

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

DESIGNING FIBER TO THE HOME ACCESS NETWORK (FTTH) USING 10-GIGABIT-CAPABLE  
PASSIVE OPTICAL NETWORK TECHNOLOGY (XGPON) AT BENDA BARU RESIDENCE

Viceroy Siregar<sup>1</sup>, Kris Sujatmoko, S.T., M.T.<sup>2</sup>, M. Irfan Maulana, S.T., M.T.<sup>3</sup>,

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

[viceroyrsg@gmail.com](mailto:viceroyrsg@gmail.com), [krissujatmoko@telkomuniversity.ac.id](mailto:krissujatmoko@telkomuniversity.ac.id), [irfan.mln@gmail.com](mailto:irfan.mln@gmail.com)

### Abstrak

Perumahan Benda Baru yang terletak di Jalan Cendana II, Tangerang Selatan merupakan konsep hunian yang membutuhkan layanan akses *triple play* yang cepat untuk mendukung kegiatan dan fasilitas yang disediakan.. PT Innovate Mas Indonesia berencana menggelar *Fiber To The Home (FTTH)* menggunakan teknologi *10-Gigabit-Capable Passive Optical Networks (XGPON)* agar dapat memenuhi target tersebut.

Pada Tugas Akhir ini dilakukan perhitungan untuk parameter-parameter kelayakan dan performansi sistem perancangan FTTH yang ingin diimplementasikan di Perumahan Benda Baru. Parameter-parameter tersebut adalah *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* untuk kelayakan sistem. Nilai parameter yang dihitung secara manual tersebut akan dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan *Opti System*. Selain itu, ada parameter lainnya yaitu *Bit Error Rate (BER)* untuk performansi sistem. BER ini dapat dilihat dengan membuat simulasi perancangan jaringan FTTH pada *Opti System*.

Hasil perhitungan manual untuk *link power budget*, yaitu total redaman untuk jarak terjauh adalah sebesar 25,135 dB untuk *link downstream* dan 26,236 dB untuk *link upstream*. Hasil perhitungan tersebut masih memenuhi standar yang ditentukan oleh ITU-T G.987 yaitu sebesar -28 dBm. Berdasarkan nilai total redaman pada jarak terjauh didapatkan nilai daya terima sebesar -21,135 dBm untuk *link downstream* dan -23,236 dBm untuk *link upstream*. Sedangkan untuk nilai *rise time budget* didapatkan nilai waktu batasan adalah sebesar 0,07 ns untuk pengkodean NRZ dan 0,035 ns untuk pengkodean RZ. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $t_{system}$  adalah sebesar 0,0156 ns untuk *link downstream* maupun *link upstream*. Hasil perhitungan *rise time budget* yang didapatkan bernilai baik karena  $t_{system}$  berada lebih kecil dari batasan waktu untuk tiap pengkodean. Untuk parameter performansi sistem yaitu BER yang dihasilkan dari simulasi *Opti System* adalah sebesar  $1,86632 \times 10^{-21}$  untuk *link downstream* dan sebesar 0 untuk *link upstream*. Kedua nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditentukan untuk optik yaitu  $10^{-9}$ .

**Kata kunci : FTTH, XGPON, Link Power Budget, Rise Time Budget, BER**

### Abstract

*Benda Baru Residence is located on the Cendana II , South Tangerang is the concept dwelling that need access triple play to support the activities of and facilities provided. PT. Innovate Mas Indonesia plans to hold Fiber To The Home ( FTTH ) using technology 10-Gigabit-Capable Passive Optical Networks (XGPON) in order to meet the target.*

*In this final assignment, the parameters of the feasibility and performance of the system design of FTTH which will be implemented in Benda Baru Residence has been calculated. Those parameters are Link Power Budget and Rise Time Budget for the feasibility of the system. The parameters values were manually calculated and have been compared to the results of using the Opti System software. Besides, the other parameter is Bit Error Rate (BER) for the performance of the system. BER can be seen by making a simulation of a network design FTTH in Opti System.*

