

## Perancangan Jaringan Akses *Fiber To The Home* (FTTH) Menggunakan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON): Studi Kasus Perumahan Graha Permai Ciputat

Fahmi Pahlawan\*, Dwi Astuti Cahyasiwi, Kun Fayakun

Pusat Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA  
Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur  
Tlp. 021-8400941, 021-87782739, 87783818  
E-mail : Fahmipahlawan1821@gmail.com: [dwi.cahyasiwi@uhamka.ac.id](mailto:dwi.cahyasiwi@uhamka.ac.id);  
[knfayakun@gmail.com](mailto:knfayakun@gmail.com)  
\* Penulis Koresponden

---

**Abstrak** – Pada tugas akhir ini penulis merancang jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON di Perumahan Graha Permai Ciputat, dimana lokasi tersebut dipilih karena adanya kebutuhan untuk melakukan modernisasi jaringan. Metode yang digunakan pada perancangan ini dengan survey lapangan dan pengambilan data pada provider yang bersangkutan, dan menggunakan software bantu berupa google earth, AutoCAD, dan optisystem. Hasil dari penelitian tugas akhir ini berdasarkan perhitungan manual didapatkan Power Link Budget sebesar  $-24,8342$  dBm di downstream dan  $-25,2854$  dBm di upstream, sedangkan pada simulasi sebesar  $-18,864$  dBm di downstream dan  $-19,316$  dBm di upstream. Parameter Rise Time Budget hanya didapatkan dari perhitungan manual sebesar  $0,25102$  ns di downstream dan upstream. Sedangkan dari hasil simulasi nilai Bit Error Rate yang diperoleh adalah  $1,25847 \times 10^{-67}$  pada downstream dan  $1,07355 \times 10^{-111}$  pada upstream. Dari perhitungan manual dan simulasi dapat disimpulkan bahwa perancangan jaringan FTTH tersebut layak untuk diimplementasikan karena nilai – nilai parameternya masih berada pada batas maksimal standar kelayakan jaringan FTTH.

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

---

### I. Pendahuluan

Perumahan Graha Permai Ciputat termasuk kawasan perumahan yang membutuhkan akses internet dengan kecepatan tinggi dan berkualitas. Jaringan yang ada pada saat ini yaitu jaringan akses tembaga, dinilai memiliki keterbatasan dalam kapasitas *bandwidth* yang besar dengan kecepatan yang tinggi sehingga sulit untuk memenuhi kebutuhan layanan yang tidak hanya berupa suara melainkan data dan video (*triple play services*).

Untuk mengatasi persoalan tersebut fiber optik merupakan salah satu media transmisi yang memiliki kapasitas *bandwidth* yang besar. Salah satu yang sedang berkembang di Indonesia yaitu menggunakan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH). Dimana teknologi yang digunakan dalam FTTH dikenal dengan *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) sebagai standar perangkat dalam jaringan FTTH.

Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai perancangan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON di Perumahan Graha Permai Ciputat. Lokasi tersebut dipilih untuk dilakukan modernisasi jaringan untuk meningkatkan kapasitas *bandwidth* dengan memperhatikan parameter-parameter kelayakan jaringan akses yang baik seperti *power link budget*, *rise time budget* serta analisis *bit error rate*. Metode yang digunakan pada perancangan ini dengan survey lapangan dan pengambilan data pada provider yang bersangkutan untuk mengetahui jenis perangkat, jumlah perangkat dan kapasitas perangkat yang akan digunakan. Dalam perancangan ini menggunakan software bantu berupa google earth, AutoCAD, dan OptiSys.

## II. Dasar Teori

### 2. 1. Serat Optik

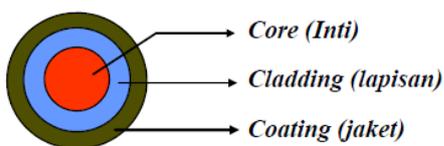
Serat optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. [4].

#### 2.1.1. Struktur Serat Optik

Serat optik secara umum terdiri atas 3 bagian, yaitu pertama bagian inti/ *Core*. Kedua, bagian *Cladding*. Bagian terakhir adalah *Coating*, bagian ini berfungsi sebagai pelindung yang terbuat dari plastik. Struktur dasar serat optik dapat dilihat pada Gambar 1.



Struktur Dasar Serat Optik



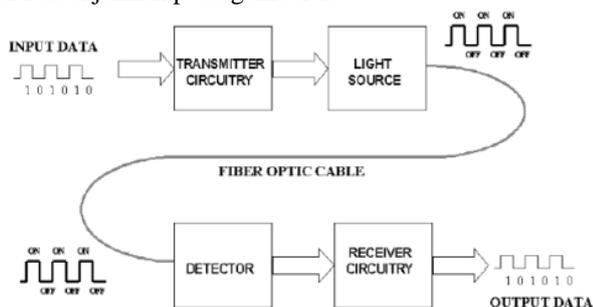
Struktur Dasar Serat Optik

Gambar1. Struktur Dasar Serat Optik [4]

Serat optik terbagi kedalam 3 jenis, yaitu *Single Mode*, *Multimode Step Index*, dan *Multimode Graded Index*.

