

PERANCANGAN FIBER TO THE BUILDING (FTTB) DENGAN TEKNOLOGI BERBASIS GPON DI MALL CIHAMPELAS WALK

DESIGN OF FIBER TO THE BUILDING (FTTB) NETWORK USING GPON-BASED TECHNOLOGY IN MALL CIHAMPELAS WALK

Andika Putra¹, Akhmad Hambali², Brian Pamukti³

^{1,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung

¹andikaputra@telkomuniversity.ac.id, ²ahambali@telkomuniversity.ac.id, ³brianp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PON (*Passive Optical Network*) merupakan teknologi baru yang telah menggantikan teknologi sebelumnya yaitu *narrow band* dan *broadband*. Teknologi GPON memiliki *bit rate* sebesar 2,5 Gbps untuk arah *downstream* dan 1,25 Gbps untuk arah *upstream*. Dalam Tugas Akhir ini telah dilakukan perancangan jaringan *Fiber To The Building* (FTTB) yang diaplikasikan pada bangunan di *Mall Cihampelas Walk*. Dengan jarak terjauh sebesar 2,6782 km dan menggunakan *splitter* 1:4 dan 1:8. Penentuan uji kelayakan dilakukan dengan menghitung parameter kelayakan. Hasil yang didapat dari perhitungan empiris dan simulasi, maka diperoleh LPB terbaik pada jarak terjauh dengan titik ODC-B 1 sebesar -17,4 dBm untuk arah *downstream*, -22,467 dBm untuk arah *upstream*, dan pada simulasi sebesar -16,919 dBm pada arah *downstream*, dan -19,475 dBm pada arah *upstream*. Untuk *Q-Factor* diperoleh perhitungan empiris sebesar 20,53 dan simulasi sebesar 13,63, untuk arah *upstream* sebesar 15, 37 dan simulasi sebesar 7,74. BER dengan arah *downstream* mendapat $1,1 \times 10^{-59}$ untuk perhitungan empiris dan $1,1 \times 10^{-42}$ dari simulasi, sementara pada arah *upstream* diperoleh $2,2 \times 10^{-42}$ pada perhitungan empiris, dan $4,94 \times 10^{-15}$ pada simulasi.

Kata kunci : GPON, FTTB, LPB, RTB, BER

Abstract

PON (*Passive Optical Network*) is a new technology that has replaced the previous technology that is *narrow band* and *broadband*. GPON technology has a *bit rate* of 2.5 Gbps for *downstream* direction and 1.25 Gbps for *upstream* direction. In this Final Project has been done the design of *Fiber To The Building* (FTTB) network that is applied to the building at *Mall Cihampelas Walk*. With the furthest distance of 2.6782 km and use the *splitter* 1: 4 and 1: 8. Determination of feasibility test is done by calculating the feasibility parameter. Results obtained from empirical and simulation calculations, then obtained the best LPB at the furthest distance with ODC-B 1 point of -17.4 dBm for *downstream* direction, -22.467 dBm for *upstream* direction, and at -16.919 dBm simulation in the *downstream* direction, and -19.475 dBm in the *upstream* direction. For *Q-Factor* obtained empirical calculation 20,53 and simulation equal to 13,63, for *upstream* direction equal to 15, 37 and simulation equal to 7,74. BER with *downstream* direction gets $1.1 \times$ for empirical calculations and $1.1 \times$ from simulation, while in *upstream* direction it is obtained $2.2 \times$ on empirical calculation, and $4.94 \times$ in simulation.

