

Perancangan *Fiber To The Building* di Gedung 20 Itenas Berbasis Teknologi **GPON**

ANNISA MAULIDIA¹, LUCIA JAMBOLA²

^{1,2}Prodi Teknik Elektro
Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: annisamaulidia18@mhs.itenas.ac.id

Received dd m yyyy | Revised dd m yyyy | Accepted dd m yyyy

ABSTRAK

Perancangan ini bertujuan untuk memberikan alternatif lain untuk pemenuhan kebutuhan layanan akses internet triple play sebagai keperluan administrasi dan akademik di Gedung 20 Itenas dengan menggunakan jaringan media serat optik yaitu fiber to the building (FTTB) dengan teknologi GPON yang mempunyai kecepatan data 2,5 Gbps untuk downstream dan 1,25 Gbps untuk upstream. Perancangan menggunakan splitter 1:4 dan 1:8 dengan jarak terjauh 2,18691 km. Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan secara perhitungan empiris nilai PLB downstream adalah -20,9123 dBm dan PLB upstream -21,0954. Hasil simulasi nilai PLB downstream adalah -19,029 dBm dan PLB upstream -19,707 dBm. Nilai RTB diperoleh melalui perhitungan empiris yaitu untuk downstream 0,252 ns dan 0,250 ns untuk upstream. Nilai BER secara empiris diperoleh $1,58008 \times 10^{-20}$ untuk downstream dan secara simulasi diperoleh $1,5997 \times 10^{-20}$. Transmisi upstream nilai BER melalui perhitungan empiris diperoleh $1,1403 \times 10^{-15}$, dan berdasarkan simulasi $1,2504 \times 10^{-15}$. Nilai Q factor diperoleh berdasarkan simulasi yaitu untuk downstream 9,21328 dan upstream 7,9155.

Kata kunci: GPON, FTTB, PLB, RTB, BER, Q FACTOR.

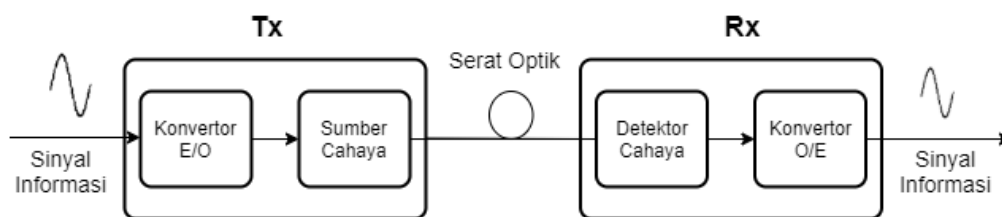
ABSTRACT

This design aims to provide another alternative to fulfill the need for triple play internet access services for administrative and academic purposes in Building 20 Itenas by using a fiber optic media network, namely fiber to the building (FTTB) with GPON technology which has a data speed of 2.5 Gbps for downstream and 1.25 Gbps for upstream. The design uses 1:4 and 1:8 splitters with the farthest distance of 2.18691 km. Based on the results of the study, empirically calculated the value of downstream PLB is -20,9123 dBm and upstream PLB -21.0954. The simulation results for downstream PLB values are -19,029 dBm and upstream PLB -19,707 dBm. The RTB value is obtained through empirical calculations, namely 0.252 ns for downstream and 0.250 ns for upstream. The BER value empirically obtained 1.58008×10^{-20} for downstream and simulation obtained 1.5997×10^{-20} . Upstream transmission of BER value through empirical calculation is 1.1403×10^{-15} , and based on simulation 1.2504×10^{-15} . The Q factor value is obtained based on the simulation, namely 9.21328 for downstream and 7.9155 for upstream.

Keywords: GPON, FTTB, PLB, RTB, BER, Q FACTOR.

1. PENDAHULUAN

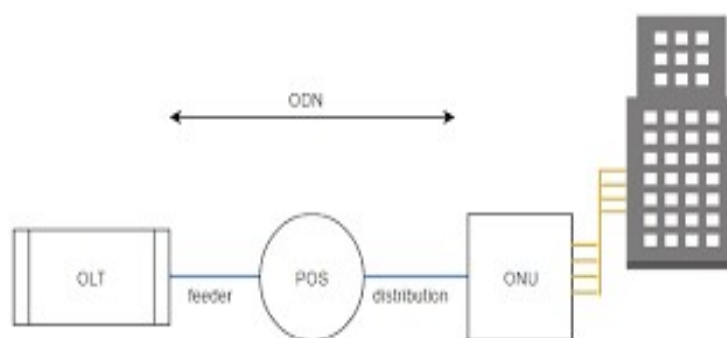
Arsitektur *Fiber to The Building* (FTTB) digunakan untuk mendistribusikan jaringan *fiber optic* dengan letak titik konversi optik di dalam sebuah gedung. *Fiber optic* dapat memiliki kelebihan dibandingkan dengan media kawat tembaga konvensional salah satunya dapat memberikan *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan dengan jaringan yang menggunakan kabel tembaga. Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) adalah salah satu teknologi berbasis *Fiber to The X* (FTTX) yang mampu menyampaikan informasi sampai ke pelanggan melalui media *fiber optic*. GPON menggunakan *Time Division Multiple Acces* (TDMA) sebagai teknik *multiple access upstream* dengan *data rate* sebesar 155 *Mbits/sec* hingga 2,5 *Gbit/sec* dan menggunakan teknik *Time Division Multiplexing* (TDM) untuk *broadcast* ke arah *downstream* dengan *data rate* sebesar 2.5 *Gbit/sec* dengan kelebihan dapat digunakan oleh layanan *triple play* (Summanpret & Dewra, 2014) (Naiqin & Libiao, 2009). Gambar 1 di bawah ini menunjukkan dasar sistem komunikasi pada serat optik (Fausta & Kusuma, 2013).



