

# PERANCANGAN JARINGAN AKSES *FIBER TO THE HOME* (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI *GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK* (GPON) DI PERUMAHAN KALIDERES PERMAI JAKARTA BARAT

## *FIBER TO THE HOME (FTTH) ACCESS NETWORK DESIGN USING GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) TECHNOLOGY AT KALIDERES PERMAI RESIDENTIAL WEST JAKARTA*

Singgih Purnomo<sup>1</sup>, Hafidudin<sup>2</sup>, Suryanto<sup>3</sup>

Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[singgihpoernomo@gmail.com](mailto:singgihpoernomo@gmail.com)

<sup>2</sup>[hafidudin@telkomuniversity.ac.id](mailto:hafidudin@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[surya270178@gmail.com](mailto:surya270178@gmail.com)

---

### Abstrak

Dibutuhkannya kecepatan layanan informasi, komunikasi, dan multimedia di era keterbukaan ini mewajibkan koneksi informasi di segala kalangan, di semua kondisi dan setiap lokasi. Sesuai teknologi PON maka GPON yang merupakan evolusinya memiliki prinsip kerja dimana ketika informasi dikirim dari sisi OLT dengan serat optik tunggal, informasi akan didistribusikan dengan *splitter* yang memungkinkan informasi terbagi ke dalam beberapa percabangan. Pada perancangan kali ini pada jarak terjauh 4,468 km pada distribusi 3, dimana penentuan jumlah perangkatnya didapatkan melalui survey yang nantinya akan dibuatkan RAB oleh mitra sebagai penawaran mitra ke pihak PT Telkom. Dengan menggunakan power 3dB pada sisi downstream didapatkan hasil redaman total sebesar 22,4938dB, daya terima sebesar -19,4938 dB dan margin daya sebesar 2,5062 dB sedangkan dengan power sebesar 0,5 dB pada sisi upstream didapatkan hasil redaman total yakni sebesar 7,4254 dB, daya terima sebesar -6,94628 dB dan margin daya sebesar 15,0372 dB yang menandakan perancangan masih memenuhi persyaratan kelayakan.

**Kata Kunci:** GPON, FTTH, PLB, RTB, BER,RAB

---

### Abstract

The need for speed of information, communication, and multimedia services in this era of openness requires the connection of information in all circles, in all conditions and in every location. In accordance with PON technology GPON which is the evolution has a working principle where when information is sent from the OLT side with a single optical fiber, the information will be distributed with a *splitter* that allows information to be divided into multiple branches. In this design at the furthest distance of 4,468 km on distribution 3, where the determination of jumlah device obtained by survey which will be made RAB by partner as partner offer to PT Telkom. By using 3dB power on the downstream side obtained a total attenuation of 22.4938dB, receiving power of 19.4938 dB and power margin sebesar 2,5062 dB whereas with a power of 0.5 dB on the upstream side obtained the total damping results of 7,4254 dB, receiving power of -6.94628 dB and power margin of 15,0372 dB indicating perancangan still meet the eligibility requirements.

**Keywords:** GPON, FTTH, PLB, RTB, BER,RAB

---

### 1. Pendahuluan

Dibutuhkannya kecepatan layanan informasi, komunikasi, dan multimedia di daerah perumahan sebagai sarana belajar, bekerja dan hiburan. mewajibkan koneksi informasi berkecepatan tinggi.. Keterbatasan jaringan akses tembaga dinilai belum cukup mengatasi bandwidth yang besar dan juga kecepatan tinggi, maka dari itu jaringan akses tembaga akan diubah menjadi jaringan akses fiber optik yang memiliki kecepatan transfer data yang dianggap memadai.

