

# Perancangan Jaringan Optik Berbasis Gigabyte Passive Optical Network (GPON) Menggunakan Arsitektur Fiber to The Home (FTTH) pada Perumahan Villa Permata Mutiara Kota Palopo

1<sup>st</sup> Andreas Caesar Hamdani

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

andreasamdani13@gmail.com

2<sup>nd</sup> Nachwan Mufti Adriansyah

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

nachwanma@telkomuniversity.co.id

3<sup>rd</sup> Akhmad Hambali

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ahambali@telkomuniversity.co.id

**Abstrak**— Perkembangan jaringan telekomunikasi lahir dari kebutuhan pengguna akan jaringan telekomunikasi. Fiber optik merupakan pilihan terbaik untuk mendukung jaringan telekomunikasi yang andal. Salah satu teknologi telekomunikasi fiber optik adalah *Fiber to the Home* (FTTH). Penelitian ini mengusulkan perancangan jaringan FTTH berbasis GPON yang ditujukan pada Perumahan Villa Permata Mutiara. Analisis perancangan dilakukan berdasarkan parameter *link power budget*, *rise time budget*, *signal to noise ratio*, *Q-Factor*, dan *bit error rate*. Didapatkan nilai LPB untuk jarak terdekat *downlink* dan *uplink* sebesar -19,01 dB dan -19,15 dB, dan untuk jarak terjauh sebesar -19,08 dB dan -19,19 dB. Nilai RTB untuk *downlink* dan *uplink* sebesar 0,25 ns. Nilai SNR jarak terdekat *downlink* dan *uplink* sebesar 24,63 dB dan 24,35 dB, untuk jarak terjauh sebesar 27,31 dB dan 27,10 dB. Nilai *Q-Factor* untuk jarak terdekat *downlink* dan *uplink* sebesar 8,52 dan 11,6, untuk jarak terjauh sebesar 8,25 dan 11,32. Nilai BER untuk perhitungan jarak terdekat *downlink* dan *uplink* didapatkan hasil sebesar  $8,084 \times 10^{-18}$  dan  $8,032 \times 10^{-17}$ , untuk jarak terjauh didapatkan hasil *downlink* dan *uplink* sebesar  $2,075 \times 10^{-31}$  dan  $5,263 \times 10^{-30}$ . Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perancangan yang dibuat telah memenuhi parameter standar dari ITU-T dan PT Telkom sehingga jaringan yang diusulkan dapat diimplementasikan.

**Kata kunci**— FTTH, GPON, *link power budget*, *rise time budget*, *signal to noise ratio*, *bit error rate*.

## I. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi di jaman sekarang didorong oleh kebutuhan dan permintaan terkait pola hidup masyarakat. Tingkat kebutuhan masyarakat akan jaringan telekomunikasi juga semakin meningkat didorong dengan kebutuhan masyarakat agar dapat tetap terkoneksi dengan internet, oleh karena itu kinerja jaringan yang dibutuhkan juga harus memenuhi nilai parameter standar yang membuat sebuah jaringan itu layak digunakan. Nilai parameter yang harus dipenuhi adalah *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Q-Factor*, dan *Bit Error Rate* (BER). Salah satu kemajuan dalam teknologi telekomunikasi yaitu fiber optik, fiber optik merupakan teknologi komunikasi yang menggunakan cahaya untuk

mengirimkan informasi dari satu titik ke titik lain melalui kabel dengan serat inti yang terbuat dari kaca [1]. Fiber optik digunakan dalam penelitian ini karena memiliki *bandwidth* besar, ringan, tahan terhadap interferensi elektromagnetik, tahan terhadap *noise*, dan memiliki *loss* serta biaya yang rendah [1].

Salah satu teknologi yang menggunakan fiber optik adalah *Fiber to The Home* (FTTH). Dalam jurnal ini akan membahas FTTH berbasis teknologi *Gigabyte Passive Optical Network* (GPON). GPON adalah sebuah sistem jaringan akses *broadband* yang mengandalkan serat optik dan menggunakan perangkat optik pasif [2].

