

Implementasi dan Performansi Jaringan *Fiber To The Home* dengan Teknologi GPON.

Yustini¹⁾, Aprinal Adila Asril²⁾, H Nasrul Nawi³⁾, Rahmatullah Hafiz⁴⁾, Arsis Warman⁵⁾

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro/Politeknik Negeri Padang

Email: yustinijohan@gmail.com¹⁾, Aprinal69@gmail.com²⁾, rahmatullahhafizt2101@gmail.com³⁾, arsiswarman@gmail.com⁴⁾



Abstract

Fiber To The Home (FTTH) merupakan arsitektur teknologi fiber optic dengan mengirimkan informasi dari provider hingga ke pengguna. Teknologi yang populer digunakan dalam jaringan FTTH ini adalah Gigabit Passive Optical Network (GPON). Dalam penelitian ini penulis mengimplementasikan sebuah arsitektur FTTH dengan menggunakan teknologi GPON di laboratorium komunikasi serat optik Politeknik Negeri Padang, untuk memahami konsep dasar jaringan FTTH, kemudian melihat nilai performansi parameter power link budget dan nilai redaman yang dihasilkan pada saat kondisi downstream. Nilai dari parameter tersebut akan dibandingkan dengan standar perusahaan PT.Telkom. Link Power Budget yang didapatkan dari implementasi FTTH pada link user 1 sebesar 15.62 dB, link user 2 sebesar 15.31 dB, link pada user 3 sebesar 16.69 dB dan link pada user 4 sebesar 14.93 dB. Hasil power link budget ini dapat dilihat bahwasannya nilai yang dihasilkan baik karena berada dibawah standar redaman PT.Telkom sebesar 28 dB. Selanjutnya kinerja jaringan diukur dengan menggunakan parameter Quality Of Service (QoS) dengan tujuan untuk mengetahui kualitas layanan data yang dihasilkan. Parameter QoS yang digunakan adalah Throughput, Delay dan Packet Loss. Hasil analisis data menunjukkan bahwa rata rata QoS yang didapatkan adalah troughput 29.79 Kbps, delay sebesar 0.021 ms dan packet loss sebesar 0%.

Keywords: FTTH, GPON, Power Link Budget, QoS.

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat sekarang ini, penggunaan kabel tembaga dinilai kurang efektif dalam menampung kapasitas *bandwith* yang besar dan berkecepatan tinggi. Salah satu teknologi yang populer dan ekstensif digunakan dalam media transmisi sebagai pengganti dari kabel tembaga adalah *fiber optic*. Teknologi *fiber optic* sebagai media transmisi mampu memberikan unjuk kerja dalam menghantarkan sebuah informasi dari suatu tempat ke tempat lain dalam bentuk sinyal elektromagnetik berupa cahaya.

Salah satu penerapan *fiber optic* adalah pada arsitektur jaringan FTTH. FTTH merupakan arsitektur teknologi *fiber optic* yang mengirimkan informasi dengan kapasitas *bandwith* yang besar dan interferensi yang rendah dari provider hingga ke pengguna yang berada pada rumah pelanggan. FTTH merupakan jaringan berbasis *fiber optic* atau biasa dikenal dengan *Passive Optical Network (PON)*. PON merupakan jaringan berbasis optic yang mampu dianggap memenuhi kebutuhan akan *bandwith* dan kecepatan transmisi yang tinggi.

Teknologi GPON merupakan teknologi yang banyak digunakan saat sekarang ini, karena mampu mengirimkan informasi dengan kecepatan 2,488 Mbps saat downstream dan 1,244 Mbps saat upstream. Prinsip kerja GPON itu sendiri yaitu Ketika data atau sinyal informasi dikirimkan

dari OLT, maka akan ada bagian yang yang Bernama *Passive Splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optic tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT atau dengan kata lain system *point to multipoint*. Teknologi GPON ini memiliki peningkatan kapasitas *bandwith* yang besar karena mampu mengirimkan data, video dan suara dalam satu alat secara bersamaan yang biasa disebut dengan layanan *Triple Play Service*.

Pada penelitian ini akan dilakukan implementasi sebuah arsitektur jaringan FTTH dengan menggunakan teknologi GPON di laboratorium komunikasi serat optik Politeknik Negeri Padang, untuk memahami secara konsep dasar arsitektur jaringan FTTH kemudian melakukan analisis terhadap performansi jaringan dengan menggunakan metode perhitungan *power link budget*. Dan pengukuran QoS pada sisi penerimanya. Penulis nantinya berharap dengan pengimplementasian ini dapat memberikan fasilitas kepada mahasiswa dalam memahami konsep FTTH dengan teknologi GPON.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Serat Optik.