Keywords: GPON, FTTB, LPB, RTB, BER

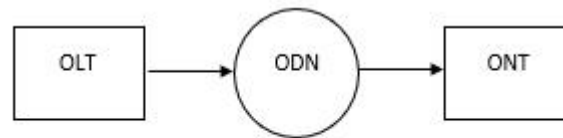
1. PENDAHULUAN

Mall Cihampelas Walk merupakan tempat perbelanjaan yang berada di Bandung. *Mall* ini membutuhkan akses internet cepat untuk kebutuhan *outlet* dan pengunjung. Maka dari itu, pada penelitian ini dirancang sebuah jaringan optik menggunakan teknologi GPON yang distandarisasi oleh ITU-T G.984 series, dengan metode *Fiber To The Building* (FTTB) bertujuan untuk membangun jaringan optik dengan hasil parameter LPB, RTB, Q-Factor dan BER yang sesuai dan memenuhi standarisasi ITU-T G.984.1. Perancangan ini dibangun dengan melihat letak *real* perangkat OLT, *Passive Splitter* sampai ONT dan jarak *link* terjauh sebesar 2,6782 km. Perancangan ini menggunakan perhitungan empiris dan simulasi

2. TEORI PENUNJANG

A. GPON

GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 series dan hingga kini bersaing dengan *Gigabit Ethernet* PON (GEAPON) yaitu PON versi IEEE pada tahun 2004 yang berbasiskan teknologi *ethernet* [15]. GPON adalah teknologi dari FTTX yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan *optical fiber*. [7].



Gambar 2.1 Konfigurasi GPON[11]

Komponen GPON memiliki dua jenis, yaitu komponen aktif dan komponen pasif. Pada komponen aktif, terdiri dari perangkat OLT dan ONT. Sedangkan perangkat pasif yaitu kabel *feeder*, konektor, *passive optical splitter* dan kabel distribusi. Konfigurasi network GPON intinya dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu [7] [11] :

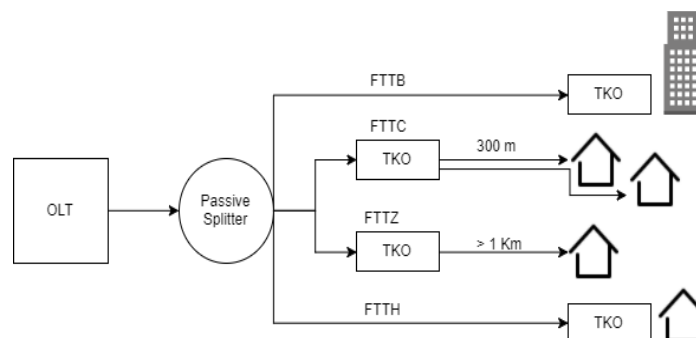
Tabel 1 Spesifikasi GPON

Items	Deskripsi Target
Performansi layanan dan QoS	<i>Full Services(19/100 Base-T, Voice, Leased lines)</i>
Bit Rates	1.25 Gb/s <i>symmetric</i> dan 155 Mb/s & 622 Mb/s <i>upstream</i>
Jarak pencapaian fisik maksimum	Max 20 km dan Max 10 km
<i>Logical Reach</i>	Max 60 km (<i>for ranging protocol</i>)
<i>Branches</i>	Max 64 pada layer fisik Max 128 pada layer TC
Alokasi panjang gelombang	<i>Downstream</i> : 1480 – 1500 nm <i>Upstream</i> : 1260 – 1360 nm
Kelas ODN	Kelas A, B, dan C (sama seperti persyaratan B-PON)

Teknologi GPON menggunakan dua metode *multiplexing* untuk menyalurkan trafik layanan ke pelanggan yaitu dengan *Wavelength Division Multiplexer* (WDM) yang dapat menggabungkan panjang gelombang sinyal optik yang berbeda menjadi satu berkas sinyal optik untuk memisahkan jenis layanan dari OLT menuju ONT. Kedua adalah *Time Division Multiplexer* (TDM) yaitu metode pada pelanggan yang dialokasikan dengan *time slot* yang berbeda untuk memisahkan antar identitas pelanggan dari ONT menuju OLT[7]. Dengan metode ini, maka trafik akan lebih teratur dan tidak akan terjadi sebuah interferensi pada gelombang sinyal optik [7].

