

PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK DI GARDEN VILLAS RESIDENCE BANDUNG

DESIGN OF FIBER TO THE HOME ACCESS NETWORK USING GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK TECHNOLOGY AT GARDEN VILLAS RESIDENCE BANDUNG

Agre Liana Bella Clara Barus^[1], Hafidudin, S.T M.T. ^[2], Dane Kurnia Putra, S.T. ^[3]

Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹ agrebcb@gmail.com, ² hafidudin@telkomuniversity.ac.id, ³ danekurniaputra.ta@gmail.com

Abstrak

Pada Proyek Akhir ini dilakukan perancangan jaringan akses *Fiber To The Home* (FTTH) dengan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di Garden Villas Residence Bandung. Pada pengerjaan ini dilakukan dua skenario perancangan yang berbeda dan dipilih hasil perancangan yang terbaik. Dalam melakukan perancangan dilakukan penentuan spesifikasi perangkat, tata letak, dan jumlah perangkat yang akan digunakan. Dan untuk menentukan kelayakan dari sistem tersebut akan dilakukan perhitungan terhadap parameter-parameter kelayakan dan performansi sistem. Parameter-parameter tersebut adalah *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* untuk kelayakan sistem. Parameter tersebut dihitung secara manual dan dibandingkan dengan hasil simulasi perancangan menggunakan *software Opti System* yang juga akan menampilkan parameter *Bit Error Rate* (BER) untuk performansi sistem.

Hasil perhitungan manual *power link budget* pada skenario 1 yaitu total redaman yang dihasilkan untuk *link downstream* di ONT terjauh adalah sebesar 21,303734 dB dan untuk *link upstream* adalah 22,31903 dB. Sedangkan untuk perancangan skenario 2 didapatkan nilai *link downstream power link budget* di ONT terjauh adalah sebesar 20,23965 dB dan untuk *link upstream* adalah 20,45688 dB. Hasil kedua perhitungan tersebut masih berada di atas standar yang ditentukan oleh ITU-T dan PT. Telkom, yaitu sebesar -28 dBm. Untuk perhitungan *rise time budget* pada skenario 1 didapatkan nilai $t_{\text{system link downstream}}$ sebesar 0,278105 ns dan nilai $t_{\text{system link upstream}}$ sebesar 0,25111 ns. Sedangkan pada skenario 2 didapatkan nilai t_{system} untuk *link downstream* sebesar 0,25135 ns dan nilai $t_{\text{system link upstream}}$ sebesar 0,250051 ns. Sehingga perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* pada *link downstream* dan *upstream* pada kedua skenario perancangan tersebut memenuhi kelayakan dengan pengkodean NRZ.

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

Abstract

This final project is to design the access network *Fiber To The Home* (FTTH) using *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) technology in Garden Villas Residence Bandung. In this project make two different design scenarios and selected the best designs result. In doing design, made the determination device specifications, layout, and number of devices to be used. And to determine the feasibility of the system, will be calculated on the parameters of feasibility and performance of the system. Those parameters are *Power Link Budget* and *Rise Time Budget* for the feasibility of the system. The parameters manually counted and compared with the results of the simulation design using software *Opti System* which will also feature parameter *Bit Error Rate* (BER) for system performance.

The results of manual *power link budget* calculation in scenario 1 is the total attenuation that is produced to ONT farthest distance for downstream link amounted to 21.303734 dB and for the upstream link is 22,31903 dB. As for the second scenario design values obtained downstream link power link budget in the farthest ONT amounted to 20.23965 dB and for the upstream link is 20,45688 dB. The results of both of these calculations are still above the standard specified by ITU-T and PT. Telkom, which amounted to -28 dBm. For the calculation of *rise time budget* in scenario 1 $t_{\text{system link}}$ value obtained of 0.278105 ns for downstream link and t_{system} value of 0.25111 ns for upstream link. And for the second scenario t_{system} values obtained of 0.25135 ns for downstream link and t_{system} value of 0.250051 ns for upstream link. So the calculation of feasibility the system's *rise time budget* on the downstream and upstream links in both scenarios design has fulfilled feasibility with NRZ coding.

Keyword : FTTH, GPON, *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, BER

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan teknologi telekomunikasi yang sangat pesat, manusia di seluruh dunia tidak pernah puas dengan informasi serta komunikasi, terutama di Indonesia. Kebutuhan layanan masyarakat yang semakin modern terus meningkat sehingga dibutuhkanlah teknologi telekomunikasi yang memberikan performansi layanan yang tinggi. Teknologi telekomunikasi pun beragam seperti telekomunikasi suara, video, data atau yang lebih dikenal dengan internet.

