

## Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Makassar di Desa Bontomanai Bulukumba

Ichsan Mahjud<sup>1)</sup>, Hafsa Nirwana<sup>2)</sup>, Andi Andhika<sup>3)</sup>, Muhammad Mimsyad<sup>4)</sup>, Arni Litha<sup>5)</sup>, Yuniarti<sup>6)</sup>, Lidemar Halide<sup>7)</sup>.

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

ichsan\_mahjud@poliupg.ac.id<sup>1)</sup>, hanir@poliupg.ac.id<sup>2)</sup>, andiandika9797@gmail.com,<sup>3)</sup> mu\_mimsyad@poliupg.ac.id<sup>4)</sup>, arnilitha@poliupg.ac.id<sup>5)</sup>, yuniarti@poliupg.ac.id<sup>6)</sup>, lidemarhalide@poliupg.ac.id<sup>7)</sup>.



### Abstract

*Fibre Optics is a delivery medium to connect network points to multipoint. FTTH is a service provided to customers to meet internet needs in terms of voice, data and video (triple play) services. PT. Telkom has standards for determining network eligibility, namely Power Link Budget and Rise Time Budget. With a case study in Bontomanai Village, Bulukumba, it is possible to simulate the design of the FTTH network to measure BER (Bit Error Rate) for system performance. From the results of network design calculations that the Power Link Budget, one of which is the attenuation from STO to the customer, is 25.65 dB, where this value is still feasible because it is still in the standard range of PT. Telkom is 13 – 28 dB. The Rise Time Budget parameter obtained based on the analysis is 0.262 ns which has not yet crossed the NRZ degradation limit of 0.28 ns. Simulations have been carried out using Optisystem software to measure BER.*

**Keywords:** Power Link Budget, Rise Time Budget, Optisystem, BER

### Abstrak

Fiber Optik adalah media penghantar untuk menghubungkan jaringan point to multipoint. FTTH adalah layanan yang diberikan kepada pelanggan untuk memenuhi kebutuhan internet baik dari layanan voice, data, dan video (triple play). PT. Telkom mempunyai standar untuk menentukan kelayakan jaringan yaitu Power Link Budget dan Rise Time Budget. Dengan studi kasus di Desa Bontomanai Bulukumba, maka dapat dilakukan simulasi perancangan jaringan FTTH tersebut untuk mengukur BER (Bit Error Rate) untuk performansi sistem. Dari hasil perhitungan perancangan jaringan bahwa Power Link Budget yang salah satunya redaman dari STO ke pelanggan adalah 25.65 dB dimana nilai ini masih dikatakan layak karena masih berada di range standar PT. Telkom yaitu 13 – 28 dB. Untuk parameter Rise Time Budget yang didapat berdasarkan analisis adalah 0.262 ns dimana itu masih belum melewati batas degradasi NRZ bernilai 0.28 ns. Telah dilakukan simulasi menggunakan software Optisystem untuk mengukur BER.

**Kata Kunci:** Power Link Budget, Rise Time Budget, Optisystem, BER

## I. PENDAHULUAN

Pada era masa sekarang, perkembangan teknologi sudah berkembang pesat baik dalam perkembangan perangkat lunak maupun telekomunikasi. Pada teknologi telekomunikasi juga sangat dibutuhkan untuk masyarakat sekarang, salah satu teknologi telekomunikasi yaitu internet juga sudah mulai dianggap sebagai kebutuhan primer bagi masyarakat. Menurut Sinaga, Imansyah dan Pontia menyatakan bahwa: “PT. Telkom Indonesia merupakan salah satu penyedia layanan internet di Indonesia dengan jumlah pemakai mencapai 5.000.000 pelanggan di seluruh Indonesia”. [1] Maka dari itu, dibutuhkan kecepatan transfer data dan bandwidth yang tinggi yang mampu melayani masyarakat dari berbagai tempat. Pada teknologi telekomunikasi sekarang,

internet dapat diakses melalui 2 cara, yaitu dengan wireless ataupun dengan menggunakan kabel. Pada dua cara diatas terdapat masing-masing keunggulan, namun kali ini yang akan dijelaskan tentang menggunakan kabel yaitu kabel serat optik. Menurut Somantri, Hafidudin dan Putri bahwa: “Keterbatasan jaringan akses tembaga di anggap belum dapat menampung kapasitas bandwidth yang besar dan berkecepatan tinggi, sehingga untuk meningkatkan kualitas layanan tersebut digunakanlah Fiber Optik sebagai media transmisinya.” [2].

