

**PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI  
10-GIGABIT-PASSIVE OPTICAL NETWORK (XGPON) UNTUK PERUMAHAN BENDA BARU  
TANGERANG SELATAN**

Aff Glenta Utama<sup>1</sup>, Ir. Akhmad Hambali, M.T.<sup>2</sup>, Desti Madya Saputri, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[Glenta.Afif@gmail.com](mailto:Glenta.Afif@gmail.com), <sup>2</sup>[ahambali@telkomuniversity.ac.id](mailto:ahambali@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[destimadvasaputri@telkomuniversity.ac.id](mailto:destimadvasaputri@telkomuniversity.ac.id)

**Abstrak**

Kebutuhan akan pelayanan di bidang teknologi informasi dan komunikasi semakin meningkat setiap tahun. Jenis layanan yang dibutuhkan bukan lagi sebatas *voice* namun menjadi berkembang ke layanan *triple play* (*voice*, *data*, dan *video*). Komplek perumahan baru banyak dibangun sehingga membuat kebutuhan akan layanan Internet di rumah semakin dicari oleh para pelanggan. Salah satunya adalah perumahan Benda Baru yang terletak di kota Tangerang Selatan. Hasil perhitungan simulasi *link power budget*, yaitu total redaman yang dihasilkan untuk jarak terjauh didapatkan nilai daya terima adalah sebesar -24,88 dBm untuk *link downstream* dan -23,52 dBm untuk *link upstream*. Hasil perhitungan tersebut masih memenuhi standar yang ditentukan oleh ITU-T G.984 yang kemudian diikuti oleh P.T. Innovate Indonesia yaitu sebesar -28 dBm. Untuk nilai *rise time budget* didapatkan nilai waktu batasan adalah sebesar 0,14 untuk pengkodean RZ dan 0,28 untuk pengkodean NRZ. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan  $t_{\text{system}}$  adalah sebesar 0,049 untuk *downstream* dan *upstream*. Hasil RTB bernilai baik karena  $t_{\text{system}}$  yang lebih kecil dari batasan waktu tiap pengkodean. Untuk parameter *bit error rate* nilai yang dihasilkan dari perhitungan simulasi adalah sebesar  $4,5 \times 10^{-30}$  untuk *downstream* dan  $2,3 \times 10^{-20}$  untuk *upstream*. Kedua nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditetapkan untuk optik, yaitu sebesar  $10^{-9}$ . Semua nilai tersebut memenuhi standar kelayakan dari ITU-T G.984.

**Kata kunci : FTTH, XGPON, optisystem**

**Abstract**

*The need for services in the field of information and communication technology is increasing every year. The types of services needed are no longer limited to voice, but they develop into triple play services (voice, data and video). New housing complexes have been built so that the need for home internet services is increasingly sought after by customers. One of them is the Benda Baru housing located in the city of South Tangerang. The results of the link power budget simulation calculation, namely the total attenuation generated for the farthest distance is obtained the power received value is -24.88 dBm for the downstream link and -23.52 dBm for the upstream link. The results of these calculations still meet the standards set by ITU-T G.984 which are then followed by P.T. Innovate Indonesia is -28 dBm. For rise time budget value, the time limit value is 0.14 for RZ coding and 0.28 for NRZ coding. From the results of the calculation, it is found that  $t_{\text{system}}$  is 0.049 for downstream and upstream. RTB results are good because the  $t_{\text{system}}$  is smaller than the time limit of each coding. For the bit error rate parameter the value generated from the simulation calculation is  $4.5 \times 10^{-30}$  for downstream and  $2.3 \times 10^{-20}$  for upstream. Both values meet the minimum value of BER set for optics, which is equal to  $10^{-9}$ . All of these values meet the eligibility standards of ITU-T G.984.*

