

## PERANCANGAN JARINGAN *FIBER TO THE HOME* (FTTH) BERTEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI PERUMAHAN CITRALAND PALU

Sembara P.Toago<sup>1)</sup>, Alamsyah<sup>2)</sup>, Ardi Amir<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako  
Jl. Soekarno-Hatta KM 9, Palu, Sulawesi Tengah  
e-mail: [Sembaraptoago@yahoo.com](mailto:Sembaraptoago@yahoo.com)

### Abstract

This research is aimed at how to design network system fiber to the home with the technology of GPON, analyze fiber to the home with GPON technology implements, evaluate the use of technology as GPON access device in channeling triple play service, and make the planning design of fiber to the home. This research was conducted in residential Citraland Palu at Trans Sulawesi Tondo. From the results of this research obtained link power budget calculation, including loss fiber = 3.8815 dB, loss connected = 0.6 dB, loss connector = 0.8 dB, the receive signal power =  $8,95 \times 10^{-6}$  Watt, dan S/N =  $1.157 \times 10^{-10}$  A. While for the calculation of damping in every housing average by 22.9901 dB, while the lowest damping is 22.7874 dB, and the highest is 23.0566 dB. While in the planning design of these network is needed 1 GPON OLT, 1 device, 1 piece of ODC Passive Splitter dengan with configuration 1:4 on the ODC, 61 piece Passive Splitter with configuration 1:8 on the ODP, 61 ODP's devices with 12 port in every device 480 devices of ONU.

**Keywords:** FTTH (Fiber To The Home), GPON, Fiber Optic, Passive splitter.

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan bagaimana merancang sistem jaringan *Fiber To The Home* dengan teknologi GPON, menganalisis jaringan *Fiber To The Home* dengan menerapkan teknologi GPON, mengevaluasi penggunaan teknologi GPON sebagai perangkat akses dalam menyalurkan *triple play service*, serta membuat perencanaan desain *Fiber To The Home*. Penelitian ini dilakukan di perumahan Citraland Palu, jalan Trans Sulawesi Tondo. Dari hasil penelitian ini diperoleh perhitungan *Link Power Budget* diantaranya : *Loss Fiber* = 3.8815 dB, *loss sambungan* = 0.6 dB, *loss connector* = 0.8 dB, daya sinyal yang diterima =  $8,95 \times 10^{-6}$  Watt, dan S/N =  $1.157 \times 10^{-10}$  A. sedangkan untuk perhitungan redaman di tiap perumahan rata – rata 22.9901 dB, redaman terendah 22.7874 dB, dan redaman tertinggi 23.0566 dB. Sedangkan dalam perencanaan desain jaringan ini dibutuhkan 1 GPON OLT, 1 perangkat ODC, 1 buah *Passive Splitter* dengan konfigurasi 1:4 pada bagian ODC dan 61 buah *Passive Splitter* dengan konfigurasi 1:8 pada bagian ODP, 61 perangkat ODP dengan port 12 di setiap 1 perangkatnya dan 480 buah perangkat ONU.

**Kata Kunci:** FTTH (Fiber To The Home), GPON, Fiber Optic, Passive splitter

### PENDAHULUAN

Perumahan Citraland merupakan salah satu perumahan *real estate* yang dimiliki kota Palu. Dengan lokasi perumahan yang cukup strategis,

perumahan Citraland dimasa akan datang merupakan salah satu perumahan yang tidak hanya menawarkan perumahan saja akan akan tetapi dalam kompleks perumahan tersebut terdapat berbagai pusat berbelanja dan wahana wisata

seperti, *waterpark*, *boardwalk*, dan *lagoon*.

Berbagai macam referensi yang ada dalam suatu perancangan jaringan khususnya perancangan jaringan FTTH, menggunakan teknologi GPON yaitu penelitian oleh Cahyadi (2012) melakukan analisa jaringan serat optik dengan teknologi GPON bagian area Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil penelitian menitikberatkan Trafik dalam sistem telekomunikasi seluler agar dapat mengatasi permasalahan yang terjadi dalam jaringan komunikasi khususnya dalam hal penerimaan radio frekuensi. Indrajaya (2013) melakukan penelitian perancangan jaringan serat optik untuk perumahan menggunakan teknologi PON yang menghubungkan Perumahan Griya Tebing Palu, Perumahan Griya Bumi Tondo Dan Perumahan Bumi Tadulako. Yang dimana hasil penelitiannya *link power budget*, redaman total, *signal to noise ratio*, sangat mempengaruhi dari kualitas sinyal.

