

Rancang Bangun Infrastruktur Jaringan Internet RT/RW Net Berbasis Fiber Optik FTTH di PT. Lintas Jaringan Nusantara Subnet Banyuasin

Hamoko ^{1a*}, Sri Wantoro ^{2b}, Dedi Arbain ^{3c}

^{abc}Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi. Institut Teknologi Dan Bisnis Mesuji. Jl. Semar No.05, Sinar Laga, Kec. Tj. Raya, Kabupaten Mesuji, Lampung 34598
Telepon: 0822-7939-0301

^abangharmoko@gmail.com

^bsri.wantoro@itb-mesuji.ac.id

^cdedyarbain@gmail.com

Abstrak

Keterbatasan infrastruktur broadband pada wilayah permukiman mendorong perlunya solusi jaringan internet komunitas yang andal dan terjangkau. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengevaluasi infrastruktur jaringan RT/RW Net berbasis Fiber To The Home (FTTH) menggunakan arsitektur *Passive Optical Network (PON)* dengan integrasi MikroTik RouterOS sebagai sistem manajemen jaringan. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan jaringan, implementasi, serta pengujian teknis. Jaringan dirancang menggunakan topologi tree dengan konfigurasi splitter bertingkat 1:2, 1:4, dan 1:16. Hasil analisis link budget pada lintasan terjauh menunjukkan total redaman jaringan sebesar 31,05 dB dengan daya terima pada sisi *Optical Network Terminal (ONT)* sebesar -22,05 dBm, yang masih berada dalam rentang sensitivitas standar FTTH berdasarkan rekomendasi ITU-T G.984. Margin daya optik sebesar 4 dB menunjukkan bahwa jaringan memiliki cadangan daya yang memadai untuk mendukung keandalan operasional jangka panjang. Implementasi autentikasi PPPoE dan manajemen bandwidth pada MikroTik RouterOS mampu mengelola akses pengguna secara terpusat dan menjaga kestabilan layanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan jaringan FTTH berbasis PON yang diusulkan layak diterapkan sebagai model jaringan internet komunitas yang efisien, stabil, dan berkelanjutan.

Kata Kunci : FTTH, RT/RW Net, Passive Optical Network, Link Budget, Mikrotik RouterOS

Abstract

Limited broadband infrastructure in residential areas necessitates reliable and affordable community-based internet solutions. This study aims to design and evaluate a community RT/RW Net infrastructure based on Fiber To The Home (FTTH) using a Passive Optical Network (PON) architecture integrated with MikroTik RouterOS as a network management system. The research employs an applied research method with a quantitative approach, consisting of network requirement analysis, network design, implementation, and technical testing. The network is designed using a tree topology with multi-stage splitter configurations of 1:2, 1:4, and 1:16. The link budget analysis of the farthest transmission path shows a total network attenuation of 31.05 dB, with a received optical power of -22.05 dBm at the Optical Network Terminal (ONT), which remains within the standard FTTH receiver sensitivity range based on ITU-T G.984 recommendations. An optical power margin of 4 dB indicates that the network has sufficient power reserve to support long-term operational reliability. The implementation of PPPoE authentication and bandwidth management using MikroTik RouterOS enables centralized user access control and maintains service stability. The results demonstrate that the proposed FTTH-based PON network design is technically feasible and suitable as an efficient, stable, and sustainable community internet network model.

Keywords : FTTH, RT/RW Net, Passive Optical Network, Link Budget, Mikrotik RouterOS

1. PENDAHULUAN

Internet telah menjadi infrastruktur strategis dalam mendukung berbagai aktivitas masyarakat, termasuk pendidikan, ekonomi, pemerintahan, dan sosial. Perkembangan teknologi informasi yang pesat menuntut

ketersediaan akses internet yang cepat, stabil, dan berkelanjutan agar transformasi digital dapat berjalan secara optimal (Sofana, 2013). Peningkatan kebutuhan layanan digital seperti *video streaming*, komputasi awan, dan *Internet of Things (IoT)* menuntut infrastruktur jaringan akses dengan kapasitas besar, latensi rendah, dan

tingkat keandalan tinggi. Teknologi serat optik dinilai paling mampu memenuhi kebutuhan tersebut karena memiliki bandwidth yang besar, redaman rendah, serta tahan terhadap *interferensi elektromagnetik* (Gerd Keiser, 2021). Namun demikian, pemerataan infrastruktur jaringan internet di Indonesia masih menghadapi tantangan, khususnya pada tingkat permukiman dan komunitas, yang belum sepenuhnya terjangkau oleh penyedia layanan internet berskala besar.

Kondisi ketimpangan akses internet di wilayah permukiman juga ditegaskan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia yang menyatakan bahwa keterbatasan infrastruktur jaringan *last-mile* masih menjadi kendala utama dalam pemerataan layanan broadband nasional, khususnya pada daerah non-perkotaan dan komunitas lokal (Kementerian Kominfo RI, 2020). Oleh karena itu, diperlukan model pembangunan jaringan akses yang fleksibel, berbiaya terjangkau, dan dapat dikembangkan secara mandiri oleh masyarakat khususnya di wilayah kelurahan Rimba Asam Kecamatan Betung Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan jaringan *Fiber To The Home (FTTH)* berbasis *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* mampu memberikan peningkatan signifikan terhadap kualitas layanan akses internet, terutama dari sisi kestabilan koneksi dan kapasitas bandwidth. Nugroho dan Haryanto (2020) menganalisis kinerja jaringan FTTH GPON menggunakan parameter *Quality of Service (QoS)* dan menyimpulkan bahwa jaringan FTTH memiliki performa yang lebih stabil dibandingkan jaringan akses berbasis nirkabel. Penelitian lain oleh Prasetyo et al. (2021) menekankan bahwa perancangan topologi jaringan dan pemilihan rasio splitter merupakan faktor penting yang memengaruhi redaman dan margin daya pada jaringan FTTH di wilayah permukiman.

