

# PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI PERUMAHAN BUMI ADIPURA, CLUSTER CEMPAKA

## THE DESIGN OF FIBER TO THE HOME ACCESS NETWORK USING GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK TECHNOLOGY AT BUMI ADIPURA RESIDENTIAL, CLUSTER CEMPAKA

Imam Rafif Hanif<sup>1</sup>

Sugito,S.SI.,M.T.<sup>2</sup>

Putu Yasa,S.T.,MT.<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi,Fakultas Teknik Elektro,Universitas Telkom

[imamrafif@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:imamrafif@student.telkomuniversity.ac.id), [sugito@telkomuniversity.ac.id](mailto:sugito@telkomuniversity.ac.id), [putu.yasa@gmail.com](mailto:putu.yasa@gmail.com)

### Abstrak

Jaringan akses tembaga dianggap belum dapat menampung kapasitas *bandwidth* yang besar dan berkecepatan tinggi, sehingga untuk meningkatkan kualitas layanan tersebut digunakanlah Fiber Optik sebagai media transmisinya. Cluster Cempaka sebagai hunian dengan konsep modern menjadi lokasi penelitian pada tugas akhir.

Perhitungan dilakukan terhadap parameter-parameter kelayakan dan performansi sistem perancangan FTTH yang diimplementasikan. *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* untuk kelayakan sistem. Nilai parameter tersebut dihitung secara manual dan dibandingkan dengan hasil menggunakan perangkat lunak *OptiSystem*. Selain itu parameter lainnya adalah *Bit Error Rate* (BER) untuk performansi sistem. Parameter ini dapat dilihat dengan membuat simulasi perancangan jaringan pada *software OptiSystem*.

Pada perhitungan peramalan demand dibutuhkan *bandwidth* sebesar 6352 Mbps, peramalan akan terpenuhi setelah bulan ke-83 perancangan. Hasil perancangan dihasilkan nilai *Link Power Budget downstream* sebesar -18,17 dBm dan -6,25 dBm pada *upstream*. Nilai tersebut dikatakan layak dikarenakan masih diatas sensitivitas penerima -29 dBm. Pada perhitungan *Rise Time Budget* didapatkan waktu sistem sebesar 0,26756 ns, pengkodean pada *downstream* terpenuhi menggunakan NRZ, sedangkan pada *upstream* dapat menggunakan NRZ maupun RZ. Nilai BER pada konfigurasi *downstream* dan *upstream* sebesar 0, kedua nilai masih jauh dibawah  $10^{-9}$  sehingga masih sangat baik.

Kata kunci: FTTH, GPON, *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Bit Error Rate*, *Optisystem*.

### Abstract

*Copper access network is considered to not being able to accomodate a large bandwidth capacity and high speed internet connection, so as to improve the quality of the services the optical fiber transmission is used as a medium. Cluster Cempaka as public housing with modern concept is chosen for research in this final project.*

*Calculation is performed to parameters of feasibility and reability of the FTTH system that is implemented in Clusters Cempaka. Link Power Budget and Rise Time Budget for the feasibility of the system. Values of these parameters are calculated manually and compared with the results of using OptiSystem software. Besides, other parameter is the Bit Error Rate (BER) for the reability of the system. BER value is obtained by making simulation design of networks on OptiSystem.*

*On demand forecasting calculations required bandwidth of 6352 Mbps, the forecast will be met 83 months after the network is implemented. The results of the design of downstream Link Power Budget is -18.17 dBm and -6.25 dBm on upstream. These values are said to be feasible due to the values are above the receiver sensitivity that is -29 dBm. On the calculation of Rise Time Budget, the result of system time is 0.26756 ns, encoding on the downstream are met using NRZ, whereas in upstream encoding are met using both RZ or NRZ. The result of BER calculation is 0 both on downstream and upstream, the results are far under  $10^{-9}$  so that is still very good.*

*Key Word: FTTH, GPON, Link Power Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate, OptiSystem*