Sekarang ini sudah banyak operator telekomunikasi yang sedang melakukan pembangunan infrastruktur jaringan *fiber optic* ke pelanggan-pelanggan yang dikenal dengan *Fiber to the Home* (FTTH). Dengan memanfaatkan salah satu metode teknologi yaitu teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*). Teknologi GPON merupakan teknologi FTTH yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel serat optik dan memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan teknologi serat optik pasif lainnya, dikarenakan GPON sudah mendukung aplikasi *triple play*. Dimana sekarang beberapa operator meningkatkan pelayanannya dengan memberikan layanan *triple play* tersebut. Dengan menggunakan serat optik, operator telekomunikasi dapat memberikan layanan *broadband* ke pelanggan dengan jangkauan yang semakin luas dibanding teknologi jaringan akses tembaga ataupun radio.

Dalam proyek akhir ini dirancang jaringan akses *Fiber to the Home* (FTTH) di Garden Villas Residence yaitu dengan penentuan jalur dan penentuan perangkat yang akan digunakan. Analisis kelayakan sistem menggunakan teori perhitungan yaitu parameter *power link budget*, *rise time budget*, dan performansi system pada *software Opti System*. Garden Villas Residence sendiri merupakan hunian perumahan yang modern dengan lingkungan yang hijau dan asri terdiri dari rumah tipe 21, tipe 36, dan tipe 45 dengan jumlah rumah 221 yang sangat jelas membutuhkan layanan akses yang cepat untuk mendukung fasilitas yang disediakan.

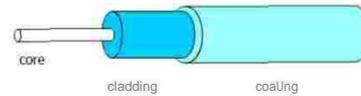
2. Dasar Teori

2.1 Fiber Optik

Struktur serat optik biasanya terdiri atas tiga bagian, yaitu :

1. Bagian yang paling utama dinamakan inti (core) Gelombang cahaya yang dikirim akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua, dan terbuat dari kaca. Inti (core) mempunyai diameter yang bervariasi antara 5 – 200 μm tergantung jenis serat optiknya.
2. Bagian kedua dinamakan lapisan selimut / selubung (cladding) Bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibanding dengan bagian inti, dan terbuat dari kaca.
3. Bagian ketiga dinamakan jacket (coating)

Bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik elastik.



Gambar 1 Struktur *fiber optic* ^[10]

2.2 Fiber To The Home (FTTH)

Suatu jaringan yang menggunakan kabel serat optik dari sisi sentral sampai dengan sisi pelanggan. Konsep jaringan ini merupakan pengaruh dari perkembangan serat optik untuk menggantikan kabel konvensional seperti kabel tembaga. 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 ^[10].

2.3 Prinsip Dasar GPON

Prinsip kerja dari GPON adalah ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai Optical Network Terminal (ONT). Untuk ONT sendiri akan memberikan data – data dan sinyal yang diinginkan oleh user. Pada prinsipnya, *Passive Optical Network* adalah sistem *point-to-multipoint*.

2.4 Standar Umum Perangkat

a. Optical Line Terminal (OLT)

Optical Line Terminal (OLT) adalah suatu perangkat aktif (Opto- Elektrik) yang berfungsi untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik, serta sebagai alat multipleks. OLT merupakan perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir dari pusat penyedia layanan PON.

b. Optical Distribution Frame (ODF)

ODF merupakan suatu unit manajemen serat optik yang digunakan untuk mengatur koneksi kabel serat optik. Fungsi utamanya yaitu digunakan sebagai *interface* antara jaringan transmisi optik, peralatan transmisi optik, dan antara kabel optik dalam jaringan akses fiber optik pelanggan.

c. Optical Distribution Cabinet (ODC)

ODC berfungsi sebagai titik terminasi ujung kabel feeder dan pangkal dari kabel distribusi, sebagai titik distribusi kabel dari kabel berkapasitas besar (feeder) menjadi beberapa kabel yang memiliki kapasitas lebih kecil (distribusi), sebagai tempat penyambungan, dan juga tempat pemasangan splitter.

d. Optical Distribution Cabinet (ODP)

ODP digunakan untuk menghubungkan jaringan distribusi ke pelanggan dan mengatur serat optik serta kabel optik.

- e. *Optical Network Terminal (ONT)*
Perangkat ini digunakan sebagai demodulator dimana akan terjadi proses pengubahan dari sinyal cahaya ke elektrik dan sebaliknya.
- f. *Passive Splitter*
Splitter adalah *optikal fiber coupler* sederhana yang membagi sinyal optik menjadi beberapa path (*multiple path*) atau sinyal – sinyal kombinasi dalam satu path. Selain itu, *splitter* juga dapat berfungsi untuk merutekan dan mengkombinasikan berbagai sinyal optik..