*The results of the manual calculation for link power budget parameters the total attenuation for the farthest distance is 25,135 dB for downstream link and 26,236 dB for upstream link. The results of those calculations are still meet the standard which determined by ITU-T G.987 which is -28 dBm. Based on the total attenuation value for the farthest distance, the result of power receiver is -21,135 dBm for downstream link and -23,236 dBm for upstream link. For rise time budget parameters, the result of limitation time is 0,07 ns for NRZ coding and 0,035 for RZ coding. Based on the calculation, the results of  $t_{system}$  is 0,0156 ns for both downstream and upstream link. The results of rise time budget considered to be good because the  $t_{system}$  smaller than the limitation time for each coding. For the parameter of the performance of the system, BER, which is simulated in Opti System, the result for the downstream link is  $1,86632 \times 10^{-21}$  and for the upstream link is zero (0). Both values are meet the minimum value of BER that is determined for optic which is  $10^{-9}$ .*

**Keywords : FTTH, XGPON, Link Power Budget, Rise Time Budget, BER**

## 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi yang pesat, terutama teknologi informasi dan komunikasi, yang memicu masyarakat modern untuk mendapatkan layanan yang praktis, mudah, dan efisien. Kebutuhan layanan masyarakat yang modern terus meningkat sehingga dibutuhkanlah sarana komunikasi yang mampu melayani semua layanan. Kebutuhan layanan pada masa kini tidak hanya suara, melainkan data dan video. Maka diperlukan jaringan handal yang mampu memberikan performansi yang baik. Dengan keterbatasan jaringan akses embaga yang dinilai belum cukup dan belum dapat menampung kapasitas Bandwidth yang besar serta kecepatan tinggi.

Untuk mengatasi kebutuhan tersebut maka dibutuhkan teknologi yang mampu menyediakan bandwidth yang besar sampai ke pelanggan. Dengan demikian muncul jaringan FTTH yang menyediakan media transmisi optik sampai ke pelanggan. Pada penelitian sebelumnya perancangan FTTH menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON).

Dalam tugas akhir ini juga, dilakukan perancangan jaringan akses FTTH pada perangkat lunak menggunakan teknologi XGPON dengan membuat jalur awal lalu penentuan perangkat, spesifikasi, tata letak dan volume yang digunakan. Kemudian untuk kelayakan sistem di analisa dengan parameter Power Link Budget dan Rise Time Budget, sedangkan untuk performansi sistem di analisa menggunakan parameter Bit Error Time.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Serat Optik [9]

Serat optik adalah sejenis kabel (saluran transmisi) yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain, yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah LASER atau LED. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Fiber optik memiliki jangkauan yang lebih jauh dari 200 meter sampai ratusan kilometer, fiber optik juga tahan terhadap interferensi gelombang elektromagnetik dan dapat mengirim data pada kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis kabel lainnya. Fiber optik tidak membawa sinyal elektrik listrik, seperti kabel lainnya yang menggunakan kabel tembaga yang relatif rawan terhadap serangan petir.

### 2.2 Arsitektur Jaringan Lokal Akses Fiber [1]

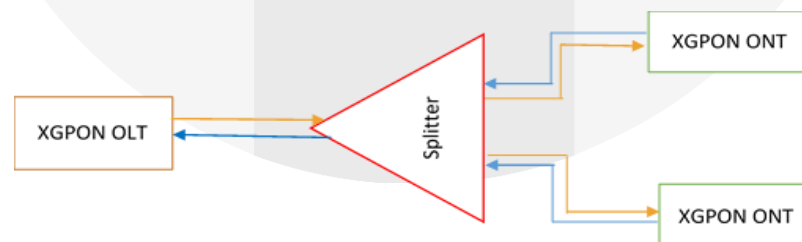
Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) atau Optical Access Network adalah sekumpulan jaringan akses yang menggunakan secara bersama suatu antarmuka jaringan dan diimplementasikan menggunakan serat optik. Jarlokaf merupakan suatu solusi strategis bagi jaringan pelanggan namun sangat sensitif terhadap jenis teknologi.