**Keyword : FTTH, XGPON, optisystem**

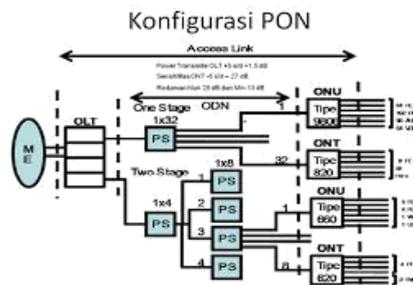
**1 Pendahuluan**

*Fiber to the Home (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 akses internet (*data*) yang cepat, suara (*jaringan telepon, PSTN*) dan video (*TV Kabel*) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan. PT Innovate-Indonesia sebagai perusahaan infokom di Indonesia melayani penggelaran fiber optik untuk kebutuhan *tripleplay*. Innovate-Indonesia berencana menggelar FTTH menggunakan teknologi 10 *Gigabit Ethernet Passive Optical Network (XGPON)* agar dapat memenuhi target tersebut.

**2 Dasar Teori**

**2.1 Passive Optical Network (PON)<sup>[3]</sup>**

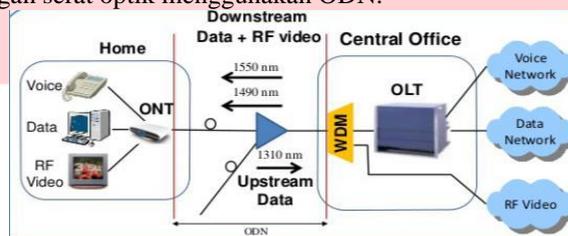
Dengan teknologi serat optik, layanan seperti *data*, *voice*, dan *IPTV* hanya menggunakan satu saluran kabel atau yang disebut dengan teknologi WDM (*Wavelength Division Multiplexer*) dengan koneksi kecepatan tinggi yang memungkinkan akses internet secara cepat dan terkoneksi.



Gambar 2.1 Konfigurasi PON<sup>[3]</sup>

2.2 Gigabyte Passive Optical Network (GPON)<sup>[3]</sup>

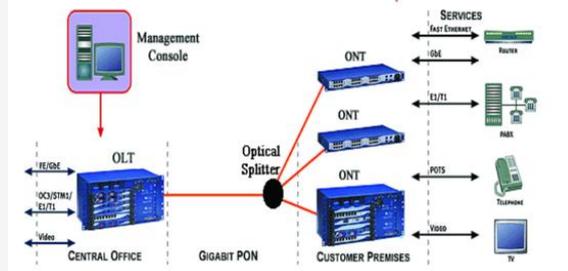
GPON merupakan evolusi dari teknologi PON yang salah satu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *Broadband Access* berbasis *fiber optic* dan merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T G.984. pada GPON beberapa OLT, interface sentral dengan jaringan *fiber optic* dihubungkan dengan beberapa ONU, interface pelanggan dengan jaringan serat optik menggunakan ODN.



Gambar 2.2 Konfigurasi GPON<sup>[3]</sup>

2.3 Fiber to the Home (FTTH)<sup>[4]</sup>

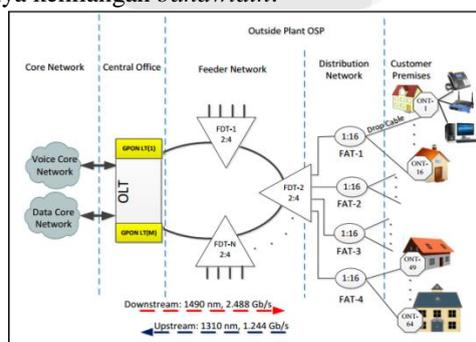
FTTH merupakan suatu format penghantar informasi berupa gelombang cahaya dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantar. Perkembangan teknologi ini tidak lepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel tembaga dengan kelengkapannya dalam menyediakan layanan *triple play* (suara, data, dan video).



Gambar 2.3 Arsitektur FTTH<sup>[4]</sup>

2.4 10-Gigabit-Passive Optical Network (XG-PON)

*Gigabyte Passive Optical Network* (XG-PON) adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *broadband access* berbasis fiber optik. XG-PON merupakan salah satu 13 teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T G.987x. Keunggulannya adalah *bandwidth* yang ditawarkan bisa mencapai 10 Gbps (*downstream*) dan upstream 2.5 Gbps sampai pelanggan tanpa adanya kehilangan *bandwidth*.



