

# PERANCANGAN DAN KUALITAS LAYANAN JARINGAN FTTH (FIBER TO THE HOME) GPON DI DAERAH SUKAWATI

Komang Aldi Rae Gunawan<sup>1</sup>, I Gusti Agung Komang Diafari Djuni Hartawan<sup>2\*</sup>,  
Nyoman Pramaita<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Jalan Kampus Unud, Bukit Jimbaran, Badung, Bali 80361

\*Email Penulis Korespondensi : [igakdiafari@unud.ac.id](mailto:igakdiafari@unud.ac.id)

## ABSTRAK

Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) adalah teknologi jaringan berbasis serat optik yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui sinyal cahaya. Dengan menggabungkan kapasitas besar serat optik, pemanfaatan gelombang cahaya, dan sistem berbagi jaringan, GPON dapat mencapai kecepatan transfer data hingga tingkat gigabit ke rumah dan gedung yang terhubung. Teknologi ini digunakan dalam layanan akses broadband seperti Fiber to the Home (FTTH), yang memungkinkan penyedia layanan untuk memberikan koneksi internet berkecepatan tinggi kepada pengguna mereka. Dalam penelitian ini, daerah Sukawati dipilih sebagai lokasi perancangan FTTH karena kebutuhan layanan jaringan internet yang belum terpenuhi dari 3.000 pelanggan yang tinggal di wilayah tersebut. Hasil survei tentang jumlah rumah, tiang tiang yang telah dipasang, dan jumlah pengguna yang memiliki koneksi internet. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan matematis dan metode simulasi dengan menggunakan program OptiSystem. Setelah dihitung, nilai redaman total untuk ODC FA -20 dBm dan ODC FB -19 dBm ditemukan, masing-masing 20,255 dB dan 20,537 dB, yang masih di bawah batas redaman total standar ITU-T sebesar 28 dB. Hasil ini menunjukkan bahwa jaringan memiliki kemampuan untuk memberikan layanan pelanggan yang luar biasa.

**Kata kunci :** Jaringan Optik Gigabit Pasif ,FTTH , Link Budget, Optisystem

## ABSTRACT

*Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology is a fiber optic-based network technology used to transmit data through light signals. By combining the advantages of large capacity of optical fiber, the use of light waves, and network sharing systems, GPON is able to deliver data transfer speeds up to gigabit levels to homes and connected buildings. This technology is applied in broadband access services such as Fiber to the Home (FTTH), so that service providers can provide high-speed internet connections to users. In this study, the Fiber To The Home (FTTH) design chosen is the Sukawati area because the area has an unmet need for internet network services for 3,000 customers. The study used mathematical calculation and simulation using OptiSystem program. The FTTH design was based on the results of a survey regarding the number of houses, existing poles, and new poles that need to be built in the Sukawati area. The outcome of the calculation of the total attenuation value on the downstream and upstream are 20.255 dB and 20.537 dB, which are still below the ITU-T standard total attenuation limit of 28 dB. Meanwhile, testing with OptiSystem software for ODC FA, the power receive value is -20 dBm. and ODC FB, the power receive value is -19 dBm. These outcome indicate that the network is able to provide quality service to customers...*

**Key Words :** GPON, FTTH, Link Budget, Optisystem

## 1. PENDAHULUAN

Untuk menyediakan layanan data kepada pelanggan dengan menggunakan

transmisi serat optik sebagai jaringan akses internet dikenal sebagai Fiber To The Home (FTTH). Pelanggan merasa puas dengan

layanan perusahaan telekomunikasi, khususnya di Indonesia, karena jaringan fiber optik ini handal, efisien, dan memiliki banyak manfaat dan mampu mengirimkan data dengan cepat dan stabil, serta tahan terhadap gangguan eksternal. [1].

Karena harga keanggotaan biasanya lebih murah, Internet broadband sangat direkomendasikan untuk rumah, kafe, apartemen, usaha kecil, dan tempat kerja yang tidak memerlukan koneksi internet yang sangat kuat dan stabil. Teknik FTTH-GPON tidak pernah meninggalkan layanan broadband.. Dengan performa yang andal dan efisien, jaringan fiber optik mampu memberikan layanan berkualitas yang berdampak positif pada tingkat kepuasan pelanggan perusahaan telekomunikasi di Indonesia. [1].