Gambar 1. Sistem Dasar Komunikasi Serat Optik

Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa proses pengiriman sinyal melalui jaringan *fiber optic* merupakan proses penyampaian suatu sinyal elektrik dalam bentuk sinyal optik dari suatu tempat pengiriman ke tempat yang dituju dengan menggunakan *fiber optic* sebagai media transmisinya.

Titik konversi optik pada FTTB berada di dalam gedung, biasanya akan diletakkan di ruang telekomunikasi yang berada di *basement*. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan penempatan perangkat optik pada arsitektur FTTB (Putra, Hambali, & Pamukti, 2018).



Gambar 2. Arsitektur *Fiber to The Building*

GPON adalah pilihan terbaik untuk layanan *triple play* seperti internet berkecepatan tinggi, telpon, dan video penyiaran (Barani, Sholeh, & Sapriesty, 2013). Tabel 1 menunjukkan karakteristik GPON yang dipakai dalam perancangan FTTB yang distandarisasi oleh ITU-T G.984.1 (Holik, Horvath, & Oujezsky, 2019).

Tabel 1. Karakteristik GPON (ITU-T G.984.1)

KARAKTERISTIK	GPON
<i>Standardization</i>	ITU-T G.984
<i>Speed Upstream</i>	1,24 Gbps
<i>Speed Downstream</i>	2,48 Gbps
<i>Service</i>	<i>Data, Voice, Video</i>
<i>Transmission Distance</i>	20 Km
<i>Number of Branches</i>	64
<i>Wavelength Up</i>	1310 nm
<i>Wavelength Down</i>	1490 nm
<i>Splitter</i>	<i>Passive</i>

Komponen GPON yang digunakan digunakan sebagai komponen penyusun arsitektur sebuah jaringan FTTB, yaitu **(Sidauruk & Naemah, 2015)**:

1. *Network Management System* (NMS)
2. *Optical Line Terminataion* (OLT)
3. *Optical Distribution Cabinet* (ODC)
4. *Optical Distribution Point* (ODP)
5. *Optical Network Termination/Unit* (ONT/ONU)

Tabel 2 di bawah ini menunjukkan spesifikasi ONT yang dipakai dalam perancangan FTTB.

Tabel 2. Spesifikasi ONT (ITU-T G.984.6)

PARAMETER	SPESIFIKASI	UNIT
<i>Downlink Wavelength</i>	1490	nm
<i>Uplink wavelength</i>	1310	nm
<i>Downstream rate</i>	2.48	Gbps
<i>Upstream rate</i>	1.24	Gbps
<i>Sensitivity Upstream</i>	-28	dBm
<i>Sensitivity Downstream</i>	-23	dBm

Evaluasi performansi dalam penelitian ini selain dilakukan melalui simulasi juga dilakukan melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan parameter kinerja yaitu sebagai berikut **(Putra, Hambali, & Pamukti, 2018) (Sembiring, Tri, & Bambang, 2018)**:

1. *Power Link Budget* (PLB)

Persamaan yang dipakai dalam menghitung PLB dituliskan dalam persamaan (1) di bawah ini:

$$a_{tot} = L \times a_{serat} + N_c \times a_c + N_s \times a_s + S_{p1} \times S_{p2} \quad (1)$$

2. *Rise Time Budget* (RTB)

Nilai RTB dihitung menggunakan persamaan rumus (2) dan (3) di bawah ini :

$$T_{total} = \sqrt{T_{tx}^2 + T_{material}^2 + T_{intermodal}^2 + T_{rx}^2} \quad (2)$$