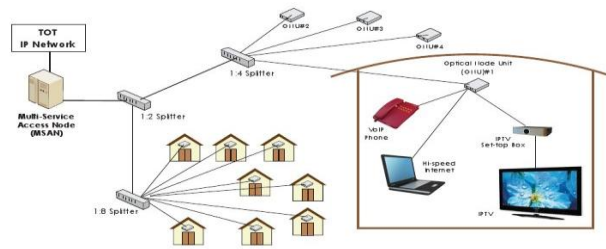
## 1. Pendahuluan

Kebutuhan pada akses tripleplay (data, suara dan video) menjadi semakin besar saat ini. Tidak hanya sebagai sarana hiburan namun juga sebagai penunjang terhadap pekerjaan. Jaringan akses tembaga saat ini sudah tidak dapat mengakomodasi kebutuhan yang besar berupa *bandwidth* yang besar dengan kecepatan tinggi seperti yang dibutuhkan untuk layanan tripleplay. Serat optik menjadi pilihan untuk media transmisi yang dapat diandalkan untuk mengakomodasi kebutuhan tersebut, dengan *bandwidth* yang besar maka serat optik menjadi pilihan. Pada penelitian ini akan dibahas perancangan jaringan Fiber To The Home dengan teknologi Gigabit Passive Optical Network di Perumahan Bumi Adipura, Cluster Cempaka. Cluster Cempaka merupakan hunian keluarga dengan konsep hunian modern.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Fiber To The Home

FTTH merupakan suatu format penghantar informasi berupa gelombang cahaya dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantar. Perkembangan teknologi ini tidak lepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel tembaga dengan kelengkapannya dalam menyediakan layanan triple play (suara, data, dan video). Transmisi informasi menggunakan teknologi FTTH ini dapat menghemat biaya, baik dari segi instalasi maupun pemeliharaan dibandingkan dengan kabel tembaga. Kemampuan lebih dari serat optik lainnya adalah pengalokasian *bandwidth* yang jauh lebih besar yang dapat diatur sesuai kebutuhan dibandingkan dengan kabel tembaga. Berikut arsitektur dari FTTH menggunakan teknologi GPON, teknologi yang digunakan oleh PT.Telkom saat ini di Indonesia untuk FTTH[12]:



Gambar 2.1 Arsitektur FTTH

## 2.2 Prinsip Dasar GPON

Prinsip kerja dari GPON adalah ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai Optical Network Terminal(ONT). Untuk ONT sendiri akan memberikan data – data dan sinyal yang diinginkan oleh user. Pada prinsipnya, Passive Optical Network adalah sistem point-to-multipoint.

Tabel 2.1 Standar GPON

Characteristic	GPON
Standardization	ITU-T G.984
Frame	ATM / GEM
Speed Upstream	1.2 G / 2.4 G
Speed Downstream	1.2 G / 2.4 G
Service	Data, Voice, Video
Transmission Distance	10 km / 20 km
Number of Branches	64
Wavelength Up	1310 nm
Wavelength Down	1490 nm
Splitter	Passive

## 2.3 Link Power Budget

Link power budget dapat diartikan secara sederhana sebagai total redaman pada daya optik yang diijinkan antara sumber cahaya dan fotodetektor, yang didapatkan dari redaman kabel, redaman konektor, redaman penyambungan, dan margin sistem.[5] Untuk perumusan dapat dilihat dibawah ini:

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{kabel} + n_{con} \cdot \alpha_{con} + n_{splice} \cdot \alpha_{splice} + \alpha_{splitter} \quad (1)$$

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{tot} - SM \quad (2)$$

$$Prx = Ptx - \alpha_{tot} \quad (3)$$

$P_{tx}$  = Daya keluaran sumber optik ( dBm)

$P_{rx}$  = Sensitivitas daya maksimum detektor ( dBm)

SM = Safety margin, berkisar 6-8 dB

$\alpha_{tot}$  = Redaman Total sistem (dB)

L = Panjang serat optik ( Km)

$\alpha_{con}$  = Redaman Konektor (dB/buah)

$\alpha_{splitter}$  = Redaman sambungan ( dB/sambungan)

$\alpha_{kabel}$  = Redaman serat optik ( dB/ Km)

$n_{splice}$  = Jumlah sambungan

$n_{con}$  = Jumlah konektor

Sp = Redaman Splitter (dB)

## 2.4 Rise Time Budget

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu link serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah unjuk kerja 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-tozero). Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari data rate. Untuk menghitung Rise Time budget dapat dihitung dengan rumus:

$$t_{system} = (t_{tx}^2 + t_{intramodal}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \quad (4)$$

Keterangan :

$t_{tx}$  = Rise time transmitter (ns)

$t_{rx}$  = Rise time receiver (ns)

$t_{intermodal}$  = bernilai nol (untuk serat optik single mode)