Gambar 2.4 Arsitektur XG-PON<sup>[6]</sup>

**2.5 Parameter**

Parameter ini merupakan suatu kewajiban yang harus dipenuhi dalam merancang sebuah jaringan akses *fiber to the home* (FTTH). Parameter ini juga merupakan acuan standar kelayakan yang di gunakan oleh jaringan baru dan dipersyaratkan sesuai ITU-T G.984.. Berikut adalah parameter-parameter yang dipakai.

**2.5.1 Link Power Budget (LPB)**

*Link power budget* dihitung sebagai syarat agar *link* yang kita rancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Untuk menghitung *link power budget* dapat dihitung dengan rumus :

$$\alpha_{tot} = L.\alpha_{kabel} + Nc.\alpha_c + Ns.\alpha_s + Sp \dots \dots \dots (2.1)$$

Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah :

$$M = (Pt_x - Pr_x) - \alpha_{tot} - SM \dots \dots \dots (2.2)^{[7]}$$

Sehingga bentuk persamaan untuk menghitung daya maksimum di penerima adalah :

$$Pr_x = Pt_x - \alpha_{tot} - SM \dots \dots \dots (2.3)$$

**2.5.2 Bit Error Rate (BER)<sup>[8]</sup>**

BER adalah laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. BER merupakan rasio perbandingan *bit error* dengan jumlah keseluruhan bit yang dikirim dengan nilai maksimum BER sebesar  $10^{-9}$ . Dimana BER dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right) \dots \dots \dots (2.6)$$

Berdasarkan persamaan diatas sehingga diperoleh nilai pendekatan :

$$BER = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} 10^{-\frac{Q^2}{2}} \dots \dots \dots (2.7)$$

**2.5.3 Rise Time Budget (RTB)<sup>[8]</sup>**

*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-to-zero*). Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari rate data.

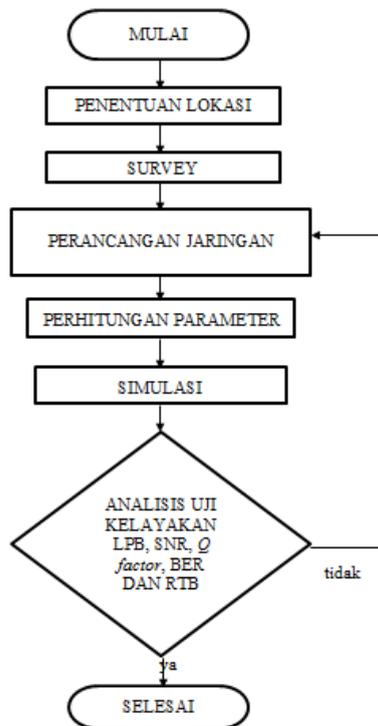
Untuk menghitung *Rise Time budget* dapat dihitung dengan rumus:

$$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm \dots \dots \dots (2.8)$$

Sehingga :

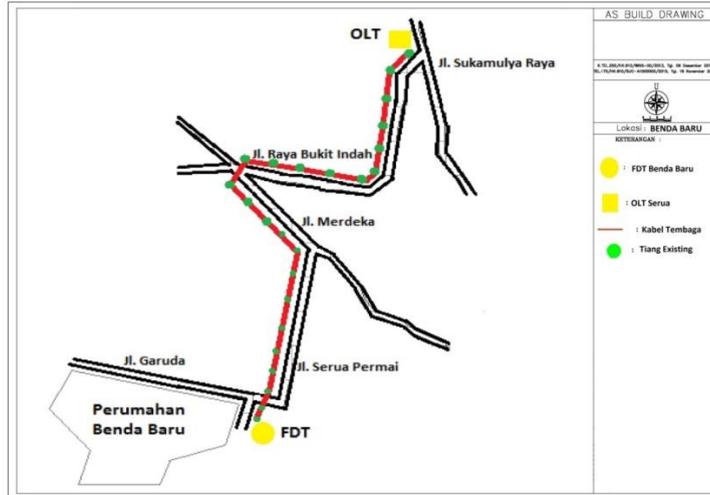
$$t_{system} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \dots \dots \dots (2.9)$$