Secara global, Koonen (2018) menyatakan bahwa FTTH merupakan solusi jangka panjang untuk jaringan akses karena memiliki karakteristik redaman rendah, kapasitas transmisi tinggi, serta skalabilitas yang lebih baik dibandingkan teknologi akses konvensional.

Sebagai respons atas keterbatasan tersebut, jaringan internet komunitas atau RT/RW Net berkembang sebagai solusi alternatif berbasis kebutuhan lokal. Model ini memungkinkan masyarakat memperoleh akses internet secara mandiri dengan biaya yang relatif terjangkau (Haryanto, 2016). Pada praktiknya, sebagian besar RT/RW Net di Indonesia masih mengandalkan teknologi *wireless broadband* sebagai media distribusi utama.

Teknologi nirkabel memiliki keterbatasan pada kapasitas spektrum dan kerentanan terhadap interferensi yang berdampak pada penurunan kualitas layanan (Ramaswami et al., 2019 : 2). Sebaliknya, serat optik menawarkan bandwidth besar dan redaman rendah (Keiser, 2021 : 2). Arsitektur PON dipilih karena efisiensinya dalam melayani banyak pengguna melalui perangkat pasif seperti splitter optik tanpa memerlukan perangkat aktif di jalur distribusi (Haryanto & Nugroho, 2019 : 2). Penggunaan topologi tree memungkinkan

optimalisasi serat dan mempermudah pengembangan jaringan di masa depan.

Dalam implementasinya, jaringan FTTH umumnya menerapkan arsitektur *Passive Optical Network (PON)* yang mendukung distribusi jaringan secara *point-to-multipoint* dengan memanfaatkan perangkat pasif, seperti splitter optik. Arsitektur ini dinilai efisien dan ekonomis karena mampu melayani banyak pengguna tanpa memerlukan perangkat aktif di jalur distribusi, sehingga cocok diterapkan pada jaringan komunitas seperti RT/RW Net (Haryanto & Nugroho, 2019). Penggunaan topologi tree dengan konfigurasi splitter bertingkat memungkinkan optimalisasi penggunaan serat optik sekaligus mempermudah pengembangan jaringan di masa mendatang.

Selain infrastruktur fisik, keberhasilan implementasi jaringan FTTH komunitas juga ditentukan oleh sistem manajemen jaringan yang andal. Mikrotik RouterOS banyak digunakan pada jaringan skala kecil dan menengah di Indonesia karena menyediakan fitur manajemen bandwidth, autentikasi pengguna, *Quality of Service (QoS)*, serta sistem keamanan jaringan dengan biaya yang relatif terjangkau (Sibero, 2014; Haryanto, 2016). Integrasi antara jaringan FTTH dan Mikrotik Router diharapkan mampu menghasilkan jaringan RT/RW Net yang stabil, efisien, dan mudah dikelola secara terpusat.

Meskipun beberapa penelitian telah membahas implementasi jaringan *Fiber To The Home (FTTH)*, sebagian besar kajian tersebut masih berfokus pada jaringan skala operator atau wilayah perkotaan dengan cakupan pengguna yang luas (Pratama et al., 2020; Nugroho & Wibowo, 2021). Kajian yang secara spesifik membahas rancang bangun jaringan FTTH berbasis *Passive Optical Network (PON)* pada skala komunitas (RT/RW Net), khususnya dengan analisis margin daya optik sebagai indikator kelayakan teknis jangka panjang, masih relatif terbatas (Putra et al., 2019).

Selain itu, aspek integrasi sistem manajemen jaringan berbasis Mikrotik RouterOS pada jaringan FTTH komunitas umumnya hanya dibahas secara parsial dan terbatas pada konfigurasi dasar, tanpa evaluasi menyeluruh terhadap performa dan keberlanjutan operasional jaringan (Siregar & Ramadhan, 2020). Padahal, sistem manajemen jaringan memiliki peran penting dalam menjamin kualitas layanan (*Quality of Service/QoS*) serta efisiensi pemeliharaan jaringan pada skala komunitas (Kurniawan et al., 2018).

Berdasarkan kondisi yang telah dipaparkan tersebut, penelitian ini secara khusus merumuskan pokok-pokok permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana merancang infrastruktur RT/RW Net berbasis *Fiber To The Home (FTTH)* yang andal dan terjangkau di kelurahan Rimba Asam bagi wilayah dengan keterbatasan *broadband* ?
- 2) Bagaimana performa teknis jaringan FTTH berbasis PON yang dirancang jika dievaluasi melalui perhitungan *link budget* dan margin daya optik ?
- 3) Bagaimana mengintegrasikan sistem manajemen jaringan menggunakan *Mikrotik RouterOS* agar

pengelolaan *bandwidth* dan autentikasi pengguna pada skala komunitas dapat berjalan efektif?

