

# Optimasi Distribusi Akses Fiber Optik FTTH-GPON Pada Gedung Bertingkat

*Optimization of Optical Fiber Access Distribution for GPON-FTTH in Multi-Storey Building*

Mohammad Hamdani<sup>1</sup> dan M. Hamdani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Field Engineer PT. NTT Indonesia, Jakarta . Email: [hamdani.mhrf@gmail.com](mailto:hamdani.mhrf@gmail.com)

<sup>2</sup> Dosen Prodi Teknik Elektro, FTi-ISTN Jagakarsa, Jakarta 12640.

Email : [mhamdani@istn.ac.id](mailto:mhamdani@istn.ac.id)

**Abstrak**---Format akses fiber optik pada gedung Wisma 46 adalah FTTH dengan menggunakan teknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network). Namun dalam pendistribusian kabel optiknya masih belum optimal, dimana menggunakan tiga kabel optik berkapasitas 96 core dalam pendistribusiannya. Maka perlu dilakukan optimasi melalui perapihan dan disain ulang dengan hanya menggunakan satu kabel berkapasitas 96 core saja dari jaringan yang telah ada. Dalam melakukan optimasi perlu dihitung power link budget dan rise time budget lalu dibandingkan dengan jaringan eksisting sebagai tolak ukur. Hasil yang diperoleh dari optimasi adalah penghematan penggunaan kabel optik, sehingga kabel optik yang berlebih dapat digunakan untuk keperluan lain. Selain itu kualitas yang didapat juga lebih baik, dimana nilai optical receive paling rendah pada jaringan optimasi sebesar -17,361 dBm sedangkan pada jaringan eksisting sebesar -22 dBm.

**Kata kunci**---FTTH, GPON, optimasi, power link budget dan rise time budget.

**Abstract**---Fiber optic access format in Wisma 46 Building is FTTH, which used GPON (Gigabit Passive Optical Network) technology. However the distribution of fiber optic cable is not optimal yet, where using three fiber cables which each cable contained 96 core. So it should be optimized by rearrange and redesign, by using one fiber cables only from the current network. When optimizing, it need to calculate the power link budget, rise time budget then compare the result with existing network. The result from the optimization is efficiency of fiber optic cable use, so the cable which not used can be utilize for another purpose. Beside that the quality which gotten was better, where the lowest optical receive value is -17,361 dBm whereas on the existing network is -22 dBm.

**Key word**---FTTH, GPON, optimizing, power link budget and rise time budget

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan layanan masyarakat modern terutama area perkantoran dalam gedung bertingkat terus meningkat sehingga dibutuhkan sarana komunikasi yang mampu melayani semua layanan diantaranya suara, data dan video. Salah satu infrastruktur yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut, adalah melalui media serat optik dengan menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). Teknologi ini dapat mendukung kecepatan data yang Tinggi, peningkatan dalam pengamanan, serta bandwidth yang sangat lebar. Gedung Wisma 46, jalan Sudirman Jakarta telah menggunakan teknologi GPON, namun perancangan jaringan kabel optik yang ada masih belum optimal sehingga terjadi pemborosan penggunaan core optiknya. Untuk itu diperlukan optimasi dalam distribusi jaringan akses fiber optik terhadap jaringan eksisting, sehingga core yang berlebih dapat dipakai untuk keperluan lain. Adapun hal yang perlu diperhatikan dalam optimasi jaringan ini adalah power link budget dan rise time budget sebagai acuan bahwa optimasi yang dilakukan dapat berjalan dengan normal bahkan lebih baik daripada jaringan eksistingnya.

Ruang lingkup penelitian untuk optimasi meliputi : perencanaan ulang distribusi akses akses fiber pada gedung Wisma 46, Sudirman; jenis serat optik yang digunakan adalah G.652 yaitu serat optik mode tunggal standar ITU-T; sumber data yang dianalisis berasal dari pengukuran *loss* pada serat optik dari OLT (*Optical Line Terminal*) sampai ONT (*Optical Network Terminal*); dilakukan perbandingan *optic power receive* terhadap jaringan eksisting dengan optimasi yang akan dilakukan; penghitungan *rise time budget* menggunakan metode pengkodean NRZ; program simulasi yang digunakan adalah OptiSystem 7.0.

## 2. METODA

### 2.1 Teknologi GPON

GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) menggunakan kabel serat optik sebagai media transport ke pelanggan dan mendukung kecepatan yang besar, peningkatan dalam pengamanan, serta bandwidth yang besar.