Biaya layanan yang relatif rendah menjadikan Internet Broadband sebagai solusi yang sesuai untuk penggunaan di rumah tangga, kafe, apartemen, usaha kecil, dan lingkungan kerja dengan kebutuhan bandwidth serta tingkat keandalan koneksi yang tidak terlalu tinggi. Adanya infrastruktur akses FTTH menggunakan teknologi serat optik, teknologi FTTH-GPON selalu terkait dengan layanan broadband. Oleh karena itu, teknologi ini dianggap sesuai untuk masa kini dan masa depan.

Fiber To The Home (FTTH) merupakan teknologi akses jaringan berbasis serat optik yang menghubungkan Sentral Telepon Otomat (STO) secara langsung dengan perangkat yang digunakan pelanggan. Dibandingkan dengan jaringan yang masih memanfaatkan kabel tembaga maupun teknologi nirkabel, FTTH menawarkan berbagai keunggulan dari segi kinerja dan kualitas layanan. Teknologi ini mampu menyediakan koneksi yang stabil dengan kecepatan transmisi hingga 100 Mbps serta dapat menjangkau pelanggan yang berada pada jarak sekitar 20 kilometer dari sentral. Kemampuan tersebut menjadikan FTTH sebagai salah satu solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan layanan telekomunikasi dan internet berkecepatan tinggi.

Desain Fiber To The Home (FTTH) dipilih di daerah Sukawati karena daerah tersebut memiliki kebutuhan layanan jaringan internet yang belum terpenuhi untuk

3.000 pelanggan. Hasil survei tentang jumlah rumah di wilayah Sukawati, serta jumlah tiang yang sudah tersedia dan baru yang perlu dibangun, digunakan untuk membuat desain FTTH menggunakan Google Earth. Desain juga dibuat dengan mengetahui lokasi ODC (Optical Distribution Cabinet), jumlah ODP (Optical Distribution Point), dan jarak distribusi.

Seiring meningkatnya kebutuhan layanan internet di wilayah Sukawati, terdapat peluang untuk mengembangkan infrastruktur jaringan FTTH yang mampu memberikan layanan berkualitas dengan cakupan luas. PT.XYZ sebagai penyedia layanan telekomunikasi merencanakan desain dan implementasi jaringan FTTH di Sukawati. Dari permasalahan tersebut dilakukan penelitian dengan menganalisa kebutuhan jumlah Core Fiber Optik untuk layanan internet dan standar perancangan infrastruktur FTTH (Fiber To The Home) oleh PT. TXYZ yang akan dibangun di daerah Sukawati dan kualitas jaringan yang telah dirancang dengan menggunakan software Optisystem

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Sistem Komunikasi Optik**

Serat optik merupakan media transmisi yang terbuat dari bahan kaca atau plastik khusus yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal cahaya dari satu titik ke titik lainnya. Karakteristik utamanya yang mampu mendukung kecepatan transmisi data yang tinggi menjadikan teknologi ini sangat sesuai untuk kebutuhan komunikasi modern. Perkembangan teknologi serat optik telah memungkinkan pengiriman data dalam jumlah yang lebih besar dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan media transmisi konvensional, serta memiliki tingkat redaman yang relatif rendah, yaitu kurang dari 20 dB/km. Keunggulan tersebut membuat serat optik banyak digunakan dalam berbagai sistem telekomunikasi. Proses pengiriman informasi melalui media ini memanfaatkan prinsip pemantulan cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang merambat di dalam inti serat optik [2]

### **2.2 Gigabit Pasive Optical Network**

Gigabit Passive Optical Network (GPON) merupakan teknologi jaringan akses optik yang mengacu pada standar seri G.984 yang ditetapkan oleh ITU-T. Teknologi ini telah banyak diadopsi secara global dan memiliki pangsa pasar yang cukup besar dibandingkan teknologi akses optik lainnya. Standar GPON mencakup beberapa rekomendasi ITU-T, yaitu G.984.1, G.984.2, G.984.3, dan G.984.4 [3]. Sebagai salah satu implementasi Fiber To The Home (FTTH), GPON menawarkan berbagai keunggulan, antara lain tingkat keamanan yang lebih baik, kemampuan transfer data berkecepatan tinggi, serta dukungan terhadap berbagai protokol lapisan kedua seperti Asynchronous Transfer Mode (ATM), Gigabit Encapsulation Method (GEM), dan Ethernet.