Serat optic terdiri dari tiga bagian utama yaitu *core*, *cladding* dan *coating*. Bagian utama dari serat optik ini adalah *core*, karena pada *core* terdapat informasi yang berupa cahaya yang akan di transmisikan. Serat optik merupakan helaian optik murni yang sangat tipis dan dapat membawa informasi berupa data digital dari jarak yang jauh. *Core* dan *cladding* terbuat dari bahan kaca silica

kaca atau plastik yang memiliki kualitas tinggi dan bebas terhadap air. *Core* memiliki indeks bias yang lebih besar daripada *cladding* ($n_1 > n_2$) hingga pada batas kritis, sehingga memungkinkan terjadinya pembiasan dalam total[1]

B. Arsitektur Jaringan Fiber Optik.

Secara umum jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) memiliki dua buah perangkat opto elektronik (perangkat aktif), yaitu pada sisi sentral dan pelanggan atau disebut dengan titik konversi optik (TKO). Peletakan TKO akan menimbulkan modus arsitektur jarlokaf yang berbeda yakni[2]:

1. *Fiber To The Zone* (FTTZ), TKO terletak disuatu tempat diluar bangunan. FTTZ umumnya letaknya pada daerah perumahan yang letaknya jauh dari sentral infrastruktur *duct* pada arah yang bersangkutan, sudah tidak memenuhi lagi untuk ditambahkan dengan kabel tembaga.
2. *Fiber To The Curb* (FTTC), dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis yang letaknya berkumpul di suatu area terbatas namun tidak dalam bentuk gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan yang pada waktu dekat akan menjadi pelanggan jasa hiburan.
3. *Fiber To The Building* (FTTB), TKO terletak didalam gedung dan biasanya terletak pada ruang terminasi di *basement* namun dapat pula diletakkan pada beberapa lantai digedung tersebut.
4. *Fiber To The Home* (FTTH), merupakan arsitektur jaringan kabel fiber optic yang menjangkau hingga sampai ke rumah-rumah atau ruangan dimana terminal berada.

C. Fiber To The Home (FTTH).

FTTH merupakan arsitektur teknologi fiber optik yang mengirimkan informasi dari provider hingga ke pengguna yang peletakan perangkat ONU berada di rumah-rumah pelanggan. Arsitektur ini menggunakan panjang gelombang 1490 nm untuk *downstream* dan sinyal optik dengan panjang gelombang 1310 nm untuk *upstream* digunakan untuk mengirim data dan suara[3].

Adapun komponen atau elemen perangkat yang dipakai dalam FTTH adalah :

1. *Optical Line Terminal* (OLT).

OLT merupakan sebuah perangkat penyedia *interface* atau antarmuka antara sistem PON dengan penyedia layanan (*service provider*) data, telepon dan video[4].

OLT berfungsi untuk mengubah sinyal informasi yang semula berbentuk sinyal elektrik atau sinyal listrik menjadi sinyal cahaya yang nantinya dapat ditransmisikan menggunakan kabel *fiber optic*. OLT juga berfungsi untuk mengumpulkan dan menswitch fungsi antara jaringan kabel dengan interface PON serta untuk fungsi manajemen.

Untuk gambar dari perangkat OLT dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 OLT

2. *Optical Distribution Cabinet* (ODC).

ODC adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO, Suatu ruang yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses instalasi sambungan jaringan optik *single mode*. Ruang tersebut berbentuk kotak/kubah (*dome*) yang terbuat dari bahan material khusus. Di dalam ODC terdapat beberapa perangkat seperti *connector*, *splicing*, maupun *splitter*[2]. Untuk gambar ODC dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2 ODC

3. *Optical Distribution Point* (ODP).