$$T_{\text{material}} = D \times \sigma \lambda \times L \quad (3)$$

3. Bit Error Rate (BER)

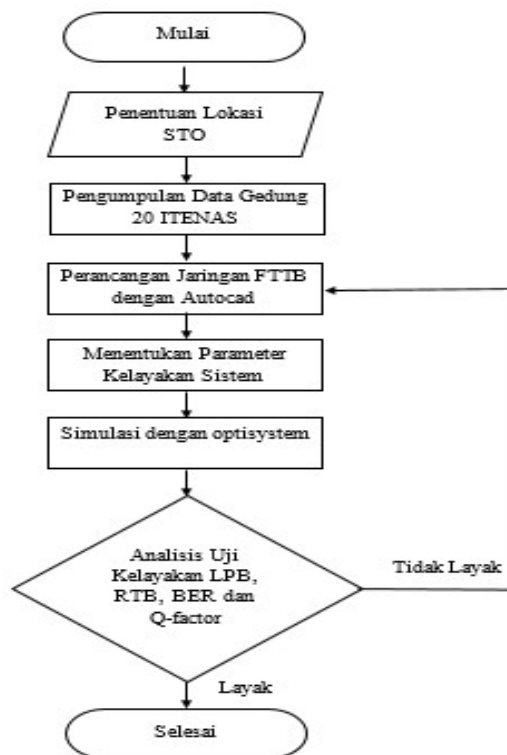
Nilai *Bit Error Rate* (BER) dihitung menggunakan persamaan rumus (4) di bawah ini :

$$Q = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} e^{\frac{1}{Q^2}} \quad (4)$$

2. METODE PENELITIAN

2.1. Perancangan jaringan FTTB

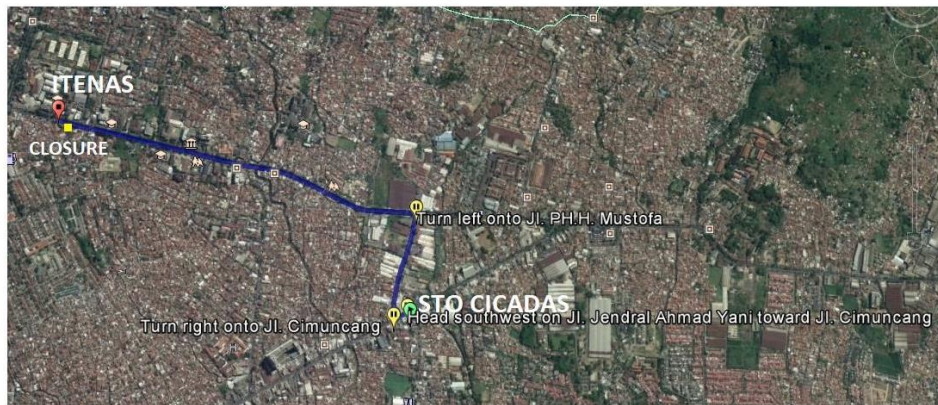
Perancangan dimulai dengan penentuan lokasi untuk jaringan serat optik, pengumpulan data bangunan Gedung 20 Itenas dan penentuan teknologi serta perancangan jaringan *Fiber to The Building*. Parameter yang diuji terhadap kelayakan sistem yaitu *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Q-factor* dan *Bit Error Rate* (BER). Metode untuk memperoleh nilai-nilai parameter kelayakan kinerja sistem yaitu melalui perhitungan empiris dan simulasi. Berikut gambar diagram alir penelitian yang ditunjukkan oleh Gambar 3 di bawah:



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan FTTB

2.2. Penentuan Lokasi STO

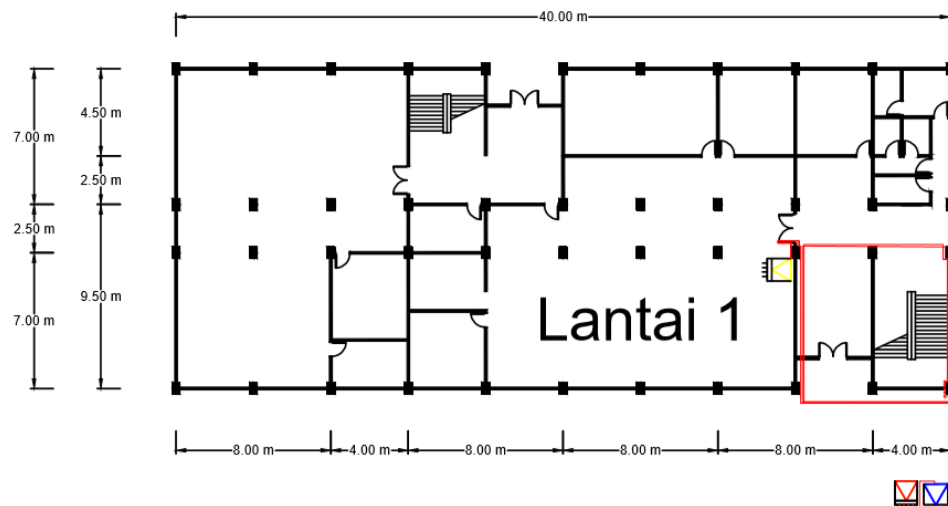
Sentral Telepon Otomat (STO) yang digunakan adalah STO Cicadas yang berada di Jl. Ahmad Yani No.698, Cicaheum, Kec. Kiaracondong, Kota Bandung, Jawa Barat 40282. STO tersebut merupakan STO terdekat berdasarkan hasil penelusuran menggunakan *google earth*, yaitu berjarak 2.1 km dari Itenas. Lokasi STO ditunjukkan oleh Gambar 4 di bawah ini.