#### 2. 1. 2. Dasar Jaringan Lokal Akses Fiber Optik

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. Pada dasarnya Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) terdiri dari suatu perangkat yang dapat mengubah sinyal informasi elektrik menjadi sinyal cahaya, sebuah serat optik yang membawa sinyal cahaya, dan perangkat penerima yang dapat mengubah sinyal cahaya yang telah dikirimkan menjadi sinyal listrik agar dapat dibaca perangkat user, seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok sistem komunikasi optik

#### 2. 1. 3. Konsep Dasar FTTH

*Fiber To The Home* (FTTH) merupakan suatu arsitektur JARLOKAF yang memungkinkan penarikan kabel optik sangat dekat dengan pelanggan. Perkembangan teknologi ini mulai terjadi ketika keinginan masyarakat akan layanan akses yang berkualitas. Peningkatan akan layanan *Triple Play* menjadi pemicu utama teknologi ini semakin berkembang. Jarak maksimum antara sentral dengan pelanggan berkisar 20 km. Arsitektur ini menggunakan panjang gelombang 1490 nm untuk *downstream* dan sinyal optik dengan panjang gelombang 1310 nm untuk *upstream* digunakan untuk mengirim data dan suara. Perkembangan FTTH yang begitu pesat dikarenakan FTTH memiliki beberapa kelebihan, diantaranya :

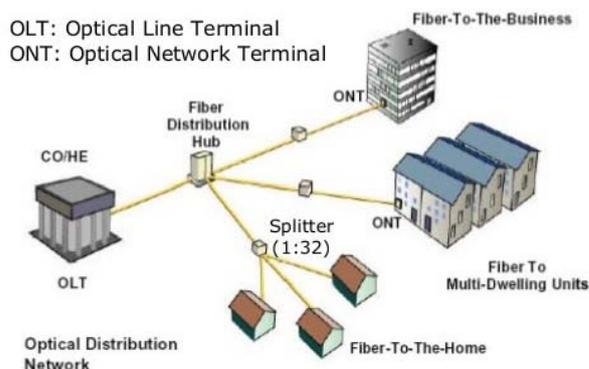
- Menyediakan *range* yang lebar untuk layanan hiburan
- Menawarkan layanan suara, video, dan data
- Merupakan jaringan yang dapat mendukung pengembangan dan peningkatan jaringan masa depan

### 2. 2. Gigabit Passive Optical Network (GPON)

#### 2. 2. 1 Konsep Dasar Passive Optical Network (PON)

PON merupakan arsitektur jaringan akses *broadband* berbasis serat optik yang menggunakan perangkat pasif optik, sehingga dapat digunakan pada konfigurasi point-to-multipoint. Secara umum arsitektur jaringan PON dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

## Passive Optical Network (PON)



Gambar 3. Arsitektur PON

Dengan teknologi serat optik beberapa layanan hanya menggunakan satu saluran kabel, seperti misalnya telepon, data, dan video. Salah satu teknologi *Wavelength Division Multiplexer* (WDM) memungkinkan terjadinya beberapa layanan yang menggunakan satu jalur kabel.

#### 2. 2. 2. Sejarah GPON

GPON merupakan evolusi dari teknologi PON. Ada pun tahapan-tahapan evolusinya adalah sebagai berikut :

##### 1. ITU-T G.983

ITU-T G.983 merupakan teknologi PON berbasis ATM, mendukung suara dan data, efisiensi 70% dan memiliki *bandwidth* 622 Mbps, diadopsi dari standar ITU tahun 1999.

2. ITU-T G.984

ITU-T G.984 merupakan standar yang dikeluarkan oleh ITU-T untuk teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*). GPON merupakan evolusi dari standar BPON. Teknologi ini mendukung kecepatan yang besar, peningkatan dalam pengamanan dan pilihan 2 layer protokol (ATM, GEM, *Ethernet*). Standar teknologi ini memperbolehkan beberapa pemilihan kecepatan, tetapi untuk industri seragam 2,488 Mbps untuk *downstream* dan 1,244 untuk *upstream*.

2. 3. Prinsip Dasar GPON

Prinsip kerja dari GPON yaitu ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONT. Untuk ONT sendiri akan memberikan data – data dan sinyal yang diinginkan oleh *user*.