2.5 Link Power Budget

Link power budget merupakan total redaman pada daya optik yang diijinkan antara sumber cahaya dan fotodetektor, yang didapatkan dari redaman kabel, redaman konektor, redaman penyambungan, dan margin sistem.

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{kabel} + n_{connector} \cdot \alpha_{connector} + n_{splice} \cdot \alpha_{splice} + \alpha_{splitter} \tag{2.1}$$

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{total} - SM \tag{2.2}$$

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{total} - SM \tag{2.3}$$

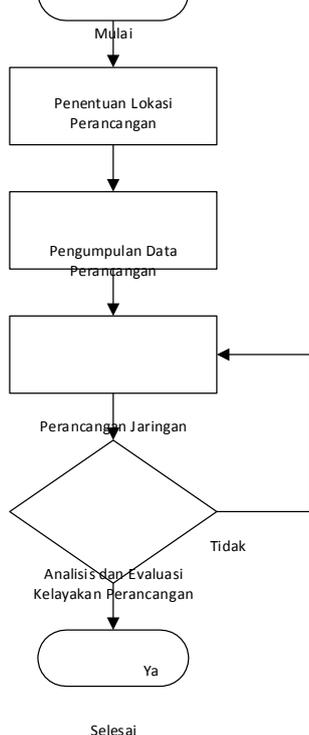
2.6 Rise Time Budget

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.

$$t_{system} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \tag{2.4}$$

3. Perancangan Jaringan Fiber To The Home

3.1 Diagram Alir



Gambar 2 Diagram Alir Perancangan Secara Umum

3.2 Penentuan Lokasi Perancangan

Lokasi Perancangan Jaringan Akses FTTH untuk pengerjaan Proyek Akhir ini adalah Garden Villas Residence. Garden Villas Residence terletak di Jalan Soekarno Hatta, Bandung Timur dengan titik koordinat garis lintang 6°55'52.78"S dan garis bujur 107°40'54.54"E. Letak Garden Villas Residence sangat strategis dan dapat diakses dengan mudah melewati jalan besar Soekarno Hatta. Lokasi tersebut dipilih karena berdasarkan permintaan pelanggan akan layanan akses yang harus direalisasikan, dikarenakan sebelumnya belum ada jaringan akses yang dibangun di Garden Villas Residence tersebut. Hal ini juga didukung dengan teknologi GPON yang sudah ada di STO Telkom Ujung Berung. Kemudian hal lainnya yang penting untuk diperhatikan adalah daerah hunian di perumahan tersebut memungkinkan untuk diimplementasikan jaringan akses *Fiber To The Home* dengan menggunakan teknologi GPON.

3.3 Pengumpulan Data Perancangan

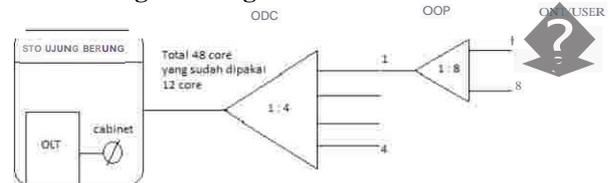
Pembagian perumahan ini berdasarkan BLOK, dimana terdapat 6 BLOK yaitu dari BLOK A hingga BLOK N. Kebutuhan *homepass* yang harus dipenuhi di perumahan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Data *homepass* Grand Pinus Regency

BLOK	Jumlah <i>Homepass</i>	BLOK	Jumlah <i>Homepass</i>
A	20 <i>homepass</i>	H	20 <i>homepass</i>
B	16 <i>homepass</i>	I	34 <i>homepass</i>
C	18 <i>homepass</i>	J	6 <i>homepass</i>
D	16 <i>homepass</i>	K	17 <i>homepass</i>
E	16 <i>homepass</i>	L	8 <i>homepass</i>
F	15 <i>homepass</i>	M	15 <i>homepass</i>
G	16 <i>homepass</i>	N	4 <i>homepass</i>

Total *homepass* yang harus dipenuhi untuk perancangan jaringan Garden Villas Residence adalah 221 *homepass*.

3.4 Perancangan Jaringan



Gambar 3 Arsitektur Jaringan FTTH di Garden Villas Residence

Berdasarkan arsitektur jaringan di atas, terdiri dari perangkat OLT yang terletak pada central office, perangkat tersebut berfungsi untuk mengirimkan sinyal atau data menuju pelanggan dengan mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik. Kemudian sinyal atau data tersebut dikirimkan melalui media transmisi fiber optik menuju ODC yang berkapasitas 288 core yang diletakkan di depan pintu masuk perumahan. Total core feeder yang masuk ke ODC adalah 48 core, yang telah digunakan

sebelumnya adalah 12 core maka masih banyak sisa core yang belum digunakan. Kemudian dari ODC disebar ke ODP 1:8 dan ODP 1:16 yang diteruskan ke pelanggan dengan kabel optik G.657 sebanyak jumlah ONT yang dipasang yaitu 221 ONT.