### 2.3 Quality of Service

Quality of Service (QoS) dalam arsitektur jaringan FTTH (Fiber to the Home) merupakan faktor penting untuk memastikan pengiriman sinyal yang berkualitas kepada pengguna. Beberapa parameter yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan kualitas sinyal yang dikirimkan meliputi Bit Error Rate (BER), Q Factor, dan Link Power Budget. Dengan memperhatikan parameter-parameter tersebut, operator jaringan dapat memonitor dan memastikan kualitas sinyal yang baik dalam arsitektur jaringan FTTH. Dengan menjaga tingkat BER yang rendah, Q-Factor yang tinggi, dan mempertimbangkan Link Power Budget yang cukup, operator dapat memberikan layanan yang andal dan berkualitas kepada pengguna.

### 2.4 Link Power Budget

Perhitungan Link Power Budget dilakukan untuk mengetahui batas maksimum redaman yang masih dapat ditoleransi pada jalur transmisi antara daya keluaran pemancar (transmitter) dan tingkat sensitivitas penerima (receiver). Nilai Link Power Budget ditentukan berdasarkan standar ITU-T G.984 serta ketentuan yang diterapkan oleh PT. XYZ, yaitu panjang jaringan tidak melebihi 20 km dengan total redaman maksimum sebesar 28 dB atau

daya terima ( $P_r$ ) minimal sebesar -28 dBm. Perhitungan parameter tersebut dilakukan menggunakan Persamaan (1) hingga Persamaan (3)

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{kabel}} + n_{\text{con}} \cdot \alpha_{\text{con}} + n_{\text{splice}} \cdot \alpha_{\text{splice}} + \alpha_{\text{splitter}} \quad (1)$$

$$M = (P_{\text{tx}} - P_r) - \alpha_{\text{tot}} - \text{SM} \quad (2)$$

$$P_{\text{rx}} = P_{\text{tx}} - \alpha_{\text{tot}} \quad (3)$$

Dimana:

$P_{\text{tx}}$  = Daya keluaran sumber optik (dBm)

$P_{\text{rx}}$  = Sensitivitas maksimum detektor (dBm)

SM = Safety Margin, berkisar 6-8 (dB)

$\alpha_{\text{tot}}$  = Total Redaman sistem (dB)

M = Margin Daya (dBm)

L = Panjang serat optik (km)

$\alpha_{\text{con}}$  = Redaman konektor (dB/buah)

$\alpha_{\text{splitter}}$  = Redaman splitter (dB)

$\alpha_{\text{kabel}}$  = Redaman serat optik (dB/km)

$\alpha_{\text{splice}}$  = Redaman sambungan

(dB/sambungan)

$n_{\text{con}}$  = Jumlah konektor

$n_{\text{splice}}$  = Jumlah sambungan

Nilai margin daya harus berada di atas 0 (nol) untuk memastikan sistem transmisi dapat beroperasi dengan baik. Margin daya menunjukkan jumlah daya yang masih tersedia setelah daya transmisi mengalami berbagai redaman sepanjang jalur komunikasi, serta setelah memperhitungkan nilai safety margin dan batas sensitivitas perangkat penerima. Dengan demikian, margin daya menjadi indikator penting dalam menentukan kelayakan dan keandalan suatu sistem transmisi optik [4].