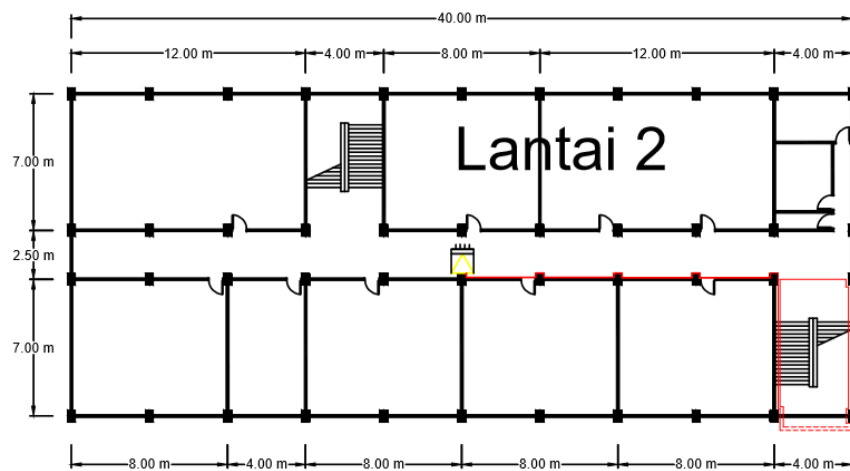
Gambar 4. Lokasi STO Cicadas

2.3. Arsitektur FTTB Gedung 20 Itenas

Perancangan dimulai dengan membuat denah gedung 20 Itenas. Gambar 5 di bawah ini menunjukkan dimensi dari Gedung 20 Itenas, untuk mengetahui estimasi panjang serat optik dan jumlah perangkat yang harus digunakan.

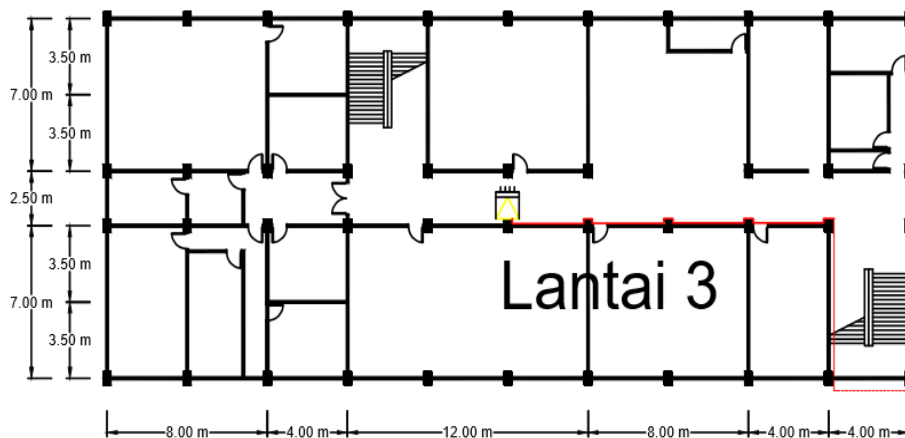


(a)



(b)

Perancangan *Fiber to The Building* di Gedung 20 Itenas
Berbasis Teknologi GPON



(c)

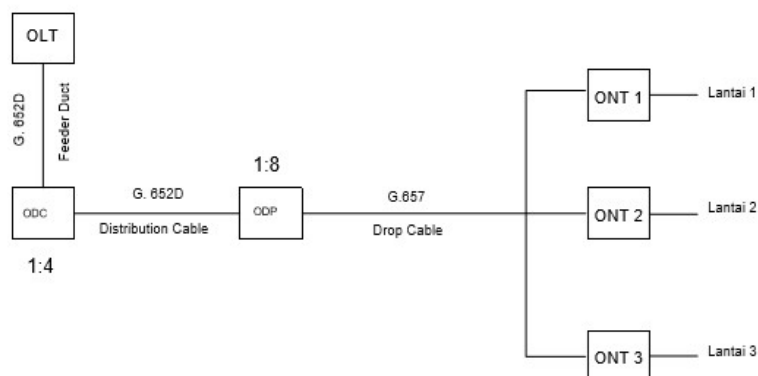
Gambar 5. Instalasi Kabel dan Penempatan Perangkat Optik (a) Lantai Satu (b) Lantai Dua (c) Lantai Tiga

Terdapat dua jenis kabel yang digunakan dalam perancangan yaitu kabel G.652D untuk sepanjang kabel dari OLT sampai ODP. Sedangkan untuk transmisi selanjutnya dari ODP ke ONT menggunakan kabel jenis G.657 dengan spesifikasi yang tertera pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Spesifikasi Kabel G.652D dan G.657

No.	Jenis Perangkat	Satuan	Redaman
1.	Kabel serat optik ITU-T G.652D dan G.657 (1490 nm)	Km	0,28 dB/km
2.	Kabel serat optik ITU-T G.652D dan G.657 (1310 nm)	Km	0,35 dB/km

Arsitektur GPON terdiri atas tiga bagian utama, yaitu sisi STO terdapat OLT, sisi distribusi terdapat ODC dan ODP, dan yang terakhir adalah sisi pelanggan yaitu ONT. Jenis *splitter* yang digunakan adalah 1:4 dan 1:8 (**Saifuddin, Rintania, & Achmad, 2017**) (**Sugesti & Sofia, 2012**). Gambar 6 menginformasikan tentang perencanaan perancangan jaringan yang dilakukan.