**3 Perancangan Jaringan FTTH**



**Gambar 3.1** Diagram Alir

### 3.1 Penentuan Lokasi

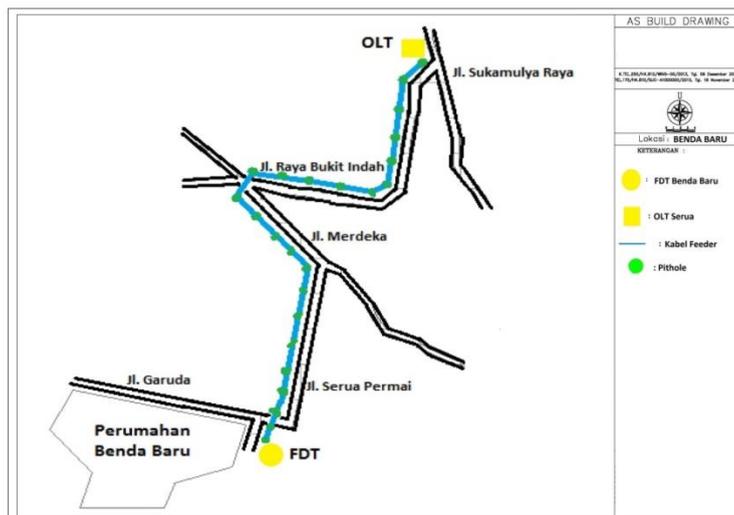


Gambar 3.2 Jalur Existing dari OLT sampai FDT

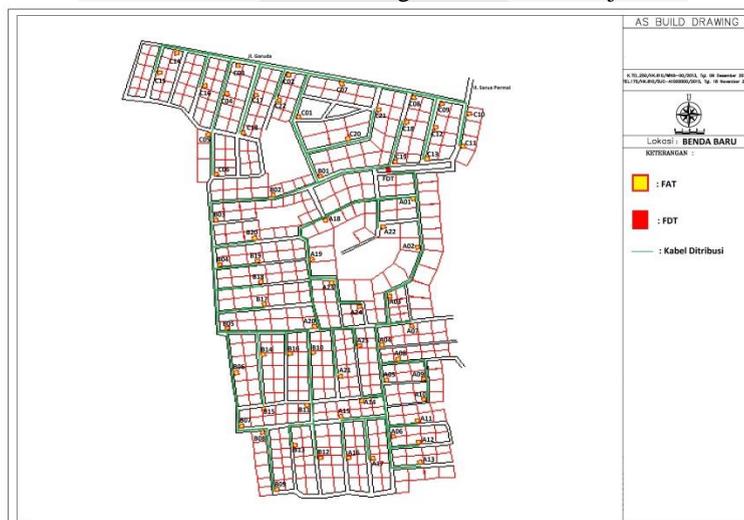
### 3.2 Survey

#### 3.2.1 Perencanaan Jalur Kabel feeder dari OLT ke FDT

Perencanaan pembangunan jalur kabel *feeder* dari OLT Serua menuju ke FDT yang berada di dalam kompleks Perumahan Benda Baru akan dilakukan dipinggir sepanjang jalan Raya Bukit Indah menuju ke jalan Merdeka dan akan masuk ke dalam kompleks perumahan melalui jalan Serua Permai.