Pada Proyek Akhir ini akan melakukan perancangan jaringan akses fiber optik FTTH (*Fiber to The Home*) dengan menggunakan teknologi GPON (*Gigabit-Capable Passive Optical Network*) terhadap perumahan kalideres permai. Teknologi GPON (*Gigabit-Capable Passive Optical Network*) adalah sebuah teknologi jaringan akses yang menggunakan fiber optik sebagai media transmisinya. GPON dikembangkan dan distandarisasi oleh ITU-

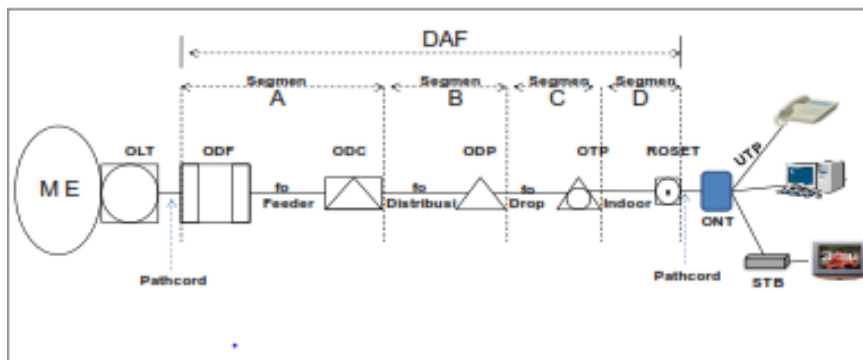
T. Teknologi GPON memiliki standar ITU-T G.984.2. Teknologi GPON memiliki *data rate* yang besar dimana untuk upstream sebesar 1.2 GBit/s dan downstream sebesar 2.4 GBit/s.

Selain melakukan perancangan, dalam Proyek Akhir ini juga akan melakukan pengukuran secara simulasi dan kemudian dianalisa apakah jaringan tersebut sudah layak dan sudah sesuai dengan standar yang di tetapkan oleh PT. Telkom. Hasil dari perancangan kemudian dievaluasi kelayakan sistemnya dengan melakukan perhitungan PLB (Power Link Budget), RTB (Rise Time Budget) serta BER (Bit Error Rate).

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Teori Konsep Dasar FTTH

*Fiber To The Home (FTTH)* merupakan arsitektur jaringan kabel fiber optik yang dibuat hingga sampai ke rumah-rumah atau ruangan dimana terminal berada. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional..



Gambar 2.1 Elemet jaringan FTTH

Segmen A : Catuan Kabel *Feeder,s* Segmen B : Catuan Kabel Distribusi, Segmen C : Catuan Kabel Penanggal/*Drop*, Segmen D : Catuan Kabel *Indoor* [2]

### 2.2 Gigabit Passive Optical Network (GPON)

Sebelum teknologi GPON sering digunakan dalam implementasi FTTH, teknologi ini merupakan evolusi dari teknologi *Passive Optical Network (PON)*. prinsip kerja dimana ketika informasi dikirim dari sisi OLT dengan serat optik tunggal, informasi akan didistribusikan dengan *splitter* yang memungkinkan informasi terbagi ke dalam beberapa percabangan, dan selanjutnya akan diterima *Optical Network Terminal (ONT)* yang terdapat di sisi pelanggan berada.

Tabel 2.1 Standar Teknologi GPON

Karakteristik	GPON
Standarisasi	ITU-T G.984
Frame	ATM / GEM
Speed Upstream	1.2 G / 2.4 Gbps
Speed Downstream	1.2 G / 2.4 Gbps
Layanan	data, suara, video
Jarak transmisi	10 km / 20 km
Maksimum jumlah cabang	64
Wavelength upstream	1310 nm
Wavelength downstream	1490 nm
<b>Splitter</b>	passive

## 2.3 Performansi Sistem

### 2.3.1 Power Link Budget (PLB)

*Power Link budget* digunakan untuk mengetahui redaman total yang diijinkan pada daya keluar pemancar dan *sensitivitas* penerima. Batasan redaman total tersebut diperhitungkan dari redaman konetor, sambungan, dan redaman dari serat itu sendiri [11].