Dalam beberapa penelitian perancangan FTTH yang telah dilakukan, seperti Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah [2]. Dalam penelitian tersebut membahas mengenai perancangan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON dimana terdapat analisis perhitungan *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Q-Factor*, dan *Bit Error Rate* (BER). Namun, perancangan jaringan yang telah dilakukan belum mencakup analisis perhitungan seperti *signal to noise ratio*, *Q-Factor*, *bit error rate*, serta belum menampilkan jumlah kebutuhan perangkat dan analisis biaya yang perlu dikeluarkan pada perancangan jaringan FTTH.

Perancangan jaringan FTTH berbasis GPON ditujukan pada kawasan Perumahan Villa Permata Mutiara. Kawasan ini dipilih karena tingkat kebutuhan jaringan telekomunikasi pada kawasan ini belum sepenuhnya terpenuhi. Perumahan Villa Permata Mutiara ini terbilang cukup besar karena memiliki total 93 rumah sehingga memiliki potensi pelanggan yang cukup besar dan memungkinkan untuk dilakukan pembangunan jaringan FTTH pada perumahan tersebut.

Perancangan jaringan FTTH berbasis teknologi GPON yang ditujukan pada perumahan Villa Permata Mutiara, kota Palopo ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan jaringan telekomunikasi yang stabil berdasarkan permasalahan yang ada.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Fiber Optik

Fiber optik merupakan media transmisi *dielektrik waveguide* yang bekerja pada frekuensi cahaya, fiber optik terbuat dari serat kaca dan plastik yang dapat memantulkan bias cahaya [3]. Sumber cahaya adalah laser dan LED yang memiliki kecepatan transmisi yang sangat tinggi sehingga sangat baik dalam digunakan sebagai media saluran telekomunikasi modern [1].

### B. Fiber to The Home (FTTH)

*Fiber to The Home (FTTH)* merupakan salah satu arsitektur penting dalam teknologi telekomunikasi. FTTH memiliki jarak jangkauan maksimum 20 km dengan panjang gelombang untuk *downstream* adalah 1490 nm dan untuk *upstream* sebesar 1310 nm [4].

### C. Perangkat FTTH

1. *Optical Line Termination (OLT)*: OLT merupakan *end-point* dalam jaringan *passive optical network (PON)*. OLT merupakan sebuah perangkat aktif yang bekerja sebagai penyedia layanan (*service provider*) seperti video, data, dan telepon. OLT mampu mengubah sinyal listrik dalam jaringan fiber optik [1]-[4]. Dalam perancangan ini *power OLT* yang digunakan sebesar 1 dBm.

2. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*: *Optical Distribution Cabinet (ODC)* ialah perangkat yang berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan kabel fiber optik. ODC biasanya berbentuk kotak. Pada ODC terdapat *passive splitter*, *splicing*, konektor, dan terdapat ruang manajemen kabel fiber dengan kapasitas tertentu [1]. Dalam penelitian ini *passive splitter* yang digunakan yaitu *passive splitter 1:4* dengan kuantitas sebanyak 4 untuk mencakup 14 ODP.

3. *Optical Distribution Point (ODP)*: *Optical Distribution Point (ODP)* merupakan perangkat dimana terminasi kabel fiber optik dilakukan. ODP berperan sebagai tempat penyambungan kabel distribusi dan kabel *drop* yang terhubung dengan pelanggan, di dalam ODP terdapat *passive splitter 1:8* sesuai standar PT Telkom [5]. Dalam penelitian ini ODP yang digunakan merupakan ODP *pedestal* atau ODP dengan cara ditanam pada media tanah. digunakan *passive splitter 1:8* sebanyak 1 untuk masing-masing ODP, dengan total keseluruhan *passive splitter 1:8* sebanyak 14 unit.

4. *Optical Network Termination (ONT)*: *Optical Network Termination (ONT)* merupakan perangkat yang terletak pada sisi pelanggan. ONT mampu mengubah sinyal optik yang ditransmisikan dari OLT menjadi sinyal elektrik yang dibutuhkan [1], [5].

5. Konektor: Konektor merupakan perlengkapan yang berfungsi sebagai penghubung jaringan fiber optik untuk melakukan transmisi data [4]. Dalam perancangan jaringan FTTH ini digunakan konektor sebanyak 7 unit dengan redaman sebesar 0,15 dB.