Gambar 3.5 Denah Perancangan dari OLT menuju FDT



**Gambar 3.6** Denah Perancangan di dalam perumahan**3.2.2 Kebutuhan Perangkat**

Berdasarkan tata letak dan jarak yang telah disurvei maka didapatkan jumlah perangkat yang akan digunakan dalam perancangan ini. Jumlah perangkat yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 3.5** Deskripsi Perangkat

Perangkat	Jumlah	Unit	Letak
OLT	1	Buah	Indoor
Rack	1	Buah	Indoor
ONT	512	Buah	Indoor
FAT	67	Buah	Indoor
FDT	1	Buah	Indoor
PS 1:4	16	Buah	Indoor
PS 1:8	66	Buah	Indoor
Konektor	6	Buah	Indoor/Outdoor
Kabel <i>feeder</i> (Serat G.652.D)	2,410	Km	Outdoor
Kabel distribusi (Serat G.652.D)	25,022	Km	Outdoor
Kabel <i>drop</i> (Serat G.652.D)	6,2	m	Indoor

**3.2.3 Kebutuhan Bandwidth**

Layanan yang dibutuhkan oleh pelanggan adalah layanan *triple play*, yang terdiri dari telepon (*voice*), internet (*data*) dan televisi (*video*). Layanan-layanan tersebut diberikan secara *bundling* dan yang digunakan pada perancangan ini adalah layanan *bundling* dengan *bandwidth* sebesar 3 Mbps. Total *bandwidth* yang diperlukan dalam perancangan ini adalah sebesar 1536 Mbps. Perhitungan jumlah *bandwidth* yang diperlukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 3.6** Perhitungan awal jumlah *bandwidth*

Jumlah Homepass	Kebutuhan Bandwidth (Mbps)	Total Bandwidth (Mbps)
512	3	1536

**3.3 Parameter****3.3.1 Perhitungan LPB**

Downstream 1577nm (jarak OLT ke ONT terjauh)

- Mengacu pada persamaan 2.1, jarak OLT ke ONT terjauh 3,412 km :

$$\alpha_{\text{total}} = (L \times a_{\text{serat}}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + Sp$$

$$\alpha_{\text{total}} = (3,412 \times 0,273) + (6 \times 0,2) + (1 \times 0,1) + 5,8 + 8,8$$

$$\alpha_{\text{total}} = 0,9314 + 1,2 + 0,1 + 13,6$$

$$\alpha_{\text{total}} = 15,8314 \text{ dB}$$

Mengacu pada persamaan 2.3, maka didapatkan nilai daya terima ( $P_{Rx}$ ):

$$P_{Rx} = P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} - SM$$

$$P_{Rx} = 3 - 15,8314 - 6$$

$$P_{Rx} = -18,8314 \text{ dBm}$$

Upstream 1270nm (jarak OLT ke ONT terjauh)

- Mengacu pada persamaan 2.1, jarak OLT ke ONT terjauh 3,412 km :

$$\alpha_{\text{total}} = (L \times a_{\text{serat}}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + Sp$$

$$\alpha_{\text{total}} = (3,412 \times 0,47) + (6 \times 0,2) + (1 \times 0,1) + 5,8 + 8,8$$

$$\alpha_{\text{total}} = 1,6036 + 1,2 + 0,1 + 13,6$$

$$\alpha_{\text{total}} = 16,5036 \text{ dB}$$

Mengacu pada persamaan 2.3, maka didapatkan nilai daya terima ( $P_{Rx}$ ):

$$P_{Rx} = P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} - SM$$

$$P_{Rx} = 0,5 - 16,5036 - 6$$

$$P_{Rx} = -22,0036 \text{ dBm}$$

**3.3.2 Perhitungan RTB**

Downstream 1577nm

Bit rate downstream ( $Br$ ) = 10 Gbps sehingga :

dengan format NRZ,  $t_r = \frac{0,7}{Br} = \frac{0,7}{10 \times 10^9} = 0,07 ns = 70 ps$

dengan format RZ,  $t_r = \frac{0,35}{Br} = \frac{0,35}{10 \times 10^9} = 0,035 ns = 35 ps$