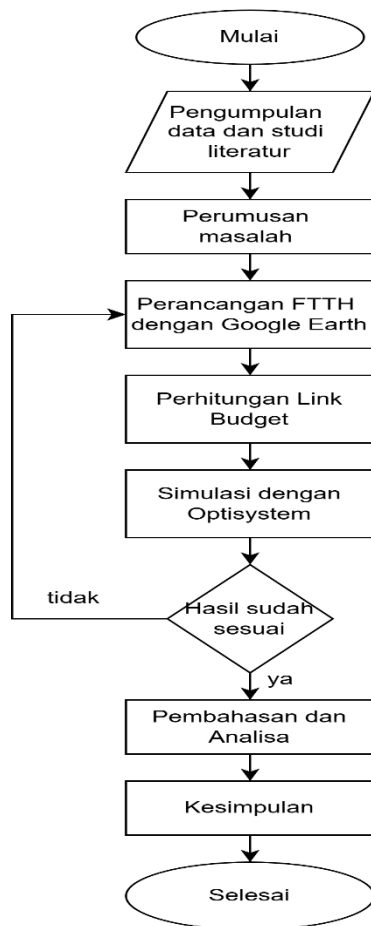
### 2.5 Optisystem

OptiSystem merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh Optiwave untuk mendukung proses perancangan, analisis, dan simulasi berbagai sistem komunikasi berbasis serat optik. Aplikasi ini banyak digunakan oleh peneliti, insinyur telekomunikasi optik, integrator sistem, mahasiswa, serta berbagai kalangan yang berkecimpung dalam bidang komunikasi optik. Melalui OptiSystem, pengguna dapat melakukan evaluasi kinerja jaringan, menghitung berbagai parameter sistem, merancang topologi jaringan, serta

menjalankan beragam analisis yang berkaitan dengan teknologi serat optik [5].

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di daerah Sukawati, Kabupaten Gianyar. Data penelitian diperoleh dari pemetaan daerah atau lokasi perancangan. Data ini meliputi jalur yang dilalui oleh jaringan GPON yang akan dirancang dari pusat transmisi menuju ke titik yang akan dilayani dari jaringan transmisi yang akan di petakan menggunakan aplikasi Google Earth.

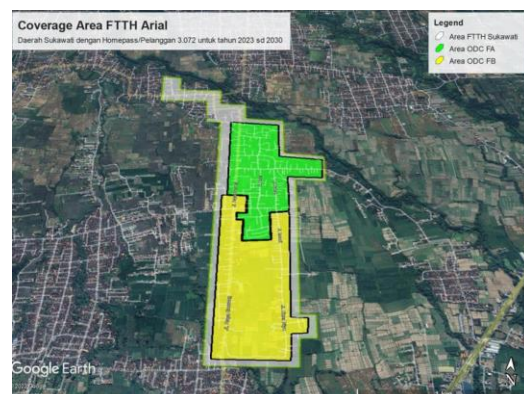


**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian. Tahap awal dilakukan dengan mengumpulkan berbagai informasi yang diperlukan, termasuk penyusunan diagram jalur, pengumpulan data beban, serta pengukuran panjang saluran transmisi. Setelah data awal diperoleh, dilakukan

identifikasi dan perumusan masalah yang berkaitan dengan perancangan jaringan Fiber To The Home (FTTH). Selanjutnya, aplikasi Google Earth dimanfaatkan untuk menentukan dan memverifikasi lokasi penempatan splitter pada jaringan yang dirancang. Tahap berikutnya adalah melakukan pengujian dan analisis terhadap desain jaringan menggunakan metode power link budget untuk memastikan kelayakan sistem. Setelah itu, rancangan yang telah dibuat disimulasikan dan dievaluasi guna menilai kinerja jaringan berdasarkan hasil perhitungan power link budget. Tahap akhir penelitian adalah menyusun kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan

Pada gambar 2 menunjukan cakupan area desain FTTH di daerah Sukawati dengan total 3.000 homepass/pelanggan. Cakupan desain secara keseluruhan ditunjukkan oleh warna putih, sementara warna hijau menunjukkan cakupan area dan jalur distribusi untuk ODC 1. Demikian pula, warna kuning menunjukkan cakupan area dan jalur distribusi untuk ODC 2.



**Gambar 2.** Coverage Area FTTH di daerah Sukawati

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kebutuhan Layanan Internet pada Jaringan FTTH

Beberapa faktor dasar yang perlu diperhatikan untuk memenuhi kebutuhan layanan internet di daerah Sukawati, Faktor-faktor tersebut meliputi jumlah pengguna atau pelanggan yang akan berlangganan,

kualitas layanan (Quality of Service) yang diinginkan, serta skalabilitas dan potensi pertumbuhan di masa depan. Dalam merancang jaringan FTTH (Fiber-to-the-Home) berbasis GPON (Gigabit Passive Optical Network) di daerah Sukawati, kapasitas SFP (Small Form-factor Pluggable) sebesar 2.488 Gbps digunakan untuk pelanggan.