Perangkat optik pasif yang dimaksud adalah konektor, passive splitter, dan kabel optik itu sendiri. Dalam PON terdapat tiga komponen utama, yaitu :

- Optical Line Terminal (OLT)
- Optical Distribution Network (ODN)
- Optical Network Unit (ONU)

**2.2 Serat Optik G.652**

Serat Optik yang ideal digunakan pada jaringan PON adalah serat optik single mode dengan tipe G.652. Berikut adalah karakteristik dari serat optik tipe G.652.

Tabel 1. Karakteristik serat optik G.652

Fibre Attributes		
Attribute	Detail	Value
Mode field diameter	Wavelength	1310 nm
	Range of nominal values	8.6 – 9.5 μm
	Tolerance	± 0.7 μm
Cladding diameter	Nominal	125.0 μm
	Tolerance	± 1 μm
Core concentricity error	Maximum	0.8 μm
Cladding noncircularity	Maximum	2.0%
Cable cut-off wavelenght	Maximum	1260
Macrobendloss	Radius	37.5 nm
	Number of turns	100
	Maximum at 1550 nm	0.5 dB
Proof stress	Minimum	0.69 GPa
Chromatic dispersion coefficient	λ <sub>0min</sub>	1300 nm
	λ <sub>0max</sub>	1324 nm
	S <sub>0max</sub>	0.093 ps/nm <sup>2</sup> .km
Cable attributes		
Attributes	Detail	Value
Attenuation coefficient	Wavelength	
	Maximum at 1310 nm	0.5 dB/km
	Maximum at 1550 nm	0.4 dB/km

**2.3 Power Link Budget**

Perhitungan daya penerima diformulasikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Prx = Ptx - \alpha tot \tag{1}$$

Prx = Sensitivitas daya penerima (dBm)

Ptx = Daya transmit (dBm)

αtot = Redaman total (dB)

dimana :

$$\alpha tot = \alpha optic + \alpha c + \alpha sp + Spare Loss \tag{2}$$

αoptic = Redaman kabel optik (dB/km)

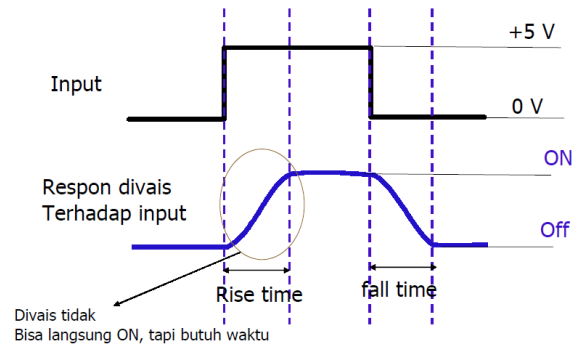
αsp = Redaman splice / sambungan

Spare Loss = Redaman yang dicadangkan

αc = Redaman konektor

**2.4 Rise Time Budget**

Rise time budget diperlukan untuk menentukan batasan dispersi pada saluran transmisi dan merupakan waktu yang dibutuhkan bentuk gelombang untuk beranjak dari harga 10% ke 90% harga akhir yang dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2. Proses rise time

**Perhitungan rise time material:**

$$t_{material} = \sigma \lambda \times L \times Dc \tag{3}$$

t<sub>material</sub> = Rise time material /optik (ps)

σλ = Lebar spektral (nm)

L = Jarak (km)

Dc = Dispersion chromatic (ps/nm.km)

Dimana Dc,

$$Dc = \frac{S_{0max}}{4} \left( \lambda + \frac{\lambda_0 min^4}{\lambda^3} \right) \tag{4}$$

S<sub>0max</sub> = Dispersion Slope Parameter (ps/nm<sup>2</sup>.km)

λ = Panjang gelombang yang beroperasi

λ<sub>0</sub> = Panjang gelombang pada dispersi 0

Perhitungan rise time total/sistem :

$$t_{total}^2 = ttx^2 + tmaterial^2 + tmodal^2 + trx^2 \tag{6}$$

t<sub>total</sub> = rise time total/sistem (ps atau ns)