Dalam Proyek Akhir ini dibuat dua skenario perancangan di Garden Villas Residence. Pembuatan dua skenario perancangan ini bertujuan untuk dibandingkan dan mendapat hasil perancangan yang terbaik untuk daerah tersebut.

3.4.1 Skenario 1 Feeder Network

Pada skenario 1, perancangan kabel *feeder* diambil dari *central office* yang berada di STO Ujung Berung yaitu dengan menggunakan kabel *duct* fiber optik G-652 D. Rute kabel *feeder* tersebut ditarik menuju ODC-FDA-UBR yang berlokasi di luar daerah perumahan di sisi jalan besar Soekarno-Hatta. Jarak antara STO Telkom Ujung Berung dengan ODC-FDA-UBR ini adalah 5.425 km.

3.5.2 Skenario 1 Distribution Network

Dalam perancangan jaringan kabel distribusi ini dilakukan sesuai dengan tata letak dari kawasan daerah Garden Villas Residence ini. Untuk perancangan kabel *distribution* pada skenario 1 ini, terlebih dahulu melakukan penentuan boundary pada wilayah perancangan. Setelah itu dilakukan penentuan letak ODP dengan mencakup sesuai *homepass* yang sudah disurvei di lapangan dan survey pada *google earth*. Peletakan ODP ditentukan berdasarkan jumlah rumah pada lokasi atau yang disebut dengan *homepass*. Setelah itu dilakukan penentuan jalur distribusi yang mencakup semua ODP yang telah ditentukan. Pada perancangan ini terdapat tiga kabel distribusi. Gambar perancangan kabel distribusi dengan menggunakan aplikasi *google earth* pada gambar 5.



Gambar 4 Perancangan Kabel Distribusi Skenario 1

3.5.3 Skenario 2 Feeder Network

Berbeda pada perancangan skenario 1 dimana OLT diletakkan langsung pada *central office* yang berada pada STO Ujung Berung, sedangkan pada perancangan skenario 2 ini, OLT diletakkan di dekat lokasi perancangan, yaitu di daerah Perumahan Grand Pinus Regency yang merupakan induk project dari Garden Villas Residence sebagai titik lokasi perancangan jaringan. OLT diletakkan di Kantor

Pusat Grand Pinus Regency yang berada pada titik koordinat 6.936302"S dan 107.684432"T. Lokasi tersebut dipilih karena tempat tersebut mendapatkan catuan listrik setiap saat. Pada perancangan skenario 2 ini, kabel fiber optik G 652 D yang berkapasitas 48 core ditarik dari perangkat OLT menuju ODC-FDA-UBR yang berkapasitas 288. Jarak OLT dengan ODC-FDA-UBR adalah 0.0936 km sehingga memungkinkan terjadinya redaman yang kecil.

3.5.4 Skenario 2 Distribution Network

Pada perancangan jaringan kabel distribusi skenario 2 ini hamper sama pada perancangan skenario 1. Pada skenario 2 ataupun skenario 1, sangat perlu memperhatikan kondisi eksisting dari tiang telepon, tapi karena pada daerah Garden Villas Residence belum ada samasekali pembangunan jaringan FTTH oleh penyedia layanan dari perusahaan Telkom, maka perlu diperhatikan letak-letak pada pembangunan tiang telepon baru, dengan jarak idealnya adalah 30 – 40 m antar tiang telepon. Penentuan jalur kabel distribusi pada skenario 2 ini juga ditentukan berdasarkan jumlah *homepass* dan letak ODP. Perancangan jalur kabel distribusi pada skenario 2 dengan menggunakan *google earth* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5 Perancangan Kabel Distribusi Skenario 2

3.6 Spesifikasi Perangkat

a. OLT

Pemilihan OLT harus disesuaikan dengan jarak dan banyaknya redaman yang dapat terjadi di sepanjang link. *Power transmit* (P_{tx}) harus mencukupi agar dapat memenuhi parameter *power link budget*. Selain itu pemilihan OLT juga harus mempertimbangkan nilai lebar spektral, *rise time* dan *fall time* yang diharapkan bernilai relatif kecil agar tidak melewati batas dispersi atau nilai *rise time budget*. OLT yang digunakan untuk perancangan ini yaitu AN5116-06B.