B. Pengertian FTTX

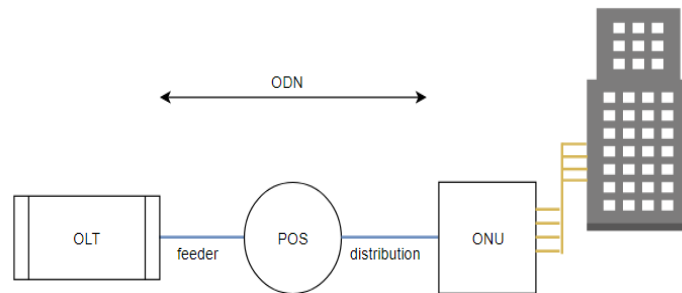
Fiber To The X (FTTX) adalah istilah umum untuk setiap arsitektur jaringan *broadband* yang menggunakan serat optik untuk menggantikan seluruh atau sebagian dari kabel metal lokal *loop* yang digunakan untuk telekomunikasi *last mile*. Istilah umum berasal dari generalisasi beberapa konfigurasi penyebaran *optical fiber* (FTTZ, FTTC, FTTB, FTTH), semua dimulai dengan FTT tapi dibedakan oleh huruf terakhir, yang digantikan oleh x pada generalisasi tersebut [9].



Gambar 2.2 Titik Konversi Optik FTTx

C. Fiber To The Building (FTTB)

Fiber to the Building (FTTB) adalah sebuah jaringan *optical fiber* yang digunakan untuk gedung, perkantoran, ataupun *hotel*. Biasanya TKO nya terletak di *basement* gedung atau juga bisa didalam gedung, berdasarkan perancangan jaringan FTTB yang memperhatikan letak titik alat dan juga *link* optik yang lebih mudah dan efisien[7][8]. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor*. Dalam perancangan jaringan FTTB ini diperuntukkan untuk bisnis di gedung bertingkat atau apartemen, namun bisa juga di area *mall*.



Gambar 2.3 Arsitektur FTTB

D. Parameter GPON

a. Link Power Budget (LPB)

LPB dapat ditulis dengan persamaan[4]:

$$\alpha_{\text{tot}} = L_{\text{serat}} + N_{\text{c}} \cdot \alpha_{\text{c}} + N_{\text{s}} \cdot \alpha_{\text{s}} + S_{\text{p}} \quad (2.1)$$

$$P_{\text{Rx}} = P_{\text{Tx}} - \alpha_{\text{tot}} - S_{\text{M}} \quad (2.2)$$

b. Signal to Noise Ratio (SNR)

SNR dapat ditulis dengan persamaan[11].

$$\text{SNR} = \frac{(P_{\text{in}} R M^2)}{2 q P_{\text{in}} R M^2 F(M) B e + \frac{4 K B T B e}{R L}} \quad (2.3)$$

c. 2.6.3 Q-Factor

Q-Factor dapat ditulis dengan persamaan:

$$Q = \frac{(\mu_1 \times \mu_0)}{(\sigma_1 + \sigma_0)} \quad (2.4)$$

d. 2.6.4 Bit Error Rate (BER)

BER dapat ditulis dengan persamaan:

$$\text{BER} = \frac{1}{2} \text{erfc}\left(\frac{Q}{\sqrt{2}}\right) \quad (2.5)$$

$$\text{BER} = \frac{1}{Q\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Q^2}{2}} \quad (2.6)$$

e. Rise Time Budget (RTB)