2. 3. 1. Komponen – komponen GPON

Komponen – komponen dalam teknologi GPON antara lain :

1. *Optical Line Termination* (OLT)
2. *Optical Distribution Network* (ODN)
3. *Optical Network Termination* (ONT)

2. 3. 2. Peramalan Demand

Peramalan *demand bandwidth* untuk masa depan merupakan perkiraan tentang sesuatu yang akan terjadi pada waktu yang akan datang yang di dasarkan pada data yang ada pada waktu sekarang dan waktu lampau (*historical data*). Dalam peramalan *demand* dibutuhkan data pelanggan pengguna *bandwidth* selama beberapa tahun terakhir. Terdapat beberapa bentuk *trend* untuk menganalisa suatu data. Sebagai contoh dalam metode peramalan terdapat empat bentuk umum *trend* data tersebut yaitu model linear, model kuadratik, model eksponensial, dan model kurva S.

2. 4. Parameter Kelayakan Hasil Perancangan

2. 4. 1. Power Link Budget

*Power Link Budget* dapat diartikan secara sederhana sebagai batasan daya terima yang diperbolehkan pada suatu *link* optik dengan memperhatikan faktor total redaman pada *link* optik yang diizinkan antara sumber cahaya dan foto detektor, yang didapatkan dari redaman kabel, redaman konektor, redaman penyambungan, dan margin sistem.

Untuk perumusan *link power budget* yang terdiri dari redaman total, daya yang diterima penerima, dan nilai margin sistem dapat dilihat pada persamaan (1), (2), (3).

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + NC \cdot \alpha_{connector} + NS \cdot \alpha_{spliccer} + SP \quad (1)$$

$$PR_x = PT_x - \alpha_{tot} - SM \quad (2)$$

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{total} - SM \quad (3)$$

2. 4. 2. 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-to-zero*). Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari *data rate*. Menghitung *Rise Time Budget*:

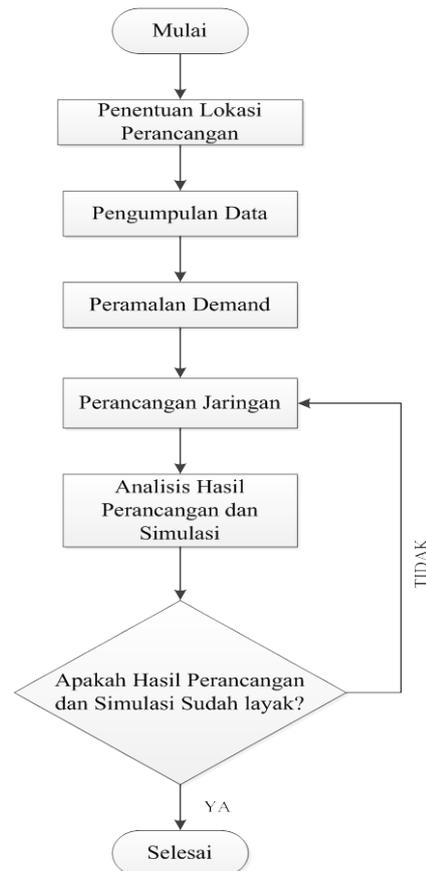
$$T_{total} = \sqrt{(T_{tx})^2 + T_{intra}^2 + T_{inter}^2 + T_{rx}^2} \quad (4)$$

2. 4. 3. 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  $10^{-9}$ .

III. Perancangan Jaringan

3. 1. Diagram Alir



Gambar 4. Diagram Alir Perancangan

3. 2. Lokasi Perancangan

Lokasi perancangan untuk tugas akhir ini adalah perumahan Graha Permai Ciputat yang berada di Jalan Ki

Hajar Dewantoro, Tangerang Selatan. Lokasi Perancangan ini berada di  $6^{\circ}17'44.25''S$  dan  $106^{\circ}44'12.20''T$ . Perumahan Graha Permai Ciputat termasuk cakupan STO Telkom Ciputat. Dari STO ini rute kabel yang diarahkan menuju lokasi pelanggan akan didistribusikan menggunakan kabel *feeder* menuju ke *Optical Distribution Cabinet* (ODC). Lokasi tersebut dipilih untuk dilakukan modernisasi jaringan untuk meningkatkan kapasitas *bandwidth*. Pada perancangan ini cakupan lokasi dapat dilihat pada Gambar 5.



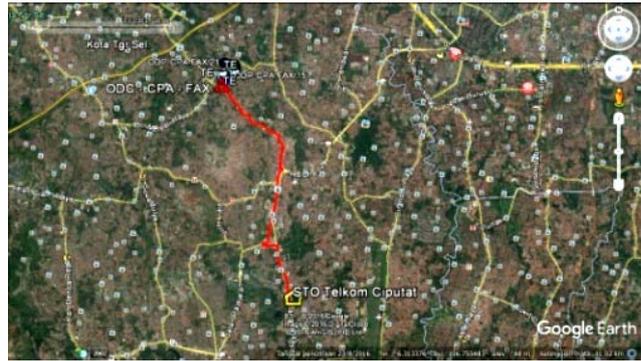
Gambar 5. Cakupan Lokasi Perancangan

### 3. 3. Pengumpulan Data Perancangan

Perumahan Graha Permai Ciputat merupakan hunian lama yang berada di jalan Ki Hajar Dewantoro Ciputat. Dalam pengumpulan data perancangan ini dilakukan perhitungan jumlah bangunan yang ada, perumahan Graha Permai memiliki 180 unit rumah. Akses jalan dalam perumahan juga cukup lebar. Pembagian perumahan ini berdasarkan BLOK, dimana terdapat 17 Blok didalamnya yaitu BLOK A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, B1, B2, B3, B4, dan B5.