b. Serat Optik

Serat optik yang digunakan adalah serat optik jenis Single Mode dengan spesifikasi serat rekomendasi ITU-T G.652D. Dari OLT sampai ke ODC *genset*, kemudian dari ODC sampai dengan ODP akan menggunakan serat G.652D. Untuk kabel distribusi dari ODP menuju ONT digunakan kabel fiber optik serat G 657, kabel ini memiliki redaman

yang kecil serta radius bending yang kecil sehingga cocok digunakan pada tempat yang berliku-liku.

c. Konektor

Jenis konektor yang digunakan adalah *Subscriber Connector* (SC). Konektor terdapat pada OLT, tepatnya penghubung antara frame input dan output pada FDM. Selain di OLT, konektor juga terdapat pada ODC dibagian input, ODP dibagian input, dan ONT di bagian input.

d. Passive Splitter

Pada perancangan ini menggunakan dua buah jenis passive splitter yaitu 1:4 dan 1:8. Passive splitter 1:4 diletakkan di ODC dan passive splitter 1:8 diletakkan di ODP.

e. ODP

ODP yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan jenis ODP tiang. ODP ini diletakkan pada bagian badan tiang. ODP jenis ini dipilih karena melihat kondisi eksisting jaringan yang sebelumnya dan kabel yang akan digunakan menggunakan jenis kabel udara fiber optic G 652 D SCPT.

f. ONT

ONT yang digunakan pada perancangan ini adalah ONT yang sudah support untuk lingkungan FTTH. ONT AN5506-04F digunakan pada perancangan ini karena perangkat ini dapat memberikan keluaran *wifi*. Sehingga *access point* biasa dapat digantikan dengan perangkat ini, untuk dapat diberikan layanan *wifi* pada daerah-daerah tertentu. Selain itu perangkat ini memiliki 2 port untuk telepon (POTS), 4 port untuk internet (MDI), dan 2 port untuk USB. Berdasarkan bagian-bagian yang terdapat pada perangkat ini, ONT AN5506-04F telah *support* untuk layanan *triple play*.

3.7 Penentuan Lokasi Perangkat

a. Letak OLT (*Optical Line Terminal*)

Untuk lokasi OLT pada skenario 1 diletakkan di *central office* yaitu di STO Ujung Berung yang berada di jalan A.H Nasution No. 252 Kota Bandung. Jarak antara STO Ujung Berung dengan Grand Pinus Regency adalah 5,425 Km. Peletakan OLT pada STO dikarenakan agar memudahkan *maintenance* perangkat dan menghemat biaya. OLT yang digunakan pada skenario 1 adalah OLT yang sudah eksisting, karena kapasitas dari OLT tersebut masih sangat mencukupi untuk melayani kapasitas core yang dibutuhkan dalam perancangan ini.

Sedangkan untuk lokasi OLT pada skenario 2 diletakkan tidak jauh dari posisi ODC yang berada di dekat kawasan perumahan dengan jarak dari OLT ke ODC sekitar 0,0936 Km, dan bahkan diletakkan di dalam lokasi perancangan tepatnya berada di kantor pusat Perumahan Grand Pinus Regency yang

berdekatan dengan kantor polisi yang berada di koordinat 6°56'13.22"S dan 107°41'3.96"E.

b. Letak ODC (*Optical Distribution Centre*)

Pada perancangan skenario 1 dan skenario 2, letak ODC akan sama menggunakan 1 ODC yang sama dan menggunakan ODC eksisting yang terletak diluar jalur masuk perumahan dan berada di pinggir jalan Soekarno-Hatta. Pada perancangan skenario 1 ataupun 2 sama-sama hanya menggunakan 8 kabel *feeder* saja untuk kabel distribusi. Sisa serat yang ada dapat dimanfaatkan untuk perancangan berikutnya. ODC yang dirancang terletak di depan kawasan Perumahan Grand Pinus Regency, Bandung dengan jarak 960,70 Km ke Garden Villas Residence..

c. Letak ODP (*Optical Distribution Cabinet*)

Pada perancangan skenario 1 akan dipasang 31 ODP dan pada perancangan skenario 2 akan dipasang 34 ODP. Maka, satu ODP dapat mencakup sebanyak 8 ONT untuk ODP yang berkapasitas 8 dan dapat mencakup 16 ONT untuk ODP yang berkapasitas 16 dengan pemetaan rumah yang dibuat seefisien mungkin. ODP diletakkan pada tiang yang diletakkan di antara pertengahan dua rumah yang berdampingan..



Gambar 6 Peletakan ODP Skenario 1



Gambar 7 Peletakan ODP Skenario 2

d. Letak ONT (*Optical Network Terminal*)

Dalam perancangan skenario 1 dan skenario 2, ONT berada di dalam rumah atau ruangan pelanggan. ONT yang terdapat pada tiap ruangan akan disesuaikan dengan tatanan ruangan dan diletakkan dekat dengan catuan listrik.