Untuk menghitung *Link power budget* dapat dihitung dengan rumus total redaman sebagai berikut:

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + Sp \quad (1)$$

Keterangan :

$\alpha_{tot}$	= Redaman Total sistem (dB)	$\alpha_{serat}$	= Redaman serat optik ( dB/ Km)
L	= Panjang serat optik ( Km)	Ns	= Jumlah sambungan
$\alpha_c$	= Redaman Konektor (dB/buah)	Nc	= Jumlah konektor
$\alpha_s$	= Redaman sambungan ( dB/sambungan)	Sp	= Redaman Splitter (dB)

Sedangkan untuk mencari nilai daya yang diterima di *photodetector* atau disisi pelanggan dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{RX} = P_{TX} - \alpha_{tot} \quad (2)$$

Keterangan :

$\alpha_{tot}$	= Redaman total sistem (dB)	$P_{TX}$	= Daya kirim (dBm)
$P_{RX}$	= Daya terima, sensitivitas penerima (dBm)		

Adapun dikenal *redudancy* atau *margin system*. Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah sebagai berikut :

$$M = (Pt - Pr) - \alpha_{total} - SM \quad (3)$$

Keterangan :

Pt	= Daya keluaran sumber optik ( dBm)	SM	= Safety margin, berkisar 6-8 dB
Pr	= Sensitivitas daya maksimum detektor ( dBm)	$\alpha_{tot}$	= Redaman Total sistem (dB)

### 2.3.2 Rise Time Budget (RTB)

*Rise Time Budget* adalah metode untuk menentukan batasan *dispersi* suatu link *serat optic*. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah performansi jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link digital* tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit *NRZ (Non-return-to-zero)* atau 35 persen dari satu periode bit untuk data *RZ (return-to-zero)*. Satu periode bit didefinisikan sebagai *resiprokal* dari data *rate*.

Untuk menghitung *Rise Time budget* dapat dihitung dengan rumus [11] :

$$t_{system} = \sqrt{(t_{tx}^2 + t_{intramodal}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)} \quad (4)$$

Keterangan :

$t_{tx}$	= Rise time transmitter (ns)	Dm	= Dispersi Material (ps/nm.Km)
$t_{rx}$	= Rise time receiver (ns)	N <sub>2</sub>	= Indeks bias selubung
$t_{intermodal}$	= 0 (untuk single mode)	c	= kecepatan rambat cahaya $3 \times 10^8 \text{ m/s}^2$
$t_{intramodal}$	= $t_{material} + t_{waveguide}$	v	= $\sqrt{\frac{2\pi \cdot a \cdot n_1}{\lambda} \cdot (2\Delta s)}$ m/s
$t_{material}$	= $\Delta\sigma \times L \times Dm$	a	= Jari-jari inti (m)
$t_{waveguide}$	= $t_w = \frac{L}{c} [n_2 + n_2 \cdot \Delta \cdot (\frac{vb}{av})]$	n <sub>1</sub>	= indeks bias inti
$\Delta\sigma$	= Lebar Spektral (nm)	n <sub>2</sub>	= indeks bias selubung
L	= Panjang serat optik (Km)		

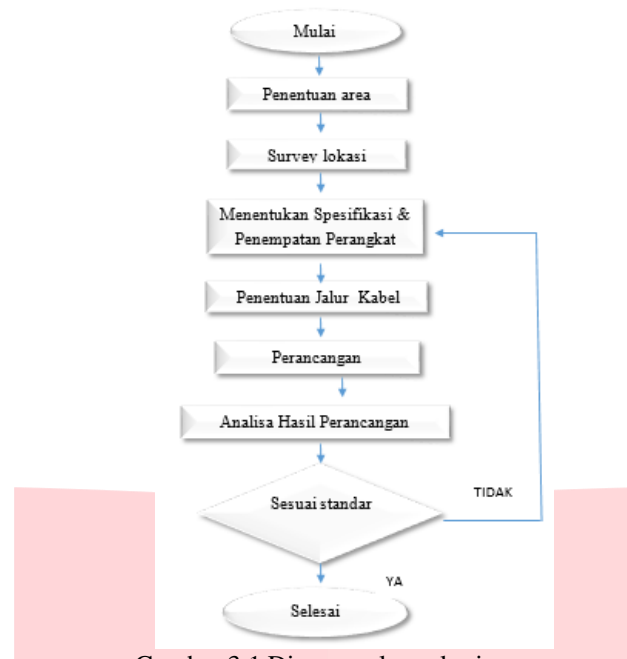
### 2.3.3 Bit Error Rate (BER)

*Bit error rate* merupakan jumlah kesalahan *bit* yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. BER untuk sistem komunikasi optik sebesar  $10^{-9}$ . Yang dimaksud dari penulisan  $10^{-9}$  adalah terdapat kemungkinan 1 bit yang eror dari  $10^9$  data yang dikirimkan dalam 1 kali proses transmisi. Semakin kecil nilai *Bit Error Rate* maka semakin baik kondisi suatu jaringan telekomunikasi [11].