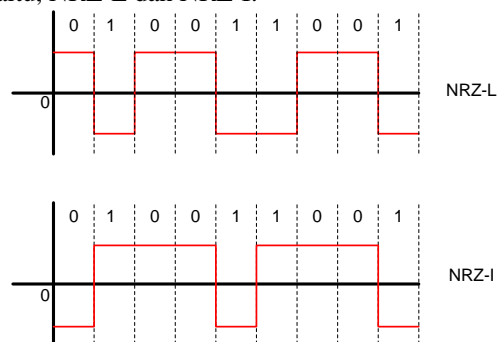
t<sub>modal</sub> = rise time mode dari serat optik

t<sub>tx</sub> = rise time transmit (ps atau ns)

t<sub>rx</sub> = rise time penerima (ps atau ns)

**2.5 Pengkodean NRZ (Non Return to Zero)**

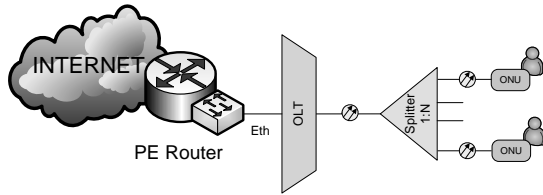
Format yang paling mudah dalam mentransmisikan sinyal digital adalah dengan menggunakan dua level tegangan yang berlainan untuk dua jenis digit biner. Tingkat tegangan tetap konstan sepanjang interval bit yang ditransmisikan. Format pengkodean ini dibagi menjadi dua tipe, yaitu, NRZ-L dan NRZ-I:



Gambar 3. Kode sinyal NRZ

**2.6 Perancangan Distribusi**

Tujuan dari perancangan distribusi adalah untuk memenuhi kebutuhan mengenai gambaran yang jelas tentang perancangan sistem sebagai langkah optimasi.



Gambar 4. Blok diagram FTTH

*Provider Edge Router* atau yang biasa disebut sebagai PE Router, merupakan *router* yang berada diantara daerah penyedia layanan jaringan (provider) dengan penyedia layanan jaringan lainnya.

*Optical Line Terminal (OLT)* adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir (end-point) dari layanan jaringan optik pasif yang biasanya perangkat ini diletakkan di *Control Room* dari penyedia layanan (*provider*).

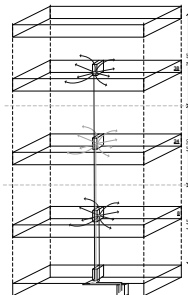
*Optical Network Unit (ONU)* merupakan perangkat yang digunakan sebagai terminal akhir jaringan GPON, dan menyalurkan layanan data yang diinginkan oleh pelanggan.

*Coupler/Splitter* merupakan komponen pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu input serat ke dua atau beberapa output serat. Jenis-jenis splitter ada yang 1:2, 1:4 hingga 1:64. Berikut beberapa jenis passive splitter beserta redamannya:

Tabel 2. Jenis passive splitter dan redamannya

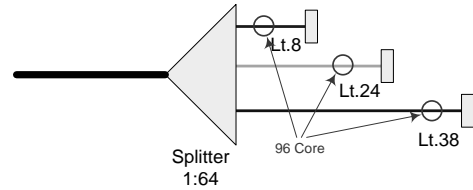
No.	Passive Splitter	Redaman
1.	1:2	± 3 dB
2.	1:4	± 7 dB
3.	1:8	± 10 dB
4.	1:16	± 14 dB
5.	1:32	± 17 dB
6.	1:64	± 20 dB

Adapun jaringan FTTH eksisting yang saat ini ada pada Gambar 5. berikut ini:



Gambar 5. Distribusi jaringan optik eksisting

Topologi jaringan optik eksisting pada Gambar 5. menerangkan bahwa jaringan optik gedung dibagi menjadi 3 zona, akan tetapi memiliki kekurangan yaitu dimana efisiensi kurang memadai. Hal itu dikarenakan pemasangan splitter hanya ada pada lokasi LG (Lower Ground) dengan perbandingan 1:64. Untuk lebih detilnya topologi splitter jaringan eksisting dapat dilihat pada Gambar 6.



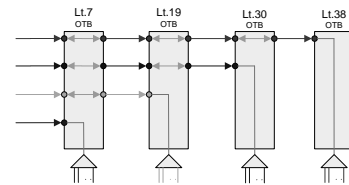
Gambar 6. Topologi splitter optik jaringan eksisting

## 2.7 Perancangan Optimasi Jalur FO

Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam perancangan optimasi jalur optik, sebagai berikut:

### 2.7.1 Pembagian Zona Gedung

Dalam langkah ini, harus dibagi zona menjadi beberapa bagian, disesuaikan dengan jumlah tingkat/lantai pada gedung tersebut, yaitu dibagi menjadi 4 zona.