Dari uraian diatas maka peneliti menggunakan perancangan jaringan fiber ini diperumahan citraland Palu dengan teknologi GPON yang hanya menghitung redaman ditiap perumahan.

Fiber to the Home (disingkat FTTH) merupakan suatu format penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantaran. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Services* yaitu layanan akan akses internet yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

Penghantaran dengan menggunakan teknologi FTTH ini dapat menghemat biaya dan mampu mengurangi biaya operasi dan memberikan pelayanan yang

lebih baik kepada pelanggan. Ciri-ciri inherent serat optik membenarkan penghantaran isyarat telekomunikasi dengan lebar jalur yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional.

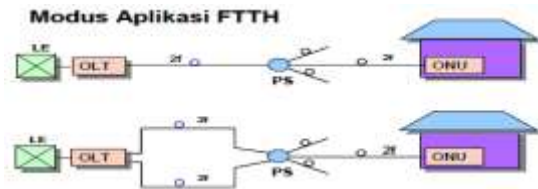
Gambar 1 mengilustrasikan arsitektur umum dari suatu jaringan FTTH. Biasanya jarak antara pusat layanan dengan pelanggan dapat berkisar maksimum 20 km. Dimana pusat penghantaran penyelenggara layanan (*service provider*) yang berada di kantor utama disebut juga dengan *central office* (CO), disini terdapat peralatan yang disebut dengan OLT. Kemudian dari OLT ini dihubungkan kepada ONU yang ditempatkan di rumah-rumah pelanggan (*customer's*) melalui jaringan distribusi serat optik (*Optical Distribution Network*), ODN. Isyarat optik dengan panjang gelombang (*wavelength*) 1490 nm dari hilir (*downstream*) dan isyarat optik dengan panjang gelombang 1310 nm dari hulu (*upstream*) digunakan untuk mengirim data dan suara.

Sedangkan layanan video dikonversi dahulu ke format optik dengan panjang gelombang 1550 nm oleh optik pemancar video (*optical video transmitter*). Isyarat optik 1550 nm dan 1490 nm ini digabungkan oleh pengabung (*coupler*) dan ditransmisikan ke pelanggan secara bersama. Singkatnya, tiga panjang gelombang ini membawa informasi yang berbeda secara simultan dan dalam berbagai arah pada satu kabel serat optik yang sama (Maulana, 2012).

Berdasarkan penempatan ONU, FTTx dibagi menjadi 4 (Maulana, 2012) yaitu:

a. *Fiber To The Home* (FTTH) Lokasi perangkat opto elektronik di sisi pelanggan selanjutnya disebut Titik Konversi Optik (TKO). Jarlokaf dengan Konfigurasi FTTH adalah menempatkan TKO di rumah pelanggan atau dapat dianalogikan sebagai pengganti Terminal Blok (TB) pada Jarlokaf. Berikut ini adalah salah satu contoh desain Jarlokaf dengan

Arsitektur FTTH jika menggunakan teknologi PON (*Passive Optical Network*),



**Gambar 1.** Modus Aplikasi *Fiber To The Home (FTTH)*, (Anonim, 2014)

b. *Fiber To The Building (FTTB)* FTTB didefinisikan sebagai arsitektur jaringan kabel *fiber optic* yang dibuat sampai pada gedung bertingkat dan kemudian didistribusikan kemasing – masing ruangan dengan kabel. TKO terletak didalam gedung dan biasanya terletak pada ruangan telekomunikasi basement. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel indoor. FTTB dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis digedung bertingkat atau pelanggan di apartemen, c. *Fiber To The Curb (FTTC)* Jaringan fiber optik yang dibuat sampai suatu titik pendistributian (*curb*) yang berada di sekitar 100 kaki dari tempat pengguna berada. Dari *curb* sampai ke rumah – rumah digunakan koneksi kabel tembaga. *Curb* biasanya melayani 8 sampai 24 pelanggan. FTTC dapat di tempatkan bagi pelanggan bisnis yang letaknya terkumpul disuatu area terbatas namun tidak berbentuk bertingkat atau bagi pelanggan perumahan yang keadaan sebenarnya yang harus dilakukan dalam beberapa masukan untuk system parameter yang di gunakan dalam aplikasi FTTH. Beberapa pertimbangan yang diperlukan dalam perhitungan ini diantaranya besaran sinyal optik dan *noise*. Faktor ini sangat penting dihitung agar jaringan *fiber optic* benar – benar telah sesuai dengan spesifikasi standar seperti yang direkomendasikan dari ITU dan IEEE.