JARLOKAF setidaknya memiliki 2 buah perangkat opto elektronik, yaitu satu perangkat opto elektronik di sisi sentral dan satu perangkat opto elektronik di sisi pelanggan. Lokasi perangkat opto elektronik di sisi pelanggan selanjutnya disebut Titik Konversi Optik (TKO). Secara praktis TKO berarti batas terakhir kabel optik ke arah pelanggan yang berfungsi sebagai lokasi konversi sinyal optik ke sinyal elektronik.

### 2.3 10-Gigabit Capable Passive Optical Network (XGPON) [3]

10-Gigabyte-Capable Passive Optical Network (XGPON) adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai broadband access berbasis fiber optik. XGPON 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.

Berikut ini merupakan konfigurasi XGPON secara umum :



**Gambar 2.3** Konfigurasi XGPON Secara Umum

Komponen yang akan digunakan pada XGPON ini hampir sama dengan komponen yang digunakan pada teknologi GPON, hanya saja ada beberapa komponen yang harus diganti agar dapat mendukung teknologi XGPON ini tetapi masih dengan fungsi yang sama, seperti contohnya pada OLT dan ONT.

#### 2.4 Link Power Budget [5]

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:

$$\alpha_{tot} = L \cdot \alpha_{kabel} + n_c \cdot \alpha_c + n_s \cdot \alpha_s + \alpha_{splitter} \quad (1)$$

Bentuk persamaan untuk perhitungan *margin* daya adalah :

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

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM \quad (3)$$

Keterangan :

$P_t$	=	Daya keluaran sumber optik ( dBm)
$P_r$	=	Sensitivitas daya maksimum detektor ( dBm)
$SM$	=	Safety margin, berkisar 6-8 dB
$\alpha_{tot}$	=	Redaman Total sistem (dB)
$L$	=	Panjang serat optik ( Km)
$\alpha_c$	=	Redaman Konektor (dB/buah)
$\alpha_s$	=	Redaman sambungan ( dB/sambungan)
$\alpha_{serat}$	=	Redaman serat optik ( dB/ Km)
$N_s$	=	Jumlah sambungan
$N_c$	=	Jumlah konektor
$Sp$	=	Redaman <i>Splitter</i> (dB)

#### 2.5 Rise Time Budget (RTB) [5]

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:

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

Keterangan :

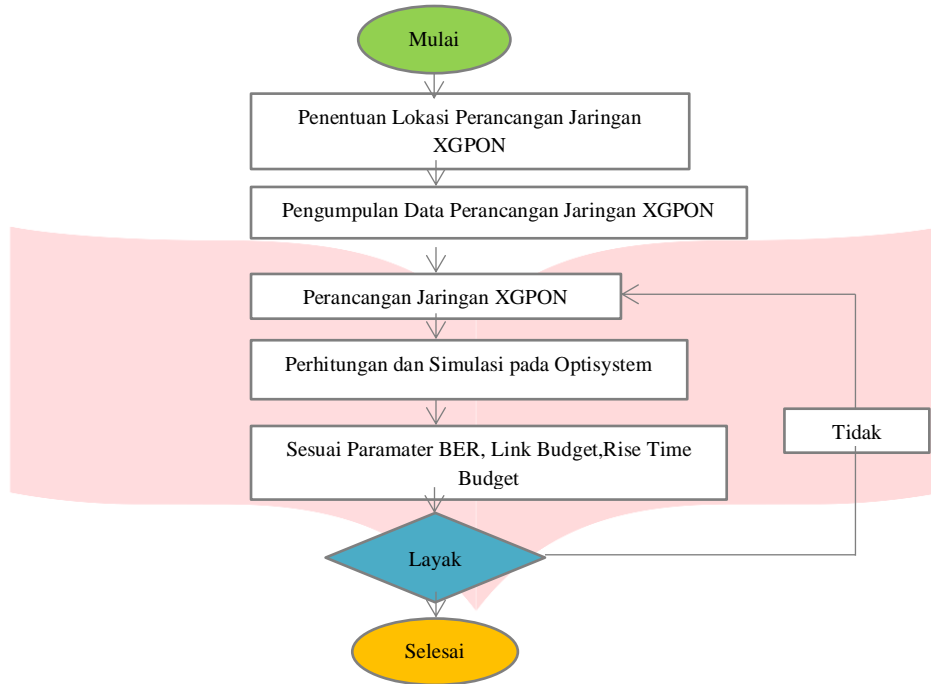
$t_{tx}$	=	Rise time transmitter (ns)
$t_{rx}$	=	Rise time receiver (ns)
$t_{intermodal}$	=	bernilai nol (untuk serat optik single mode)
$t_{intramodal}$	=	$\Delta\sigma \times L \times D_m$
$\Delta\sigma$	=	Lebar Spektral (nm)
$L$	=	Panjang serat optik (Km)
$D_m$	=	Dispersi Material (ps/nm.Km)