- Mengacu pada persamaan 2.8, dispersi jarak ONT terjauh :

$$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm$$

$$t_{material} = 0,1 \times 3,412 \times 0,01675$$

$$t_{material} = 0,00545 ns$$

- Mengacu pada persamaan 2.9, Sehingga perhitungan  $t_{system}$  untuk *downstream* dengan jarak ONT terjauh adalah sebagai berikut:

$$t_{system} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2}$$

$$t_{system} = (0,035^2 + 0,00545^2 + 0^2 + 0,035^2)^{1/2}$$

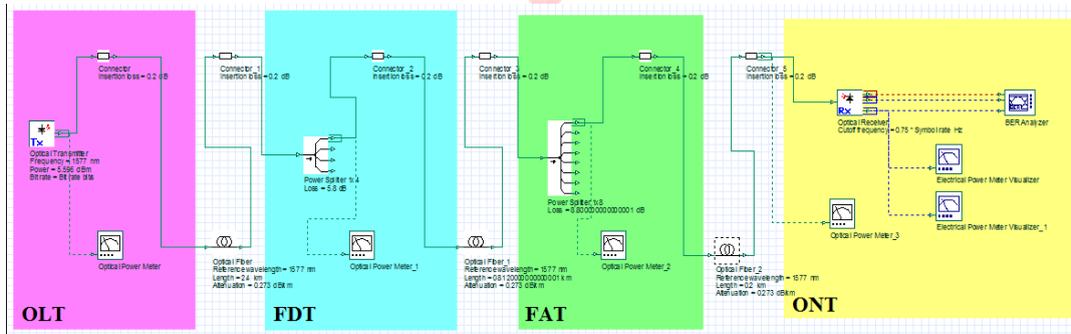
$$t_{system} = (0,001225 + 0,0000297025 + 0 + 0,001225)^{1/2}$$

$$t_{system} = (0,0024797025)^{1/2}$$

$$t_{system} = 0,0497966113305 ns$$

$$t_{system} = 49,79 ps$$

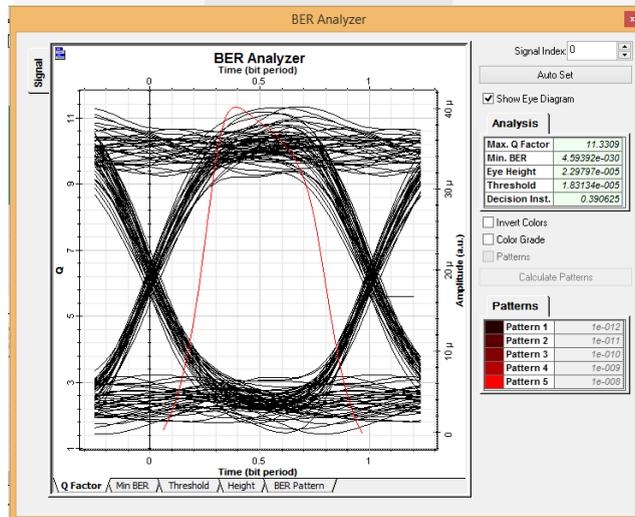
### 3.4 Perancangan Simulasi Downstream



Gambar 3.9 Perancangan simulasi *Link Downstream* terjauh

## 2 Simulasi Downstream

Berdasarkan hasil Perancangan simulasi tersebut didapatkan nilai BER untuk *link downstream* terjauh adalah sebesar  $4,5 \times 10^{-30}$ . Nilai tersebut lebih kurang lebih mencukupi standar BER ideal untuk transmisi serat optik, yaitu  $10^{-9}$ . Performansi data juga ditunjukkan oleh bentuk diagram mata yang menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit “1” dan bit “0”. Oleh karena itu performansi sistem pada perancangan ini sangat baik. Diagram mata untuk *link downstream* terjauh dan *link downstream* terdekat dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.1 Diagram mata *Link Downstream* terjauh

Hasil dari semua perhitungan yang dilakukan perancang dapat di kumpulkan di dalam tabel berikut ini :