ODP adalah suatu perangkat pasif yang memiliki fungsi sebagai terminasi kabel sebelum masuk ke dalam rumah pelanggan. yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

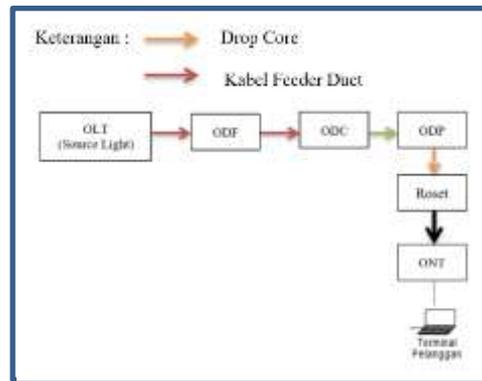
- Sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik tambat awal / pangkal kabel drop
- Sebagai titik distribusi kabel distribusi menjadi beberapa saluran kabel drop
- Tempat Splitter (*planar splitter*)
- Tempat penyambungan kabel distrinusi dan
- tempat terminasi kabel drop

4. *Optical Network Terminal* (ONT).

ONT adalah suatu perangkat aktif (*opto elektrik*) yang dipasang disisi pelanggan, dan berfungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik serta digunakan sebagai alat demultipleks. Keluaran dari ONU/ONT merupakan layanan telepon, data dan internet, serta CATV/IPTV[2].



Gambar 2.3 ODP

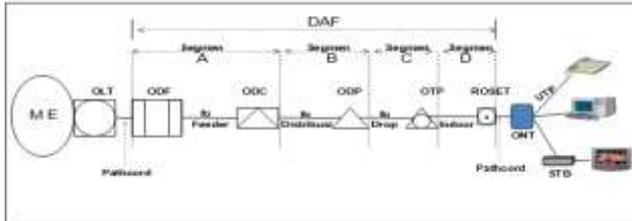


Gambar 3.1 Skema FTTH dengan teknologi GPON

D. Gigabit Passive Optical Network (GPON).

GPON merupakan evolusi dari teknologi PON. Adapun ITU-T G-984 merupakan standar yang dikeluarkan oleh ITU-T untuk teknologi GPON. Teknologi ini mendukung kecepatan yang besar, peningkatan dalam pengamanan dan pilihan 2 layer protokol (ATM, GEM, Ethernet). Standar teknologi ini memperbolehkan beberapa pemilihan kecepatan, tetapi untuk industri seragam 2,488 Mbps untuk *downstream* dan 1,244 Mbps untuk *upstream*. Prinsip kerja GPON yaitu ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT. Untuk ONT sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan oleh *user*[3].

Berikut merupakan arsitektur jaringan FTTH dengan teknologi GPON yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.4 Arsitektur FTTH dengan teknologi GPON

E. Triple Play Service

Layanan *voice*, data, internet dan IPTV digabungkan dan biasa dikenal dengan *Triple Play* yang merupakan produk layanan dari perusahaan PT. Telkom Akses. *Triple play* yang awalnya dibentuk oleh *Joseph Lechleider* dari *Bellcore* melalui kombinasi antara kombinasi dari serat optik dan *digital subscriber line* (DSL). Penggabungan layanan yang memungkinkan pelanggan dapat menikmati layanan berkualitas tinggi dengan harga yang relatif lebih murah[5]

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan.

Pada tahap ini penulis melakukan perancangan skema atau blok diagram terhadap suatu permasalahan yang akan di angkat sebagai tugas akhir. Adapun skema atau blok diagram dari jaringan FTTH dengan teknologi GPON dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :

B. Pengumpulan Perangkat.

Dimulai dari pengumpulan data perangkat untuk pembangunan jaringan FTTH ini, setelah itu penulis menentukan dan mengumpulkan setiap perangkat yang akan di gunakan dalam pembangunan jaringan FTTH dengan teknologi GPON.

Adapun perangkat dalam bentuk alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a) Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam pembangunan jaringan FTTH ini adalah sebagai berikut :

1. Alkohol
Alkohol digunakan untuk pembersih minyak gel.
2. Tisu
Tisu digunakan untuk pembersih serat optik.
3. Kabel Feeder Fiber Optik tipe *duct*
Kabel Feeder Fiber Optik tipe *duct* digunakan sebagai media transmisi dari OLT sampai ODC.
4. Konektor SC
Konektor SC digunakan sebagai penghubung.
5. *Optical Distribution Cabinet* (ODC).
ODC digunakan untuk perangkat pasif yang diinstalasi diluar STO. Didalam ODC terdapat *Passive Splitter* 1:8.
6. *Passive Splitter*
Passive Splitter digunakan untuk membagi informasi sinyal optik.
7. *Optical Distribution Point* (ODP).
ODP digunakan sebagai terminasi kabel sebelum masuk ke dalam rumah pelanggan.
8. Drop Fiber Optik
Kabel drop ini digunakan sebagai transmisi dari ODP ke rumah pelanggan (*user*). Kabel distribusi yang digunakan adalah jenis *single mode*.
9. *Optical Line Terminal* (OLT).
OLT digunakan untuk merubah sinyal elektrik yang digunakan oleh perangkat provider menjadi sinyal Fiber Optik yang digunakan oleh jaringan PON, serta untuk proses *multiplexing* dengan perangkat.
10. Kabel fiber optik tipe *aerial*
Digunakan dari ODC sampai OTP.
11. ONT

ONT merupakan perangkat aktif yang dipasang disisi pelanggan yang bergungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik.