3.8 Bill of Quantity

Pada akhir perancangan setelah ditentukan jumlah perangkat yang dibutuhkan dapat dibuat daftar kebutuhan perangkat berdasarkan dari hasil perancangan dan lokasi perangkat pada

perancangan. Dari daftar kebutuhan perangkat dapat dicantumkan harga dari setiap perangkat sehingga menjadi *bill of quantity*. Untuk perancangan skenario 1 dan skenario 2 memiliki jumlah kebutuhan perangkat yang berbeda sehingga harga dari perancangannya pun berbeda.

4. Analisis Perancangan Jaringan FTTH

4.1 Hasil Kebutuhan Bandwidth

Total *bandwidth* yang diperlukan dalam perancangan ini jika semua pelanggan menggunakan layanan *triple play* adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Bandwidth} &= \text{jumlah homepass} \times (0,064 + 2 + 20) \\ &= 221 \times (0,064 + 2 + 20) \\ &= 4,877 \text{ Gbps} \end{aligned}$$

4.2 Perhitungan Kelayakan Perancangan Jaringan FTTH

4.2.1 Analisis Power Link Budget Parameter

4.2.1.1 Power Link Budget Parameter Perancangan Skenario 1

Posisi ONT terjauh pada kawasan Garden Villas Residence di perancangan skenario 1 ini adalah rumah yang berada pada BLOK B No 3 dengan jarak

dari STO sampai ke ONT adalah 6,76867 Km (5,425 Km STO ke ODC, 1,326 Km ODC ke ODP, 0,01767

Km ODP ke ONT).

Downstream Skenario 1

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{total}} &= L \cdot \alpha_{\text{kabel}} + n_{\text{connector}} \cdot \alpha_{\text{connector}} + n_{\text{splice}} \cdot \alpha_{\text{splice}} + \alpha_{\text{splitter}} \\ &= (3 \times 0,15) + (4,785 + 1,326 + 0,01767) \times 0,35 + (6 \times 0,2) + \\ &= 21,303734 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai redaman total, maka didapatkan nilai P_{rx} dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} P_{rx} &= P_{tx} - \alpha_{\text{total}} - \alpha_{\text{splitter}} \\ P_{rx} &= 5 - 21,303734 - 6 \\ &= -22,303734 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai *power margin* menggunakan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Power Margin} &= (P_{rx} - P_{\text{minimum}}) - \alpha_{\text{splitter}} \\ \text{Power Margin} &= (5 - (-29)) - 21,303734 - 6 \\ &= 6,696266 \text{ dB} \end{aligned}$$

Upstream Skenario 1

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{total}} &= L \cdot \alpha_{\text{kabel}} + n_{\text{connector}} \cdot \alpha_{\text{connector}} + n_{\text{splice}} \cdot \alpha_{\text{splice}} + \alpha_{\text{splitter}} \\ &= (3 \times 0,15) + (4,785 + 1,326 + 0,01767) \times 0,35 + (6 \times 0,2) + \\ &= 22,31903 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai redaman total, maka didapatkan nilai P_{rx} dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} P_{rx} &= P_{tx} - \alpha_{\text{total}} - \alpha_{\text{splitter}} \\ P_{rx} &= 5 - 22,31903 - 6 \\ &= -23,31903 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai *power margin* menggunakan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Power Margin} &= (P_{rx} - P_{\text{minimum}}) - \alpha_{\text{splitter}} \\ \text{Power Margin} &= (5 - (-29)) - 23,31903 - 6 \\ &= 4,68097 \text{ dB} \end{aligned}$$

4.2.1.2 Power Link Budget Parameter Perancangan Skenario 2

Perhitungan *power link budget* pada perancangan skenario 1 dengan jarak terjauh yaitu 1,44825 Km (0,0936 Km OLT ke ODC, 1,323 Km ODC ke ODP, 0,03165 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Ujung Berung ke ODC-FDA-UBR lalu ke ODP-FDA-UBR-30-8 dan sampai ke ONT terjauh.

Untuk skenario 2, didapatkan redaman *power link Budget downstream* sebesar 20,23965 dB dengan P_{rx} sebesar -21,23965 dBm. Sedangkan redaman *power link budget upstream* sebesar 20,45688 dB dengan nilai P_{rx} sebesar -21,45688.