FTTH merupakan teknologi yang digunakan penyedia layanan provider untuk menyediakan layanan ke masyarakat di rumah sendiri dengan menggunakan kabel fiber optik dengan kecepatan transfer data yang tinggi dan

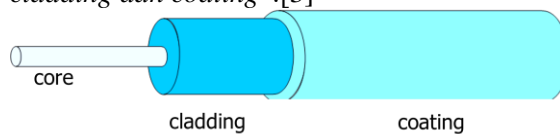
bandwidth yang lebar. Teknologi FTTH ini mendukung triple play (data, suara, dan video) untuk membuat pelanggan dapat merasakan keuntungan dalam menggunakan layanan ini. Salah satu alasan teknologi ini gemar digunakan di masyarakat karena menggunakan kabel fiber optik dibandingkan kabel tembaga.

Telah dilakukan analisis parameter kelayakan jaringan FTTH di Desa Bontomanai Bulukumba. Parameter tersebut antara lain adalah *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan *BER (Bit Error Ratio)*. Cara menganalisis parameter tersebut dengan dua cara, yaitu dengan menghitung secara langsung dan dengan menyimulasikan rancangan jaringan menggunakan Optisystem.

## II. TEORI

### 2.1 Fiber Optik

Fiber optik adalah saluran transmisi atau kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan cahaya dari ujung ke ujung kabel. Cahaya yang digunakan pada fiber optik adalah LED (Light Emitting Diode). Mukti dan Safrianti mengatakan bahwa: "Struktur serat optik ada 3 yaitu *core*, *cladding* dan *coating*".[3]



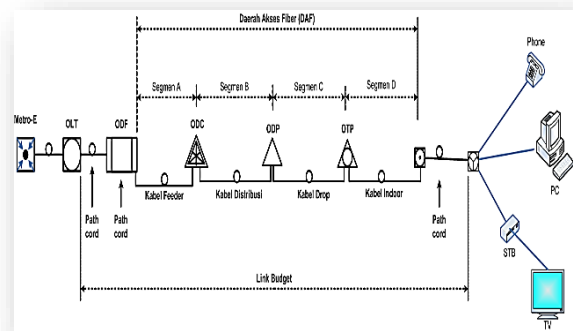
Gambar 1. Struktur Kabel Fiber Optik

Penjelasan struktur kabel fiber optik :

1. *Coating* adalah bagian yang digunakan untuk melindungi *cladding* dan *core* dari berbagai kerusakan eksternal. Bagian ini dibuat dari material khusus untuk menahan kabel dari tekanan luar
2. *Cladding* adalah bagian yang menutup inti yang berfungsi untuk memantulkan cahaya pada inti. *Cladding* menggantikan udara sebagai indeks bias perantara dengan inti. Jadi untuk menggantikan udara, indeks bias *cladding* harus sangatlah rendah dibandingkan indeks bias inti agar cahaya pada inti dapat dipantulkan secara sempurna.
3. *Core* adalah bagian terkecil yang dimana bagian ini terbuat dari kaca atau plastik yang dirancang khusus agar nilai bias indeks material tersebut dapat memantulkan cahaya yang ada didalam core dengan cara indeks bias dari core lebih besar dari indeks bias pelindung.