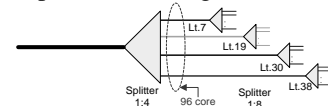
Gambar 7. Pembagian zona

### 2.7.2 Perkiraan Redaman Maksimum

Pada langkah ini, dilakukan penghitungan secara kasar perihal redaman maksimum yang akan diterima oleh pelanggan, untuk memperhitungkan dan membandingkan dengan jaringan eksisting. Hal itu dengan memperhitungkan redaman yang ditimbulkan oleh sambungan, konektor, splitter serta redaman pada fiber optik.

### 2.7.3 Pemilihan Jenis Splitter dan Pemetaannya

Pemilihan splitter dilakukan dengan memperhitungkan banyaknya pelanggan serta redaman maksimum yang diterima oleh semua pelanggan, sehingga link yang terbentuk masih dalam cakupan sensitivitas optical receiver, dan masuk dalam power link budget.

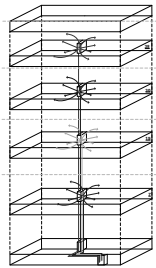


Gambar 8. Topologi splitter jaringan optimasi

### 2.7.4 Pemetaan Jalur FO

Pada langkah ini, dilakukan pemetaan dimana FO dapat disalurkan sesuai jalurnya yang aman, biasanya kabel optik pada gedung disalurkan melalui jalur yang sudah disediakan dan biasa disebut "Cable Raiser", dimana setiap zona kabel optik yang digelar akan ditransitkan dengan menggunakan OTB (Optical Termination Board) lalu dikoneksikan ke Passive Splitter. Sehingga

pembagian area pelanggan dapat dilakukan secara efektif.



Gambar 9. Pemetaan optimasi jalur kabel optik

## 2.8 Mencari Jarak Tempuh Maksimum

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah mencari maksimal jarak tempuh terhadap kemampuan perangkat serta rancangan yang digunakan, untuk membuktikan kemampuan hasil rancangan pada kemungkinan terburuknya.

Mencari beberapa nilai redaman dapat diperoleh dengan melihat spesifikasi perangkat dari pabrik pembuatnya.

$$\begin{aligned} \text{Loss Minimum} &= N_c \cdot \alpha_c + \alpha_{sp} \\ &= 8 \cdot 0.5 \text{ dB} + (7 \text{ dB} + 10 \text{ dB}) \\ &= 21 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Loss Maximum} &= \\ \text{Loss minimum} + \text{cadangan redaman} &= 21 \text{ dB} + 3 \text{ dB} \\ &= 24 \text{ dB} \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari daya yang tersedia (*margin*) dari pengirim (*transmitter*) ke penerima (*receiver*).

$$\begin{aligned} \text{Daya tersedia} &= P_{tx} - P_{rx} - \text{loss maksimum} \\ &= +7 \text{ dBm} - (-25 \text{ dBm}) - 24 \text{ dB} \\ &= 8 \text{ dB} \end{aligned}$$

Pada kasus ini, serat optik yang digunakan adalah jenis G.652 dengan redaman 0.5 dB/km.

Maka jarak maksimum yang didapat.

$$\frac{8 \text{ dB}}{0.5 \text{ dB/km}} = 16 \text{ km}$$

Mencari daya yang tersedia dengan mengamati beberapa parameter dari perangkat yang digunakan:

- Optical Line Terminal (OLT)* yang digunakan adalah tipe AN5116-06 yang diproduksi oleh Fiberhome, memiliki data teknis sebagai berikut:  
*Optical Transmit* : 7 dBm  
*Receive Sensitivity* : -27 dBm
- Optical Network Unit (ONU)* yang digunakan adalah tipe AN5006-02A yang diproduksi oleh Fiberhome, memiliki data teknis sebagai berikut:  
*Optical Transmit* : 4 dBm  
*Receive Sensitivity* : -25 dBm

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Power Link Budget pada Jaringan Optimasi

Perhitungan *power link budget* untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan link power budget dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T.

Berikut salah satu perhitungan power link budget jaringan optimasi pada pelanggan yang berlokasi di Lantai 46.