4.2.2 Analisis Rise Time Budget Parameter

4.2.2.1 Rise Time Budget Parameter Perancangan Skenario 1

Downstream Skenario 1

Bit rate Downstream (Br) = 2,488

0,7 0,7

$$T_{\text{NRZ}} = \frac{1}{B} = \frac{1}{2,488 \times 10^9} = 0,2814 \text{ ns} \text{ pengkodean NRZ}$$

$$T_{\text{RZ}} = \frac{1}{0,35 \cdot B} = \frac{1}{0,35 \cdot 2,488 \times 10^9} = 0,1407 \text{ ns} \text{ pengkodean RZ}$$

$B = 2,488 \times 10^9$

Mencari $T_{\text{intermodal}}$:

$$T_{\text{intermodal}} = \Delta t \times D \times D$$

$$T_{\text{intermodal}} = 1 \times 6,76867 \text{ km} \times 0,018 \text{ km} = 0,12183 \text{ ns}$$

Dalam perancangan ini digunakan kabel fiber optik jenis single mode sehingga untuk $T_{\text{intermodal}}$ adalah 0 (nol).

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan t_{system} pada sisi Downstream sebagai berikut :

$$\begin{aligned} t_{\text{system}} &= (T_{\text{NRZ}}^2 + T_{\text{RZ}}^2 + T_{\text{intermodal}}^2 + T_{\text{splitter}}^2)^{1/2} \\ t_{\text{system}} &= \sqrt{(0,15^2 + 0,12183^2 + 0^2 + 0,2^2)} \\ &= 0,278105 \text{ ns} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil nilai t_{system} sebesar 0,278105 ns. Dan nilai ini masih berada di atas waktu batasan yang bernilai 0,1407 ns untuk pengkodean RZ dan nilai ini juga berada dibawah waktu batasan yang bernilai 0,2814 untuk pengkodean NRZ.

4.2.2.2 Rise Time Budget Parameter Perancangan Skenario 1

Dengan menggunakan **Persamaan 2.4** dengan penguraian yang sama pada perhitungan *rise time budget* pada skenario 1, maka didapatkan nilai t_{system} sebesar 0,25135 ns untuk *link downstream* dan nilai ini masih berada di atas waktu batasan yang bernilai 0,1407 ns untuk pengkodean RZ dan nilai ini juga berada dibawah waktu batasan yang bernilai 0,2814 untuk pengkodean NRZ. Untuk *link upstream* didapatkan nilai t_{system} sebesar 0,250051 ns. Nilai ini berada di bawah waktu batasan yang

bernilai 0,5627 ns untuk pengkodean NRZ dan 0,2814 untuk pengkodean RZ

4.3 Performansi Sistem Menggunakan Simulasi OptiSystem (BER)

4.3.1 Performansi Sistem Menggunakan Simulasi OptiSystem (BER) pada Skenario 1

Berdasarkan hasil simulasi perancangan skenario 1, didapatkan nilai BER pada *link* terjauh untuk sisi *downstream* adalah sebesar $2,86921 \times 10^{-090}$. Dan untuk *link terjauh* sisi *upstream* nilai BER adalah sebesar $2,97951 \times 10^{-026}$. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi yaitu sebesar 10^{-9} .

4.3.2 Performansi Sistem Menggunakan Simulasi OptiSystem (BER) pada Skenario 2

Berdasarkan hasil simulasi perancangan skenario 1, didapatkan nilai BER pada *link* terjauh untuk sisi *downstream* adalah sebesar $7,12335 \times 10^{-114}$. Dan untuk *link terjauh* sisi *upstream* nilai BER adalah sebesar $7,45285 \times 10^{-222}$. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi yaitu sebesar 10^{-9} .

4.4 Analisis Perancangan Sistem

Setelah diperhatikan nilai yang didapatkan dari perhitungan manual dan perhitungan pada skenario 1 *software Opti System* tidak memiliki perbedaan yang sangat jauh yaitu 3,83734 untuk *downstream* dan 0,20197 untuk *upstream*. Maka dapat disimpulkan perancangan skenario 1 pada Garden Villas Residence ini layak mendekati perhitungan ideal.

Sedangkan untuk skenario 2 diperhatikan nilai yang didapatkan dari perhitungan manual dan perhitungan pada *software Opti System* tidak memiliki perbedaan yang sangat jauh yaitu 2,78365 untuk *downstream* dan 2,80688 untuk *upstream*. Maka dapat disimpulkan perancangan skenario 2 pada Garden Villas Residence ini layak mendekati perhitungan ideal.