### 3. 4. Perancangan Jaringan

Perencanaan FTTH dimulai dari survey lokasi dimana perlu diperhatikan perangkat-perangkat penting seperti keadaan sekitar lokasi apakah ada ODC *eksisting* terdekat, tiang *eksisting*, atau jika sudah tidak ada kemungkinan kapasitas tersisa disekitar ODC *eksisting* maka perlu melakukan survey jalur *feeder* menuju STO yang paling efektif. Berdasarkan pada letak Perumahan Graha Permai Ciputat perancangan akan mempertimbangkan penarikan *Core* kabel *feeder existing* yang berada pada jalur Perumahan Graha Permai Ciputat dengan memperhatikan posisi STO terdekat. Wilayah Perumahan Graha Permai Ciputat masuk dalam cakupan STO ciputat. Dari STO ini terdapat jalur kabel *feeder existing* yang menuju area perumahan tersebut. Dengan menggunakan jalur yang ada akan ditarik beberapa *core* kabel *feeder* ke ODC. Jalur dari STO ciputat sampai dengan perumahan Graha permai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Jalur dari STO Ciputat ke Perumahan Graha Permai Ciputat

Jarak dari STO Ciputat sampai ke perumahan Graha Permai Ciputat sekitar 5,60 Kilometer dengan jalur *feeder existing* yang berada pada Jalan Raya Ki Hajar Dewantara. Jalur ini merupakan bagian dari jalur *duct* milik STO Ciputat yang mengarah ke Perumahan Graha Permai Ciputat.

### 3. 5. Penentuan Lokasi Perangkat

#### 3. 5. 1. Letak OLT

Jarak antara STO Ciputat dengan perumahan Graha Permai Ciputat sekitar 5,60 kilometer. Ditinjau dari rute kabel yang telah ada dan yang akan ditanam, rute kabel termasuk rute yang mudah dan tidak terlalu banyak bending, yang dapat menyebabkan tambahan redaman. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka OLT dapat diletakkan di dalam STO, yaitu STO Ciputat. Peletakkan OLT di dalam STO ini bertujuan untuk memudahkan *maintenance*. OLT yang digunakan dalam perancangan ini merupakan OLT *eksisting*, hal ini bertujuan untuk efisiensi biaya perancangan dan kapasitas dari OLT tersebut cukup untuk melayani kapasitas *core* yang dibutuhkan dalam perancangan ini.

#### 3. 5. 2. Letak ODC

Pada perancangan ini akan menggunakan 1 ODC baru sebagai ODC utama dengan kapasitas 144 *core*. ODC tersebut diberi nama ODC-CPA-FAX sesuai dengan slot pelabelan yang masih tersedia. Jalur kabel *Feeder Existing* yang ditarik dari STO merupakan kabel *duct* berisi 288 *core*. Dari kapasitas 288 *core* yang tersedia akan ditarik 24 *core* kedalam ODC-CPA-FAX. ODC diletakkan di depan perumahan Graha Permai Ciputat. Posisi ODC-CPA-FAX pada peta perancangan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Letak ODC FAX

3. 5. 3. Letak ODP

Letak ODP disesuaikan dengan letak tiang yang telah ditentukan. Penempatan tiang baru menyesuaikan dengan kepadatan rumah yang terdapat disuatu blok yang menjadi acuan dalam penentuan jalur distribusi. ODP akan menampung *splitter* dimana pada ODP menggunakan *splitter* 1 : 8. Kapasitas ODP berbeda - beda tergantung dengan banyaknya *Homepasses* yang dapat dilayani. ODP yang didalamnya terdapat *passive splitter* 1 : 8 selanjutnya fiber optik tersebut akan disalurkan ke rumah – rumah pelanggan (ONT) yang berjumlah maksimal 8 lokasi rumah. Sedangkan denah persebaran ODP dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Persebaran ODP

3. 5. 4. Letak ONT

Peletakan perangkat ONT (*Optical Network Terminal*) berada didalam rumah pelanggan. ONT diletakkan ditempat yang dekat dengan catuan listrik. Berdasarkan tata letak dan jarak didapatkan jumlah perangkat yang digunakan dalam perancangan ini. Perangkat disesuaikan dengan rekomendasi dari PT. Telkom.