### 3. PERANCANGAN

#### 3.1 Diagram Alir Perancangan

Langkah awal dari Tugas Akhir ini adalah menentukan lokasi perancangan. Lokasi yang dipilih adalah *Perumahan Benda Baru* di Jalan Cendana II, Tangerang Selatan. Setelah didapatkan lokasi, dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam perancangan ini seperti jumlah *homepass* (HP) dan fasilitas yang ditawarkan oleh pihak penyedia. Penentuan dan peletakan perangkat akan dipengaruhi oleh jumlah *homepass* dan fasilitas yang ditawarkan oleh pihak penyedia. Setelah semua data dikumpulkan dan peramalan dilakukan, perancangan jaringan XGPON sudah bisa dilakukan. Analisis dan evaluasi terhadap perancangan dilakukan setelah didapat hasil rancangan. Apabila hasil analisis perancangan yang dilakukan tidak memenuhi standar parameter yang ditentukan, maka harus dilakukan perancangan ulang sampai standar kelayakan parameter terpenuhi. Jika hasil analisis perancangan telah memenuhi standar kelayakan parameter yang ditentukan maka perancangan sudah selesai.

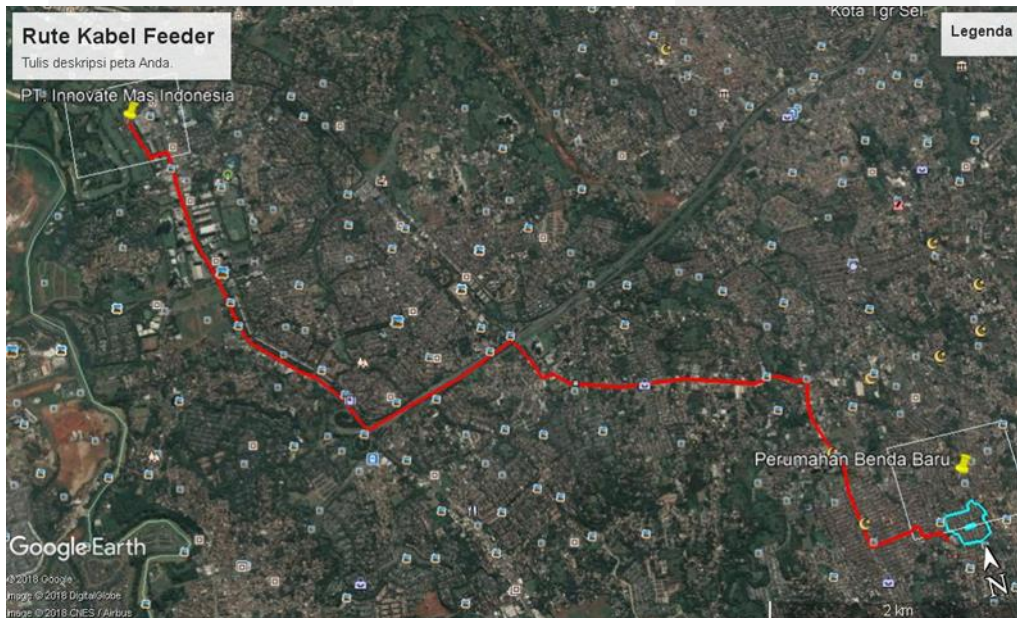
Diagram alir utama untuk perancangan dapat digambarkan seperti pada gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 : Diagram Alir Perancangan Secara Umum

