0,4489 km) dan redaman kabel tertinggi (8,73 dB), sehingga menghasilkan redaman total yang lebih tinggi dibandingkan VLAN lainnya. Oleh karena itu, dalam desain jaringan FTTH, pemilihan kabel optik dengan redaman serendah mungkin menjadi faktor penting untuk meminimalkan kehilangan daya sinyal.

Selain perhitungan Link Power Budget, evaluasi kualitas jaringan juga dilakukan melalui pengukuran QoS yang mencakup parameter throughput, delay, dan packet loss. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa throughput pada VLAN10, VLAN20, dan VLAN30 cukup tinggi, yaitu di atas 4.500 Kbps, sedangkan VLAN40 memiliki throughput yang lebih rendah, yaitu 1.896 Kbps. Meskipun terdapat variasi throughput antar-VLAN, nilai delay yang diperoleh tetap sangat kecil, yaitu 0,001 ms untuk semua VLAN. Selain itu, tidak ditemukan packet loss pada seluruh VLAN, yang menandakan bahwa tidak ada kehilangan data selama transmisi.

Hasil pengukuran QoS ini menunjukkan bahwa jaringan FTTH yang telah dibangun memiliki kinerja yang sangat baik. Delay yang rendah dan tidak adanya packet loss menandakan bahwa jaringan ini mampu memberikan layanan komunikasi yang stabil dan berkualitas tinggi kepada pengguna. Meskipun terdapat perbedaan throughput antar-VLAN, nilai yang diperoleh masih berada dalam rentang yang layak untuk mendukung berbagai aplikasi komunikasi data, termasuk akses internet dan layanan streaming video. Dengan demikian, jaringan FTTH berbasis teknologi GPON ini dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan tingkat keandalan yang tinggi.

Sebagai tahap akhir, tahapan learning dilakukan sebagai bagian dari evaluasi dan pengembangan penelitian ke depan. Proses ini memberikan wawasan bagi peneliti dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi performa jaringan serta membantu dalam perancangan sistem FTTH yang lebih efisien di masa mendatang. Dengan hasil yang telah diperoleh, penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut, seperti optimalisasi konfigurasi jaringan atau eksplorasi teknologi transmisi optik dengan efisiensi lebih tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi jaringan fiber optic di Desa Tanah Abang Utara terbukti menjadi solusi efektif dalam mengatasi keterbatasan akses komunikasi akibat blank sinyal. Penggunaan fiber optic memberikan konektivitas internet yang cepat dan handal, sehingga mendukung aktivitas bisnis masyarakat, termasuk perdagangan sembako, toko pakaian, kuliner, dan sektor lainnya. Dengan adanya jaringan ini, pelaku usaha di desa dapat memanfaatkan internet secara optimal untuk pemasaran, penjualan, dan pelayanan pelanggan tanpa terbatas oleh hambatan geografis. Selain itu, kemajuan infrastruktur telekomunikasi ini sejalan dengan perkembangan teknologi digital yang semakin pesat, memungkinkan masyarakat desa untuk lebih mudah mengakses informasi yang relevan guna meningkatkan daya saing usaha mereka. Implementasi ini diharapkan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi lokal serta membuka peluang bisnis baru yang lebih luas melalui pemanfaatan teknologi internet.

REFERENSI

- [1] O. W. Purbo and R. Whisnu, *Teknologi Internet dan Bisnis Digital*. Bandung, Indonesia: Penerbit Informatika, 2021.
- [2] P. Kotler, H. Kartajaya, and I. Setiawan, *Marketing 4.0: Moving from Traditional to Digital*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020.
- [3] Ministry of Communication and Informatics (Kominfo), "Pembangunan Infrastruktur Telekomunikasi untuk Wilayah 3T," 2023.
- [4] World Economic Forum, "The Digital Divide and Its Impact on Rural Communities," 2022.
- [5] World Bank, "Expanding Broadband Access in Rural Areas: Challenges and Opportunities," 2022.
- [6] Cisco, "Bridging the Connectivity Gap: The Role of Fiber Optic Networks," 2022.
- [7] International Telecommunication Union (ITU), "Fiber-optic broadband networks: A key driver for digital inclusion," 2021.
- [8] GSMA, "Mobile and Fixed Broadband Infrastructure in Developing Regions," 2023.
- [9] R. Baskerville and A. T. Wood-Harper, "A critical perspective on action research as a method for information systems research," *Journal of Information Technology*, vol. 11, no. 3, pp. 235-246, 1996.
- [10] S. Kemmis and R. McTaggart, *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research*, 4th ed. Singapore: Springer, 2014.
- [11] A. Singh and R. Jain, "Network Performance Evaluation using Wireshark," *International Journal of Computer Applications*, vol. 97, no. 18, pp. 1-6, 2014.
- [12] T. D. Wilson, "Action research and technology implementation: Learning from organizational change," *Information Research*, vol. 13, no. 4, 2008.