$t_{intramodal}$  = tmaterial + Twaveguide

$t_{\text{material}} = \Delta\sigma \times L \times D_m$   
 $\Delta\sigma$  = Lebar Spektral (nm)  
 $L$  = Panjang serat optik (Km)  
 $D_m$  = Dispersi Material (ps/nm.Km)

### 2.5 Bit Error Rate

*Bit error rate* merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. Sensitivitas merupakan daya optik minimum dari sinyal yang datang pada *bit error rate* yang dibutuhkan. BER untuk sistem komunikasi optik sebesar  $10^{-9}$ . Maksud dari penulisan  $10^{-9}$  adalah terdapat kemungkinan 1 bit yang error dari  $10^9$  data yang dikirimkan dalam 1 kali proses transmisi. Semakin kecil nilai *Bit error rate* maka semakin baik kondisi suatu jaringan telekomunikasi.

## 3 Perancangan Jaringan FTTH

### 3.1 Penentuan Daerah Perancangan

Cluster Cempaka merupakan hunian di area Perumahan Bumi Adipura yang berada di Gedebage, Bandung. Dikembangkan oleh PT. Multidaya Kharisma. Letak yang cukup strategis dimana sedang dilakukan pembangunan tol Pasupati – Gedebage membuat nilai jual perumahan di area Bumi Adipura lebih tinggi. Area Cluster Cempaka akan dibangun 600 rumah di tanah seluas 9 hektar, yang mana sebagian besarnya sedang dalam pembangunan. Cluster Cempaka akan dibangun untuk 5 tipe rumah yaitu tipe 22/72, tipe 22/84, tipe 36/72, tipe 36/84, tipe 42/90 dan tipe 48/105.

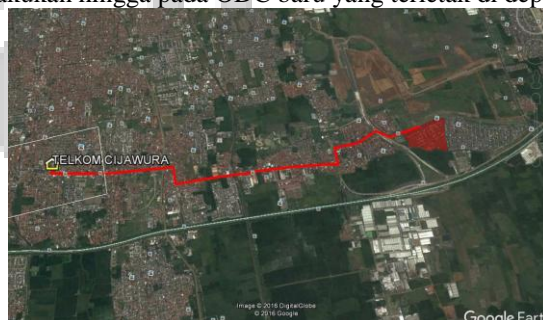
Cluster Cempaka memiliki fasilitas taman, lapangan olahraga, Masjid, kolam renang dan keamanan 24 jam dengan sistem 1 gerbang akses keluar-masuk. Jalan yang disediakan cukup lebar dan memadai. Dengan banyaknya rumah yang dibangun hunian dibagi berdasarkan nama jalan. Dimana terdapat 15 jalan yaitu Jl. Cempaka Raya, Jl. Cempaka 1, Jl. Cempaka 2, Jl. Cempaka 3, Jl. Cempaka 4, Jl. Cempaka 5A, Jl. Cempaka 5B, Jl. Cempaka 6A, Jl. Cempaka 6B, Jl. Cempaka 7, Jl. Cempaka 8, Jl. Cempaka 9, Jl. Cempaka 10, Jl. Cempaka 11, Jl. Cempaka 12. Kebutuhan *Homepasses* yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

Jl. Cempaka Raya: 26 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 1 : 105 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 2 : 13 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 3 : 13 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 4 : 16 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 5A : 48 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 5B : 33 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 6A : 42 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 6B : 34 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 7 : 70 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 8 : 68 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 9 : 65 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 10 : 42 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 11 : 21 *Homepasses*  
 Jl. Cempaka 12 : 4 *Homepasses*

Total jumlah *Homepasses* yang harus dipenuhi di Cluster Cempaka adalah 600 *Homepasses*.

### 3.2 Penentuan Jalur Perancangan dan Perangkat

Berdasarkan lokasi hunian Cluster Cempaka yang berada di Jl. Adiflora Raya, Gedebage. Penarikan kabel *feeder* paling terdekat dan efektif dilakukan dari STO Cijaura yang letaknya 4,1 Km dari Cluster Cempaka. Penarikan kabel dilakukan hingga pada ODC baru yang terletak di depan Cluster Cempaka.