Gambar 6. Perencanaan Perancangan FTTB

2.4. Skenario Perancangan

Tabel 4 di bawah ini menunjukkan jarak dari masing-masing unit ke unit lainnya. Jarak ini sangat penting untuk mengetahui estimasi panjang serat optik yang digunakan.

Tabel 4. Jarak Antar Unit

Unit	Jarak (Km)
STO-ODC	2,1
ODC-ODP	0,0294
STO-ONT 1	2,1292
STO-ONT 2	2,15855
STO-ONT 3	2,18691

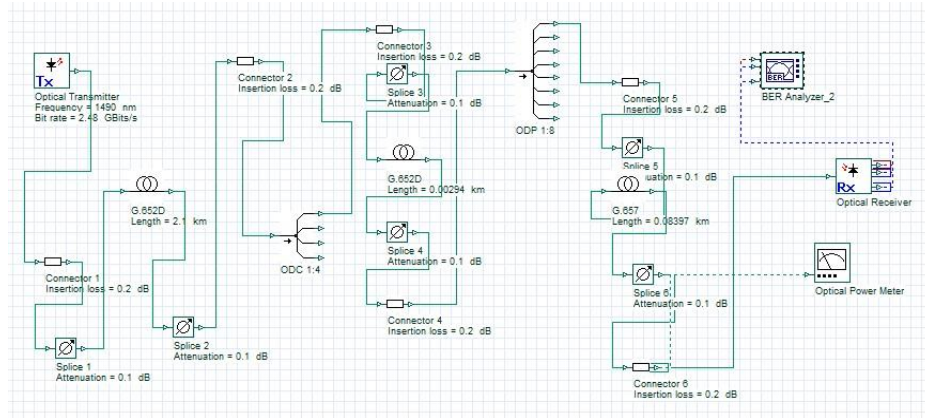
Perancangan jaringan FTTB di Gedung 20 Itenas dirancang dengan menggunakan komponen-komponen yang ditunjukkan oleh Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Kebutuhan Perangkat

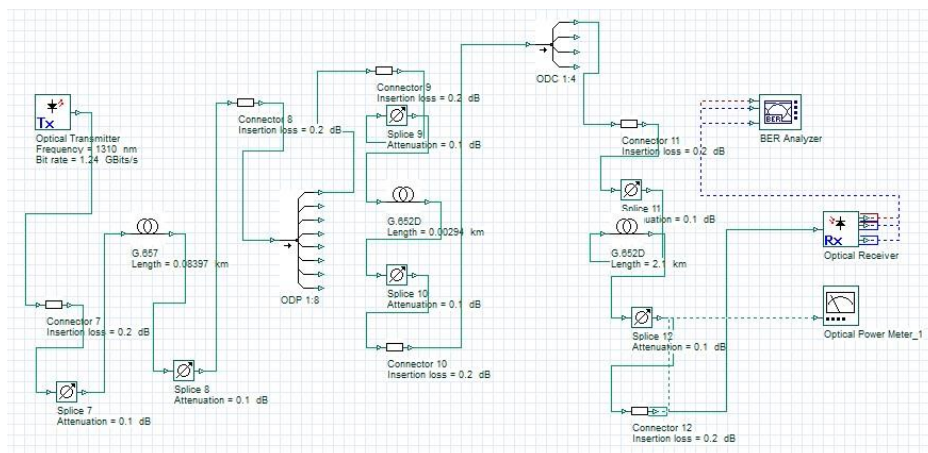
No	Perangkat	Jumlah	Unit
1	OLT	1	Buah
2	ODC 1 x 1:4	1	Buah
3	ODP 1 x 1:8	1	Buah
4	Konektor	6	Buah
5	Sambungan	6	Buah
6	Kabel G.652D	2,10294	Km
7	Kabel G.657	0,16145	Km

2.5. Simulasi Jaringan

Perancangan ini disimulasikan dalam *software* optisystem, dilakukan dengan dua arah, yaitu arah *downstream* ditunjukkan oleh Gambar 7 dan simulasi arah *upstream* ditunjukkan dengan Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 7. Simulasi *Downstream*