12. Roset
Roset sebanyak 4 buah. Merupakan perangkat pasif yang diletakkan didalam rumah pelanggan (*user*) yang menjadi titik terminasi akhir dari kabel indoor fiber optik.
13. Tiang
Tiang 1,5 meter digunakan untuk letak ODP.

b) Alat Penelitian.

Adapun Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Optical Time Domain Reflector (OTDR)*
OTDR digunakan untuk memeriksa berbagai jenis gangguan yang terdapat dalam kabel jaringan fiber atau serat optik, kemudian mengukur redaman dan daya serat optik.
2. *Optical Power Meter (OPM)*
OPM digunakan untuk mengukur level daya serat optik.
3. *Passive Splitter (PS)*
PS digunakan untuk pencabangan dari satu saluran serat optik menjadi beberapa saluran serat optik.
4. *Fiber Cleaver*
Fiber Cleaver digunakan untuk pemotong serat optik.
5. *Fiber Stripper*
Fiber Stripper digunakan untuk pemotong *cladding* serat.
6. Tang Jepit
Tang Jepit digunakan untuk penjepit *crimpt*.
7. *Crimpt Tool*
Crimpt Tool digunakan sebagai penjepit *connector body*.
8. Laser
Laser digunakan untuk sumber cahaya.
9. Tang Potong
Tang potong digunakan untuk memotong penyangga kabel.
10. LAN Converter, Peralatan yang memiliki fungsi untuk mengkonversi dari media LAN ke media Fiber Optic dan bisa di salurkan ke LAN / Ethernet lagi.
11. Mikrotik.

C. Implementasi FTTH dengan Teknologi GPON.

Pada tahap ini mulai dilakukan pembangunan jaringan FTTH di laboratorium komunikasi serat optik. Adapun langkah – langkah dalam pembangunan jaringan FTTH ini adalah :

a) Instalasi Kabel Feeder.

Kabel Feeder adalah kabel fiber optik yang menghubungkan antara 2 perangkat yaitu ODF disisi STO dan ODC di outdoor, kabel feeder yang keluar dari STO dengan kapasitas 12 core aerial dengan type kabel G 652 D. Kabel feeder menggunakan kabel udara diinstalasi melalui tiang tiang yang ada di bagian outdoor Labor Telekomunikasi.

b) Pemasangan OLT

Optical Line Terminal (OLT) yang akan menjadi sumber dari jaringan ini diletakkan dalam sebuah ruangan. Pada OLT ini menyediakan antar muka antara sistem PON dengan penyedia layanan (*Service Provider*) data, video dan jaringan telepon. OLT yang digunakan pada teknologi GPON ini adalah bersumber dari *source light* yang akan mengirimkan sinyal dalam bentuk cahaya sehingga dapat dilihat nanti performansi nya pada setiap perangkat ataupun komponen dari FTTH dengan teknologi ini. Pemasangan OLT dimulai dari penyusunan kabel fiber optik dalam kotak *optical termination box (OTB)* yang akan menjadi terminal pada OLT, Sebelum di pasang, terlebih dahulu pakukan OTB dengan dinding agar OTB menempel pada dinding. Gambar 3.2 merupakan pemasangan OTB sebagai OLT yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 Pemasangan OTB

c) Pemasangan *Optical Distribution Cabinet (ODC)*.

Kotak ODC dibuat dari bahan dasar akrilik yang berbentuk *box* dengan kapasitas didalamnya *passive splitter* 1:8. Pada bagian atas *box* terdapat terminasi berupa *adaptor barel* yang sebagai *port* atau tempat titik input dan output kabel optik di ODC. Jalur Kabel *Feeder* yang ditarik dari OLT merupakan kabel dengan *type duct* yang berisi 12 core. Dari kapasitas 12 core yang tersedia akan dihubungkan 1 core dengan *passive splitter* 1:8 yang terdapat didalam ODC, sehingga *Splitter* akan membagi informasi sinyal optik menjadi delapan bagian. ODC dipasang pada tiang yang ada di bagian outdoor labor telekomunikasi.

d) Instalasi kabel distribusi.