### 2.2 Fiber To The Home (FTTH)

FTTH adalah suatu turunan teknologi FTTx dimana teknologi ini berfungsi untuk menyediakan layanan triple play dari pusat provider ke kawasan pengguna dengan menggunakan kabel fiber optic sebagai medium penghantar. Kemunculan teknologi ini diakibatkan oleh permintaan masyarakat untuk mendapatkan layanan yang terbaik dengan akses yang mudah. Layanan triple play ini dapat mendukung data atau internet, suara maupun video. Adi Nugroho mengatakan bahwa: "Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah Triple Play Services yaitu layanan akses internet yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan."[4]



Gambar 2. Elemen dan Network FTTH

Telkom Indonesia memaparkan bahwa: "Secara umum jaringan FTTH/B dibagi atas 4 segmen catuan kabel selain perangkat aktif seperti OLT dan ONU/ONT"[5], yaitu sebagai berikut ;

1. Segmen A: Catuan kabel Feeder
2. Segmen B: Catuan kabel Distribusi
3. Segmen C: Catuan kabel Penanggal/Drop
4. Segmen D: Catuan kabel Rumah/Gedung

### 2.3 Optisystem

*Optisystem* adalah sebuah software simulator yang digunakan untuk merancang dan menganalisis jaringan fiber optik. Terdapat beberapa alat yang digunakan untuk mengukur jaringan tersebut dan salah satunya yaitu *BER Analyzer*. Alat ini digunakan untuk mengukur nilai *BER* pada jaringan tersebut beserta dengan

grafik dan nilai-nilai yang mendukung parameter tersebut.



Gambar 3. Software Optisystem

## 2.4 Parameter Kelayakan

### 2.4.1. Power Link Budget

Perhitungan link power budget untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Dermawan, Santoso dan Prakoso mengatakan bahwa: “Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. Telkom, yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB atau  $P_r > -28 \text{ dBm}$ ”[7]. Bentuk persamaan dari redaman total adalah:

$$a_{tot} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \quad (1)$$

Ket:

$a_{tot}$  = Redaman total (dB)  
 $a_{serat}$  = Redaman kabel (dB/km)  
 $L$  = Panjang kabel (km)  
 $N_c$  = Jumlah konektor (buah)  
 $a_c$  = Redaman konektor (dB)  
 $N_s$  = Jumlah sambungan (buah)  
 $a_s$  = Redaman sambungan (dB)  
 $a_{sp}$  = Redaman splitter (dB)

Pada ONT, terdapat sensitivitas perangkat yang menentukan jaringan diterima dengan baik atau tidak. Adapun perhitungan sensitivitas yang dirancang yaitu:

$$P_r = P_t - a_{total} \quad (2)$$

Ket:

$P_r$  = Daya yang sampai pada Receiver (dBm)  
 $P_t$  = Daya keluaran sumber optik (dBm)

Terdapat parameter juga yang bernama margin daya yang merupakan daya yang masih tersisa dari power transmit setelah dikurangi loss selama proses transmisi dan dikurangi dengan *safety* margin dan pengurangan sensitivitas receiver.

$$M = (P_t - P_r) - a_{tot} - M_s \quad (3)$$

Ket:

$M$  = Margin daya (dB)  
 $M_s$  = *Safety* margin (dB), sekitaran 6-8 dB

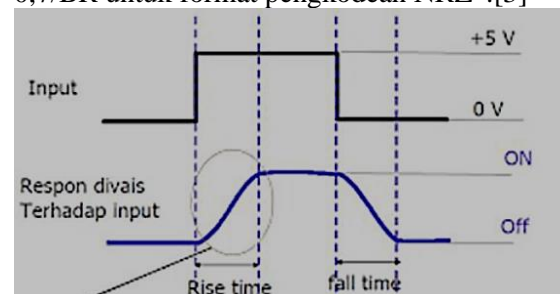
Adapun ketentuan-ketentuan standar yang ditetapkan oleh PT. Telkom dalam jaringan FTTH sebagai berikut[6]:

Tabel 1. Standar Ketentuan PT. Telkom

Parameter	Nilai
Batas Redaman Jaringan	13 – 28 dB
Redaman Serat Optik (G.652D)	0.35 dB/km
Redaman Konektor	0.25 dB
Redaman Sambungan	0.1 dB
PS 1:4 (ODC)	7.25 dB
PS 1:8 (ODP)	10.38B