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang infrastruktur jaringan internet komunitas berbasis FTTH dan mengimplementasikan arsitektur *Passive Optical Network (PON)* dengan topologi *tree* serta konfigurasi *splitter* yang efisien. Melalui rancangan ini, diharapkan kinerja jaringan dapat dianalisis secara akurat melalui perhitungan *link budget* serta pengujian teknis yang mendalam. Secara praktis, penelitian ini bertujuan menghasilkan model jaringan yang aplikatif, ekonomis, dan mampu mendukung manajemen *bandwidth* melalui Mikrotik RouterOS.

Adapun batasan dalam penelitian ini difokuskan pada implementasi di wilayah Kelurahan Rimba Asam, Kecamatan Betung, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Jaringan yang dibangun menggunakan arsitektur PON dengan konfigurasi *splitter* bertingkat 1:2, 1:4, dan 1:16. Sistem manajemen dibatasi pada penggunaan fitur utama Mikrotik RouterOS seperti autentikasi PPPoE dan pembagian *bandwidth*. Evaluasi kelayakan teknis ditekankan pada analisis daya optik terima dan margin daya sebagai indikator keandalan jangka panjang, tanpa mencakup pengujian Quality of Service (QoS) dengan variasi beban trafik ekstrem dalam waktu lama.

Kontribusi penelitian ini meliputi : (1) penyusunan model perancangan jaringan FTTH berbasis *Passive Optical Network (PON)* dengan konfigurasi *splitter* bertingkat yang dioptimalkan untuk jaringan RT/RW Net; (2) analisis margin daya optik sebagai indikator kesiapan jaringan terhadap degradasi sinyal jangka panjang; serta (3) evaluasi implementasi Mikrotik RouterOS sebagai *gateway* terpusat yang mendukung autentikasi pengguna dan manajemen *bandwidth* pada jaringan FTTH skala komunitas.

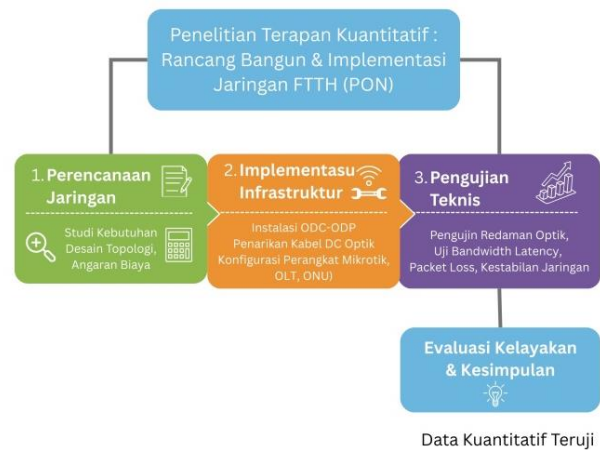
Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan ilmu jaringan komputer dan teknologi telekomunikasi, khususnya sebagai referensi akademik mengenai perancangan jaringan *Fiber to the Home (FTTH)* yang efisien. Secara teoritis, studi ini memperdalam kajian mengenai strategi pemilihan perangkat dan analisis efisiensi sistem pada jaringan internet komunitas. Secara praktis, hasil penelitian ini diproyeksikan sebagai panduan teknis bagi komunitas atau pelaku usaha *startup* dalam mengimplementasikan infrastruktur digital mandiri yang ekonomis. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi pemangku kepentingan, seperti pemerintah daerah atau lembaga pendidikan, dalam merencanakan pembangunan jaringan fiber optik lokal yang berkualitas dengan biaya yang terjangkau.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *terapan (applied research)* dengan pendekatan kuantitatif. Rancangan penelitian difokuskan pada perancangan, implementasi, dan pengujian kinerja jaringan internet komunitas (RT/RW Net) berbasis *Fiber To The Home (FTTH)* menggunakan arsitektur *Passive Optical Network (PON)*.

Pendekatan kuantitatif digunakan untuk memperoleh data teknis yang bersifat objektif dan terukur terkait performa jaringan. Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu studi pendahuluan, analisis kebutuhan jaringan, perancangan jaringan FTTH, implementasi infrastruktur, pengujian kinerja jaringan, serta analisis dan evaluasi hasil pengujian.

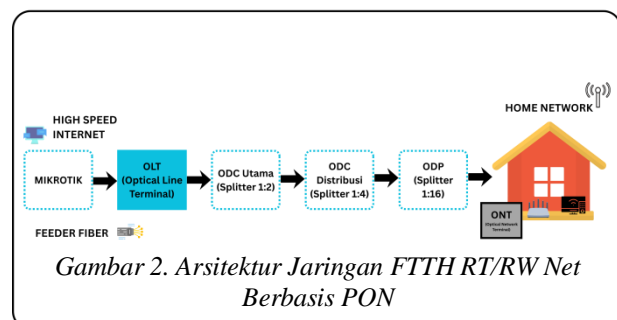
Pendekatan penelitian terapan dengan metode perancangan dan pengujian jaringan ini mengacu pada karakteristik penelitian rekayasa (*engineering research*), yang menekankan pada pemecahan masalah praktis melalui implementasi dan evaluasi teknis secara langsung (Sugiyono, 2019). Metode ini dinilai sesuai untuk penelitian jaringan FTTH karena mampu menghasilkan solusi yang aplikatif dan terukur.