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Digram Alur Penkerjaan

Pada proyek akhir ini, alur pekerjaan dintunjukkan pada gambar 3.1 berikut::



Gambar 3.1 Diagram alur pekerjaan

### 3.2 Perhitungan Manual

Perhitungan manual akan dilakukan pada perhitungan *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget*, dimana perhitungannya sebagai berikut :

#### 3.2.1 Power Link Budget (PLB)

##### Downstream

##### Distribusi 03

$$\begin{aligned} \text{Redaman total} &= (L \cdot \alpha_{\text{serat}}) + (NC \cdot \alpha_c) + (Ns \cdot \alpha_s) + (SP) \\ &= (4,468 \times 0,35) + (10 \times 0,25) + (8 \times 0,1) + (7,25 + 10,38) \\ &= 22,4938 \text{ dB} < 25 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya terima} &= Pt - \alpha \text{ total} \\ &= 3 - 22,4938 \\ &= -19,4938 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Margin daya} &= (Pt - Pr) - \alpha \text{ total} - SM \\ &= (3 - (-28)) - 22,4938 - 6 \\ &= 2,5062 \text{ dB} > 0 \end{aligned}$$

##### Upstream

##### Distribusi 03

$$\begin{aligned} \text{Redaman total} &= (L \cdot \alpha_{\text{serat}}) + (NC \cdot \alpha_c) + (Ns \cdot \alpha_s) + (SP) \\ &= (4,468 \times 0,35) + (10 \times 0,25) + (8 \times 0,1) + (1,228 + 1,335) \\ &= 7,4628 \text{ dB} < 25 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya terima} &= Pt - \alpha \text{ total} \\ &= 0,5 - 7,4628 \\ &= -6,94628 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Margin daya} &= (Pt - Pr) - \alpha \text{ total} - SM \\ &= (0,5 - (-28)) - 7,4628 - 6 \\ &= 15,0372 \text{ dB} > 0 \end{aligned}$$

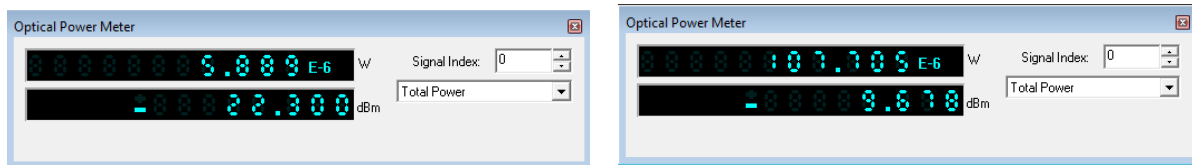
#### 3.2.2 Rise Time Budget (RTB)

$$T_{\text{system}} = (0,15^2 + 0,015638^2 + 0^2 + 0,2^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$T_{\text{system}} = (0,0225 + 0,0002445 + 0 + 0,04)^{\frac{1}{2}} = 0,250489 \text{ ns}$$

### 3.3 Simulasi

Pada perancangan kali ini menggunakan aplikasi *Optisystem* untuk mendapatkan hasil *Power Link Budget* (PLB) Simulasi Jarak Terjauh (Distribusi 3), pada aplikasi *Optisystem* nantinya akan didapatkan hasil simulasi yang hampir menyerupai pemasangan perangkat aslinya.