### 3.2 Penentuan Jalur

OLT untuk jaringan akses XGPON pada Perumahan Benda Baru terletak di kantor PT. Innovate Mas Indonesia di koordinat garis lintang 6°17'08.48"S dan garis bujur 106°39'46.50"T. Jalur yang digunakan merupakan jalur duct yang sudah ada. FDT yang digunakan merupakan FDT yang terletak di Perumahan Benda Baru, jarak dari OLT hingga FDT di Perumahan Benda Baru yaitu 9,71 Km. FDT di Perumahan Benda Baru menggunakan core 01-24 dari OLT Tangerang Selatan. Selanjutnya ditambahkan jalur aerial cable dari FDT di Perumahan Benda Baru hingga ke beberapa FAT yang ada di Perumahan Benda Baru.

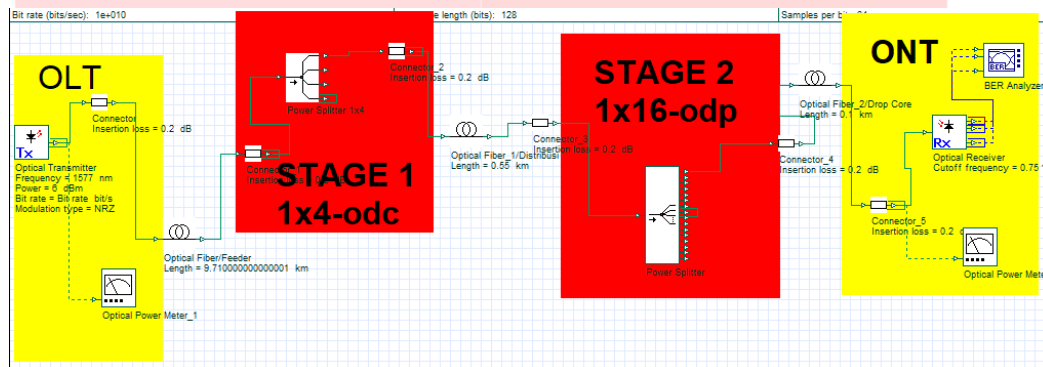


Gambar 3.4 Jalur Feeder OLT Tangerang Selatan

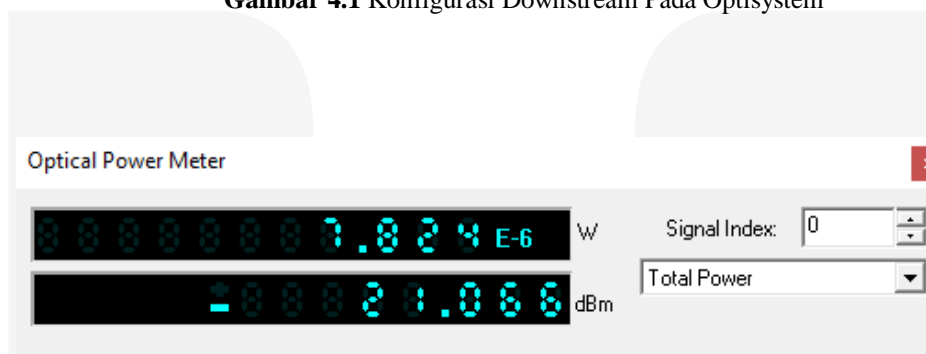
## 4. ANALISIS DAN KELAYAKAN SISTEM JARINGAN FTTH

### 4.1 Link Power Budget Downstream

Nilai redaman **25,135 dB untuk downstream** berada di bawah nilai redaman maksimal yang ditentukan oleh ITU-T yaitu sebesar 28 dB, maka link ini memenuhi syarat dari sisi total redaman. Nilai Prx harus lebih besar atau sama dengan sensitivitas detektor agar penerima dapat bekerja dengan baik. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan bahwa nilai Prx adalah -21,135 dBm. Hal ini membuktikan bahwa perancangan dengan daya awal 4 dB masih memenuhi persyaratan dari perangkat untuk nilai minimum daya terima yaitu sebesar -28 dBm dan ketentuan dari ITU-T yaitu nilai minimum untuk daya terima adalah sebesar -28 dBm.