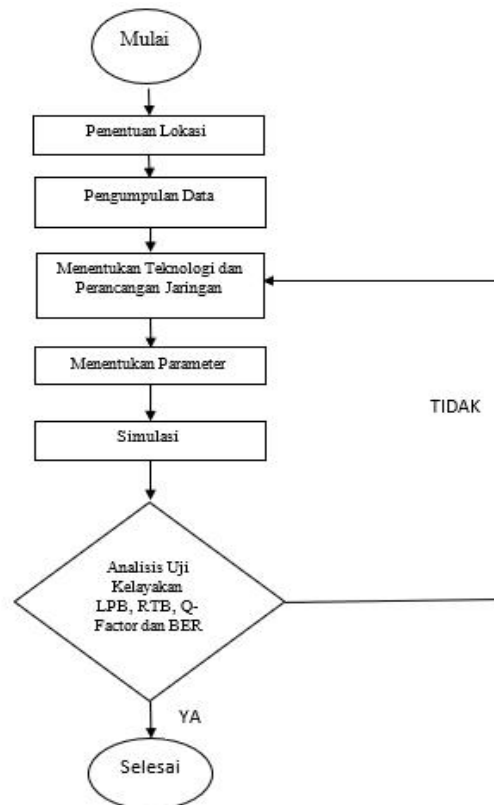
Dapat ditulis dengan persamaan[4]:

$$T_{\text{material}} = \Delta \sigma \times L \times D_{\text{m}} \quad (2.7)$$

$$t_{\text{system}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{modus}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2} \quad (2.8)$$

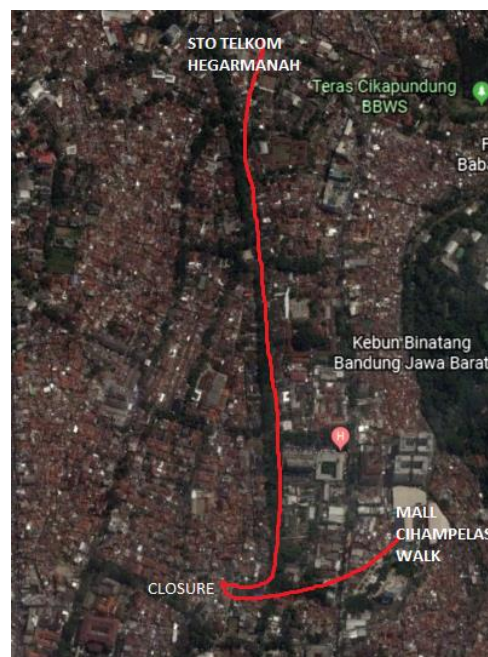
3. PERANCANGAN JARINGAN FTTB DI MALL CIHAMPELAS WALK

Perancangan ini dibuat menggunakan diagram alir pada Gambar 3 yang dimulai dari penentuan lokasi untuk perancangan jaringan *optical fiber*, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data yang ada pada bangunan yang dituju, setelah itu dilanjutkan dengan penentuan teknologi dan perancangan jaringan *Fiber To The Building*. Parameter yang diuji dan dihitung yaitu *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), Q-Factor dan *Bit Error Rate* (BER). Parameter yang telah dihitung menggunakan perhitungan empiris, akan diuji kembali menggunakan simulasi, dan yang terakhir adalah analisis uji kelayakan parameter apakah hasil yang didapat telah memenuhi kelayakan sistem.