### 2.4.2. Rise Time Budget

*Rise Time Budget* merupakan metode untuk menentukan batasan disperse suatu link serat optik. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah kinerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Reza dan Yuwono memaparkan bahwa: “ $t_{sis} \leq 0,7/BR$  untuk format pengkodean NRZ”. [3]



Gambar 4. Rise Time Budget pada fiber optik

Perhitungan *Rise Time Budget* menggunakan persamaan berikut:

$$t_{sis} = \sqrt{(t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2)} \quad (4)$$

Ket:

$t_{sist}$  = total *Rise time budget* (ns),

$t_{tx}$  = *rise time transmitter* (ns),

$t_{rx}$  = *rise time receiver* (ns)

$t_f$  = *rise time fiber* (ns)

Untuk menghitung maksimal *rise time* yang diperbolehkan, dengan menggunakan NRZ-coding maka menggunakan persamaan berikut:

$$T_r = 0.7/B_r \quad (5)$$

Ket:

$B_r$  = bit rate (Gbps)

$T_r$  = maksimum *rise time* (ns)

Sedangkan untuk menghitung *rise time* fiber dengan menggunakan persamaan berikut:

$$t_f = \sigma\lambda * L * D \quad (6)$$

Ket:

$\sigma\lambda$  = lebar spektral (nm)

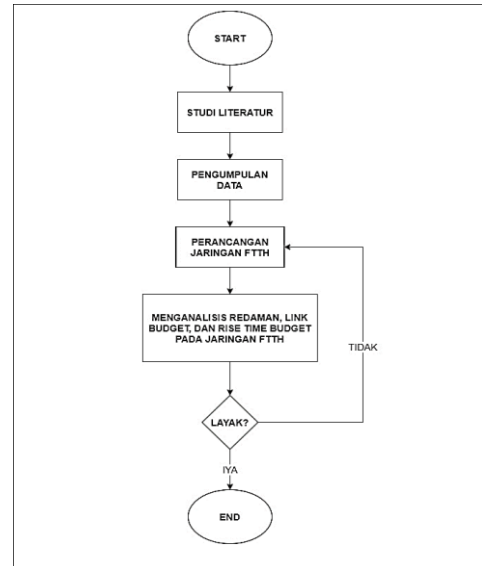
$L$  = panjang fiber optik (km)

$D$  = Dispersi material (ps/nm.km)

### III. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian perancangan jaringan FTTH berada di Desa Bontomanai Bulukumba. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah seperangkat PC/Laptop dan software Google Earth Pro untuk merancang jaringan serta software *Optisystem* untuk menyimulasikan jaringan yang telah dirancang.

Data yang dibutuhkan adalah spesifikasi perangkat (*datasheet*) OLT dan ONT. Data ini bertujuan untuk menganalisis perhitungan *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget*. Cara mengumpulkan data tersebut dengan melakukan browsing di internet dan dengan melakukan izin penelitian data di PT. Telkom.



Gambar 5. Flowchart prosedur perancangan

#### 3.1.Rancangan Peta Jaringan FTTH

Setelah melakukan studi literatur dan pengumpulan data untuk melakukan kajian lebih lanjut mengenai jaringan FTTH, maka dilakukan perancangan jaringan di Desa Bontomanai, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan.