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

Tahap awal penelitian diawali dengan studi pendahuluan yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman komprehensif terkait konsep, teknologi, dan standar jaringan FTTH dan arsitektur PON. Studi ini dilakukan melalui kajian literatur terhadap buku teks, jurnal ilmiah, standar ITU-T, serta dokumentasi teknis terkait implementasi RT/RW Net. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi permasalahan, kebutuhan jaringan, dan tujuan penelitian.

Evaluasi teknis dilakukan melalui perhitungan *link budget* sistem secara matematis untuk memastikan daya terima (P_{rx}) berada di atas sensitivitas ONT. Parameter yang diukur meliputi *throughput*, *latensi*, *packet loss*, dan stabilitas daya optik menggunakan *Optical Power Meter (OPM)*. Rumus perhitungan redaman total (L_{total}) mengacu pada akumulasi redaman serat, *splitter*, konektor, dan sambungan fusi.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan FTTH RT/RW Net Berbasis PON

2.1 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh komponen jaringan FTTH yang digunakan pada jaringan internet komunitas, yang meliputi perangkat pusat, jaringan distribusi optik, dan perangkat pelanggan.

Sampel penelitian ditentukan secara purposif, yaitu satu rancangan jaringan RT/RW Net berbasis FTTH dengan arsitektur PON dan topologi tree. Sampel mencakup :

1. Perangkat *Optical Line Terminal (OLT)* sebagai pusat distribusi jaringan.
2. *Optical Distribution Network (ODN)* yang terdiri dari kabel serat optik dan splitter optik (1:2, 1:4 dan 1:16).
3. *Optical Network Terminal (ONT)* pada sisi pelanggan.
4. Mikrotik RouterOS sebagai sistem manajemen jaringan.

Pemilihan sampel ini dilakukan dengan mempertimbangkan keterwakilan karakteristik jaringan FTTH yang umum diterapkan pada skala komunitas.

2.2 Teknik Pengumpulan Data dan Pengembangan Instrumen

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi :

- Observasi, dilakukan dengan mengamati langsung proses implementasi dan operasional jaringan FTTH berbasis PON.
- Pengujian teknis dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan koneksi dan performa jaringan secara umum, termasuk keberhasilan autentikasi pengguna, pemerataan bandwidth, serta kondisi operasional jaringan selama pengujian.
- Dokumentasi, berupa pencatatan konfigurasi perangkat, topologi jaringan, serta spesifikasi teknis perangkat yang digunakan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- Perangkat jaringan FTTH (OLT, ODC, ODP, splitter, dan ONT),
- Perangkat pengujian jaringan dan aplikasi pengukuran performa,
- Lembar pencatatan hasil pengukuran untuk merekam data pengujian.

Instrumen pengukuran dikembangkan dan disesuaikan dengan parameter kinerja jaringan yang diuji agar data yang diperoleh bersifat *valid* dan *reliabel*.

Tabel 1. Parameter dan Metode Evaluasi Teknis Jaringan FTTH (PON)

Parameter	Metrik Pengukuran	Alat/Metode Utama
<i>Throughput</i>	Kecepatan data (Mbps)	<i>iPerf3</i> , <i>Bandwidth Test</i>
Delay (<i>Latensi</i>)	Waktu tunda (ms)	<i>Ping</i> , <i>Traceroute</i>
<i>Packet Loss</i>	Persentase paket hilang (%)	<i>Ping</i> (analisis hasil)

Stabilitas/QoS	<i>Jitter</i> , <i>Uptime</i> , Daya Optik (dBm)	OPM, <i>iPerf3</i> , Monitoring OLT
----------------	---	---

2.3 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian jaringan dianalisis menggunakan metode analisis kuantitatif. Evaluasi kinerja jaringan akses serat optik umumnya dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap standar teknis yang ditetapkan, seperti daya optik terima, margin daya, serta parameter *Quality of Service (QoS)*. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan jaringan beroperasi dalam batas toleransi yang direkomendasikan dan memiliki tingkat keandalan yang memadai (Stallings, 2020). Analisis dilakukan dengan :

- Menghitung nilai rata-rata dan persentase dari setiap parameter pengujian,
- Membandingkan hasil pengukuran dengan standar kualitas layanan jaringan,
- Mengevaluasi tingkat kelayakan dan performa jaringan FTTH berbasis PON.

Hasil analisis digunakan untuk menilai keberhasilan implementasi jaringan serta menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

2.4 Validasi Perhitungan Link Budget

Validasi perhitungan link budget dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan daya optik terima (P_{rx}) terhadap standar sensitivitas perangkat *Optical Network Terminal (ONT)* berdasarkan rekomendasi ITU-T G.984. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan jaringan FTTH berada dalam batas toleransi daya yang direkomendasikan dan memiliki margin daya yang cukup untuk mengantisipasi degradasi jaringan dalam jangka panjang.

2.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada jaringan RT/RW Net berbasis FTTH yang dibangun Subnet Lintas jaringan Nusantara di Kelurahan Rimba Asam, Kecamatan Betung, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Waktu penelitian meliputi tahap perencanaan, implementasi, dan pengujian kinerja jaringan yang dilaksanakan dalam periode tertentu sesuai kebutuhan penelitian.

2.6 Analisis Kebutuhan Jaringan

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan teknis dan operasional jaringan RT/RW Net yang akan dibangun. Analisis meliputi :

- Jumlah pelanggan atau titik layanan (ONU/ONT),
- Kebutuhan *bandwidth* per pelanggan,
- Topologi jaringan yang digunakan,
- Spesifikasi perangkat utama seperti OLT, ODC, ODP, splitter pasif, dan kabel fiber optik.

Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam perancangan jaringan FTTH berbasis PON.

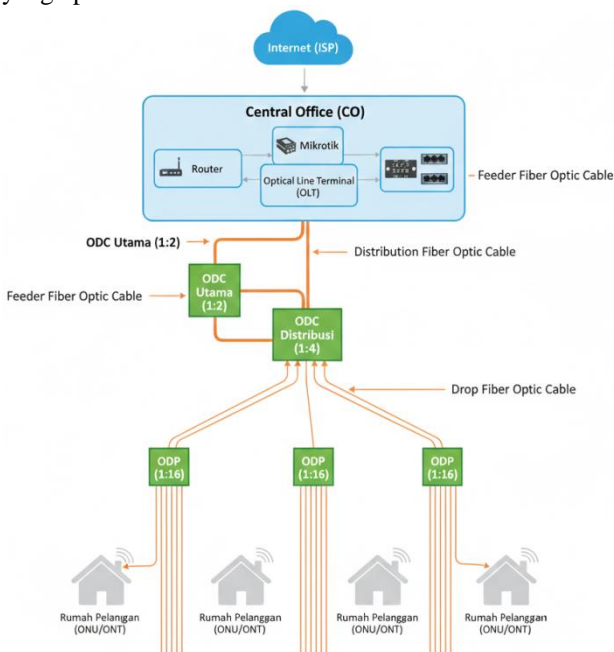
2.7 Perancangan Jaringan FTTH Berbasis PON

Perhitungan *link budget* pada penelitian ini mengacu pada pendekatan yang digunakan oleh Saputra dan Wibowo (2019), dengan mempertimbangkan redaman serat optik, redaman sambungan (*splicing*), redaman konektor, serta redaman splitter optik sesuai standar jaringan FTTH. Perhitungan *link budget* dan evaluasi kelayakan daya optik pada penelitian ini juga disesuaikan dengan pedoman teknis jaringan akses serat optik yang diterbitkan oleh PT Telekomunikasi Indonesia, yang mencakup batas redaman maksimum, margin daya, serta standar sensitivitas perangkat ONT pada jaringan FTTH (Telkom Indonesia, 2018). Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa daya optik yang diterima oleh perangkat *Optical Network Terminal (ONT)* masih berada dalam batas sensitivitas yang diperbolehkan.

Pada tahap perancangan, dilakukan penyusunan desain jaringan secara menyeluruh berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Perancangan mencakup :

- Desain topologi jaringan FTTH,
- Penentuan skema pembagian splitter,
- Perhitungan *link budget* dan redaman jaringan,
- Penempatan perangkat jaringan (OLT, ODC, ODP, dan ONT).

Perancangan ini bertujuan untuk memastikan jaringan memenuhi standar teknis dan memiliki kualitas layanan yang optimal.



Gambar 2. Diagram Arsitektur FTTH berbasis GPON

2.8 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan komponen utama pada implementasi jaringan *Fiber To The Home (FTTH)* berbasis *Passive Optical Network (PON)*. Pemilihan perangkat dilakukan berdasarkan kesesuaian dengan standar teknis FTTH, kebutuhan kapasitas jaringan komunitas (RT/RW Net), serta kondisi lapangan. Perangkat yang digunakan

mencakup perangkat aktif, perangkat pasif jaringan optik, serta perangkat pendukung pengujian dan manajemen jaringan.

Tabel 2. Alat dan Bahan Penelitian Jaringan FTTH Berbasis PON

No	Alat/Bahan	Spesifikasi Utama	Fungsi dalam Penelitian
1	<i>Optical Line Terminal (OLT)</i>	GPON, port PON, daya pancar ± 9 dBm	Pusat distribusi layanan FTTH ke pelanggan
2	<i>Optical Network Terminal (ONT)</i>	GPON ONT, SC/APC	Terminasi jaringan optik di sisi pelanggan
3	Kabel Fiber Optik	<i>Single-mode G.652D</i>	Media transmisi utama jaringan FTTH
4	Splitter Optik 1:2	<i>Passive Splitter</i>	Distribusi awal jaringan optik
5	Splitter Optik 1:4	<i>Passive Splitter</i>	Distribusi jaringan tingkat menengah
6	Splitter Optik 1:16	<i>Passive Splitter</i>	Distribusi jaringan ke pelanggan
7	<i>Optical Distribution Cabinet (ODC)</i>	<i>Outdoor Cabinet</i>	Penempatan dan manajemen splitter
8	<i>Optical Distribution Point (ODP)</i>	<i>Outdoor/ Indoor</i>	Titik distribusi akhir ke ONT
9	Konektor Optik	SC/APC	Terminasi dan penghubung serat optik
10	Mikrotik Router	RouterOS Level 6	Gateway, autentikasi, dan manajemen bandwidth
11	<i>Optical Power Meter (OPM)</i>	Pengukur daya optik (dBm)	Pengukuran daya terima sinyal optik
12	<i>Fusion Splicer</i>	Mesin penyambung serat optik	Penyambungan kabel fiber optik
13	Perangkat Lunak Monitoring	Winbox, iPerf	Monitoring dan pengujian performa jaringan

Penggunaan alat dan bahan tersebut memungkinkan implementasi jaringan FTTH berbasis PON dilakukan secara sistematis dan terukur. Kombinasi antara perangkat aktif, perangkat pasif, serta instrumen pengujian mendukung proses perancangan, implementasi, dan evaluasi kinerja jaringan secara kuantitatif, sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara akademik dan teknis.