Kabel Distribusi adalah kabel fiber optik yang menghubungkan antara 2 perangkat yaitu ODC dengan ODP. Instalasi kabel distribusi menggunakan kabel udara *aerial* yang dipasangkan di tiang tiang di bagian outdoor labor telekomunikasi menuju ODP.

e) Pemasangan ODP

Letak ODP disesuaikan dengan letak tiang yang telah ditentukan. Penempatan tiang baru menyesuaikan dengan letak ONT yang terletak pada *user* (pengguna). Kapasitas ODP berbeda-beda, pada ODP, fiber optic akan disalurkan ke *user* (pelanggan) yang berjumlah 4 lokasi.

f) Instalasi Kabel drop.

Kabel Drop adalah kabel fiber optik yang menghubungkan antara 2 perangkat yaitu ODP dengan roset yang terletak pada bagian *user* atau pelanggan

g) Pemasangan roset.

Peletakan perangkat ONT (*Optical Network Terminal*) berada diruangan labor komunikasi serat optic sebagai tempat *user* (pelanggan). ONT diletakkan ditempat yang dekat dengan catuan listrik. Berdasarkan tata letak dan jarak didapatkan jumlah perangkat yang digunakan dalam perancangan ini. Sebelum masuk ke ONT kabel dari ODP akan masuk dulu ke roset. Dimana roset merupakan titik tambat akhir dari suatu alur jaringan fiber optic. Dari ODP menuju roset dihubungkan dengan *drop cable*, dimana tipe *drop cable* yang digunakan adalah tipe G 657 untuk menanggulangi lokasi instalasi yang banyak belokan-belokan sehingga harus menggunakan optic dengan *bending insensitive*. Gambar 3.7 merupakan pemasangan roset pada titik akhir pada jaringan FTTH.

D. Analisis Kelayakan

Analisis kelayakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Power Link Budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diizinkan antara daya keluaran pada terminal dengan *sensitivitas* penerima. Perhitungan *Power Link Budget* ini menggunakan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang dikeluarkan oleh PT.Telekomunikasi yaitu jarak tidak lebih dari 20 Km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB atau $P_r > -28$ dBm. Adapun bentuk persamaan untuk perhitungan *power link budget* ini adalah :

$$a_{tot} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- P_t = Daya keluaran sumber optik/transmitter/OLT (dBm)
- P_r = Sensitivitas daya maksimum detector/receiver/ONT (dBm)
- a_{tot} = Total loss
- L = Panjang Fiber Optik (km)
- a_{serat} = Redaman Fiber Optik perkilometer (dB/km)
- N_c = Jumlah konektor
- a_c = Lossis konektor (dB)
- N_s = Jumlah *Splicer*
- a_s = Lossis *Splicer* (dB)
- a_{sp} = Lossis *Splitter* (dB)

E. Pengukuran QoS.

Pengukuran QoS menggunakan aplikasi *wireshark* pada sisi penerima. Adapun parameter QoS yang diukur dalam uji kelayakan pada sisi penerima dari implementasi yang dihasilkan adalah *throughput*, *delay* dan *packet loss*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kelayakan.

Perhitungan *Link Power Budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. Telkom, yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB atau $P_r -28$ dBm.

1. Power Link Budget User 1

Berikut ini merupakan perhitungan *power link Budget*

Tabel 1. Link User 1

Parameter	Keterangan
Panjang Kabel	0,4064 km
Redaman Kabel	7,02 dB
Jumlah sambungan	8
Redaman Penyambungan	0,1 dB
Jumlah konektor	8 buah
Redaman konektor	0,2 dB
Redaman total	15,62 dB

dari tabel hasil pengukuran diatas dapat dihitung *power link budget* dari *link user 1* berdasarkan persamaan 1 adalah :

$$\begin{aligned} a_{tot} &= L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \\ &= (0,4064 \times 7,02) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 2,85 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\ &= 15,62 \text{ dB} \end{aligned}$$

2. Power Link Budget User 2

Tabel 2. Link User 2

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

pengukuran diatas dapat dihitung *power link budget* untuk *link user 2* berdasarkan persamaan 1 adalah :

$$\begin{aligned} a_{tot} &= L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \\ &= (0,4305 \times 5,89) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 2,53 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\ &= 15,31 \text{ dB} \end{aligned}$$