#### Downstream

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{tot}} &= L \cdot \alpha_{\text{optic}} + N_c \cdot \alpha_c + \alpha_{sp} + \text{Spare Loss} \\ &= (0.722 \text{ km} \times 0.5 \text{ dB/km}) + (8 \times 0.5 \text{ dB}) + (7 \text{ dB} + 10 \text{ dB}) + 3 \text{ dB} \\ &= 0.361 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 17 \text{ dB} + 3 \text{ dB} \\ &= 24.361 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### Sehingga,

$$\begin{aligned} P_{rx} &= P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} = 7 \text{ dBm} - 24.361 \text{ dB} \\ P_{rx} &= -17.361 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Maka dapat diperoleh  $P_{rx} \geq$  sensitivitas *receiver* (-25 dBm)

#### Upstream

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{tot}} &= L \cdot \alpha_{\text{optic}} + N_c \cdot \alpha_c + \alpha_{sp} + \text{Spare Loss} \\ &= (0.722 \text{ Km} \times 0.5 \text{ dB/Km}) + (8 \times 0.5 \text{ dB}) + (7 \text{ dB} + 10 \text{ dB}) + 3 \text{ dB} \\ &= 0.361 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 17 \text{ dB} + 3 \text{ dB} \\ &= 24.361 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### Sehingga,

$$\begin{aligned} P_{rx} &= P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} = 4 \text{ dBm} - 24.361 \text{ dB} \\ P_{rx} &= -20.361 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Maka dapat diperoleh  $P_{rx} \geq$  sensitivitas *receiver* (-27 dBm)

### 3.2 Rise Time Budget pada Jaringan Optimasi

Perhitungan *rise time budget* ini dilakukan pada 5 sampel dari lokasi pelanggan. Nilai *rise time budget* akan dipengaruhi 4 faktor yaitu:  $t_{\text{transmitter}}$ ,  $t_{\text{material}}$ ,  $t_{\text{receiver}}$ , dan  $t_{\text{modal}}$  sehingga Total akan didapatkan. Setelah  $t_{\text{total}}$  didapatkan maka akan diketahui *bit rate* antar *node* berapa yang bisa dilewatkan dan *line coding* yang bisa digunakan.

Secara umum, degradasi total waktu transisi dari link digital tidak melebihi 70 % dari satu periode bit NRZ (*Non-Return-to-Zero*) atau 35 % dari satu periode bit data RZ (*Return-to-Zero*). Pada kasus ini sistem encoding yang digunakan adalah NRZ. Adapun beberapa perhitungan yang dilakukan pada awal serta dapat dijadikan acuan pada beberapa sampel berikutnya.

- Menentukan batasan *rise time* maksimal pada *downstream* (1490nm):  
*Bit rates downstream* (Br) = 2,488 Gbps dengan format NRZ, sehingga:  

$$tr = \frac{0,7}{Br} = \frac{0,7}{2,488 \times 10^9} = 0,2917 \text{ ns}$$
- Menentukan batasan *rise time* maksimal pada *upstream* (1490nm):

Bit Rate uplink (Br) = 1.2 Gbps dengan format NRZ, sehingga :

$$tr = \frac{0,7}{Br} = \frac{0,7}{1,2 \times 10^9} = 0,5833 \text{ ns}$$

- c) Menentukan dispersi kromatik (Dc) downstream (1490 nm), yakni:

$$Dc = \frac{S_{0 \max}}{4} \left( \lambda + \frac{\lambda_{0 \min}^4}{\lambda^3} \right)$$

$$Dc = \frac{0,093 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}}{4} \left( 1490 \text{ nm} + \frac{1300 \text{ nm}^4}{1490 \text{ nm}^3} \right) = 14,57 \text{ ps/nm.km}$$

- d) Menentukan dispersi kromatik (Dc) upstream (1310 nm), yakni:

$$Dc = \frac{S_{0 \max}}{4} \left( \lambda + \frac{\lambda_{0 \min}^4}{\lambda^3} \right)$$

$$Dc = \frac{0,093 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}}{4} \left( 1310 \text{ nm} + \frac{1300 \text{ nm}^4}{1310 \text{ nm}^3} \right) = 0,92 \text{ ps/nm.km}$$

Berikut salah satu perhitungan power link budget jaringan optimasi pada pelanggan yang berlokasi di Lantai 46.