2.9 Implementasi Infrastruktur Jaringan

Tahap implementasi dilakukan dengan membangun jaringan sesuai dengan desain yang telah dirancang. Implementasi meliputi :

- Instalasi kabel fiber optik,
- Pemasangan perangkat pasif dan aktif,
- Konfigurasi perangkat OLT dan ONT,
- Integrasi jaringan dengan sumber bandwidth internet.

Tahap ini bertujuan untuk mewujudkan jaringan FTTH yang dapat beroperasi secara nyata pada lingkungan RT/RW Net.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan dan implementasi jaringan internet komunitas (RT/RW Net) berbasis *Fiber To The Home (FTTH)* dengan arsitektur *Passive Optical Network (PON)*. Jaringan dirancang menggunakan topologi tree dengan konfigurasi splitter bertingkat untuk mendistribusikan layanan dari *Optical Line Terminal (OLT)* ke pelanggan melalui *Optical Network Terminal (ONT)*. Rancangan ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan akses internet berkecepatan tinggi pada skala permukiman dengan efisiensi penggunaan infrastruktur.

3.1 Analisis Link Budget

Analisis *link budget* difokuskan pada lintasan terjauh jaringan FTTH berbasis *Passive Optical Network (PON)* untuk menilai kelayakan daya optik yang diterima oleh perangkat pelanggan.

Tabel 3 : Standar Redaman Elemen FTTH

No	Elemen / Komponen	Nilai Redaman Maksimum	Satuan	Keterangan
1	Kabel serat optik single-mode	0,35	dB/km	ITU-T G.652
2	Sambungan (Splicing)	0,2	dB/titik	Fusi splice standar
3	Konektor optik	0,25	dB/titik	SC/APC
4	Splitter 1:2	3,70	dB	Redaman tipikal
5	Splitter 1:4	7,25	dB	Redaman tipikal
6	Splitter 1:8	10,38	dB	Redaman tipikal
7	Splitter 1:16	14,10	dB	Redaman tipikal
8	Splitter 1:32	17,45	dB	Redaman tipikal

Tabel 4. Hasil Analisis Link Budget Jaringan FTTH

No	Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Panjang total serat optik	1,0123	km	OLT-ONT terjauh
2	Redaman serat optik	0,35	dB/km	Single-mode
3	Total redaman serat optik	0,3543	dB	Perhitungan kumulatif
4	Redaman splitter 1:2	3,70	dB	Tahap ODC utama
5	Redaman splitter 1:4	7,25	dB	Tahap ODC distribusi
6	Redaman splitter 1:16	14,10	dB	Tahap ODP
Total redaman splitter		25,05	dB	Akumulasi
7	Jumlah konektor	4	titik	SC/APC
8	Redaman konektor	2,00	dB	0,5 dB/titik
9	Margin daya	4	dB	Cadangan sistem
Total Redaman Jaringan		31,05	dB	Serat + splitter + konektor (α_{total})
10	Daya pancar OLT (P_{Tx})	9	dBm	Spesifikasi perangkat
Daya terima ONT		-22,05	dBm	$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{total}$
11	Sensitivitas ONT	-28 s.d -8	dBm	Standar FTTH
12	Status link	Layak	-	P_{rx} dalam batas toleransi

Hasil perhitungan *link budget* pada lintasan terjauh menunjukkan bahwa daya terima ONT sebesar -22,05 dBm masih berada jauh di atas batas sensitivitas minimum perangkat, yaitu -28 dBm. Margin daya optik sebesar 4 dB menunjukkan bahwa jaringan FTTH yang dirancang memiliki cadangan daya yang cukup untuk mengantisipasi degradasi performa akibat penuaan material, penambahan sambungan, maupun pengaruh lingkungan. Nilai margin daya ini berada dalam rentang aman standar FTTH, sehingga jaringan tidak berada pada kondisi kekurangan daya maupun overdesign.

Meskipun konfigurasi splitter bertingkat yang diterapkan menyebabkan akumulasi redaman jaringan relatif besar, hasil perhitungan menunjukkan bahwa pemilihan daya pancar OLT yang sesuai mampu menjaga daya terima ONT tetap berada dalam batas toleransi. Hal ini menandakan bahwa rancangan jaringan FTTH yang diusulkan telah mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi distribusi pelanggan dan ketersediaan cadangan daya optik.

Dengan demikian, hasil analisis *link budget* ini menegaskan bahwa arsitektur jaringan FTTH berbasis PON yang dirancang layak untuk diimplementasikan

pada jaringan internet komunitas (RT/RW Net) dan masih memungkinkan untuk dikembangkan pada masa mendatang selama penambahan elemen jaringan tetap memperhatikan batas redaman maksimum sistem.

Dibandingkan dengan penelitian Saputra dan Wibowo (2019) yang menghasilkan margin daya optik berkisar 2–3 dB, rancangan jaringan pada penelitian ini menunjukkan margin daya yang lebih besar. Hal ini mengindikasikan bahwa konfigurasi *splitter* bertingkat yang digunakan memiliki toleransi degradasi jaringan yang lebih baik untuk implementasi jangka panjang pada jaringan komunitas.