### D. Gigabit Capable Passive Optical Network (GPON)

GPON, atau *Gigabit Passive Optical Network*, merupakan perkembangan dari teknologi PON yang menggunakan sistem *point to multipoint*. Dalam GPON, terdapat penggunaan satu serat optik untuk mendistribusikan lalu lintas *triple play*. Sistem *point to multipoint* yang diterapkan dalam GPON didukung oleh perangkat pasif yang disebut *splitter*, yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal ke beberapa ONT. Untuk komunikasi *downstream*, digunakan rentang gelombang antara 1480 -

1500 nm, sementara komunikasi *upstream* dilakukan pada rentang gelombang 1260 - 1360 nm.

## III. METODE

Dalam rangka pengumpulan data untuk perancangan jaringan FTTH ini, penulis menggunakan beberapa metode diantaranya:

### A. Studi Pustaka

Penulis melakukan pendekatan dengan tinjauan pustaka yaitu mempelajari jurnal-jurnal yang berisi tentang teori-teori sebagai bahan referensi yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.

### B. Eksperimen

Penulis menggunakan aplikasi OptiSystem dengan melakukan perancangan desain jaringan pada Perumahan Villa Permata Mutiara. Penulis juga menggunakan aplikasi GoogleEarth untuk melakukan perancangan jalur optik yang akan dibangun pada perumahan Villa Permata Mutiara. Adapun analisis yang dilakukan dalam metode pengumpulan data sebagai berikut:

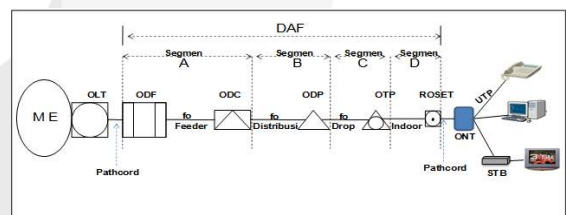
#### 1. Kebutuhan:

Bagian ini untuk mendefinisikan informasi yang dibutuhkan, fungsi, kinerja, dan antarmuka, parameternya sebagai berikut :

- Nilai level daya terima LPB harus lebih besar dari -28 dB
- Pada RTB, Nilai  $t_{sis}$  harus lebih kecil dari nilai  $t_r$
- Nilai SNR harus lebih besar dari 22dB
- Nilai *Q-Factor* harus lebih besar dari 6
- Nilai BER harus berada diantara  $10^{-9}$  dan  $10^{-12}$

#### 2. Desain:

Pada bagian ini memuat struktur atau gambaran sistem jaringan yang dibuat. GAMBAR 1 menunjukkan desain perancangan sistem jaringan FTTH. GAMBAR 2 dan GAMBAR 3 menunjukkan gambar jalur perancangan yang dilakukan pada aplikasi GoogleEarth.



GAMBAR 1.  
Desain sistem jaringan FTTH



GAMBAR 2.  
Jalur perancangan FTTH



GAMBAR 3.  
Jalur perancangan FTTH

3. Implementasi:

Bagian ini merupakan pengujian, analisis, dan persamaan rumus diperhatikan. Dimana terdapat 5 bagian analisis yang akan dibahas yaitu *link power budget* (LPB), *rise time budget* (RTB), *signal to noise ratio* (SNR), *Q-Factor*, dan *bit error rate* (BER).

a. *Link Power Budget* (LPB)

*Link Power Budget* dihitung sebagai syarat agar *link* yang dirancang harus mempunyai nilai daya lebih besar dari -28 dB, standar tersebut telah ditetapkan oleh PT Telkom serta ITU-T [6]. Persamaan (1) dan (2) merupakan persamaan rumus yang digunakan untuk mencari nilai *Link Power Budget*.

$$\alpha_T = L \cdot \alpha_{serat} + N_C \cdot \alpha_C + N_S \cdot \alpha_S + S_P \quad (1)$$

$$P_{rx} = P_t - \alpha_T \quad (2)$$

Keterangan:

- $\alpha_T$  = Total loss (dB)
- L = Panjang serat optik (km)
- $\alpha_{serat}$  = Redaman serat optik (dB/km)
- $N_C$  = Jumlah konektor
- $\alpha_C$  = Redaman konektor (dB/unit)
- $N_S$  = Jumlah sambungan
- $\alpha_S$  = Redaman sambungan (dB)
- $S_P$  = Redaman splitter (dB)
- $P_{rx}$  = Power Receive (dBm)
- $P_t$  = Power Transmit (dBm)

TABEL 1.  
Parameter redaman

No	Redaman	Nilai
1	Redaman Serat Optik ( $\alpha_{serat}$ )	0,21/km ( <i>downlink</i> ) 0,32/km ( <i>uplink</i> )
2	Redaman Konektor ( $\alpha_C$ )	0,25 dB
3	Redaman Sambungan ( $\alpha_S$ )	0,10 dB
4	Redaman Splitter 1:2 ( $S_P$ )	3,70 dB
5	Redaman Splitter 1:4 ( $S_P$ )	7,25 dB
6	Redaman Splitter 1:8 ( $S_P$ )	10,38 dB
7	Redaman Splitter 1:16 ( $S_P$ )	14,10 dB
8	Daya transmit sinyal optik ( $P_t$ )	3 dBm

b. *Rise Time Budget* (RTB)

*Rise time budget* metode untuk menentukan batasan dispersi pada *link* serat optik. *Rise Time Budget* memiliki dua modul yang berbeda, yaitu NRZ dan RZ. Nilai waktu sistem ( $t_{sistem}$ ) yang diperoleh dari perhitungan dalam link, baik untuk *upstream* maupun *downstream*, harus lebih kecil daripada nilai waktu batas ( $t_r$ ). Untuk modul NRZ,

nilai waktu batasnya adalah 70% dari periode bit, sementara untuk modul RZ, nilainya adalah 35% dari periode bit [7]. Satu periode bit setara dengan kebalikan dari kecepatan data. Perhitungan *Rise Time Budget* dilakukan berdasarkan jarak terjauh.

TABEL 2.  
Parameter standar

Parameter	Nilai
$t_{tx}$	0,15 ns
$t_{rx}$	0,2 ns
$\sigma_\lambda$	1 nm
D	1310 nm = 0,0035 ns/(nm.km) 1490 nm = 0,01364 ns/(nm.km)

Keterangan:

- $t_{tx}$  = Redaman *splitter* (dB)
- $t_{rx}$  = Daya terima (dBm)
- $\sigma_\lambda$  = *Rise Time detector* optik (ns)
- D = Koefisien *Chromatic* (ns/nm.km)

Berikut merupakan cara untuk menghitung RTB dengan awal perhitungan harus memenuhi salah satu syarat berupa NRZ atau RZ dimana rumus persyaratan RTB untuk memenuhi nilai NRZ dan RZ didapatkan dari (3), (4), (5) dan (6) [8].

$$t_f = D \cdot \sigma_\lambda \cdot L \quad (3)$$

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

NRZ *downstream* dan *upstream*

$$t_r = 0,7/\text{bit rate} = \frac{0,7}{2,4 \times 10^9} \text{ atau } \frac{0,7}{1,25 \times 10^9} \quad (5)$$

RZ *downstream* dan *upstream*

$$t_r = 0,35/\text{bit rate} = \frac{0,7}{2,4 \times 10^9} \text{ atau } \frac{0,7}{1,25 \times 10^9} \quad (6)$$

c. *Signal to Noise Ratio* (SNR)

*Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara kekuatan sinyal yang diinginkan dengan kekuatan *noise* atau gangguan dalam perancangan jaringan FTTH. *Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas sistem selain *Q-Factor*, dan BER. Syarat kelayakan nilai SNR sendiri yaitu  $\geq 22$  dB. SNR didapatkan melalui (7) [8].

$$SNR = 10 \log \left( \frac{(P_{rx}RM)^2}{2qP_{rx}RM^2F(M)Be + \frac{4k_B T B e}{R_L}} \right) \quad (7)$$

Keterangan:

- $P_{rx}$  = Daya yang diterima *receiver*
- R = Responsifitas
- M = *Gain*
- q = *Electron Charge*
- F = *Noise figure*
- $k_B$  = Konstanta Boltzman
- T = APD *Temperature*



$B_e$  = APD Electrical Bandwidth  
 $R_L$  = Resistansi

d. *Q-Factor*

*Q-Factor* adalah *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada *decision circuit* dalam bentuk tegangan arus. *Q-Factor* juga sebagai penentu baik atau buruknya suatu sistem, nilai minimum sebesar 6. Hasil dari perhitungan matematis ini nantinya akan dianalisis dengan nilai hasil simulasi di perangkat lunak OptiSystem. Adapun *Q-Factor* didapatkan melalui (8).

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2} \tag{8}$$

e. *Bit Error Rate* (BER)

BER ialah rasio perbandingan antara jumlah *bit error* dan jumlah keseluruhan *bit* yang dikirimkan. Nilai BER harus berada diantara  $10^{-9}$  dan  $10^{-12}$  [8]. Nilai BER didapatkan melalui (9).

$$BER = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} \exp^{-\frac{Q^2}{2}} \tag{9}$$

4. Uji coba:

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian menggunakan aplikasi OptiSystem untuk mendapatkan perbandingan nilai dengan perhitungan matematis yang dilakukan. *OptiSystem* merupakan perangkat lunak yang dibuat untuk membantu dalam pembuatan skema jaringan telekomunikasi khususnya *fiber to the home* (FTTH), aplikasi ini mampu menghitung dan menampilkan hasil simulasi seperti nilai redaman pada *optical power meter* (OPM), nilai *Q-Factor*, dan nilai *bit error rate* (BER).

5. *Bill of Quantity* dan analisis kebutuhan perangkat:

Pada bagian ini akan menampilkan jumlah kebutuhan perangkat dan juga rincian biaya yang diperlukan atau biasa disebut *bill of quantity* (BoQ). TABEL 3 menunjukkan *bill of quantity* (BoQ) yang mana menampilkan hasil perhitungan dari jumlah perangkat yang dibutuhkan serta biaya yang dibutuhkan dalam perancangan jaringan FTTH yang dilakukan pada Perumahan Villa Permata Mutiara, Kota Palopo.

TABEL 3.  
Bill of Quantity

No	Perangkat	Satuan	Vol	Harga	Total
1	Kabel Feeder SM 12 Core	meter	700	Rp.6.500	Rp.4.550.000
2	Kabel Distribusi SM 12 Core	meter	1.100	Rp.6.500	Rp.7.150.000
3	Kabel Drop SM 12 Core	meter	350	Rp.6.500	Rp.2.275.000
4	Kabel Duct 40x34 mm	meter	1.520	Rp.14.500	Rp.22.040.000
5	ODC tanam (kap. 144 Core)	pcs	1	Rp.9.500.000	Rp.9.500.000

6	ODP tanam (kap. 8 Core)	pcs	14	Rp.1.730.000	Rp.24.220.000
7	Passive splitter 1:4 (ODC)	pcs	3	Rp.42.000	Rp.126.000
8	Passive splitter 1:8 (ODP)	pcs	14	Rp.47.000	Rp.658.000
9	HH pit portable-HA	pcs	49	Rp.1.160.000	Rp.56.840.000
10	HH pit portable-ODP	pcs	14	Rp.4.750.000	Rp.66.500.000
11	Pigtail SC/UPC	pcs	15	Rp.4.000	Rp.60.000
12	Patch cord 2 meter	pcs	3	Rp.34.200	Rp.102.600
TOTAL					Rp.201.919.600

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Link Power Budget* (LPB)

TABEL 4 menunjukkan nilai daya terima ( $P_{rx}$ ) yang diperoleh dari (1) dan (2), dan telah memenuhi standar dari ITU-T dan PT Telkom, dimana nilai  $P_{rx}$  atau daya terima pada *optical power meter* (OPM) harus lebih besar dari -28 dBm.