Menentukan komponen rise time total (t<sub>total</sub>) pada downstream:

- a)  $t_{\text{material}} = \sigma_{\lambda} \times L \times Dc$   
 $= 1 \text{ nm} \times 0,722 \text{ km} \times 14,57 \text{ ps/nm.km}$   
 $= 10,519 \text{ ps} = 0,010519 \text{ ns}$
- b)  $t_{\text{modal}} = 0$ , karena menggunakan *single mode fibre*  
 Maka rise time total sistem (t<sub>total</sub>) yang berlaku yaitu
- $$t_{\text{total}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{modal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2}$$
- $$= [(0,15)^2 + (0,010519)^2 + 0 + (0,2)^2]^{1/2}$$
- $$= 0,06261^{1/2} \text{ ns}$$
- $$= 0,2502 \text{ ns}$$

Menentukan komponen rise time total (t<sub>total</sub>) pada upstream:

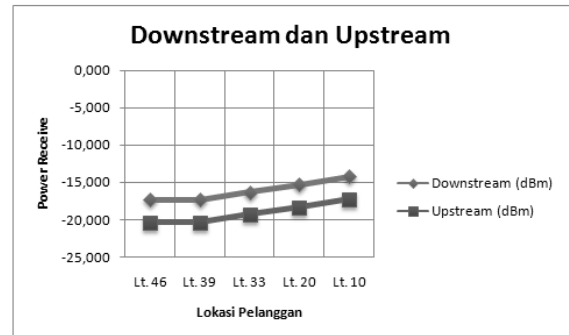
- a)  $t_{\text{material}} = \sigma_{\lambda} \times L \times Dc$   
 $= 1 \text{ nm} \times 0,722 \text{ km} \times 0,92 \text{ ps/nm.km}$   
 $= 0,664 \text{ ps} = 0,000664 \text{ ns}$
- b)  $t_{\text{modal}} = 0$ , karena menggunakan *single mode fibre*  
 Maka rise time total sistem (t<sub>total</sub>) yang berlaku yaitu
- $$t_{\text{total}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{modal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2}$$
- $$= [(0,15)^2 + (0,000664)^2 + 0 + (0,2)^2]^{1/2}$$
- $$= 0,0625^{1/2} \text{ ns}$$
- $$= 0,2500 \text{ ns}$$

### 3.3 Perbedaan Optical Power Receive Downstream dan Upstream pada Jaringan Optimasi

Setelah dilakukan penghitungan power link budget baik pada sisi downstream maupun upstream untuk jaringan optimasi yang direncanakan sebelumnya, maka dilakukan ringkasan guna memudahkan dalam memahami perubahan. Adapun hal yang dilakukan adalah pengumpulan data dan membuatnya dalam bentuk chart atau kurva.

Tabel 3. Optical Power Receive pada jaringan optimasi

Lokasi	Power Receive	
	Downstream (dBm)	Upstream (dBm)
Lt. 46	-17,361	-20,361
Lt. 39	-17,336	-20,336
Lt. 33	-16,315	-19,315
Lt. 20	-15,320	-18,320
Lt. 10	-14,235	-17,235



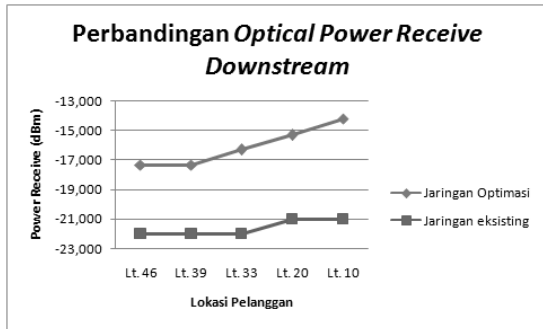
Gambar 10. Kurva optical power receive jaringan optimasi

Dari Tabel 3. dan Gambar 10. dapat dilihat bahwa perbedaan antara downstream dan upstream konstan yaitu sekitar 3 dBm. Sebenarnya redaman yang diterima keduanya memang sama untuk tiap masing-masing lokasi, perbedaan hanya disebabkan oleh optical power transmit pada downstream dan upstream dengan mengacu pada spesifikasi masing-masing perangkat.

### 3.4 Pengukuran Optical Power Receive Jaringan Eksisting pada NMS

Sebagai pembandingan terhadap pengukuran perancangan maka diperlukan hasil pengukuran terhadap jaringan eksisting. Hal itu agar dapat dijadikan tolak ukur bahwa jaringan optimasi yang dirancang sudah dapat memenuhi kriteria kualitas atau bahkan lebih baik daripada jaringan eksisting. Akan tetapi, pengukuran yang dilakukan pada jaringan eksisting memiliki keterbatasan hanya pada sisi downstream pada ONU saja.

Untuk mempermudah dalam melihat perbedaannya dapat dilihat pada Gambar 11., yang merupakan kurva gabungan dari jaringan optimasi yang dirancang dengan jaringan eksisting. Dimana terlihat perbedaan diantara jaringan optimasi yang dirancang dengan jaringan eksisting berkisar 4 dBm hingga 5 dBm. Dimana hasil jaringan optimasi yang akan dirancang lebih unggul dan lebih baik karena memiliki redaman lebih rendah dibandingkan jaringan eksisting.