Gambar 3.1 Digram Alir Perancangan FTTB

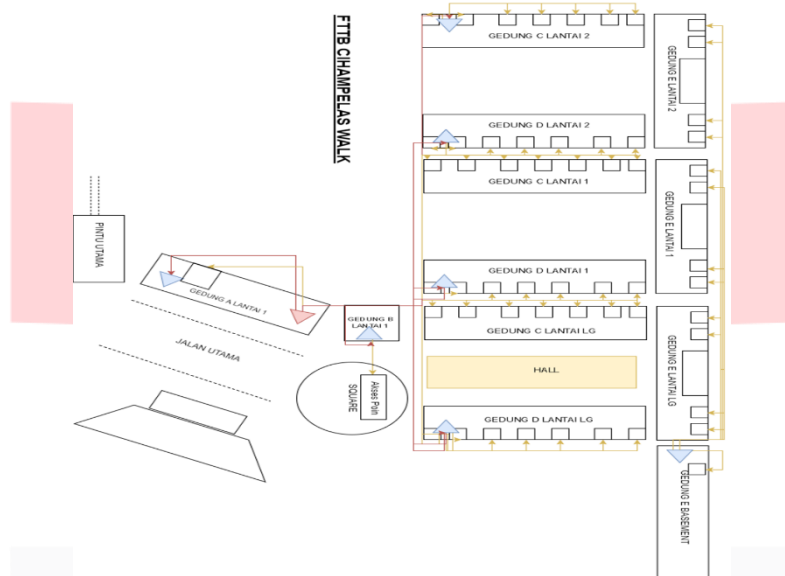
Pada perancangan ini, terlebih dahulu menentukan lokasi link optic yang berawal pada OLT yang berada di sentral STO Hegarmanah, kemudian diteruskan menggunakan kabel feeder duct ke closure 288 core untuk dimuat perangkat ODC-C utama yang berada dalam gedung mall cihampelas walk dengan 48 core dengan splitter 1:4. Setelah itu, perangkat ODC-B berada pada tujuh titik dalam Gedung, masing-masing memiliki jarak yang berbeda dengan menggunakan pembagian splitter 1:8. Dari ODC-B didalam Gedung kemudian diteruskan ke perangkat terminal pelanggan ONT dengan kabel drop



Gambar 3.2 Jalur optical fiber dengan Google Earth

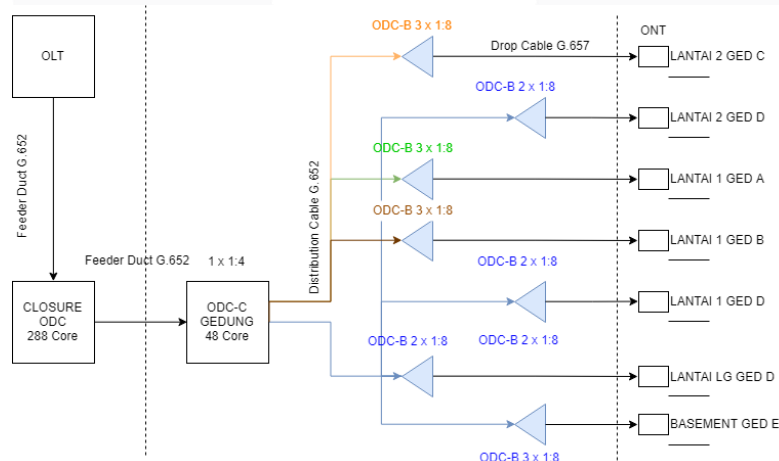
A. Penentuan titik jaringan

Setelah kita melakukan perancangan jaringan yang dimulai dari sentral atau OLT terdekat, kita akan melakukan penentuan titik untuk merancang jaringan FTTB yang berada pada wilayah *Mall Cihampelas Walk*. Titik ini dapat kita tentukan berdasarkan permintaan pihak *Mall* agar kabel fiber dapat terdistribusi dengan benar dan sesuai permintaan. Tujuan mengetahui berapa banyak *tenant* agar dapat mengestimasi perancangan dan lebih efisien. Berikut adalah estimasi banyaknya penyewa (*tenant*) yang mempunyai permintaan untuk mendapatkan layanan *triple play*



Gambar 3.2 Arsitektur FTTB Mall Cihampelas Walk

Berdasarkan Gambar 3.2 tersebut terlihat sebuah denah *existing* pada *Mall Cihampelas Walk* yang menggunakan model penggambaran *draw.io*, gambar ini merupakan sebuah lokasi *real* bangunan yang diadaptasi dari Gambar 3.1 Perancangan pada bangunan *mall* ini memiliki perbedaan dengan perancangan di gedung perkantoran atau hunian bertingkat yaitu apartemen dan hotel. Perbedaan jaringan *optical fiber* ini tidak memiliki OLT yang berada di dalam Gedung, dan mempunyai ODC-B sebagai kabinet yang memiliki kapasitas *splitter* yang lebih banyak dibandingkan dengan ODP.