TABEL 4.  
Hasil perhitungan link power budget

Skenario	Hasil (dBm)	
Downlink	Jarak terdekat (0,103 km)	-19,01
	Jarak terjauh (0,997 km)	-19,15
Uplink	Jarak terdekat (0,103 km)	-19,08
	Jarak terjauh (0,997 km)	-19,19

B. *Rise Time Budget* (RTB)

TABEL 5 menunjukkan hasil perhitungan *rise time budget*, dimana pada hasil perhitungan didapatkan nilai  $t_{sis} < t_r$ , nilai  $t_{sis}$  sebesar 0,25 ns dengan modul yang digunakan pada perancangan jaringan FTTH ini adalah modul NRZ. Digunakan modul NRZ, karena nilai  $t_{sis}$  yang didapatkan memenuhi parameter standar NRZ saja, dan tidak memenuhi nilai parameter standar RZ.

TABEL 5.  
Hasil perhitungan rise time budget

	$t_{sis}$	$t_r$	
		NRZ	RZ
Downlink	0,25 ns	0,29 ns	0,14 ns
Uplink	0,25 ns	0,56 ns	0,28 ns

C. *Signal to Noise Ratio* (SNR)

TABEL 6 menunjukkan hasil perhitungan *signal to noise ratio* yang didapatkan dari (7), dimana nilai yang didapatkan untuk *downlink* dan *uplink* untuk kedua jarak yaitu jarak terdekat dan terjauh, masih berada dalam parameter standar SNR, yaitu  $SNR > 21.5$  dB.

TABEL 6.  
Hasil perhitungan SNR

Power OLT	SNR (dB)				Standar (dB)
	Terdekat		Terjauh		
	Downlink	Uplink	Downlink	Uplink	
3	24,63dB	27,31dB	24,35dB	27,10dB	>21,5

D. Q-Factor

TABEL 7 menunjukkan hasil perhitungan Q-Factor yang didapatkan menggunakan (8).

TABEL 7.  
Hasil perhitungan Q-Factor

Power OLT	Q-Factor				Standar
	Terdekat		Terjauh		
	Downlink	Uplink	Downlink	Uplink	
3	8,52	11,6	8,25	11,32	>6

E. Bit Error Rate (BER)

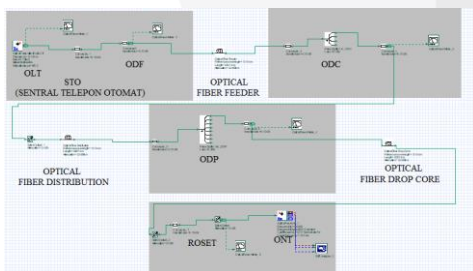
TABEL 8 menunjukkan hasil perhitungan bit error rate dengan menggunakan (9).

TABEL 8.  
Hasil perhitungan bit error rate

Perhitungan		Nilai BER
Downlink	Terdekat	$8,084 \times 10^{-18}$
	Terjauh	$2,075 \times 10^{-31}$
Uplink	Terdekat	$8,032 \times 10^{-17}$
	Terjauh	$5,263 \times 10^{-30}$

F. Hasil simulasi pada OptiSystem

1. Model rangkaian pada OptiSystem yang digunakan  
 GAMBAR 4 menampilkan desain rangkaian yang digunakan pada aplikasi OptiSystem. OptiSystem digunakan sebagai alat bantu dalam melakukan simulasi untuk mendapatkan nilai link power budget (LPB), Q-Factor, dan bit error rate (BER).



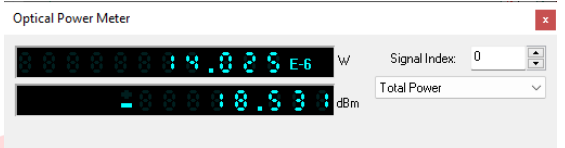
GAMBAR 4.  
Rangkaian pada OptiSystem

2. Link Power Budget (LPB)

GAMBAR 5 dan GAMBAR 6 menunjukkan hasil simulasi nilai link power budget (LPB) dengan jarak terdekat dan terjauh untuk downlink pada aplikasi OptiSystem.