IV. Analisis Perancangan Jaringan dan Simulasi

4. 1. Perhitungan Kelayakan Perancangan Jaringan

Setelah dilakukan perancangan jaringan akses FTTH menggunakan GPON, untuk mengetahui kelayakan jaringan itu maka akan di perhitungkan menggunakan parameter *power link budget* dan *rise time budget*. Perhitungan akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu *downstream* dan *upstream*, serta akan dihitung berdasarkan jarak dari STO ke ODP yang letaknya paling jauh dan paling dekat. Jarak terjauh yaitu 6,444 Km dengan jalur dari STO Ciputat ke ODC-CPA-FAX kemudian ke ODP-FAX-09 sampai pada ONT. Untuk jarak terdekatnya yaitu 5,861 Km dengan jalur dari STO Ciputat ke ODC-CPA-FAX kemudian ke ODP-FAX-08 sampai pada ONT.

4. 1. 1. Perhitungan Power Link Budget

Berikut adalah spesifikasi perangkat yang digunakan pada perhitungan:

- Daya keluaran sumber optik (OLT/ONT) : 3 dBm / 0,5 dBm
- Sensitivitas detektor (OLT/ONT) : -28 dBm / -29 dBm

- Redaman serat optik G.652 D (1310/1490) : (0,35/0,28) dB/Km
- Redaman serat optik G.657 D (1310/1490) : (0,35/0,28) dB/Km
- Redaman penyambungan (*splicing*) : 0,1 dB/*splice* (8 buah)
- Redaman konektor : 0,2 dB (8 buah)
- *Insertion loss Passive Splitter* 1 : 4 : 7,25 dB
- *Insertion loss Passive Splitter* 1 : 8 : 10,38 dB

4. 1. 2. Perhitungan Power Link Budget untuk Downstream 1490 nm

Untuk jarak ODP terjauh:

$$\alpha_{total} = L.\alpha_{serat} + NC.\alpha_{connector} + NS.\alpha_{splicer} + SP\ 1:4 + SP\ 1:8$$

$$\alpha_{total} = (6,444 \times 0,28) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 7,25 + 10,38$$

$$\alpha_{total} = 21,83432\ dB$$

Perhitungan nilai daya terima (Prx) yang didapatkan adalah

$$Prx = Ptx - \alpha_{total} - SM$$

$$Prx = 3 - 21,83432 - 6$$

$$Prx = -24,83432\ dBm$$

Untuk margin dayanya:

$$M = (Ptx - Pr(sensitivitas)) - \alpha_{total} - SM$$

$$M = (3 - (-29)) - 21,83432 - 6$$

$$M = 4,16568\ dB$$

4. 1. 3. Perhitungan Power Link Budget untuk Upstream 1310 nm

Untuk jarak ODP terjauh:

$$\alpha_{total} = L.\alpha_{serat} + NC.\alpha_{connector} + NS.\alpha_{splicer} + SP\ 1:4 + SP\ 1:8$$

$$\alpha_{total} = (6,444 \times 0,35) + (8 \times 0,2) + (8 \times 0,1) + 7,25 + 10,38$$

$$\alpha_{total} = 22,2854\ dB$$

Perhitungan nilai daya terima (Prx) yang didapatkan adalah

$$Prx = Ptx - \alpha_{total} - SM$$

$$Prx = 3 - 22,2854 - 6$$

$$Prx = -25,2854\ dBm$$

Untuk margin dayanya:

$$M = (Ptx - Pr(sensitivitas)) - \alpha_{total} - SM$$

$$M = (3 - (-28)) - 22,2854 - 6$$

$$M = 2,7146\ dB$$

4. 1. 4. Perhitungan Rise Time Budget

Berikut adalah spesifikasi perangkat yang digunakan pada perhitungan:

- Panjang gelombang (*downstream*): 1490 nm
- Panjang gelombang (*upstream*) : 1310 nm
- Lebar spektral ( $\Delta\sigma$ ) (OLT/ONT) : 1 nm / 1 nm
- Rise time sumber cahaya (Ttx/Trx) (OLT/ONT) : 150 ps / 200 ps
- Dispersi material (Dm) : 3,5 ps/nm.Km

- Pengkodean : NRZ
- Serat Optik : Single mode

4. 1. 5. Perhitungan Rise Time Budget untuk Downstream  
 Bit Rate downstream (Br) = 2,488 Gbps dengan format NRZ, sehingga:

$$t_r = \frac{0,7}{Br} = \frac{0,7}{2,488 \times 10^9} = 0,28135 \times 10^{-9} \text{ s} = 0,28135 \text{ ns}$$

Dispersi untuk jarak ODP terjauh:

Ttx = 150 ps = 0,15 ns

Trx = 200 ps = 0,2 ns

Tintermodal = 0 (serat optik *single mode*)