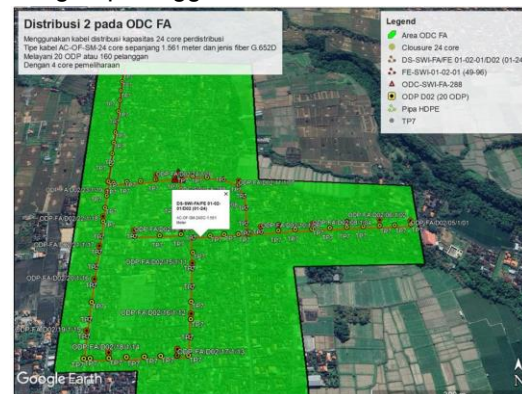
Saat ini sekitar 3.000 pelanggan daerah Sukawati belum mendapatkan akses layanan internet. Dalam penelitian ini, dirancang jaringan FTTH di daerah Sukawati menggunakan 2 ODC (Optical Distribution Cabinet). Desain ini menggunakan sistem 2 stage splitter, dengan Passive Splitter 1:4 di ODC dan 1:8 di ODP.

Passive Splitter di ODP dengan menggunakan 2 ODC =  $3072/8 = 384$ , Jumlah core optik untuk kabel distribusi = 384, Jumlah core optik untuk Feeder =  $384/4 = 96$ . Dengan asumsi kabel distribusi memiliki kapasitas 24 core, jumlah kabel yang diperlukan akan menjadi 16 jalur distribusi dengan kapasitas 24 core, karena 2 ODC =  $384/24$ .

#### 4.2 Cakupan Area dan Jalur Distribusi ODC FA dan FB

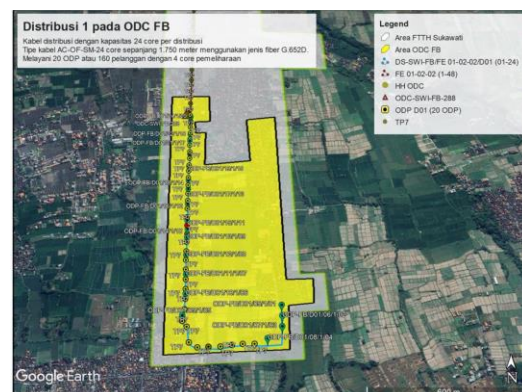
Pada perancangan jaringan Fiber to the Home (FTTH) di wilayah Sukawati, direncanakan pembangunan dua Optical Distribution Cabinet (ODC), yaitu ODC FA dan ODC FB. Masing-masing ODC dirancang untuk melayani area cakupan dan jalur distribusi yang berbeda guna memenuhi kebutuhan layanan internet di wilayah tersebut. Dalam desain ini, kedua ODC menggunakan kapasitas sebesar 288 core. Pemilihan kapasitas yang lebih besar dibandingkan kebutuhan kabel feeder saat ini dilakukan untuk mengakomodasi pengembangan jaringan, penambahan pelanggan, serta kebutuhan pemeliharaan di masa mendatang. Penentuan lokasi ODC juga mempertimbangkan berbagai aspek, seperti tingkat keamanan, potensi bencana alam seperti banjir, persebaran titik permintaan layanan, kondisi geografis wilayah, serta penempatannya pada lokasi yang strategis atau mendekati pusat

kawasan layanan. Gambar 4 menunjukkan area cakupan ODC FA beserta jalur distribusi yang menghubungkan jaringan dengan pelanggan.



Gambar 4. Jalur Distribusi 2 pada ODC FA

Pada desain cakupan area ODC FA yang terlihat pada gambar 4, ODC FA mampu melayani 480 dari total 1.536 homepass/pelanggan, jumlah feeder yang digunakan sebanyak 15 core feeder dari total 48 core feeder yang tersedia pada ODC FA. Selanjutnya, desain cakupan area dan jalur distribusi ODC FB, yang mampu melayani 320 dari total 1.536 homepass/pelanggan, jumlah feeder yang digunakan sebanyak 15 core feeder dari total 48 core feeder yang tersedia pada ODC FB. Pada gambar 5 terlihat cakupan area dan jalur distribusi ODC FB