(a) (b)

Gambar 3.2 (a) Daya terima Downstream, (b) Daya Terima Upstream

4. Analisa

4.1 Analisa Power Link Budget

Berdasarkan perhitungan manual dan perhitungan dari *OptiSystem*, hasil perhitungan manual untuk *power link budget* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 (a) Perhitungan PLB *Downstream* (b) Hasil simulasi PLB *Downstream*

Distribusi	Jarak (km)	Daya Terima (dB)	Redaman Total (dB)
D1	4,464	-19,4294	22,4924
D2	4,335	-19,44725	22,44735
D3	4,468	-19,4938	22,4938

Tabel 4.2 (a) Perhitungan PLB *Upstream* (b) Hasil simulasi PLB *Upstream*

Distribusi	Jarak (km)	Daya Terima (dB)	Redaman Total (dB)
D1	4,464	- 6,9254	7,4254
D2	4,335	- 6,88025	7,38025
D3	4,468	- 6,94628	7,4628

Dari perhitungan yang tertera pada tabel di halaman sebelumnya untuk jarak terjauh yakni pada distribusi 3 (D3) didapatkan nilai daya terima pada *downstream* sebesar  $-19,4938$  dB untuk perhitungan manual, dan  $-22,300$  dBm untuk perhitungan menggunakan *software optisystem* terdapat perbedaan sebesar  $2,8062$  dB (12,58%), sedangkan pada nilai *upstream* didapatkan nilai daya terima sebesar  $-6,94628$  dB untuk perhitungan manual dan  $-9,679$  dBm untuk simulasi terdapat selisih sebesar  $2,73272$  dB (28,23%).

4.2 Analisa Rise Time Budget

Perhitungan *Rise Time Budget* suatu metoda untuk menentukan batasan dispersi pada *link* serat optik. *Rise time budget* sangat berguna untuk perhitungan sistem digital. *Rise Time Budget* memiliki dua jenis pengkodean yaitu NRZ (*Non Return to Zero*) dan RZ (*Return to Zero*).

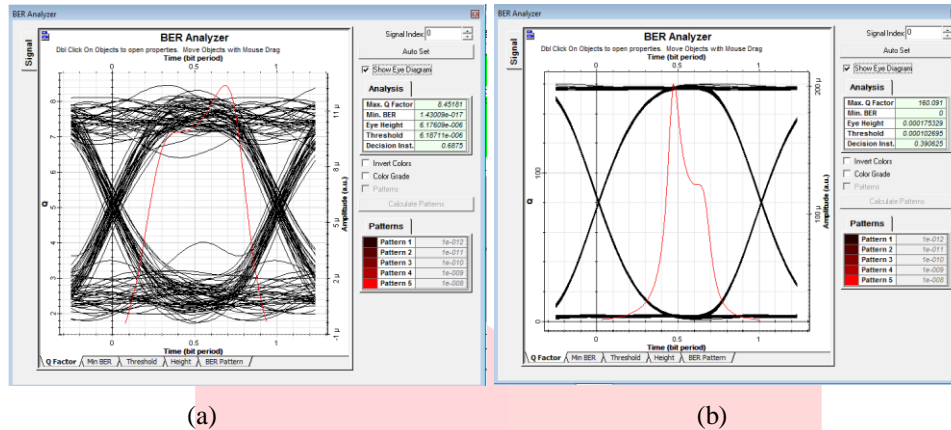
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan RTB

Distribusi	Jarak	Rise Time Budget (ns)	NRZ	RZ
D1	4,464 km	0,250487	0,5267	0,2814
D2	4,335 km	0,250459	0,5267	0,2814
D3	4,468 km	0,250489	0,5267	0,2814

Nilai tersebut masih berada dibawah waktu batasan yang bernilai  $0,5267$  ns untuk pengkodean NRZ dan  $0,2814$  ns untuk pengkodean RZ melihat hasil perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sistem untuk *downstream* dan *upstream* memenuhi *rise time budget*. Sehingga RTB dapat dikatakan baik.

### 4.3 Perhitungan BER

Perhitungan *Bit Error Rate* pada perancangan ini didapatkan dari hasil simulasi menggunakan *software optisystem*. Spesifikasi perangkat yang digunakan pada simulasi disesuaikan dengan spesifikasi perangkat aslinya sehingga didapatkan hasil simulasi mendekati nilai perangkat *real*. Simulasi dilakukan pada distribusi 3 yang memiliki jarak terjauh, baik itu arah *upstream* maupun arah *downstream*.