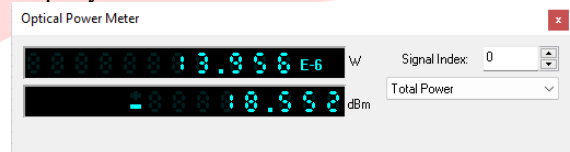


GAMBAR 5.  
Hasil simulasi LPB downlink terdekat



GAMBAR 6.  
Hasil simulasi LPB downlink terjauh

GAMBAR 7 dan GAMBAR 8 menunjukkan hasil simulasi nilai link power budget (LPB) dengan jarak terdekat dan terjauh untuk uplink pada aplikasi OptiSystem.



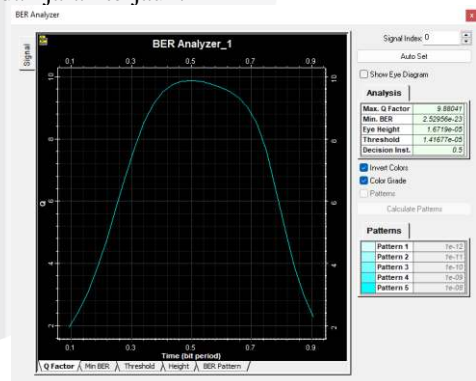
GAMBAR 7.  
Hasil simulasi LPB uplink terdekat



GAMBAR 8.  
Hasil simulasi LPB uplink terjauh

3. Analisis Q-Factor dan BER

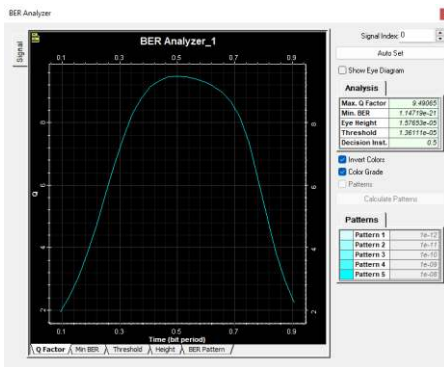
GAMBAR 9 dan GAMBAR 11 menampilkan hasil simulasi Q-Factor dan BER untuk downlink untuk jarak terdekat dan jarak terjauh.



GAMBAR 9.  
Q-Factor dan BER downlink terdekat

Max. Q Factor	9.88041
Min. BER	2.52956e-23
Eye Height	1.6719e-05
Threshold	1.41677e-05
Decision Inst.	0.5

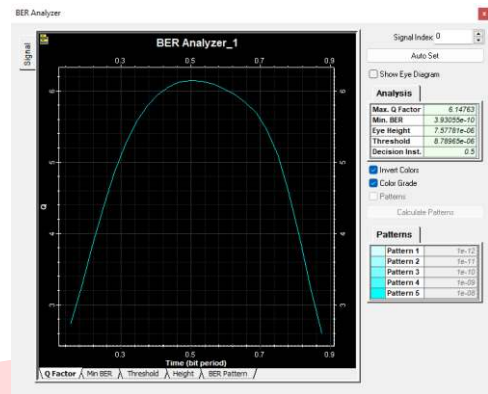
GAMBAR 10.  
Nilai Q-Factor dan BER downlink terdekat



GAMBAR 11  
Q-Factor dan BER downlink terjauh

Max. Q Factor	9.49065
Min. BER	1.14719e-21
Eye Height	1.57653e-05
Threshold	1.36111e-05
Decision Inst.	0.5

GAMBAR 12.  
Nilai Q-Factor dan BER downlink terjauh

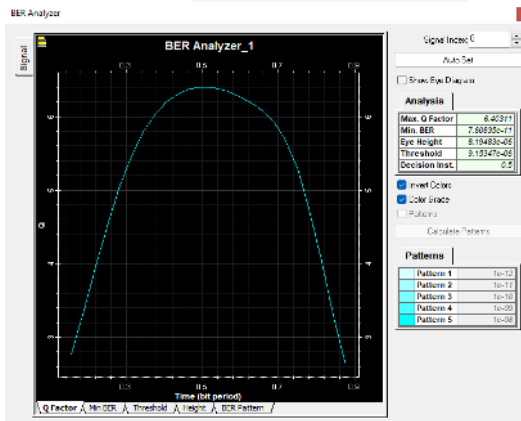


GAMBAR 15.  
Q-Factor dan BER uplink terjauh

Max. Q Factor	6.14763
Min. BER	3.93055e-10
Eye Height	7.57781e-06
Threshold	8.78965e-06
Decision Inst.	0.5

GAMBAR 16.  
Nilai Q-Factor dan BER uplink terjauh

GAMBAR 13 dan GAMBAR 15 menampilkan hasil simulasi *Q-Factor* dan BER untuk *uplink* dengan jarak terdekat dan jarak terjauh.