Kinerja jaringan *fiber optic* ditentukan oleh parameter transmisi jaringan seperti: daya sinyal yang diterima ( $P_r$ ), kualitas transmisi (S/N) dan *bit error rate* (BER), (Putri, Hambali & Uripno ,2013).

Perhitungan daya sinyal yang diterima di penerima dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$P_r = P_t - L_{kabel} - L_{splitter} - L_{connector} - L_{splice} - M$$

Dimana,

$P_r$  = daya sinyal yang diterima (dBm)

$P$  = daya optik yang dipancarkan dari sumber cahaya (dBm)

$M$  = *loss margin* system diambil 3 dB

$L_{kabel}$  = redaman pada kabel (dB/km)

$L_{splitter}$  = redaman pada kabel (dB)

$L_{connector}$  = redaman pada kabel (dB)

$L_{splice}$  = redaman pada kabel (dB)

Untuk mengkonversikan perhitungan daya, Rumus yang dibutuhkan adalah sebagai berikut (Yulianto, 2012):

$$\text{dBm} = 30 + \text{Log } 10 (\text{Watts})$$

$$\text{Watts} = 10^{((\text{dBm} - 30)/10)}$$

$$\text{MilliWatts} = 10^{(\text{dBm}/10)}$$

Dalam menentukan kualitas transmisi digunakan *signal to noise ratio* (S/N) atau *Bit Error Rate* (BER), S/N merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya noise pada suatu titik yang sama, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Signal – to – Noise Ratio (S/N)} =$$

$$\frac{\text{signal power}}{\text{shot noise} + \text{amplifier noise power}}$$

Perhitungan daya sinyal (*signal power*) dan daya *noise* adalah sebagai berikut :

1. Daya sinyal merupakan kuat daya sinyal yang diterima pada *receiver*. Besar daya sinyal di penerima ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$\text{Signal Power} = \left[ P_{\text{opt}} \left[ \frac{nq}{\dots} \right] \right]^2$$

$$h\nu \quad M^2$$

Dimana :

- $P_{opt}$  = Daya sinyal yang diterima (W).  
 $\eta$  = Efisiensi quantum (%).  
 $h$  = Konstanta plank ( $6,625 \cdot 10^{-34}$  Js)  
 $Q$  =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C  
 $M$  = Tambahan daya pada sinyal *detector* cahaya (apabila yang digunakan adalah APD).

2. Derau adalah sinyal – sinyal yang tidak diinginkan yang selalu ada dalam suatu system transmisi. Level *noise* yang cukup besar akan terasa mengganggu pada sisi penerima. Sambungan daya *noise* di *detector* cahaya (*receiver*) pada sistem komunikasi serat optik ada 3 macam yaitu *thermal noise*, *noise dark current* dan *shot noise* :

1. Arus gelap yaitu arus balik (*reverse current*) kecil yang mengalir melalui persikap balik (*reverse bias diode*). Arus gelap ini terjadi pada setiap *diode* yang dikenal dengan arus bocor balik (*reverse leakage current*). Sambungan arus gelap terhadap daya *noise* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Noise dark current} = 2 q i_D B$$

Dimana :

- $q$  = muatan elektron ( $1,6 \cdot 10^{-19}$  C)  
 $i_D$  = arus gelap (A).  
 $B$  = *bandwith detector* cahaya (Hz)

2. Derau Termal ialah arus yang berasal dari struktur gerak acak electron bebas pada komponen – komponen elektronik. Biasanya level noise ini sebanding dengan temperatur pada sistem komunikasi serat optik. Besar daya *noise termal* dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Thermal noise} = \frac{4kT_{eff} B}{R_1}$$

Dimana :