Gambar 8. Simulasi *Upstream*

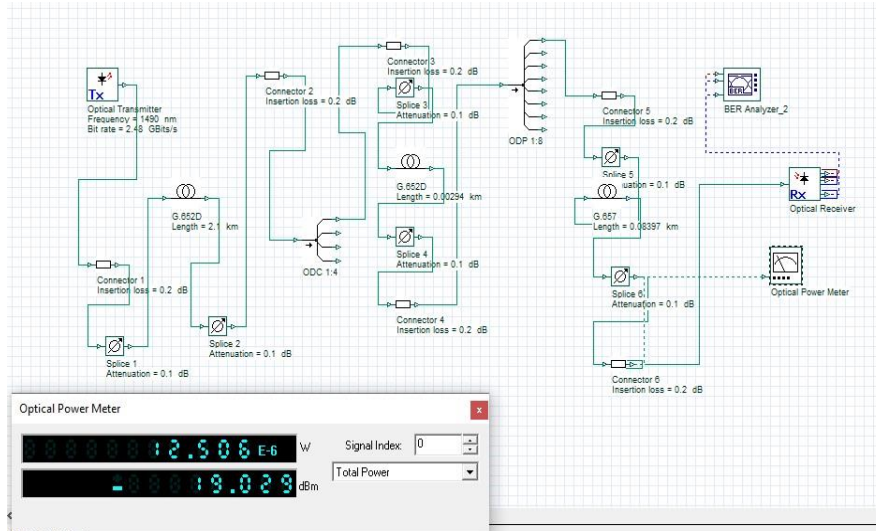
3. HASIL DAN ANALISIS

Parameter kinerja sistem yang dievaluasi adalah PLB, RTB, BER dan Q-factor. Berdasarkan Perhitungan dan simulasi dengan jarak ONT terjauh sebesar 2.18691 Km dari STO yang telah ditentukan untuk arah *downstream* dan *upstream*, diperoleh nilai parameter kinerja untuk PLB yaitu ditunjukkan dalam Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil perhitungan dan simulasi nilai PLB

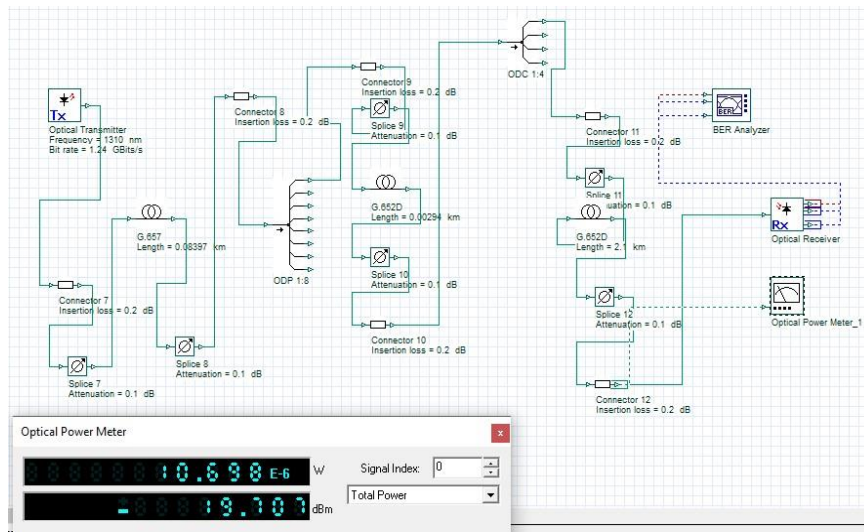
<i>Directions</i>	Parameter	PLB
<i>Downstream</i>	Empiris	-20,912 dBm
	Simulasi	-19,029 dBm
<i>Upstream</i>	Empiris	-21,095 dBm
	Simulasi	-19,707 dBm

Referensi yang menjadi dasar perhitungan *link power budget* adalah standar ITU-T G-984. Berdasarkan perhitungan dan hasil simulasi kelayakan sistem untuk *power link budget* pada sisi *downstream* diperoleh nilai parameter PLB -20,9123 dBm (perhitungan) dan -19,029 dBm (simulasi) ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. PLB Downstream Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil perhitungan empiris dan simulasi kelayakan sistem untuk *power link budget* pada sisi *upstream*, diperoleh nilai PLB -21,0954 dBm (perhitungan) dan -19,707 dBm (simulasi) ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 10. PLB Upstream Hasil Simulasi

Kedua nilai PLB tersebut menunjukkan bahwa daya sinyal tersebut berada diatas ambang *threshold* yaitu -23 dBm untuk *downstream* dan -28 dBm untuk *upstream*, dengan margin 3,971 dBm untuk *downstream* dan 8,293 dBm untuk *upstream* sehingga pesan antar Rx dan Tx dapat saling terdeteksi satu sama lain. Nilai PLB yang diperoleh pada masing-masing transmisi telah memenuhi standar ITU-T G.984

Parameter *rise time budget* pada perancangan ini menggunakan pengkodean *Non-Return to Zero* (NRZ) pada link *downstream* diperoleh nilai sebesar 0,252 ns dan pada link *upstream* diperoleh nilai 0,250 ns. Standar kelayakan *rise time budget* sebesar 70% atau 0.281 ns pada *downstream* (2,488 GHz) dan 0,562 ns pada *upstream* (1,244 GHz) (**Hardiyana, 2012**) . Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, nilai tersebut memenuhi total degradasi waktu transisi dari *link* digital dengan nilai tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non*