Tintramodal =  $\Delta\sigma \times L \times Dm$

= 1 nm x 6,444 Km x 3,5 ps/nm.Km

= 22,554 ps = 0,022554 ns

Sehingga besar *rise time* (T total) untuk serat optik *single mode* adalah:

$$T_{total} = \sqrt{(T_{tx})^2 + (T_{intramodal})^2 + (T_{intermodal})^2 + (T_{rx})^2} = \sqrt{(0,15)^2 + (0,022554)^2 + 0^2 + (0,2)^2} = 0,25102 \text{ ns}$$

4. 1. 6. Perhitungan Rise Time Budget untuk Upstream  
 Bit Rate upstream (Br) = 1,244 Gbps dengan format NRZ, sehingga:

$$t_r = \frac{0,7}{Br} = \frac{0,7}{1,244 \times 10^9} = 0,5627 \times 10^{-9} \text{ s} = 0,5627 \text{ ns}$$

Dispersi untuk jarak ODP terjauh:

Ttx = 150 ps = 0,15 ns

Trx = 200 ps = 0,2 ns

Tintermodal = 0 (serat optik *single mode*)

Tintramodal =  $\Delta\sigma \times L \times Dm$

= 1 nm x 6,444 Km x 3,5 ps/nm.Km

= 22,554 ps

= 0,022554 ns

Sehingga besar *rise time* (T total) untuk serat optik *single mode* adalah:

$$T_{total} = \sqrt{(T_{tx})^2 + (T_{intramodal})^2 + (T_{intermodal})^2 + (T_{rx})^2} = \sqrt{(0,15)^2 + (0,022554)^2 + 0^2 + (0,2)^2} = 0,25102 \text{ ns}$$

#### 4. 2. Simulasi Perancangan

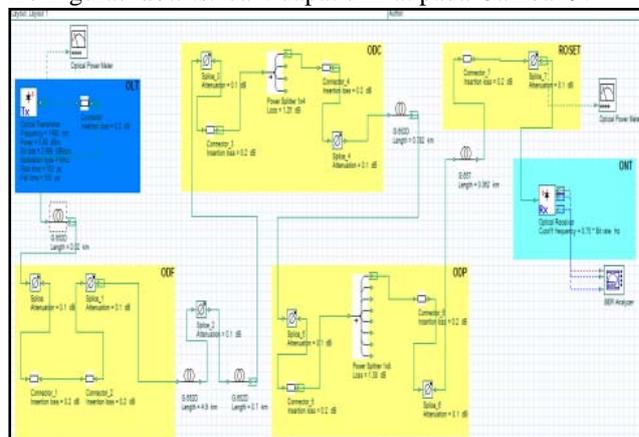
Simulasi ini dibuat dengan menggunakan *software OptiSystem*. *Software* ini digunakan untuk simulasi perancangan dengan spesifikasi analisis yang diperhatikan diantaranya perhitungan *power link budget*, perhitungan jumlah sambungan dan konektor serta denah perancangan pada *google earth* maupun *autocad*. Seluruh elemen perangkat yang digunakan dalam simulasi disesuaikan dengan spesifikasi perangkat asli untuk mendapatkan hasil yang mendekati real. Simulasi yang dibuat adalah link *downstream* dan *upstream* untuk jarak terjauh. Elemen

perangkat yang digunakan pada simulasi adalah sebagai berikut:

- OLT sebagai transmitter (Tx) dengan spesifikasi seperti yang telah dijabarkan pada Tabel 3.6.
- ONT sebagai receiver (Rx) dengan spesifikasi seperti yang telah dijabarkan pada Tabel 3.11.
- Fiber optik sebagai serat optik single mode G.652.D dan G.657 dengan spesifikasi seperti yang telah dijabarkan pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8.
- Konektor dengan rata – rata satu konektor memiliki redaman sebesar 0,2 dB.
- Sambungan dengan kisaran redaman tiap sambungan sebesar 0,1 dB.
- Passive splitter 1:4 dengan redaman sebesar 7,25 dB dan passive splitter 1:8 dengan redaman sebesar 10,38 dB.

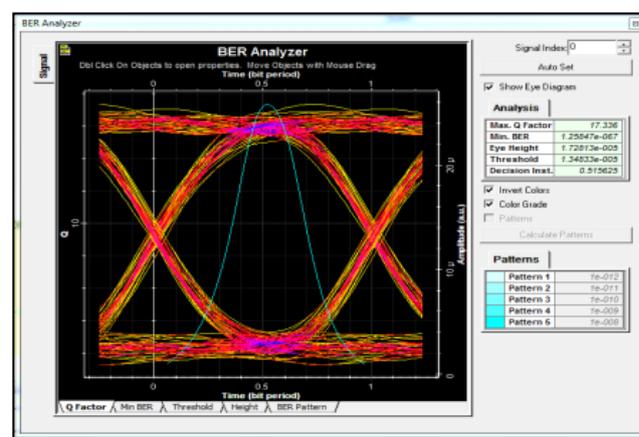
#### 4.2.1 Konfigurasi Simulasi Downstream

Konfigurasi *downstream* dapat dilihat pada Gambar 9.