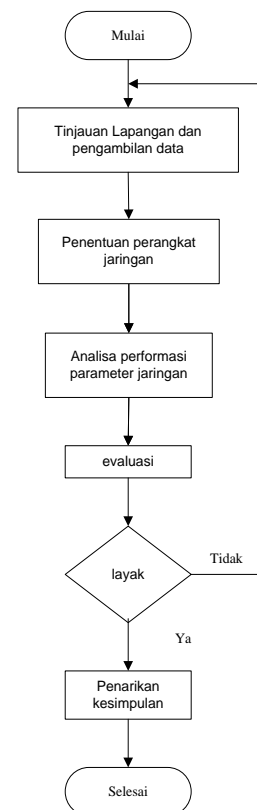
- $K$  = konstanta Boltzman ( $1,38 \cdot 10^{-23}$  Joule/ $^0$ K)  
 $B$  = *bandwith* (Hz)  
 $T_{eff}$  = *effective noise temperature* ( $^0$ K)  
 $R_1$  = equifalant resistance ( $\Omega$ )

Semakin tinggi S/N, makin baik mutu komunikasinya. Oleh karena itu ada

suatu batasan minimum dari S/N dalam hubungan telekomunikasi untuk dapat memuaskan konsumen pemakai jasa telekomunikasi. Standar S/N untuk sistem komunikasi serat optik adalah 21,5 dB,  $BER = 10^{-19}$ , (Indrajaya, 2013).

## Metode Penelitian

Dalam perancangan jaringan serat optik dengan menggunakan bahan Gambar *outside plan* perumahan Citraland Palu, dengan diagram alur perencanaan dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



**Gambar 2.** Diagram Alur Perancangan Jaringan Serat Optik

## Hasil Dan Pembahasan

Dari hasil pendataan jumlah perumahan dan rumah toko di kompleks perumahan Citraland Palu maka diperoleh 272 perumahan dan 208 rumah toko (ruko), setelah dilakukan pendataan maka diperlukan evaluasi *triple play service* untuk melakukan perbandingan pengukuran antara *bandwith* yang dibutuhkan tiap perumahan dengan kapasitas *bandwidth* yang ada pada

perangkat akses yang digunakan untuk mengimplementasikan *triple play service* pada perancangan jaringan. Sedangkan dalam perancangan jaringan *fiber to the home* ini penulis menggunakan teknologi GPON yang dimana teknologi ini mampu melewati bandwidth sampai  $\pm 2.488$  Gbps disetiap ODCnya. Dimana perancangan jaringan ini membutuhkan satu buah perangkat ODC untuk memenuhi suplai kebutuhan aplikasi layanan *triple play* disetiap perumahan, yang dimana satu ODCnya mampu menyuplai sampai dengan 375 perumahan apabila dilakukan *full* pemasangan aplikasi *triple play*. Oleh karena itu setiap masing – masing perumahan jumlah bandwidth yang diterima yaitu minimal sebesar 6.52 Mbps atau 6520 Kbps.

Adapun uraian penggunaan bandwidth dalam aplikasi *triple play service* ialah sebagai berikut:

IPTV (Groovia TV) = 6 Mbps (0.75 MB/s)

Data = 512 Kbps (64 KB/s)

VoIP = 8 Kbps (1 KB/s)

Jadi, Total penggunaan bandwidth minimum aplikasi *triple play* ialah = 6,52 Mbps atau 6520 Kbps (815 KB/s) / perumahan.

Performansi Jaringan Lokal Akses Fiber dianalisis untuk mengetahui kinerja Jaringan Lokal Akses Fiber mulai dari perangkat OLT (titik pengirim) sampai perangkat ONU (titik penerima), untuk itu perlu diketahui parameter-parameter performansi Desain Jaringan Lokal Akses Fiber yang digunakan yaitu: *Lf* (*Loss fiber*), *Ls* (*Loss splice*/sambungan permanen), *Lc* (*Loss konektor*), *Lsp* (*Loss splitter* pada Teknologi PON), *Loss Sambungan*, *Pr* (daya sinyal yang diterima), *M* (*Loss margin*), *L* (jarak transmisi) dan *S/N*. Berikut dibawah ini terdapat karakteristik redaman serat optik.