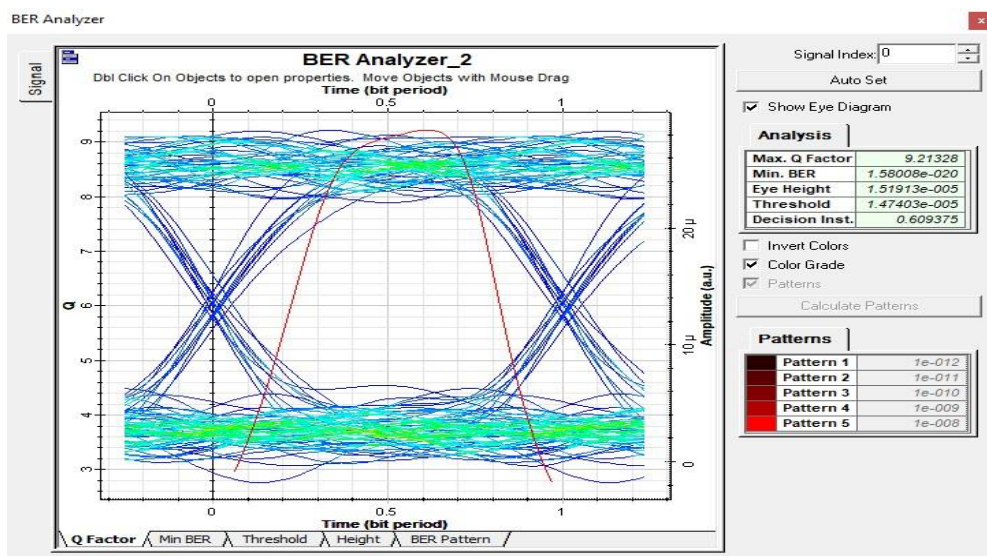
return-to-zero). Sehingga besar kemungkinan tidak terjadi degradasi atau penurunan sinyal digital yang signifikan sepanjang jaringan transmisi.

Tabel 7 di bawah ini menunjukkan nilai BER yang diperoleh pada arah transmisi *downstream* dan *upstream*, nilai – nilai tersebut telah memenuhi nilai lebih kecil dari standarisasi BER untuk serat optik yaitu 10^{-9} . Semakin kecil nilai BER yang diperoleh sistem maka kinerja sistem akan semakin baik. Pada arah *upstream* nilai BER yang diperoleh lebih besar daripada arah *downstream*, hal tersebut menunjukkan adanya *noise* dan interferensi yang lebih banyak pada arah *upstream*. Salah satu penyebabnya adalah panjang gelombang yang dipakai arah *upstream* yaitu 1310 nm memiliki redaman yang lebih besar dibanding dengan panjang gelombang arah *downstream* yaitu 1490 nm yang *dicoupler* dengan 1550 nm.

Tabel 7. Hasil Perhitungan dan Simulasi BER

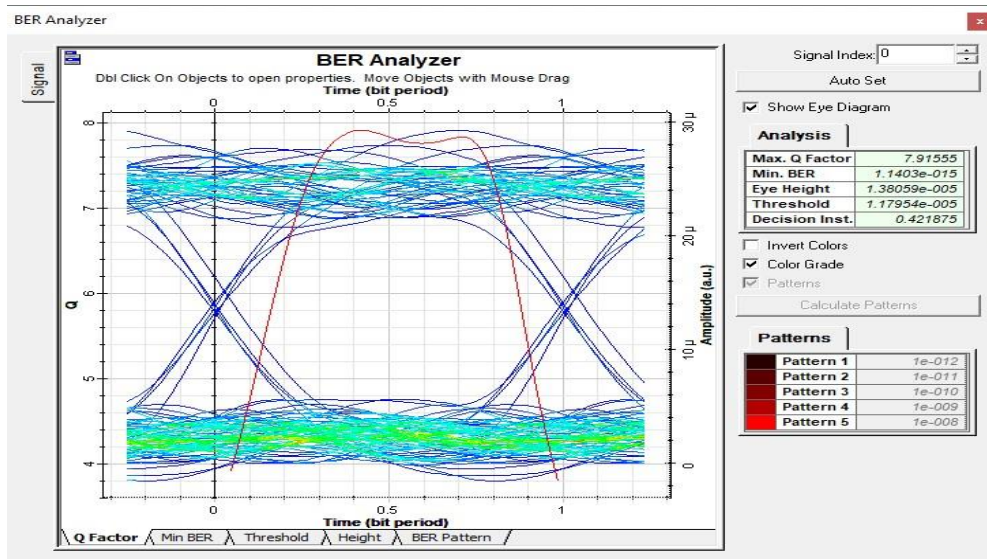
<i>Directions</i>	Parameter	BER
<i>Downstream</i>	Empiris	1.5997×10^{-20}
	Simulasi	1.58008×10^{-20}
<i>Upstream</i>	Empiris	1.1403×10^{-15}
	Simulasi	1.2504×10^{-15}

Nilai *Q-factor* merupakan parameter faktor kualitas yang menentukan bagus atau tidaknya kualitas sinyal optik. Berdasarkan hasil simulasi pada arah *downstream* adalah sebesar 9,21328, ditunjukkan oleh Gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. Nilai Q-factor Downstream