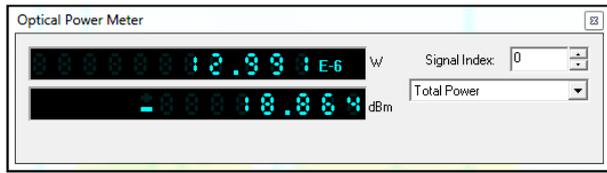
Gambar 9. Konfigurasi Downstream

Berdasarkan hasil simulasi perancangan tersebut didapatkan nilai BER adalah  $1,25847 \times 10^{-67}$  seperti terlihat pada Gambar 10, dimana nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER standard *transmisi* serat optik yaitu  $10^{-9}$ .



Gambar 10. Eye Diagram Downstream

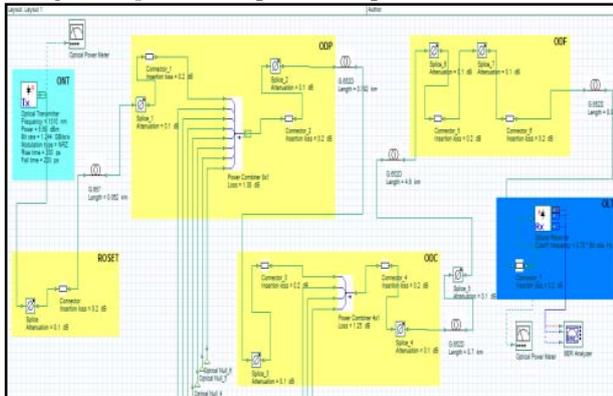
Untuk daya yang terukur di penerima pada *Optical Power Meter* (OPM) adalah sebesar -18,864 dBm dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Daya Terima Receiver (PRx) Downstream

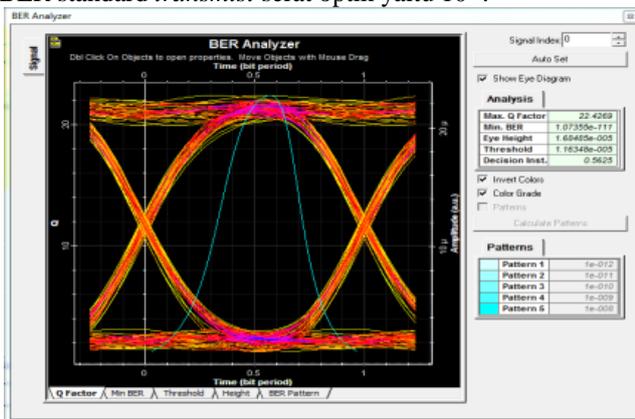
4.2.2 Konfigurasi Simulasi Upstream

Konfigurasi upstream dapat dilihat pada Gambar 12.



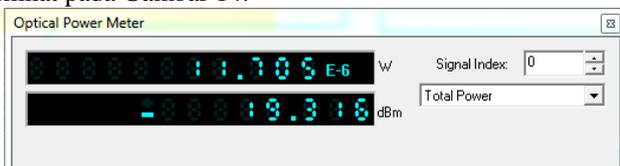
Gambar 12. Konfigurasi Upstream

Berdasarkan hasil simulasi perancangan tersebut didapatkan nilai BER adalah  $1,07355 \times 10^{-111}$  seperti terlihat pada Gambar 13, dimana nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER standard transmisi serat optik yaitu  $10^{-9}$ .



Gambar 13. Eye Diagram Upstream

Untuk daya yang terukur di penerima pada Optical Power Meter (OPM) adalah sebesar  $-19,316$  dBm dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Daya Terima Receiver (PRx) Upstream

- 4.1
- 4.2

4. 3. Analisis Hasil Perancangan

Dari hasil perhitungan manual didapatkan nilai power link budget dan rise time budget, sedangkan pada simulasi di OptiSystem dihasilkan nilai daya terima pada receiver

(Prx) dan nilai Bit Error Rate pada sistem jaringan akses FTTH yang dirancang.

Berdasarkan perhitungan manual didapatkan power link budget pada receiver (Prx) sebesar  $-24,8342$  dBm di downstream dan  $-25,2854$  dBm di upstream, sedangkan pada simulasi di OptiSystem nilai power pada receiver (Prx) didapatkan sebesar  $-18,864$  dBm di downstream dan  $-19,316$  dBm di upstream. Hasil dari perhitungan manual dan simulasi menunjukkan nilai yang dihasilkan berada diatas standard yaitu  $-27$  dBm. Untuk parameter rise time budget hanya didapatkan dari perhitungan manual sebesar  $0,25102$  ns di downstream dan upstream, dimana nilai yang dihasilkan berada diatas standard RTB yaitu  $0,28135$  ns pada downstream dan  $0,5627$  pada upstream. Sedangkan pada parameter bit error rate hanya didapatkan dari perhitungan simulasi sebesar  $1,25847 \times 10^{-67}$  di downstream dan  $1,07355 \times 10^{-111}$  di upstream, dimana nilai yang dihasilkan lebih kecil dari standard BER yaitu  $10^{-9}$ . Dari perhitungan manual dan simulasi di OptiSystem tidak memiliki perbedaan yang terlalu besar dan masih berada pada batas maksimal kelayakan perancangan jaringan FTTH. Hal ini membuktikan perancangan jaringan FTTH tersebut layak dan mendekati perhitungan ideal.

V. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Power Link Budget jaringan FTTH yang dirancang memenuhi kelayakan standard ITU – T dan PT. Telkom, dengan konfigurasi downstream pada jarak terjauh dihasilkan nilai redaman total ( $\alpha_{total}$ ) sebesar  $21,83432$  dB, nilai daya terima (Prx) sebesar  $-24,83432$  dBm, dan nilai margin daya sebesar  $4,16568$  dB. Sedangkan untuk konfigurasi upstream pada jarak terjauh dihasilkan nilai redaman total ( $\alpha_{total}$ ) sebesar  $22,2854$  dB, nilai daya terima (Prx) sebesar  $-25,2854$  dBm, dan nilai margin daya sebesar  $2,7146$  dB. Nilai tersebut memenuhi standard ITU – T dan PT. Telkom yaitu nilai maksimum redaman total ( $\alpha_{total}$ ) sebesar  $28$  dB dengan daya terima receiver (Prx) maksimal  $-27$  dBm dan nilai margin daya berada diatas  $0$  dB.

Berdasarkan hasil perhitungan bahwa jaringan FTTH yang dibangun memenuhi kelayakan rise time budget, didapatkan nilai rise time total (T total) sebesar  $0,25102$  ns untuk jarak terjauh di downstream dan upstream. Nilai tersebut masih dibawah batasan maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ downstream sebesar  $0,28135$  ns dan upstream sebesar  $0,5627$  ns.

Hasil simulasi perancangan jaringan FTTH pada software OptiSystem didapatkan nilai BER untuk performansi sistem jaringan yang dirancang dan dihasilkan nilai daya terima receiver (Prx). Nilai BER yang dihasilkan pada simulasi sebesar  $1,25847 \times 10^{-67}$  pada konfigurasi downstream dan  $1,07355 \times 10^{-111}$  pada konfigurasi upstream, dimana nilai tersebut lebih kecil dari standard BER transmisi serat optik yaitu  $10^{-9}$ . Hal ini menunjukkan jaringan FTTH yang dirancang memenuhi kelayakan kualitas performansi sistem transmisi serat optik. Sedangkan nilai daya terima receiver (Prx) dihasilkan pada simulasi sebesar  $-18,864$  dBm di downstream dan  $-19,316$

dBm di *upstream*. Hasil simulasi ini memenuhi kelayakan standard ITU – T dan PT.Telkom yaitu  $-27$  dBm.

## Kepustakaan

- [1] M. I. Muhammad, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Central Karawaci," *Universitas Telkom, Bandung*, 2015.
- [2] R. Muhammad, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Setraduta Bandung," *Institut Teknologi Telkom, Bandung*, 2013.
- [3] I. G. D. Prastiwi, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Private Village Cikoneng," *Universitas Telkom, Bandung*, 2015.
- [4] O. M. Sari, "Perancangan dan Simulasi Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Gigabit Passive Optical Network (GPON) HUAWEI Dengan Fiber Termination Management (FTM) Untuk Perumahan Pesona Ciwastra Village Bandung," *Universitas Telkom, Bandung*, 2015.
- [5] K. Gerd, *Optical Fiber Communication*, 3rd Ed, McGraw Hill, Boston, 2000.
- [6] H. Jim, *Fiber Optic Technician's Manual*, 2nd Ed, 2007.
- [7] Telkom Akses, Materi: Overview Fiber To The Home, 2015
- [8] Telkom Indonesia, Materi Desain FTTH: Perancangan GPON, 2012.
- [9] ITU-T Recommendation G.984.2, Gigabit - Capable Passive Optical Network (G-PON) : Physical Media Dependent (PMD) Layer Spesefication, 2003.
- [10] Telkom Indonesia, Perancangan Design: Jaringan FTTH GPON, 2013.
- [11] K. Aditya, "ANALISIS PERAMALAN PENJUALAN BUKU PELAJARAN JENIS LKS PADA CV. HARAPAN BARU KARANGANYAR," *Tugas Akhir Universitas Sebelas Maret*, 2011.
- [12] ZTE Cooperation, ZXA10 C300: Optical Access Covergence Equipment - Product Description, 2011.
- [13] ITU-T Recommendation G.652, Characteristics of a single mode optical fibre and cable, 2009.
- [14] ITU-T Recommendation G.657, Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network, 2009.
- [15] ZTE Cooperation, ZXA10 F660: Optical Access Covergence Equipment - Product Description, 2011.