Perhitungan/analisis *link power budget* secara manual dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah dibahas sebagai berikut:

a. *Loss fiber (Lf)*

Loss/redaman serat optik dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_{f_{tot}} = L \times df = 7.763 \text{ Km} \times 0.50 \text{ dB/Km} = 3.8815 \text{ dB}$$

b. *Loss sambungan permanen (Loss splice / Ls)*

Loss maksimum setelah penyambungan adalah 0.35 dB/buah (misalkan diambil nilai loss 0.2 dB/splice), maka besar penyusutan daya sinyal pada total sambungan permanen:

$$L_{s_{tot}} = N_s \times L_s = 3 \times 0.2 \text{ dB} = 0.6 \text{ Db.}$$

c. *Loss connector (Lc)*

Penyusutan daya sinyal tiap konektor adalah maksimal 0,2 dB (misalkan diambil nilai loss konektor 0, 1 dB), maka total loss konektor:

$$L_{c_{tot}} = N_c \times L_c = 8 \times 0.01 \text{ dB} = 0.8 \text{ dB}$$

d. *Loss splitter (Lsp)*

Desain ini menggunakan PS untuk layanan interaktif guna mencatu disemua perangkat ONU dengan ratio 1:8 (misalkan diambil nilai redaman terendah yaitu 7.2 dB).

e. *Loss margin (M)*

Margin sistem biasanya diambil harga 3 dB

f. Daya sinyal yang diterima (Pr)

Daya yang diterima di receiver dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Pr &= P_t - L_{f_{tot}} - L_{s_{tot}} - L_{c_{tot}} - L_{sp} - M \\ &= -5 \text{ dB} - 3.8815 \text{ dB} - 0.6 \text{ dB} - 0.8 \text{ dB} - 7.2 \text{ dB} - 3 \text{ dB} \\ &= -20.4815 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan hasil sebesar -20.4815 dB, kemudian dikonversi ke Watt dengan perhitungan sebagai berikut =  $10^{(-20.4815/10)} = 8.95 \times 10^{-6} \text{ Watt}$

g. *Signal-to-Noise Ratio (S/N)*

1) Daya sinyal (*signal power*)

Telah diketahui bahwa:

$$P_{opt} = P_r = 8.95 \times 10^{-6} \text{ Watt}$$

$R = \eta q/h\nu = 0.85 \text{ A/W}$  pada  $\lambda = 1310 \text{ nm}$ , maka. dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Signal Power} &= 2 \left[ P_{\text{opt}} \left( \frac{\eta q}{h\nu} \right) \right]^2 \\ &= 2 \left[ 8.95 \times 10^{-6} \text{ W} \times 0.85 \frac{\text{A}}{\text{W}} \right]^2 \\ &= 1.157 \times 10^{-10} \text{ A} \end{aligned}$$

2) Daya derau (*Noise Power*)

a) Derau arus gelap (*noise dark current*)

Telah diketahui bahwa:

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$i_D = 2 \text{ nA} = 2 \times 10^{-9} \text{ A}$$

$$B = 2.5 \text{ GHz} = 2.5 \times 10^9 \text{ Hz}$$

Maka derau arus gelap dapat ditentukan dengan persamaan

*Noise dark current*

$$\begin{aligned} &= 2q i_D B \\ &= 2 (1.6 \times 10^{-19}) (2 \times 10^{-9}) (2.5 \times 10^9) \\ &= 1.6 \times 10^{-18} \text{ A} \end{aligned}$$

b) Derau tembakan/tumbukan (*shot noise current*)

Dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

*Shot Noise current*

$$\begin{aligned} &= 2q [2P_{\text{opt}} (\eta q/h\nu)] B \\ &= 2 (1.6 \times 10^{-19}) 2 (8.95 \times 10^{-6}) (0.85) (2.5 \times 10^9) \\ &= 1.2172 \times 10^{-14} \text{ A} \end{aligned}$$

c) Derau termal (*thermal noise current*)

Telah diketahui bahwa:

$$T_{\text{eff}} = 290^\circ \text{K}$$

$$R_{\text{Load}} = 50 \Omega$$

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K},$$

maka dapat ditentukan sebagai berikut:

*Thermal noise*

$$\begin{aligned} &= [4kT_{\text{eff}}B] / R_{\text{Load}} \\ &= [ (4)(1.38 \times 10^{-23}) (290) (2.5 \times 10^9) ] / 50 \\ &= 8.004 \times 10^{-13} \text{ A} \end{aligned}$$

Total noise diperoleh dari hasil penjumlahan ketiga sumber noise tadi sesuai persamaan sebagai berikut:

*Total Noise = Noise dark current + Shot Noise current + Thermal Noise current*

$$\begin{aligned} &= 1.6 \times 10^{-18} \text{ A} + 1.2172 \\ &\quad \times 10^{-14} \text{ A} + 8.004 \times 10^{-13} \text{ A} \\ &= 8.126 \times 10^{-13} \text{ A} \end{aligned}$$

Dengan demikian maka *signal-to-noise ratio* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \left( \frac{S}{N} \right)_{\text{pk/rms}} &= \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}} \\ &= \frac{1.157 \times 10^{-10} \text{ A}}{8.148 \times 10^{-13} \text{ A}} \\ &= 1.4199 \text{ A} \\ &= 31.52 \text{ dB} \end{aligned}$$

Makin tinggi  $S/N$ , makin baik mutu komunikasinya. Oleh karena itu, ada suatu batasan minimum dari  $S/N$  dalam hubungan telekomunikasi untuk dapat memuaskan konsumen pemakai jasa telekomunikasi. Standar  $S/N$  untuk Sistem Komunikasi Serat Optik adalah 21,5 dB.

## Simpulan

Untuk mendapatkan kualitas sinyal yang baik, jarak merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas sinyal, semakin dekat jarak perancangan suatu jaringan maka semakin baik pula sinyal yang didapatkan begitupun sebaliknya semakin jauh jarak yang ditempuh dalam perancangan suatu jaringan maka semakin tinggi pula redaman yang dihasilkan sehingga mempengaruhi kualitas sinyal yang didapatkan sedangkan redaman tertinggi dalam perancangan jaringan *fiber optic* yaitu 27 dB untuk mendapatkan kualitas sinyal yang maksimal, Untuk perhitungan *link power budget* maka diperoleh beberapa hasil diantaranya : *Loss Fiber* = 3.8815 dB, *Loss sambungan permanen* = 0.6 dB, *Loss Connector* = 0.8, daya sinyal yang diterima =  $8.95 \times 10^{-6} \text{ Watt}$ , *Signal To Noise Ratio* (daya sinyal =  $1.157 \times 10^{-10} \text{ A}$ , derau arus gelap =  $1.6 \times 10^{-18} \text{ A}$ , derau tembakan / tumbukan =  $1.2172 \times 10^{-14} \text{ A}$ , derau termal =  $8.004 \times 10^{-13} \text{ A}$ ). Sedangkan Rekapitulasi penggunaan perancangan jaringan *fiber to the home*

ini membutuhkan kabel jaringan *feeder* 4 buah satu buah kabel panjangnya 2 Km, kapasitas port ODC berjumlah 96 port, penggunaan kabel *passive splitter* untuk ODC ke ODP berjumlah 61 buah sedangkan untuk penggunaan 1 buah kabel *passive splitter* terdapat 8 buah *core* dimana 1 *core*-nya didistribusikan ke 1 rumah pelanggan, dalam perancangan jaringan ini belum memasukkan biaya keseluruhan dari perancangan jaringan ini dan diharapkan penelitian selanjutnya dapat mencantumkan biaya keseluruhannya. Desain dan simulasi *Link Power Budget* dalam penelitian ini dibatasi hanya  $\leq 20$  km diharapkan di kemudian hari lebih jauh dari batasan yang telah ditentukan.

## Daftar Rujukan

- Anonim, 2014, 'FTTH, <http://id.wikipedia.org/wiki/teknologiFTTH>', diakses : 5 mei 2014.
- Cahyadi, S. A, 2012, 'Analisa Jaringan GPON Area Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta, di PT. Telkom Indonesia Pada Divisi Acces' diakses 9 Mei 2014 Universitas Diponegoro, Semarang.
- Indrajaya, M.A, 2013, 'Perancangan Jaringan Fiber To The Home Studi Kasus Link STO 1 Palu Centrum – Perumahan Griya Tebing Permai', Universitas Tadulako, Palu.
- Putri, H. D, Hambali, A & Uripno, B, 2013, 'Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Apartemen Buah Batu Park' hal 5 – 6 Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- Maulana, A. J, 2012, 'Perancangan Desain Jaringan Metro FTTH di Universitas Indonesia', hal 4 – 14, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Yulianto, F, 2012, 'Perancangan Software Link Budget Calculator Dengan Microsoft Visual Basic', hal 5 diakses tanggal 13 September 2014, Sekolah tinggi manajemen informatika dan komputer Amikom, Yogyakarta.