3.2 Analisis Konfigurasi Splitter

Penggunaan konfigurasi *splitter* bertingkat 1:2, 1:4, dan 1:16 pada jaringan FTTH berbasis *Passive Optical Network (PON)* memberikan fleksibilitas dalam distribusi layanan serta memudahkan pengelompokan pelanggan berdasarkan zona layanan. Prasetyo et al. (2021) menyatakan bahwa pemilihan rasio *splitter* berpengaruh langsung terhadap redaman total dan margin daya optik jaringan. Konfigurasi bertingkat memungkinkan proses pemeliharaan dan ekspansi jaringan dilakukan secara lebih terkontrol, serta meminimalkan dampak gangguan apabila terjadi kerusakan pada salah satu cabang distribusi.

Dibandingkan dengan jaringan RT/RW Net berbasis *wireless*, jaringan FTTH berbasis PON menawarkan keunggulan dari sisi kestabilan dan skalabilitas layanan. Jaringan *wireless* cenderung mengalami penurunan performa ketika jumlah pengguna meningkat akibat keterbatasan spektrum dan interferensi (Siregar & Putra, 2021). Sebaliknya, media serat optik memiliki redaman rendah dan kapasitas transmisi tinggi, sehingga kualitas layanan dapat dipertahankan secara lebih konsisten (Koonen, 2018). Dengan demikian, penerapan FTTH berbasis PON dinilai lebih sesuai untuk mendukung kebutuhan jaringan internet komunitas jangka panjang.

3.3 Pengujian dan Kinerja Jaringan

Pengujian jaringan dilakukan untuk mengevaluasi kinerja operasional jaringan FTTH berbasis *Passive Optical Network (PON)* setelah tahap implementasi. Fokus pengujian meliputi kestabilan koneksi, keberhasilan autentikasi pengguna, serta efektivitas distribusi *bandwidth* pada jaringan internet komunitas.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme autentikasi pengguna berbasis *Point to Point Protocol over Ethernet (PPPoE)* berjalan dengan baik dan mampu mengontrol akses pengguna secara terpusat. Selain itu, penerapan manajemen *bandwidth* memungkinkan pembagian kapasitas jaringan secara lebih terkontrol, sehingga dapat mencegah terjadinya dominasi penggunaan *bandwidth* oleh pengguna tertentu. Selama proses pengujian, jaringan menunjukkan kestabilan operasional yang baik tanpa gangguan signifikan pada lalu lintas data.

Berdasarkan hasil tersebut, jaringan FTTH yang diimplementasikan dinilai mampu memenuhi kebutuhan dasar layanan internet komunitas secara stabil dan berkelanjutan. Temuan ini menunjukkan bahwa

rancangan jaringan tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga dapat dioperasikan secara efektif pada lingkungan RT/RW Net.

3.4 Implementasi Mikrotik Sebagai Gateway Server

Mikrotik RouterOS diimplementasikan sebagai *gateway server* pada jaringan internet komunitas (RT/RW Net) berbasis *Fiber To The Home (FTTH)* dengan arsitektur *Passive Optical Network (PON)*. Perangkat ini berfungsi sebagai pusat pengelolaan lalu lintas data antara jaringan pelanggan dan jaringan internet, sekaligus mendukung autentikasi pengguna, manajemen *bandwidth*, dan pengamanan jaringan.

Penempatan Mikrotik sebagai *gateway* terpusat memungkinkan pengelolaan jaringan dilakukan secara lebih efisien dan terkontrol. Implementasi autentikasi berbasis PPPoE memberikan identitas akses yang unik bagi setiap pengguna, sehingga memudahkan proses administrasi dan meningkatkan aspek keamanan layanan. Selain itu, konfigurasi manajemen *bandwidth* memungkinkan pemerataan kualitas layanan sesuai dengan profil layanan yang ditetapkan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa Mikrotik RouterOS mampu berfungsi secara optimal sebagai *gateway server* pada jaringan FTTH berbasis PON. Temuan ini sejalan dengan hasil kajian Purbo (2011) dan Haryanto (2016) yang menyatakan bahwa Mikrotik efektif digunakan sebagai solusi manajemen jaringan berbasis komunitas karena fleksibilitas konfigurasi dan efisiensi biaya.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian jaringan RT/RW Net berbasis *Fiber to the Home (FTTH)* di Kelurahan Rimba Asam, Kecamatan Betung, dapat disimpulkan bahwa penerapan arsitektur *Passive Optical Network (PON)* dengan topologi tree dan konfigurasi *splitter* 1:2, 1:4, dan 1:16 mampu mendistribusikan layanan internet secara efisien pada skala komunitas. Perhitungan *link budget* menunjukkan bahwa nilai redaman total jaringan masih berada dalam batas toleransi standar FTTH, sehingga jaringan yang dirancang layak untuk diimplementasikan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa rancangan jaringan memiliki margin daya optik yang memadai, sehingga mampu menjamin kestabilan sinyal dan keandalan layanan dalam jangka panjang pada lingkungan jaringan komunitas.

Selain itu, implementasi Mikrotik RouterOS sebagai *gateway* jaringan terbukti efektif dalam mendukung autentikasi pengguna berbasis PPPoE, pengelolaan *bandwidth*, serta pengamanan jaringan dasar.

Perancangan jaringan yang memperhatikan aspek teknis instalasi dan kondisi lapangan turut mendukung keandalan implementasi jaringan FTTH pada skala komunitas.