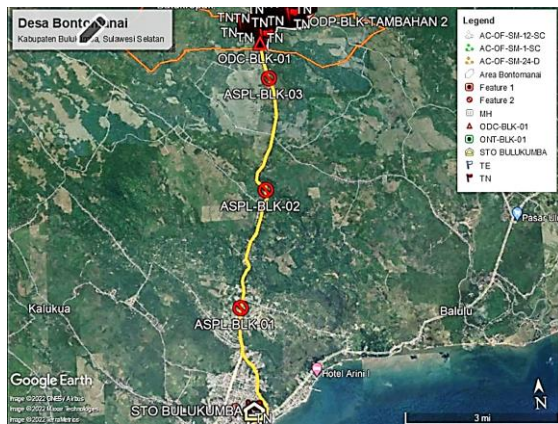


Gambar 6. Peta cakupan daerah Desa Bontomanai Bulukumba

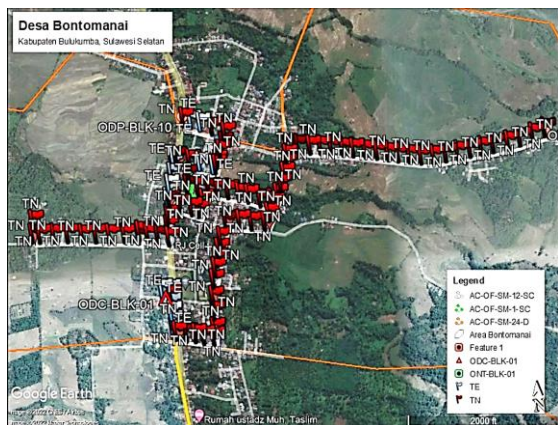
Setelah melakukan penelitian, dapat diketahui bahwa pada daerah ini, tidak tercover jaringan FTTH sama sekali oleh PT. Telkom. Sehingga daerah ini bisa digunakan sebagai wilayah untuk merancang jaringan FTTH.

Dengan menggunakan aplikasi Google Earth untuk mendesain jaringan, maka hasil dari perancangan adalah :





Gambar 7. Hasil Perancangan Jaringan FTTH dari STO Bulukumba ke Desa Bontomanai



Gambar 8. Lokasi-lokasi perangkat dan jalur kabel FO

Adapun perangkat yang digunakan pada perancangan kali ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Daftar perangkat yang digunakan pada perancangan FTTH

Perangkat	Jumlah
OLT	1 buah
Kabel Feeder	13.2 km
ODC	1 buah
PS 1:4	1 buah
PS 1:8	12 buah
Kabel Distribusi	2.45 km
ODP	12 buah
Kabel Drop	0.15 km
OTP	1 unit
Kabel Indoor	0.02 km
Roset	1 unit
ONT	<1000 unit
Konektor SC/UPC	12 buah/user

Sambungan

9 buah

Serta data yang digunakan pada perancangan kali ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Data yang digunakan pada perancangan jaringan FTTH

Parameter	Nilai
Daya Transmitter (OLT)	5 dB
Sensitivitas Receiver (ONT)	-27 dBm
Downstream/Upstream Rate	2.5/1.25 Gbps
Rise Time Transmitter (OLT)	0.6 ns
Rise Time Receiver (ONT)	0.2 ns
Lebar Spektral	1 nm
Dispersi Material (1310/1490)	0.01364 / 0.00356 ns/nm.km

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Parameter Kelayakan

#### 2.4.3. Power Link Budget

Berikut ini analisis link dari STO Kota Bulukumba (OLT) ke pelanggan yang ada di Desa Bontomanai (ONT). Dengan menggunakan persamaan (1), (2), dan (3) maka dapat dihasilkan analisis sebagai berikut:

#### • Redaman

$$a_{tot} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + N_{sp} \cdot a_{sp}$$

$$a_{tot} = 13.2 \cdot 0.35 + 12 \cdot 0.25 + 9 \cdot 0.1 + 7.25 + 10.38$$

$$a_{tot} = 4.62 + 3 + 0.9 + 7.25 + 10.38$$

$$a_{tot} = 26.15 \text{ dBm}$$

#### • Daya yang sampai di Receiver

$$P_r = P_t - a_{tot}$$

$$P_r = 5 - 26.15$$

$$P_r = -21.15 \text{ dBm}$$

#### • Margin Daya

$$M = (P_t - P_r) - a_{tot} - M_s$$

$$M = (5 - 28) - 26.15 - 6$$

$$M = 0.85 \text{ dBm}$$

#### 2.4.4. Rise Time Budget

Diketahui kecepatan atau *bit rate* *downlink* pada jaringan FTTH berteknologi GPON ini adalah 2.5 Gbps. Dengan format NRZ, maka