GAMBAR 13.  
Q-Factor dan BER uplink terdekat

Max. Q Factor	6.40311
Min. BER	7.60835e-11
Eye Height	8.19483e-06
Threshold	9.15347e-06
Decision Inst.	0.5

GAMBAR 14.  
Nilai Q-Factor dan BER uplink terdekat

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan sistematis, didapatkan nilai LPB untuk jarak terdekat *downlink* dan *uplink* didapatkan hasil sebesar -19,01 dB dan -19,15 dB, dan untuk jarak terjauh sebesar -19,08 dB dan -19,19 dB. Nilai RTB untuk *downlink* dan *uplink* memiliki nilai sama yaitu sebesar 0,25 ns. Nilai SNR untuk jarak terdekat *downlink* dan *uplink* sebesar 24,63 dB dan 24,35 dB, sedangkan untuk jarak terjauh sebesar 27,31 dB dan 27,10 dB. Nilai *Q-Factor* untuk jarak terdekat *downlink* dan *uplink* sebesar 8,52 dan 11,6, dan untuk jarak terjauh didapatkan hasil sebesar 8,25 dan 11,32. Nilai BER untuk perhitungan jarak terdekat *downlink* dan *uplink* didapatkan hasil sebesar  $8,084 \times 10^{-18}$  dan  $8,032 \times 10^{-17}$ , dan untuk perhitungan BER dengan jarak terjauh didapatkan hasil *downlink* dan *uplink* sebesar  $2,075 \times 10^{-31}$  dan  $5,263 \times 10^{-30}$ . Hasil perhitungan sistematis dan juga simulasi menunjukkan bahwa perancangan yang telah dibuat ini sudah memenuhi semua parameter standar yang telah ditetapkan oleh ITU-T dan PT Telkom sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan jaringan FTTH berbasis GPON pada Perumahan Villa Permata Mutiara ini layak untuk diimplementasikan.

## REFERENSI

- [1] S. Ridho, A. Nur Aulia Yusuf, A. Syaniri, D. Nikken Sulastrie Sirin, and C. Apriono, "Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 94–103, 2020.
- [2] D. Dunggio, B. P. Asmara, and S. Abdussamad, "Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah,"

*Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 28–33, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i2.10073.

[3] N. Darmawan, “Analisa Pengembangan Jaringan Fiber Optic Site Nangka Semarang,” *Anal. Pengemb. Jar. Fiber Opt. Site Nangka Semarang*, p. 11, 2017.

[4] A. Setiawan, “Analisis Jaringan Fiber To The Home Berbasis Teknologi Gigabit Passive Optical Network Dan Penghitungan Downstream (Studi Kasus Perumahan Wirosaban Baru),” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 4, pp. 2212–2223, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i4.1576.

[5] O. N. T. Yuwana, “Perancangan Jaringan Fiber To the Home ( FTTH ) dengan Teknologi GPON di Kecamatan Cibeber Kota Cilegon,” pp. 5–6, 2019.

[6] N. Dewi and M. Hamdani, “Perancangan Jaringan FTTB GPON Untuk Layanan Triple Play di Surya Cipta Industri,” *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 25, no. 1, pp. 17–24, 2018, doi: 10.37277/stch.v25i1.131.

[7] M. I. Mutaharrik, “Perancangan Jaringan Fiber To the Home ( FTTH ) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical network (GPON) Di Central Karawaci,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 576–583, 2016.

[8] H. M. Afifah, I., & Sopiany, “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Link STO Arengka ke Perumahan Villa Melati Permai II”, vol. 87, no. 1,2, pp. 149–200, 2017.