Gambar 4.1 (a) Hasil Simulasi BER *Downstream* (b) Hasil Simulasi BER *Upstream*

Dari hasil simulasi didapatkan hasil *Bit Error Rate* (BER) untuk arah *downstream* sebesar  $1,43009 \times 10^{-17}$  dan untuk arah *upstream* sebesar 0 yang menandakan simulasi ideal, karena nilai BER yang didapatkan masih lebih kecil dari nilai standar yakni sebesar  $1 \times 10^{-9}$ , terutama nilai BER untuk arah *upstream* yang bisa di katakan sangat baik.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi sistem dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *power link budget* didapatkan nilai redaman terbesar untuk redaman totals sebesar 22,4938 dB dengan nilai daya terima sebesar -19,4938 dBm untuk perhitungan manual dan nilai dayaterima sebesar -22,300 dBm untuk simulasi. Hasil perhitungan yang didapatkan masih berada diatas standar yang ditentukan oleh ITU-T dan PT Telkom Akses, yaitu -25 dBm
2. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget*, jenis pengkodean NRZ dan RZ dapat digunakan dalam perancangan ini. Pengkodean NRZ memiliki batas dari kecepatan data yaitu 0,2814 ns untuk downstream dan 0,5267 ns untuk upstream. Pengkodean RZ memiliki batas dari kecepatan data yaitu 0,1407 ns untuk downstream dan 0,2814 ns untuk upstream. Dari perhitungan didapatkan nilai  $T_{sistem}$  sebesar 0,250489 ns.. Nilai  $T_{sistem}$  tersebut masih dibawah batas pengkodean NRZ ataupun RZ.

### Daftar Pustaka:

- [1] Fitriyani, Atika. (2015); "PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PERUMAHAN NATAENDAH KOPO". 2015. e-Proceeding of Applied Science. Vol.1. No.2. Universitas Telkom. Bandung.
- [2] Telkom Akses. (n.d.). *Modul 3 Overview Jaringan FTTH*. PT. Telkom Akses.
- [3] Setio, Y.B.A. (2016) ; "Perancangam Perluasan Jaringan dan Pengukuran Implementasi Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) dengan Teknologi *Gigabit-Capable Passive Optical Network* (GPON) di Perumahan Springhill Lampung". *Jurnal Proyek Akhir Universitas Telkom*.
- [4] ITU-T. (2009). *ITU-T Recommendation G.652 Characteristics of a Single-Mode Optical Fibre and Cable*. ITU-T.
- [5] ITU-T. (2012). *ITU-T Recommendation G.657 Characteristics of a Bending-Loss Insensitive Single-Mode Optical Fibre and Cable for The Access Network*. ITU-T.

- [6] Rosyid, L.A.A. (2016); “ Perancangan Jaringan FTTB di Apartemen Tamansari Panoramic Bandung dengan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* untuk layanan *Triple Play* dan *CCTV*”. *Jurnal Proyek Akhir Universitas Telkom*.
- [7] *HUAWEI MA5800-X17 PON OLT*. (n.d.). Retrieved November 24, 2017, from HUAWEIEnterprise: <http://e.huawei.com/en/material/onLineView?materialid=54f8a6531e7c42778fcc0198203b1fdb>
- [8] *HUAWEI HG8245A PON ONT*. (n.d.). Retrieved November 24, 2017, from : <https://fccid.io/QISHG8245H/User-Manual/Product-manual-1979642>
- [9] Telkom Akses,2014,“Modul Design FTTx (Fiber To The x)”.
- [10] Dwi, S. R. *Evaluasi Perancangan Jaringan FTTH dengan Teknologi GPON (Studi Kasus Plaza 1 Pondok Indah Jakarta Selatan)*. Bandung: Universitas Telkom. 2011.
- [11] Keiser, G. *Optical Fiber Communications* (3rd Ed.). Singapore: Mc Graw Hill. 2000.