nilai maksimum *Rise Time Budget* dapat menggunakan persamaan (5):

$$T_r = \frac{0.7}{B_r} = \frac{0.7}{2.5 \times 10^9} = 0.28 \text{ ns}$$

Menurut Isnawati, Riyanto, dan Wijayanti memaparkan bahwa: “Dispersi material digambarkan sebagai perubahan kecepatan cahaya secara non-linier (ekivalen dengan indeks bias) sebagai fungsi dari panjang gelombang”[9]. Cara menghitung dispersi tersebut adalah dengan menggunakan persamaan (6) sebagai berikut:

$$t_f = \sigma \lambda * L * D$$

$$t_f = 1 \text{ nm} \cdot 15.8 \text{ km} \cdot 0.00356 \text{ ns/nm.km}$$

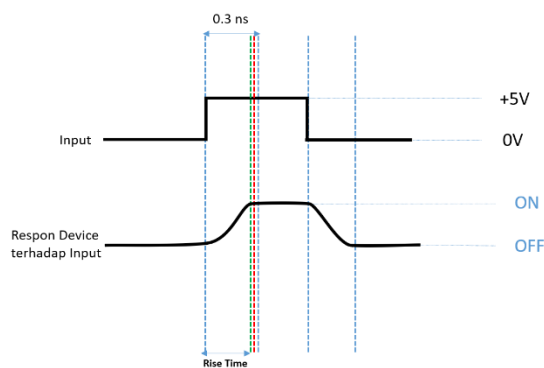
$$t_f = 0.056 \text{ ns}$$

Setelah mengetahui parameter *rise time fiber*, maka nilai *rise time total* yang terjadi pada jaringan ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$t_{sis} = \sqrt{(t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2)}$$

$$t_{sis} = \sqrt{(0.6^2 + 0.2^2 + 0.056^2)}$$

$$t_{sis} = 0.262 \text{ ns}$$



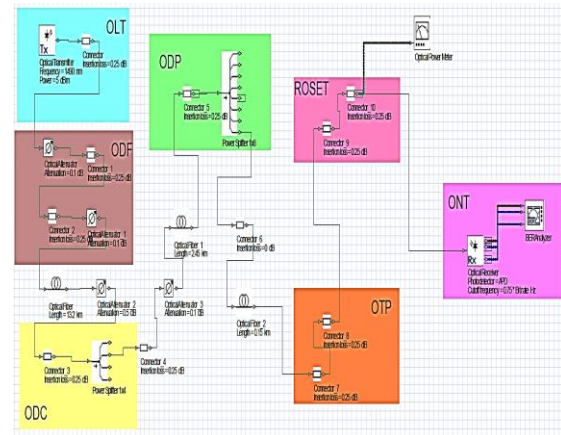
Gambar 9. Rise Time yang terjadi pada jaringan

Tabel 4. Parameter kelayakan jaringan FTTH

Parameter	Nilai	Standar	Layak
Redaman	26.15 dB	< 28 dB	Ya
Sensitivitas	-21.15 dB	> -27 dB	Ya
Margin Daya	0.85 dB	> 0 dB	Ya
Rise Time	0.262 ns	< 0.28 ns	Ya
Total			

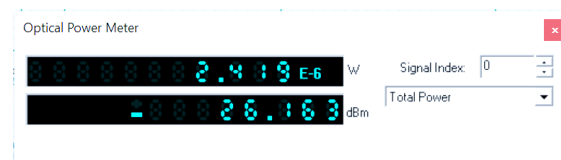
## 4.2 Simulasi Perancangan

Jaringan yang telah dirancang disimulasikan menggunakan software optisystem dari OLT ke ONT.