**Gambar 3.1** Rute Penarikan Kabel

Berdasarkan tata letak lokasi maka perangkat yang dibutuhkan dalam perancangan adalah pada **tabel 3.1**

**Tabel 3.1** Kebutuhan Perangkat

Perangkat	Jumlah	Unit
ONT	600	Buah
ODP kapasitas 1x1:8	26	Buah
ODP kapasitas 2x1:8	37	Buah
PS 1:8	100	Buah
Kabel Distribusi (Serat G.652.D)	1528	m
Kabel Drop	21000	m

### 3 Analisis

#### 3.1 Analisis Link Power Budget

Posisi ONT terjauh di hunian Cluster Cempaka adalah rumah yang berada di Jalan Cempaka XII no. 5 yang memiliki jarak dari STO ke ONT 4,57 Km. Jalur dari STO Cijaura ke ONT melewati splitter 1:4 di ODC kemudian melewati ODP FCG 001. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai redaman total (atot) pada *downstream* sebesar 20,17 dB dan pada *upstream* sebesar 6,75 dB. Nilai redaman masih dibawah standar PT. Telkom yaitu sebesar 28 dB, maka *link* optik memenuhi standar redaman.

Nilai Prx harus lebih besar dari sensitivitas detektor agar dapat bekerja dengan baik. Dhasilkan nilai daya yang diterima pada *receiver* yaitu -18,17 dBm pada *downstream* dan -6,25 dBm pada *upstream*. Dari hasil perhitungan membuktikan bahwa *link* optik layak dengan memenuhi syarat daya minimum dengan nilai daya yang lebih besar dari sensitivitas detektor sebesar -29 dBm, juga sesuai dengan standar PT. Telkom yaitu -27 dBm pada sisi *receiver*.

Nilai margin daya dapat dihitung dengan Persamaan (2), yaitu didapatkan hasil sebesar 4,83 pada *downstream* dan 16,75 dB pada *upstream*. Nilai tersebut diatas nol (0) yang mengindikasikan *link* perancangan memenuhi standar *Link Power Budget*

#### 3.2 Analisis Rise Time Budget

Rise Time Budget menggunakan 2 jenis pengkodean yaitu NRZ (non-return to zero) dan RZ (return to zero). Nilai waktu sistem (t<sub>system</sub>) harus dibawah nilai waktu batas (tr) baik sisi *upstream* maupun *downstream*. Untuk batas waktu pengkodean NRZ yaitu 70% dari perida bit, sedangkan untuk waktu batas RZ 35% dari perida bit.

Perhitungan *Rise Time Budget* mengambil sampel ONT terjauh dari STO dengan jarak 4,57 Km. Perhitungan dapat dilihat pada kalkulasi dibawah ini

##### Downstream

$$\text{Menggunakan NRZ; } tr = \frac{0,7}{\text{bitrate}} = \frac{0,7}{2,488 \times 10^9} = 0,2814 \text{ ns}$$

$$\text{Menggunakan RZ; } tr = \frac{0,35}{\text{bitrate}} = \frac{0,35}{2,488 \times 10^9} = 0,1407 \text{ ns}$$

Mencari Ttotal

$$T_{total} = \sqrt{T_{tx}^2 + T_{intramodal}^2 + T_{intermodal}^2 + T_{rx}^2}$$
$$T_{material} = \Delta\sigma \times L \times D_m$$
$$T_{material} = 1 \text{ nm} \times 4,57 \text{ km} \times 3,5 \text{ ps/km.nm}$$
$$T_{material} = 0,015995 \text{ ns}$$

$$T_{total} = \sqrt{0,15^2 + 0,015995^2 + 0^2 + 0,2^2}$$
$$T_{total} = 0,26756 \text{ ns}$$

Dengan perhitungan diatas didapatkan nilai Ttotal sebesar 0,26756 ns. Nilai ini dibawah nilai pengkodean NRZ namun diatas nilai pengkodean RZ, sehingga sistem *downstream* terpenuhi dengan pengkodean NRZ.

##### Upstream

$$\text{Menggunakan NRZ; } tr = \frac{0,7}{\text{bitrate}} = \frac{0,7}{1,244 \times 10^9} = 0,5627 \text{ ns}$$

$$\text{Menggunakan RZ; } tr = \frac{0,35}{\text{bitrate}} = \frac{0,35}{1,244 \times 10^9} = 0,2804 \text{ ns}$$

Dengan perhitungan diatas makan nilai Ttotal yang sebesar 0,26756 ns masih dibawah nilai pengkodean NRZ maupun RZ, sehingga pada sistem *upstream* dapat menggunakan pengkodean NRZ maupun RZ