**Tabel 4.1** Hasil perhitungan manual

Parameter	Downlink		Upstream	
	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat
<b>LPB</b>	-21,83 dB	-21,56 dB	-22,5 dB	-22,03 dB
<b>SNR</b>	27,91 dB	28,23 dB	23,89 dB	24,51 dB
<b>Q factor</b>	12,43	12,9	7,83	8,41
<b>BER</b>	$8,5 \times 10^{-36}$	$2,05 \times 10^{-38}$	$2,44 \times 10^{-15}$	$2,05 \times 10^{-17}$
<b>RTB</b>	49,79 ps	49,66 ps	49,72 ps	49,61 ps

**Tabel 4.2** Hasil perhitungan simulasi

Parameter	Downlink		Upstream	
	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat	Jarak Terjauh	Jarak Terdekat
<b>LPB</b>	-24,88 dB	-24,61 dB	-23,52 dB	-23,06 dB
<b>SNR</b>	33,1 dB	33,45 dB	22,51 dB	30,55 dB
<b>Q factor</b>	11,33	11,93	9,17	10,01
<b>BER</b>	$4,5 \times 10^{-30}$	$3,9 \times 10^{-33}$	$2,3 \times 10^{-20}$	$6,3 \times 10^{-24}$
<b>RTB</b>	-	-	-	-

Dari hasil semua perhitungan di atas terdapat sedikit selisih perbedaan antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan simulasi optik salah satu penyebabnya adalah pada simulator optik tidak dapat mengubah nilai *safety margin* (tetap) dan pada simulasi optik tidak dapat menghitung *rise time budget* (RTB).

### 3 Kesimpulan dan Saran

#### Kesimpulan :

Jadi kesimpulan penulis pada perancangan ini adalah perancangan jaringan akses *fiber to the home* (FTTH) untuk perumahan Benda Baru di Tangerang Selatan, sangat layak untuk diterapkan. Berdasarkan semua perhitungan parameter kelayakan seperti nilai LPB, BER dan RTB yang ditentukan oleh ITU-T, P.T. Telkom dan Innovate Indonesia telah terpenuhi standar kelayakan dengan sangat baik. Dapat memenuhi semua kebutuhan *bandwidth* pada perumahan Benda Baru dengan menerapkan teknologi *10-Gigabit-Passive Optical Network* (XGPON) dan menawarkan kecepatan *downstream* hingga 10 Gbps dan *upstream* hingga 2,5 Gbps. Dengan menerapkan *fiber to the home* (FTTH) dapat menggantikan seluruh kabel lama (tembaga) yang diganti menggunakan serat optik langsung ke pelanggan yang menjamin kecepatan akses internet yang cepat.

#### Saran:

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perancangan jaringan akses *fiber to the home* (FTTH) pada semua perumahan yang baru dibangun harus memperhatikan ducting bersama. Untuk mendukung pemerintah dalam penataan kota yang lebih rapid an memperhatikan estetika keindahan kota tanpa kabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitriyani, Atika. 2015. Perancangan Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH). Bandung
- [2] Hadi, Agus. 2015. Pengertian Kabel Jaringan Fiber Optik beserta kelebihan & kekurangannya, [www.teknodaily.com](http://www.teknodaily.com) (diakses pada juni 2016)
- [3] Cale, Ivica. “*Gigabit Passive Optical Network – GPON*,” T-HT d.d., Split,Croatia, 2007.
- [4] Chinlon Lin, editor, “*Broadband-Optical access Network and Fiber to The Home*”.England: John Wiley & Sons Ltd.; 2006.
- [5] Ihsan, Muhammad. 2016. Perancangan Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) menggunakan teknologi GPON di Central Karawaci. Bandung
- [6] Yulizar, Nur Rizki. *Analisis Perancangan Teknologi Hybrid GPON Dan XGPON Pada Jaringan FTTH Di Perumahan Batununggal* [Jurnal]. Universitas Telkom. 2015
- [7] Keiser, Gerard, (2000), *Optical Fiber Communication, 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill, Singapore.*
- [8] ITU-T Recommendation L.79. “*Optical fiber cable elements for microduct blowing-instllation application*”, 2008
- [9] “Pengertian Ducting”. [Http://www.mandorkawat2009.com](http://www.mandorkawat2009.com) (Diakses pada bulan Februari 2016)