Gambar 3.3 Topologi FTTB Mall Cihampelas Walk

B. Skenario Perancangan

Tabel 3.1 Skenario Perancangan FTTB

Unit	ODC-B (Basement / Terjauh) (km)	ODC-B(Gedung C/Menengah) (km)	ODC-B(Gedung B/Terdekat) (km)
STO ke ODC-B	2.67	2.37	2.123
ONT 1	2.673	2.4	2.13
ONT 2	2.678	2.42	2.145
ONT 3	2.682	2.41	2.15
ONT 4	2.689	2.431	2.155
ONT 5	2.696	2.44	2.157
ONT 6	2.685	2.427	2.16
ONT 7	2.71	2.45	2.162
ONT 8	2.74	2.411	2.17
ONT 9	2.746	2.436	2.176
ONT 10	2.75	2.46	2.18

Skenario perancangan jaringan FTTB ini menentukan kelayakan sistem dengan menggunakan 10 ONT dari masing-masing titik ODC-B yang memiliki jarak terjauh, menengah dan terdekat. Dari tiga jarak ini, dipilih tiga unit ONT dari masing-masing ODC-B merupakan perwakilan dari setiap titik di lantai *mall*

Tabel 3.1 Alokasi Kebutuhan *Bandwidth*

No	Kebutuhan <i>Outlet</i>	
	Layanan	<i>Bandwidth</i>
1	IP TV	2 Mbps
2	IP Telephone	0.072 Mbps
3	CCTV	1 Mbps
4	Internet	5 Mbps
Jumlah		8.072 Mbps

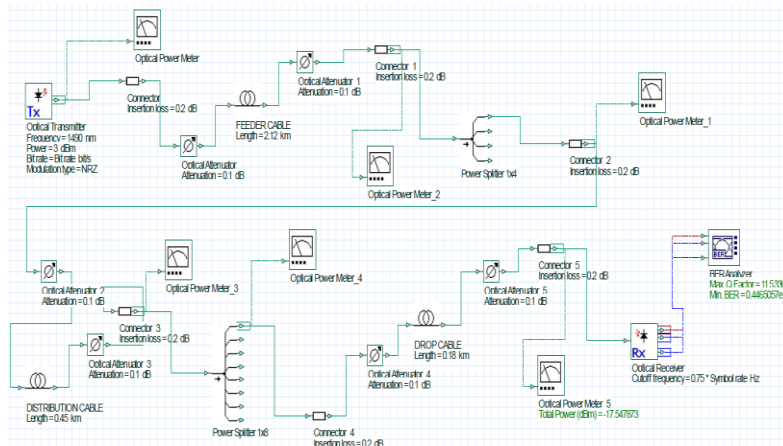
Jumlah *bandwidth* yang dibutuhkan mencapai 8.072 Mbps per pelanggan, sehingga bila dikalikan dengan *tenant* sebanyak 288, akan membutuhkan *bandwidth* sebesar 2324,74 Mbps. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan 1 line OLT saja, sudah dapat mencukupi kebutuhan akses jaringan internet dengan *bit rate* sebesar 2.488 Gbps.

Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat

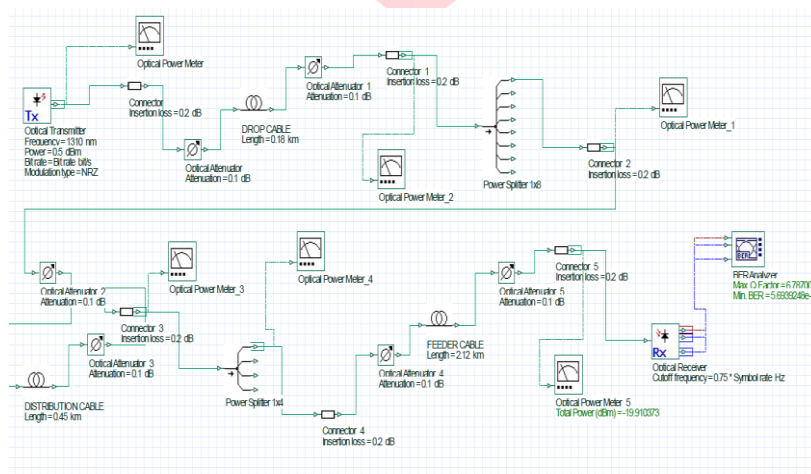
No	Perangkat	Jumlah
1	OLT	1
2	ODC 1 x 1:4	1
3	ODP/C-B 36 x 1:8	7
4	PS 1 x 4	4
5	PS 1 x 8	16
6	Kabel Feeder (G.652.D)	2120 m
7	Kabel Distribusi (G.652.D)	939 m
8	Kabel Drop (G.657)	500 m
9	Kabel Patch Core	500 m