3. Power Link Budget User 3

Dari Tabel 3 dapat dihitung *power link budget* untuk *link user 3* berdasarkan persamaan 1 adalah :

$$\begin{aligned} a_{tot} &= L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \\ &= (0,4489 \times 8,73) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\ &= 3,91 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\ &= 16,69 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 3. Link User 3

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

4.P
owe
r
Link
Bud
get
Use
r 4
Tab
e
14.
Link
User

4

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

dari
tabel
hasil
peng
ukur
an
diata
s
dapa
t
dihit
ung
pow

er link budget untuk link user 4 berdasarkan persamaan 1 adalah :

$$\begin{aligned}
 a_{\text{tot}} &= L \cdot a_{\text{serat}} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{\text{Sp}} \\
 &= (0,3064 \times 7,02) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 10,38 \\
 &= 2,15 + 1,6 + 0,8 + 10,38 \\
 &= 14,93 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Dapat dilihat bahwasannya nilai performansi *power link budget* jaringan FTTH yang telah dibangun memenuhi standar ITU-T dan PT.Telkomunikasi dengan konfigurasi *downstream*. Sehingga jaringan FTTH yang telah dibangun dengan menggunakan teknologi GPON layak untuk dipakai karena redaman total yang sampai ke penerima dibawah standar redaman total yang ditetapkan oleh PT.Telkom sebesar 28 dB.

B. Pengukuran QoS

Tabel 5 Hasil pengukuran QoS.

User	Throughput (Kbps)	Delay (ms)	Packet Loss
1	210	0,026	0 %
2	387	0,018	0 %
3	1334	0,002	0 %

Pengukuran QoS dengan melihat *troughput*, *delay* dan *packet loss* pada sisi penerima atau user. Pengukuran dilakukan menggunakan *wireshark* untuk melihat mengukur QoS dan mendapatkan kesimpulan dari hasil pengukuran ini. Pengambilan data rata rata didapatkan

setelah dilakukan 3 sesi pada saat *client* sedang melakukan akses pada aplikasi internet dan video secara bersamaan.

Dari tabel hasil QoS diatas dapat dianalisa bahwasannya dalam pembangunan jaringan FTTH ini dapat dikategorikan sangat baik karena *delay* yang dihasilkan sangat kecil dan *throughput* yang dihasilkan cukup besar serta *packet loss* yang tidak ada sehingga untuk pengujian pada layanan pada sisi *user* atau pelanggan tergolong baik dan dapat digunakan.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan implementasi pembangunan jaringan FTTH dengan teknologi GPON maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Implementasi jaringan FTTH dengan menggunakan teknologi GPON dibangun di laboratorium komunikasi serat optik Politeknik Negeri Padang.
2. Perhitungan performansi *power link budget* menunjukkan hasil 15.62 dB pada link user 1, 15.31 dB pada link user 2, 16.69 dB pada link user 3 dan 14.93 dB pada link user 4. Nilai *power link budget* pada ke empat user memenuhi standar kelayakan jaringan FTTH karena berada diawah standar PT.Telkom dengan maksimal redaman total 28 dB.
3. QoS dalam pembangunan jaringan FTTH ini dapat dikategorikan sangat baik karena *delay* yang dihasilkan sangat kecil dan *throughput* yang dihasilkan cukup besar untuk pengujian pada layanan QoS pada sisi *user* atau penerima.

REFERENSI

- [1] Rahman and A. Nugraha, *Serat Optik*. Andi, 2006.
- [2] M. Yasyir, "Analisis Performansi Jaringan Fiber To the Home (FTTH) Perumahan Nata Endah Kopo," *Opt. Fiber Technol.*, no. December, pp. 0–3, 2015, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/286937341>.
- [3] F. Pahlawan, D. A. Cahyasiwi, and K. Fayakun, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To the Home (FttH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Studi Kasus Perumahan Graha Permai Ciputat," *Semin. Nas. Teknoka*, vol. 2, no. 2502, pp. 47–54, 2017.
- [4] P. Muliandhi, E. H. Faradiba, and B. A. Nugroho, "Analisa Konfigurasi Jaringan FTTH dengan Perangkat OLT Mini untuk Layanan Indihome di PT. Telkom Akses Witel Semarang," *Elektrika*, vol. 12, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i1.1977.
- [5] M. Di and S. T. O. Darussalam, "Analisis Kualitas Jaringan Akses," vol. 1, no. 3, pp. 27–34, 2016.