4.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan dilakukan pengukuran langsung menggunakan perangkat uji optik seperti *Optical Power Meter (OPM)* dan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)* guna memvalidasi hasil perhitungan redaman secara lebih akurat. Selain itu, pemilihan *rasio splitter* sebaiknya mempertimbangkan potensi penambahan pelanggan agar kualitas layanan tetap terjaga.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian *Quality of Service (QoS)* secara lebih mendalam, seperti *throughput*, *delay*, dan *packet loss*, guna melengkapi evaluasi teknis yang pada penelitian ini masih difokuskan pada aspek kelayakan daya optik dan stabilitas operasional jaringan.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu pengujian *Quality of Service (QoS)* belum dilakukan secara berkelanjutan dalam jangka waktu panjang dan belum mencakup variasi beban trafik ekstrem. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian QoS secara lebih komprehensif serta membandingkan performa berbagai konfigurasi *rasio splitter* pada jaringan FTTH berbasis PON.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryanto, T. (2016). *Jaringan komputer*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Haryanto, T., & Nugroho, A. (2019). *Implementasi jaringan Fiber To The Home (FTTH) berbasis Passive Optical Network*. Jakarta: Informatika.
- International Telecommunication Union. (2020). *Gigabit-capable passive optical networks (GPON): Recommendation ITU-T G.984*. Geneva: ITU.
- Keiser, G. (2021). *Optical fiber communications (6th ed.)*. New York: McGraw-Hill Education.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2020). *Standar teknis dan persyaratan infrastruktur telekomunikasi*. Jakarta: Kementerian Komunikasi dan Informatika RI.
- Koonen, A. M. J. (2018). *Fiber to the home: Technology trends and deployment challenges*. *IEEE Communications Magazine*, 56(3), 30–37.
- Nugroho, A., & Haryanto, T. (2020). *Analisis kinerja jaringan FTTH berbasis GPON menggunakan parameter Quality of Service (QoS)*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(4), 789–798.
- Prasetyo, D., Santoso, I., & Wicaksono, A. (2021). *Perancangan jaringan FTTH untuk wilayah permukiman menggunakan arsitektur Passive Optical Network*. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 245–252.
- Purbo, O. W. (2011). *Membangun infrastruktur internet berbasis komunitas*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

- Ramaswami, R., Sivarajan, K. N., & Sasaki, G. H. (2019). *Optical networks: A practical perspective (4th ed.)*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Saputra, R., & Wibowo, A. (2019). *Evaluasi link budget FTTH GPON pada jaringan akses optik*. *Jurnal ELKOMIKA*, 7(1), 120–129.
- Sibero, A. F. K. (2014). *Panduan lengkap menguasai Mikrotik RouterOS*. Jakarta: Jasakom.
- Siregar, H., & Putra, M. (2021). *Studi perbandingan jaringan wireless dan FTTH pada RT/RW Net*. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(2), 95–104.
- Sofana, I. (2013). *Fiber optik: Teknologi, instalasi, dan implementasi*. Bandung: Informatika.
- Stallings, W. (2020). *Data and computer communications (11th ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Telkom Indonesia. (2018). *Pedoman pemasangan dan spesifikasi jaringan Fiber To The Home (FTTH)*. Jakarta: PT Telekomunikasi Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian serta penyusunan artikel ini, khususnya kepada dosen pembimbing dan sivitas akademika Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi, Institute Teknologi dan Bisnis Mesuji. Ucapan terimakasih juga kepada pimpinan dan Pengelola Subnet PT. Lintas Jaringan Nusantara Subnet Banyuasin, karena telah diberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan rancang bangun dan penelitian bidang FTTH Fiber Optik. Selanjutnya Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moral selama proses penelitian dan penulisan. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

LAMPIRAN 1

No	Fitur Mikrotik RouterOS	Fungsi dalam Sistem
1	<i>Routing</i>	Mengatur lalu lintas data antara jaringan internet, OLT, dan pelanggan
2	<i>Network Address Translation (NAT)</i>	Menghubungkan jaringan lokal pelanggan ke jaringan publik
3	<i>PPPoE Server</i>	Menyediakan autentikasi pengguna berbasis username dan password
4	<i>Bandwidth Management (Queue)</i>	Mengatur pembagian bandwidth agar adil antar pelanggan
5	<i>Firewall</i>	Mengamankan jaringan dari akses tidak sah dan serangan jaringan
6	<i>DHCP Server</i>	Memberikan alamat IP secara otomatis pada perangkat pelanggan
7	<i>Monitoring Trafik</i>	Memantau penggunaan bandwidth dan aktivitas jaringan
8	<i>User Management</i>	Mengelola akun pelanggan dan hak akses jaringan

Mikrotik RouterOS digunakan sebagai *gateway server* yang berfungsi mengelola lalu lintas data antara jaringan akses FTTH dan jaringan internet. Sistem autentikasi pelanggan diterapkan menggunakan mekanisme PPPoE untuk memastikan akses jaringan yang terkontrol. Selain itu, fitur manajemen bandwidth digunakan untuk menjaga kestabilan kualitas layanan antar pengguna. Pendekatan konseptual ini memungkinkan pengelolaan jaringan dilakukan secara terpusat, fleksibel, dan mudah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan jaringan RT/RW Net.

LAMPIRAN 2

PROSES INSTALASI JARINGAN FTTH



Gambar Kegiatan Teknisi LJN Melakukan Pengujian Redaman SFP yang sampai ke ODP



Gambar Kegiatan Teknisi LJN sedang melakukan Splicing (Penyambungan) Drop Core 1 Core