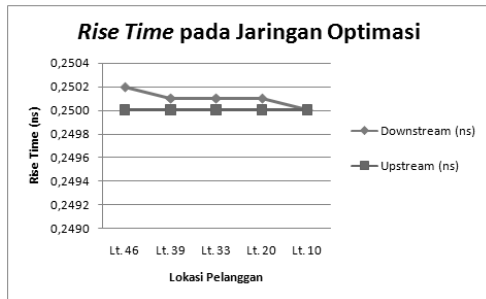
Gambar 11. Kurva perbandingan *optical power receive downstream*

**3.5 Hasil Pengukuran Rise Time Budget Jaringan Optimasi**

Selain perhitungan *power link budget*, ada parameter lain yang perlu dihitung untuk menjamin bahwa layanan GPON dapat tersalurkan dengan kualitas yang baik sampai pada pelanggan, yaitu *rise time budget*. Adapun hasil perhitungan *rise time total* yang dilakukan pada jaringan optimasi sebelumnya pada Tabel 5.

Tabel 4. Rise time pada jaringan optimasi

Lokasi	Rise Time	
	Downstream (ns)	Upstream (ns)
Lt. 46	0,2502	0,2500
Lt. 39	0,2501	0,2500
Lt. 33	0,2501	0,2500
Lt. 20	0,2501	0,2500
Lt. 10	0,2500	0,2500



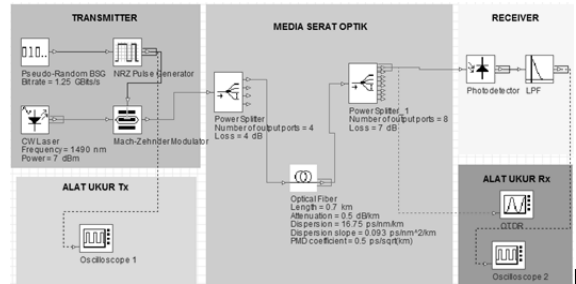
Gambar 12. Kurva *rise time downstream* dan *upstream* pada jaringan optimasi

Hasil perhitungan *rise time* pada jaringan optimasi yang dirancang sudah memperlihatkan bahwa nilainya masih di bawah maksimum *rise time* dari bit NRZ 0,2917 ns untuk *downstream* dan 0,5833 ns untuk *upstream*.

**3.6 Pengukuran Rise Time dengan Simulator**

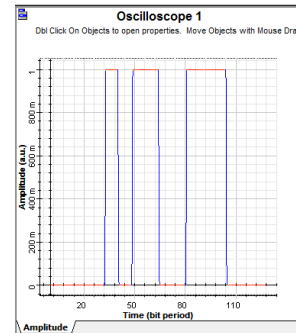
Untuk dapat membuktikan bahwa jaringan optimasi yang dirancang dapat memenuhi standar dan dapat beroperasi dengan baik perlu dilakukan simulasi. Adapun program atau software yang digunakan adalah OptiSystem 7.0.

Pada Gambar 13. merupakan rancangan yang disesuaikan dengan skenario perancangan optimasi yang dilakukan yang terdiri dari *transmitter*, media serat optik, *receiver*.



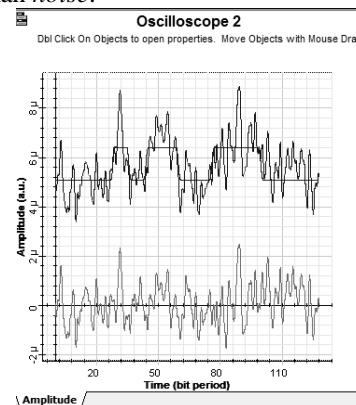
Gambar 13. Rancangan simulasi jaringan optimasi

Dari hasil percobaan sesuai rancangan jaringan optimasi pada Gambar 13. terlihat kurva awal sinyal digital NRZ pada tampilan Oscilloscope 1 (Gambar 14.) masih bersih belum ada redaman dan gangguan (*noise*).