5. Kesimpulan

1. Perancangan jaringan FTTH di Garden Villas Residence-Bandung memanfaatkan *two-stage* perancangan dengan menghasilkan konfigurasi jaringan yang menggunakan perangkat terdiri dari *Optical Line Termination (OLT)*, *Optical Distribution Cabinet (ODC)*, *Optical Distribution Point (ODP)*, *splitter 1:4*, *splitter 1 : 8*, dan *Optical Network Termination (ONT)*.
2. Hal yang harus diperhatikan dalam melakukan perancangan jaringan FTTH adalah ketika survey di lapangan harus mengetahui jumlah pelanggan (*homepass*) atau jumlah penduduk yang dapat *tercover* di daerah tersebut. Karena dari data *homepass* yang jelas maka dapat ditentukan jenis *passive splitter* di ODP yang akan digunakan pada perancangan tersebut, yaitu *passive splitter 1:8* atau *passive splitter 1:16*.

3. Total *bandwidth* yang dibutuhkan oleh calon pengguna yang berjumlah 221 *homepass* adalah sebesar 2.620 Mbps.
4. Berdasarkan perhitungan kelayakan perancangan jaringan FTTH di Garden Villas Residence untuk perancangan skenario 1 didapatkan nilai *power link budget* dengan redaman terbesar untuk *downstream* bernilai 21,303734 dB dan untuk *upstream* nilai redaman terbesar bernilai 22,31903 dB. Sedangkan untuk perancangan skenario 2 didapatkan nilai *power link budget* dengan redaman terbesar untuk *downstream* bernilai 20,23965 dB dan untuk *upstream* nilai redaman terbesar bernilai 20,45688 dB.
5. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai t_{system} sebesar 0,278105 ns untuk *downstream* dan nilai t_{system} sebesar 0,25111 ns untuk *upstream*. Sedangkan pada skenario 2 didapatkan nilai t_{system} sebesar 0,25135 ns untuk *downstream* dan nilai t_{system} sebesar 0,250051 ns untuk *upstream*. Sehingga perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* arah *downstream* dan *upstream* pada kedua skenario perancangan tersebut masih memenuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ yaitu nilai masih diatas 0,28814 ns untuk *downstream* dan 0,5427 ns untuk *upstream*.
6. Berdasarkan hasil simulasi perancangan jaringan FTTH pada *software Opti System* dengan melihat nilai BER, maka disimpulkan kualitas transmisi perancangan dari skenario 1 ataupun skenario 2 menampilkan hasil yang baik. Pada perancangan skenario 1 nilai BER yang didapatkan pada simulasi adalah $2,86921 \times 10^{-090}$ untuk *downstream* dan $2,97951 \times 10^{-026}$ untuk *upstream*. Sedangkan pada perancangan skenario 2 didapatkan nilai BER sebesar $7,12335 \times 10^{-114}$ untuk *downstream* dan $7,45285 \times 10^{-222}$ untuk *upstream*. Nilai ideal untuk *Bit Error Rate* pada transmisi serat optik adalah 10^{-9} .

DAFTAR REFERENSI

- [1] Betaria, Puma. "Desain Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) di Area Saturan Raya, Babarsari, Yogyakarta Menggunakan Aplikasi Google earth". STT Telematika Telkom, Purwokerto, 2014.
- [2] Fitriyani, Atika. "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Perumahan Nataendah Kopo". Universitas Telkom, Bandung, 2015.
- [3] ITU-T Recommendation G.652. "Characteristics of a single mode optical fibre and cable", 2009.
- [4] ITU-T Recommendation G.657. "Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network", 2009.
- [5] ITU-T Recommendation G.984.1. "Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General Characteristics", 2003.
- [6] Laboratorium Sistem Komunikasi Optik. "Modul Drafter Training", Telkom University, Bandung 2013.

- [7] Margareth, Grace. "*Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Giga Bit Passive Optical Network (GPON) Citylight Residence*". Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2014.
- [8] OptiWave. "*Opti System: Optical Communication System and Amplifier Design Software*", 2009
- [9] Pattinasarani, Petronella. "*Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Google Earth Berdasarkan Survey Micro Demand Di Wilayah Laksda Adisucipto Babarsari Yogyakarta*". STT Telematika Telkom, Purwokerto, 2014.
- [10] Prastiwi, Ignatia G. D. "*Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Private Village, Cikoneng*". Universitas Telkom, 2015.
- [11] Ramadhan, Muhammad. "*Perancangan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Setraduta Bandung*". Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2013.
- [12] Sari, Okta Mia. "*Perancangan dan Simulasi Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Gigabit Passive Optical Network (GPON) Huawei Dengan Fiber Termination Management (FTM) Untuk Perumahan Pesona Civastra Village Bandung*". Universitas Telkom, 2015.
- [13] Telkom Akses. "*Materi Modul Design FTTx Telkom Akses*", 2015
- [14] Telkom Indonesia. "*Pedoman Pemasangan Jaringan Akses Fiber Optik*", 2010.