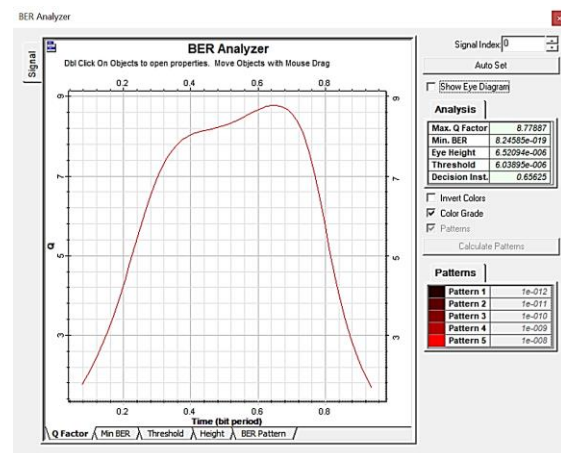


Gambar 10. Rancangan Jaringan FTTH di Optisystem

Setelah dilakukan simulasi, dapat diketahui total redaman yang terjadi pada ONT dan BER pada jaringan ini yaitu:



Gambar 11. Pengukuran OPM pada ONT



Gambar 12. Pengukuran BER Analyzer

Dapat dilihat pada hasil simulasi bahwa total redaman yang didapat adalah 26.163 dB yang tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan manual yaitu 26.15 dB.

BER yang didapat pada hasil simulasi yaitu  $8.24 \times 10^{-19}$  menunjukkan bahwa *Bit Error* nya sangat kecil dan memenuhi standar sesuai dari

pernyataan Pratiwi, Hambali, dan Pramukti bahwa; “Nilai BER yang didapat maksimum  $1 \times 10^9$  agar memenuhi standar kelayakan dari kualitas sinyal yang dikirim”. [10]

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis parameter kelayakan yaitu *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* didapatkan rancangan jaringan FTTH yang layak dibangun. Diperoleh nilai redaman total sebesar 26.15 dB. Nilai daya penerima sebesar -21.15 dB. Nilai margin daya sebesar 0.85 dB. Nilai *rise time total* sebesar 0.262 ns. BER sebesar  $8.24 \times 10^{-19}$ . Semua hasil analisis ini dikatakan layak dan siap dibangun karena memenuhi standar baik dari ITU.T dan PT. Telkom.

## REFERENSI

- [1] Sinaga, D. S. S., & Imansyah, F. Implementasi Optisistem Pada Perancangan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Optical Network (GPON). Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, 2(1).
- [2] Somantri, F. R., Hafidudin, H., & Putri, H. (2017). Perancangan Fiber To The Home (ftth) Untuk Wilayah Perumahan Sukasari Indah Baleendah. eProceedings of Applied Science, 3(2).
- [3] Mukti, W. T., & Safrianti, E. (2017). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Link STO Arengka ke Perumahan Villa Melati Permai II (Doctoral dissertation, Riau University).
- [4] Nugroho, A. (2011). Teknologi Gigabit-Capabel Passive Optical Network (GPON) Sebagai Triple Play Service. In Makalah Seminar Kerja Praktek, Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- [5] PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. 2014. Modul 1. Konfigurasi FTTH
- [6] Dermawan, B., Santoso, I., & Prakoso, T. (2016). Analisis Jaringan Ftth (Fiber To the Home) Berteknologi Gpon (Gigabit Passive Optical Network). Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 18(1), 30-37.
- [7] PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. 2015. Materi OSP Multiskill
- [8] HS, H. I. R. (2018). Perancangan Jaringan Backbone Fiber Optik Menggunakan EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) Di Kabupaten Sleman.
- [9] Isnawati, A. F., Riyanto, R., & Wijayanti, A. E. (2009). Pengaruh Dispersi Terhadap Kecepatan Data Komunikasi Optik Menggunakan Pengkodean Return To Zero (RZ) Dan Non Return To Zero (NRZ). Jurnal Infotel, 1(2), 1-8.
- [10] Pratiwi, E. Y. D., Hambali, A., & Pamukti, B. (2018). Simulasi Sistem Twdm-pon Menggunakan Hybrid Optical Amplifier Pada Next Generation Passive Optical Network Stage 2 (ng-pon 2). eProceedings of Engineering, 5(3). [3] B. R. Jackson and T. Pitman, U.S. Patent No. 6,345,224 (8 July 2004)