Gambar 4.1 Konfigurasi Downstream Pada Optisystem

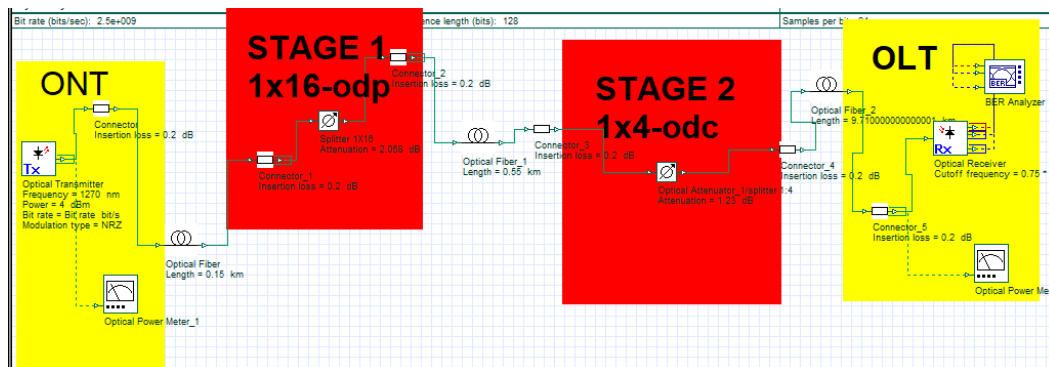


Gambar 4.2 Daya Terima Downstream (ONT)

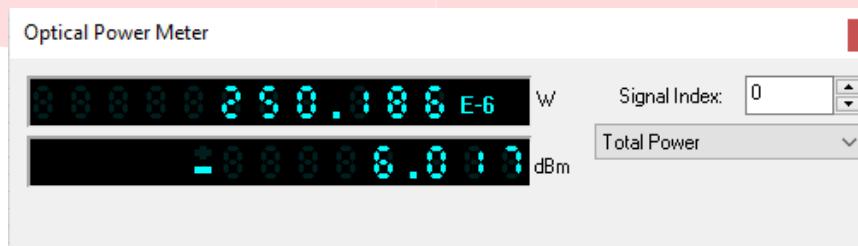
Berdasarkan hasil perancangan perhitungann BER untuk link downstream tersebut didapatkan nilai BER adalah sebesar  $1,86632 \times 10^{-21}$ . Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi serat optik, yaitu  $10^{-9}$ .

### 4.2 Link Power Budget Upstream

Nilai redaman **26,236 dB untuk upstream** berada di bawah nilai redaman maksimal yang ditentukan oleh ITU-T yaitu sebesar 28 dB, maka link ini memenuhi syarat dari sisi total redaman. Nilai Prx harus lebih besar atau sama dengan sensitivitas detektor agar penerima dapat bekerja dengan baik. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan bahwa nilai Prx adalah -23,236 dBm dBm. Hal ini membuktikan bahwa perancangan dengan daya awal 3 dB masih memenuhi persyaratan dari perangkat untuk nilai minimum daya terima yaitu sebesar -28 dBm dan ketentuan dari ITU-T yaitu nilai minimum untuk daya terima adalah sebesar -28 dBm.



Gambar 4.3 Konfigurasi Upstream Pada Optisystem



Gambar 4.4 Daya Terima Upstream (OLT)

Berdasarkan hasil perancangan perhitungan BER untuk link *upstream* tersebut didapatkan nilai BER adalah sebesar 0. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi serat optik, yaitu  $10^{-9}$ .

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan hasil perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan seperti berikut:

1. Kalkulasi kebutuhan bandwidth Perumahan Benda Baru adalah 13156 Mbps.
2. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *link power budget* didapatkan redaman terbesar untuk downstream bernilai 25,135 dB dengan nilai Prx sebesar  $-21,135$  dBm. Sedangkan untuk upstream nilai redaman terbesar bernilai 26,236 dB dengan nilai Prx sebesar  $-23,236$  dBm. Hasil perhitungan yang didapatkan masih berada di atas standar yang ditentukan oleh ITU-T dan PT. Innovate Mas Indonesia, yaitu sebesar  $-28$  dBm.
3. Berdasarkan hasil perhitungan untuk *downstream*, didapat rise time total untuk downstream sebesar 0,0156 ns masih di bawah maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0,07 ns, tetapi diatas bit rate sinyal RZ sebesar 0,035 ns. Dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi hanya memenuhi *rise time budget* sinyal NRZ. Setelah melakukan hasil perhitungan untuk *upstream*, didapat rise time total untuk *upstream* sebesar 0,0156 ns masih di bawah maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0,28 ns dan 0,14 ns untuk pengkodean RZ. Dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi rise time budget sinyal NRZ dan RZ. Dari hasil perhitungan nilai *rise time budget* maka perancangan ini layak untuk diimplementasikan.
4. Berdasarkan hasil simulasi perancangan jaringan pada perangkat lunak *Opti System* dengan melihat nilai BER, kualitas transmisi perancangan ini baik. Nilai BER yang didapatkan pada simulasi adalah sebesar  $1,86632 \times 10^{-21}$  untuk *downstream* dan bernilai "0" untuk *upstream*.
5. Berdasarkan analisis kelayakan, performansi dan perancangan sistem maka dapat disimpulkan bahwa perancangan ini layak untuk diimplementasikan.

### 5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur performansi jaringan FTTH dengan perbandingan XGPON dan NG-PON
2. Dapat mengukur performansi jaringan yang berada dilapangan secara langsung agar perancangan dapat terimplementasi disesuaikan dengan perhitungan dengan simulasi.
3. Jarak transmisi yang dipakai dikembangkan menggunakan jarak yang lebih jauh dengan menggunakan penguat optik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Al-Adawiyah, Rabiah. Evaluasi Perancangan Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON di Komplek Green Mansion Jakarta [Jurnal]. Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2010
- [2] Fikri, Haikal. 2014. "*Analisa Performansi Teknologi CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) pada Jaringan ODC (Optical Distribution Cabinet) STO-Cijaura Menggunakan Opti System*". Bandung : Universitas Telkom
- [3] FTTH Conference 2010 ITU-T Standardization: from G-PON to 10G XG- PON
- [4] [https://id.wikipedia.org/wiki/Google\\_Earth](https://id.wikipedia.org/wiki/Google_Earth)
- [5] ITU, 2000, ITU-T Recommendation L.40, "*Optical fiber outside plant maintenance support, monitoring and testing system*".
- [6] ITU-T. 2003. ITU-T Recommendation G.984.2, "*Series G: Transmission Systems And Media, Digital Systems And Networks*".
- [7] Keiser, Gred. 1991. "*Optical Fiber Communications*". Singapore : The McGraw-Hill Companies, Inc
- [8] Kencanawati, Dwi. 2014. "*Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH ) dengan Teknologi Gigabit Capable Passive Optical Network (GPON) untuk Apartmen Newton (Newton Residence) Bandung*". Bandung : Universitas Telkom
- [9] Laboratorium Sistem Komunikasi Serat Optik, "*Modul Praktikum Sistem Komunikasi Serat Optik*", Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2013
- [10] OptiWave. "*Opti System: Optical Communication System and Amplifier Design Software*", 2009
- [11] Pramanabawa, Ida Bagus. 2013. "*Analisa Rise Time Budget dan Power Link Budget dari STO ke Pelanggan Infrastruktur GPON ( Gigabit Passive Optical Network) PT.Telekomunikasi Divisi Access Denpasar*". Bali: Universitas Udayana
- [12] PT.Telekomunikasi Indonesia Tbk, Direktorat Network dan Solution. 2010. "*Pedoman Pemasangan Jaringan Akses Fiber Optik*". PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. Bandung
- [13] Siahaan, Muhamad Ramdhan Mardiana. 2012. "*Perancangan Jaringan Akses Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Capable Passive Optical Network (GPON) di Perumahan Setra Duta Bandung*". Bandung : Institut Teknologi Telkom
- [14] Telkom Indonesia, PT. 2012. "*Modul 9 –Fiber Termination Management System (FTMs)*". PT. Telkom Indonesia
- [15] Telkom Indonesia, PT. 2012. "*Modul 1 -Overview Jaringan FTTx*". PT. Telkom Indonesia