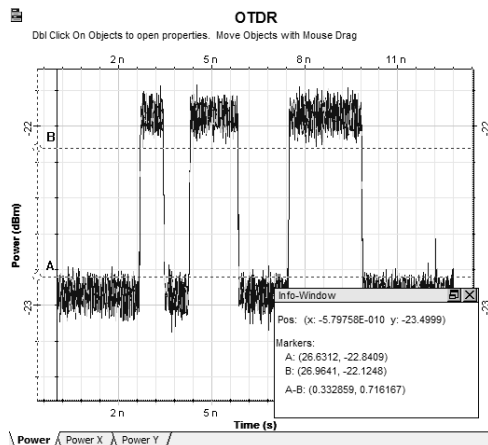
Gambar 14. Tampilan *oscilloscope 1*

Sedangkan setelah melalui proses pengubahan sinyal optik dan mendapatkan beberapa redaman sinyal digital mengalami perubahan, seperti pada tampilan oscilloscope 2 (Gambar 15), dimana grafik warna biru merupakan sinyal, dan grafik warna hijau merupakan *noise*.



Gambar 15. Tampilan *oscilloscope 2*

Selanjutnya dilakukan penghitungan *rise time* pada jaringan optimasi berdasarkan hasil simulator yang dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan OTDR

Dari hasil pengukuran OTDR pada Gambar 16. didapat nilai rise time bernilai 0.33 ns dari titik A yang merupakan awal sinyal naik 10% sampai pada titik B dimana titik 90% sinyal berada pada harga tertingginya. Hal itu berarti terdapat selisih dari hasil perhitungan manual yang dilakukan sebelumnya, namun hal itu tetap dapat diantisipasi karena nilainya tersebut tidak lebih dari nilai rise time maksimum sistem.

#### 4. SIMPULAN

Pemasangan *optical passive splitter* yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan terbukti memiliki daya optik yang lebih baik, yaitu dengan menggunakan *splitter* 1:4 serta 1:8 menjadi 4 zona dibandingkan dengan pemasangan *splitter* secara 1:64 langsung.

Perbandingan perhitungan antara jaringan optimasi dan jaringan eksisting menunjukkan bahwa jaringan optimasi lebih baik pada nilai *optical power receive downstream* dari beberapa sampel, dimana nilai paling rendah pada jaringan optimasi sebesar -17,361 dBm sedangkan pada jaringan eksisting sebesar -22 dBm.

Pengukuran *rise time* terhadap jaringan optimasi menunjukkan bahwa data dapat berjalan dengan baik. Hal itu ditunjukkan pada nilai total *rise time* jaringan tidak lebih dari nilai *rise time* maksimum dari bit total dengan pengkodean NRZ.

Kelebihan lain yang diperoleh dari optimasi yang dilakukan adalah penggunaan kabel optik lebih efisien, dimana pada jaringan eksisting menggunakan 3 buah kabel optik berkapasitas masing-masing 96 *core*. Sedangkan pada jaringan optimasi yang direncanakan hanya menggunakan 1 buah kabel optik berkapasitas 96 *core*. Sehingga sisa kabel dapat digunakan untuk keperluan lain.

Terdapat selisih nilai dari perhitungan *rise time* secara manual yang bernilai sekitar 0,25 ns dan menggunakan simulator yang bernilai 0,33 ns. Namun demikian jaringan data tetap dapat berjalan dengan baik karena masih di bawah batas nilai *rise time* maksimum sistem sebesar 0,5833 ns.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak manajemen Gedung Wisma 46 Jalan Jenderal Sudirman Jakarta yang telah memfasilitasi penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2008. *Fiber Types in Gigabit Optical Communications*. USA: Cisco System.
- Collings, B., Fred Heismann & Gregory Lietaert.2010. Reference Guide to Fiber Optic Testing: Volume 2. JDSU: U.S.
- Crisp, J., Elliot, B.1996. *Introduction to Fiber Optics, Third Edition*. Newnes, ISBN 0750667567.
- Crisp, J., Elliot, B. 2006. *Serat Optik: Sebuah Pengantar*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fiberhome. *AN5116-02 Broadband Access Unit, Technical Manual*. 2005. Wuhan: Fiberhome Telecommunication Technologies Co., Ltd.
- Ghatak, A., K. Thyagarajan. 2000. *Fundamentals of Photonic: Optical Waveguides and Fibers*. New Delhi: Indian Institute of Technology.
- Massa, Nick. 2000. *Fundamental of Photonic: Fiber Optic Telecommunication*. Springfield, Massachusetts: Springfield Technical Community College. 2000.
- Mumpuni, Asri. 2011. *Analisis Atenuasi Terhadap Fiber Optik*. Tugan Akhir ISTN Jakarta.