### 5. Kesimpulan

Setelah analisis dilakukan maka didapatkanlah hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perancangan pada Cluster Cempaka dibutuhkan sebanyak 1 ODC baru beserta 83 tiang baru dengan 63 unit ODP untuk memenuhi kebutuhan seluruh penghuni.
2. Pada analisis peramalan *demand*, total *bandwidth* yang dibutuhkan sebesar 6352 Mbps dengan rincian pengguna paket 10 Mbps sebanyak 535 *Homepasses*, paket 20 Mbps sebanyak 46 *Homepasses*, paket 30 Mbps sebanyak 12 *Homepasses* dan Paket 50 Mbps sebanyak 11 *Homepasses*. Permintaan terpenuhi pada bulan ke-83 setelah pemasangan.
3. Perhitungan *Link Power Budget* pada jarak ONT terjauh dihasilkan total redaman pada konfigurasi *downstream* sebesar 21,17 dB dengan daya yang diterima pada Prx sebesar -18,17 dBm. Pada *upstream* total redaman adalah 6,75 dB dengan daya yang diterima pada Prx sebesar -6,25 dBm. Nilai tersebut diatas standar PT. Telkom yaitu -28 dBm pada Prx.
4. Berdasarkan perhitungan *Rise Time Budget* maka konfigurasi *downstream* akan memenuhi parameter jika menggunakan pengkodean NRZ. Dimana Ttotal bernilai 0,26756 ns hanya dibawah pengkodean NRZ yang memiliki Tr 0,2814 ns. Sedangkan pada *upstream* dapat menggunakan pengkodean NRZ maupun RZ. Dimana nilai Tr pada NRZ sebesar 0,5627 dan Tr pada RZ sebesar 0,2804, nilai Ttotal dibawah kedua batas waktu 2 pengkodean tersebut.
5. Pada hasil simulasi jaringan dengan menggunakan *software OptiSystem* didapatkan nilai BER yang baik pada kedua konfigurasi *downstream* maupun *upstream* dengan nilai BER hasil simulasi sebesar 0, dimana tidak adanya bit error pada hasil simulasi perancangan. Sedangkan hasil *Link Power Budget* pada simulasi



sebesar -18,38 dBm pada konfigurasi *downstream* dan -6,15 dBm pada konfigurasi *upstream*. Hasil tersebut dikatakan layak karena diatas standar PT. Telkom dengan nilai BER sebesar  $10^{-9}$  dan daya yang terima minimal -28 dBm.

#### Daftar Pustaka

- [1] Adrian, Gary. *Perancangan Jaringan Fiber To The Home Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Dago Asri dan Cisitua Indah Bandung*. Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2013
- [2] Ayu Suci Lestari. *PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) STUDI KASUS PERUMAHAN GUNUNG BATU BANDUNG*. Universitas Telkom, Bandung, 2013
- [3] “GPON ONT – Product”. [http://www.zte.com.cn/en/products/access/xpon/201301/t20130131\\_385569.html](http://www.zte.com.cn/en/products/access/xpon/201301/t20130131_385569.html) (Di akses pada tanggal 19 November 2013)
- [4] ITU-T Recommendation G.652. “Characteristics of a single mode optical fibre and cable”, 2009
- [5] ITU-T Recommendation G.657. “Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network”, 2009
- [6] ITU-T Recommendation G.984.1. “*Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): General Characteristics*”, 2003
- [7] ITU-T Recommendation L.79. “*Optical fibre cable elements for microduct blowing-installation application*”, 2008
- [8] Keiser, Gerd. “*Optical Fiber Communications*” Mc. Graw Hill Inc. 2000
- [9] Margareth, Grace. *Perancangan Jaringan Fiber To The Home Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Citylight Residence*. Universitas Telkom, Bandung, 2014
- [10] Mutaharrik, Ihsan, Muhammad. *Perancangan Jaringan Fiber To The Home dengan menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Central Karawaci*. Universitas Telkom, Bandung, 2016
- [11] Nainggolan, Bilpen. *Parameter Kualifikasi Teknis Implementasi Teknologi GPON*[Jurnal]. PT Telekomunikasi Indonesia, Bandung, 2009
- [12] Telkom Indonesia, PT. 2012. “*Modul 1 -Overview Jaringan FTTx*”. PT. Telkom Indonesia
- [13] Teong, David Ong Kok. “*Technician’s Manual: The Basics of FTTH*” Malaysia, 2011
- [14] ZTE Corporation. “*ZXA10 C300: Optical Access Covergence Equipment – Product Description*”, 2011
- [15] ZTE Corporation. “*ZXA10 F660: Optical Access Covergence Equipment – Product Description*”, 2011



Telkom  
University