Nilai *Q-factor* pada arah *upstream* adalah 7,9155 yang ditunjukkan oleh Gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12. Nilai Q-factor Upstream

Kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa perancangan memenuhi standar kelayakan karena lebih besar dari standar *Q-factor* yaitu sebesar 6. Semakin besar bukaan dari “mata” pada gambar hasil simulasi semakin tinggi *Q-factor* dan kinerja sistem akan lebih baik (Azhari, Sholeh, & Sapriesty, 2015).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai-nilai parameter kelayakan untuk perancangan FTTB di Gedung 20 Itenas dengan teknologi GPON yang meliputi LPB, RTB, BER dan *Q-factor* memenuhi standar kelayakan GPON berdasarkan ITU-T G.984. Parameter kelayakan GPON diperoleh melalui perhitungan dan hasil simulasi *software optisystem* dengan nilai PLB pada sisi *downstream* yaitu -20,9419 dBm (perhitungan) dan -19,027 dBm (simulasi). Sedangkan untuk transmisi *upstream* didapatkan nilai PLB -21,0949 dBm (perhitungan) dan -19,707 dBm (simulasi). Nilai *rise time budget* menggunakan pengkodean *Non-Return to Zero* (NRZ) pada link *downstream* dan didapatkan nilai sebesar 0,25 ns dan 0,26 ns pada link *upstream*, nilai tersebut memenuhi total degradasi waktu transisi dari link digital dengan nilai tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-return-to-zero*). Nilai BER yang didapatkan diperoleh $1,58008 \times 10^{-20}$ untuk *downstream* dan berdasarkan simulasi diperoleh $1,5997 \times 10^{-20}$. Transmisi *upstream* nilai BER yang diperoleh melalui perhitungan empiris yaitu $1,1403 \times 10^{-15}$, dan berdasarkan simulasi $1,2504 \times 10^{-15}$. Nilai BER tersebut telah memenuhi nilai lebih kecil dari standarisasi BER untuk serat optik yaitu 10^{-9} . Sedangkan nilai *Q-factor* diperoleh berdasarkan simulasi yaitu untuk *downstream* 9,21328 dan *upstream* 7,9155. Kedua nilai *Q-factor* tersebut menunjukkan bahwa perancangan memenuhi standar kelayakan karena lebih besar dari standar *Q-factor* yaitu sebesar 6. Berdasarkan nilai-nilai parameter yang didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa perancangan FTTB di Gedung 20 Itenas layak untuk direalisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, M. I., Sholeh, H. P., & Sapriesty, N. S. (2015). Kinerja Plastic Optical Fiber (POF) Terhadap Pengaruh Temperatur Dan Free Space Losses. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 3(2), 1-7.
- Barani, I. R., Sholeh, H. P., & Sapriesty, N. S. (2013). Pengaruh Rugi-Rugi Macrobending Terhadap Kinerja Plastic Optical Fiber Jenis Step Index Multimode. *Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, 1-6.
- Fausta, D. E., & Kusuma, R. (2013). Penggunaan Fiber Optik sebagai Salah Satu Modern Materials dalam Bidang Telekomunikasi (Transmisi Data). *Indonesian Journal of Applied Physics Vol.3*.
- Hardiyana, I. (2012). Analisis Perencanaan Sistem Transmisi Serat Optik Cwdm Jaringan Universitas Indonesia Terpadu (JUITA). *Universitas Indonesia Terpadu (Juita)*.
- Holik, M., Horvath, T., & Oujezsky, V. (2019). Application for GPON Frame Analysis Martin. *Electronics (Switzerland) Vol.8*.
- Naiqin, Z., & Libiao, J. (2009). Design of GPON for Digital Video Broadcast Signal Transmission. *Proceedings International Conference on Management and Service Science, MASS*, 9-11.
- Putra, A., Hambali, A., & Pamukti, B. (2018). Perancangan Fiber To The Building (Fttb) Dengan Teknologi Berbasis Gpon Di Mall Cihampelas Walk. *e-Proceeding of Engineering : Vol.5*, 2238-2246.
- Saifuddin, M. Z., Rintania, E. N., & Achmad, P. S. (2017). Analisis Unjuk Kerja Jaringan Gigabit Passive Optical Network (GPON) PT.Telkom Ternate. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 04*, 84-93.
- Sembiring, H. B., Tri, N. D., & Bambang, U. (2018). Perancangan Jaringan Fiber To The Building (Fttb) Untuk Support Smart Building Menggunakan Gpon Di Graha Pos Indonesia, Bandung. *e-Proceeding of Applied Science : Vol.4*, 558-564.
- Sidauruk, N. I., & Naemah, M. (2015). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Berbasis Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). *Singuda ENSIKOM Vol.12*, 113-118.
- Sugesti, E. S., & Sofia, N. (2012). Techno Economy Design And Analysis Of Optical Multi Ratio Splitter GPON FTTB for Triple Play Services. *e-Proceeding of Engineering : Vol.2*, 9.
- Summanpret, & Dewra, S. (2014). A review on Gigabit Passive Optical Network (GPON). *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 3, Issue 3, March 2014*, 2278-1021.