Kebutuhan perangkat ini menjadi sebuah pertimbangan dalam sebuah perancangan dengan melihat kondisi lantai bangunan dan juga letak penempatan perangkat agar lebih efisien dalam pendistribusian, untuk menentukan letak ODC-C berada di tengah-tengah area *mall*. ODC-B biasanya terdapat di ruang panel, agar dapat memudahkan pemeliharaan dan penelusuran jika terjadi kerusakan. Faktor kelayakan sistem dan rugi-rugi kabel akan menjadi

parameter utama yang akan diprioritaskan, oleh karena itu pihak PT.Telkom pun akan menyesuaikan kebutuhan perangkat dengan standarisasi ITU-T G.984 dan juga pihak *mall*.



Gambar 3.4 Simulasi Jaringan arah downstream



Gambar 3.5 Simulasi Jaringan arah upstream

4 ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN FTTB DI MALL CIHAMPELAS WALK

Dari Perhitungan empiris dan juga simulasi dengan jarak ONT terjauh sebesar 2.6782 Km dari STO yang ditentukan dengan menggunakan arah downstream dan upstream, maka didapatkan hasil dengan menggunakan tabel berikut :

Tabel 4.1 Perbandingan hasil simulasi dan perhitungan empiris pada sisi *downstream*

Parameter			
Penentuan	Q Factor	BER	LPB
Perhitungan Empiris	15.54	8.8E-54	-23.392
Simulasi	13.89	3.4E-44	-17.54

Berdasarkan tabel 4.1 parameter *Link Power Budget* (LPB), *Rise Time Budget* (RTB), *Q-Factor* dan BER pada sisi *upstream*, didapatkan pada perhitungan empiris dan simulasi dengan menggunakan tiga skenario jarak telah didapatkan hasil yang berbeda. LPB yang didapat pada perhitungan simulasi adalah yang terbaik dengan nilai sebesar -17,54 dBm sementara pada perhitungan empiris mendapatkan nilai sebesar -23,392, namun untuk kedua hasil ini telah memenuhi kelayakan sistem pada standarisasi yang telah ditetapkan oleh ITU-T G.984. *Q-Factor* mendapat nilai terbaik pada perhitungan empiris sebesar 15,54 sementara simulasi sebesar 13,89 namun keduanya

telah memenuhi standarisasi *Q-Factor* sebesar 6. BER mendapatkan hasil terbaik pada perhitungan empiris dengan nilai $8,8 \times 10^{-54}$, sementara pada simulasi sebesar $3,4 \times 10^{-44}$. Untuk RTB mendapatkan nilai terbaik sebesar 0,25018 ns. Dengan penentuan parameter yang telah dilakukan maka hasil dari perbandingan perhitungan empiris dan simulasi telah masuk dalam kategori baik.

Tabel 4.2 Perbandingan hasil simulasi dan perhitungan empiris pada sisi *upstream*

Parameter			
Penentuan	Q Factor	BER	LPB
Perhitungan Empiris	11,5	6,6E-31	-25,89
Simulasi	8,19	8,1E-15	-19,96

Pada Tabel 4.2 diatas, terdapat dua penentuan untuk menguji kelayakan sistem, yaitu dengan cara perhitungan empiris dan simulasi dengan perangkat lunak *optisystem*. Nilai yang didapat dari perhitungan empiris lebih baik dari simulasi, karena pada simulasi terdapat faktor *random sequence* dan efek non-linier saat proses *multiplexing*. Nilai terbaik untuk Q-factor didapat dari perhitungan empiris sebesar 11,5 sementara simulasi sebesar 8,19. Nilai terbaik dari BER didapat dari perhitungan empiris sebesar $6,6 \times 10^{-31}$, sementara simulasi sebesar $8,1 \times 10^{-15}$, dan *Link Power Budget* (LPB) terbaik pada simulasi sebesar -19,96 dBm, sementara pada perhitungan empiris sebesar -25,89 dBm, RTB terbaik sebesar 0.25018 ns. perbedaan LPB dikarenakan terdapatnya *safety margin* pada perhitungan empiris yang menjadi batas keamanan dalam pengukuran *link* optik

5. Kesimpulan :

1. Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam perhitungan *Link Power Budget* didapatkan nilai yang memenuhi standarisasi ITU-T G.984.1, dengan nilai PLB downstream sebesar -17,54 dBm dan upstream sebesar -19.96 dBm dari PT. Telkom Akses ditetapkan minimal sensitifitas untuk PLB tersebut adalah -28 dBm.
2. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk rise time budget, jenis pengkodean NRZ dan RZ dapat digunakan dalam perancangan ini. Pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari periode bit, pengkodean RZ memiliki batas 35% dari kecepatan daya, yaitu 0,2514 ns untuk pengkodean RZ dan 0,5627 ns untuk pengkodean NRZ. Hasil perhitungan didapatkan nilai dispersi dari T_{system} sebesar 0.25018 ns untuk downstream dan 0.25018 ns untuk upstream. Nilai T_{system} tersebut masih dibawah batas pengkodean NRZ ataupun RZ. Maka batasan dispersi pada mall cihampelas walk telah memenuhi standarisasi dari ITU-T G 984.
3. Dari hasil Simulasi didapatkan nilai BER pada arah *downstream* sebesar 3.4×10^{-44} . Dan arah *upstream* sebesar $8,1 \times 10^{-15}$, dengan data berikut maka nilai ideal BER berada dibawah minimal yang ditentukan yaitu 10^{-9} .
4. didapatkan nilai *Q-factor* yang terbaik dengan hasil >6 yaitu pada perhitungan empiris sebesar 15,54 pada arah *downstream* dan 11,5 pada arah *upstream*.

Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan teknologi N-GPON2 agar kebutuhan bandwidth dapat mencakup lebih besar untuk area seperti perkantoran, gedung atau mall.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bella Dina, Aghnia, "Perancangan Arsitektur Jaringan Fiber To The Building (FTTB) Dengan Teknologi Gigabit Ethernet Passive Optical Network (Gepon) Di National Brain Centre Cawang," Telkom University, 2013.
- [2] Cale, Ivica, "Gigabit Passive Optical Network – GPON," T-HT d.d., Split, Croatia, 2007.
- [3] Chinlon Lin, editor. "Broadband – Optical Access Networks and Fiber-to-the-home".England: John Wiley & Sons Ltd.; 2006.
- [4] Kazovsky, Leonid G., et al. 2011. *Broadband Optical Access Network*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons
- [5] Gorby, Gavan "Jaringan Broadband" Perguruan Tinggi Teknorat, 2014.
- [6] Agrawal, G.P., 2002, *Fiber-optic communication systems*, Ed. 3, New-York: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Keiser, Gerard, (2000), *Optical Fiber Communication, 3rd ed.*, McGraw-Hill, Singapore,
- [8] Keiser, Gerd. 2006. *FTTX Concepts and Applications*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Standard ITU-T G.984.2 : *Gigabit-capable passive optical networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification*, ITU-T, 2003.