Gambar 5. Jalur Distribusi 1 pada ODC FB

#### 4.3 Desain Jaringan GPON-FTTH Menggunakan Software OptiSystem

Simulasi dilakukan pada software OptiSystem 7.0 dengan skema jaringan

point-to multipoint, menggunakan passive splitter untuk membagi output serat optik. Simulasi ini dimulai dari OLT sebagai pemancar yang kemudian terhubung ke ODC. Satu core feeder di OLT dibagi menjadi empat dengan passive splitter di ODC. Selanjutnya, empat core output dari ODC dibagi kembali dengan passive splitter 1:8 di ODP, yang kemudian setiap core akan menuju ke ONT di rumah pelanggan. Hasil simulasi dianalisis menggunakan Optical Power Meter dan BER Analyzer. Spesifikasi elemen dan perangkat yang digunakan dalam simulasi pada software OptiSystem diatur berdasarkan standar dari PT. XYZ yang dapat dilihat pada tabel 1,2,dan 3

**Tabel 1.** Spesifikasi Elemen Jaringan Pada OptiSystem

| No | Elemen Jaringan                         | Batasan | Standar Redaman |
|----|-----------------------------------------|---------|-----------------|
| 1  | Kabel<br><i>wavelength</i><br>(1490 nm) | Max     | 0.35 dB/km      |
| 2  | Kabel<br><i>wavelength</i><br>(1310 nm) | Max     | 0.28 dB/km      |
| 3  | Konektor                                | Max     | 0.25 dB         |
| 4  | Splitter 1:4                            | Max     | 7.25 dB         |
| 5  | Splitter 1:8                            | Max     | 10.38 dB        |

**Tabel 2** Spesifikasi OLT Pada OptiSystem

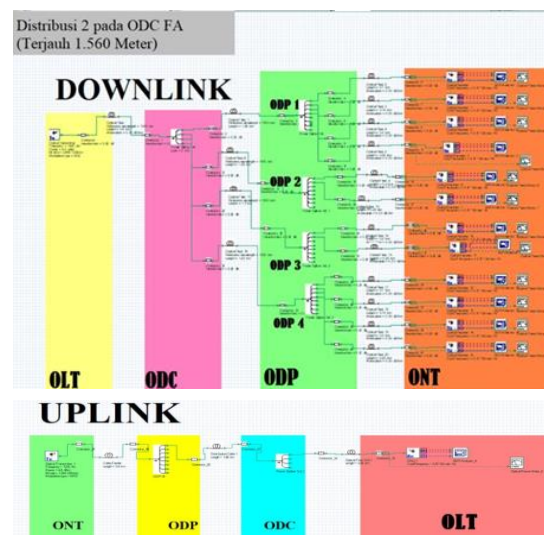
| Parameter OLT                            | Spesifikasi       |
|------------------------------------------|-------------------|
| <i>Daya pancar optik</i>                 | 1.5 dBm s/d 5 dBm |
| <i>Panjang gelombang transmisi turun</i> | 1490 nm           |
| <i>Panjang gelombang transmisi naik</i>  | 1310 nm           |
| Laju transmisi downstream                | 2.488 Gbps        |
| Laju transmisi upstream                  | 1.244 Gbps        |

**Tabel 3** Spesifikasi ONT Pada OptiSystem

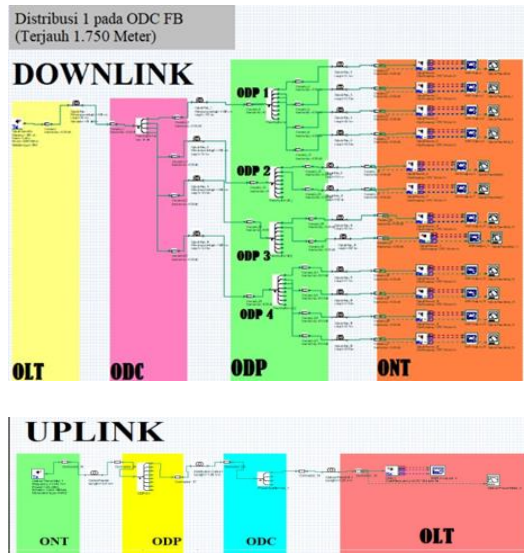
| Parameter ONT              | Spesifikasi       |
|----------------------------|-------------------|
| <i>Keluaran daya optik</i> | 0.5 dBm s/d 5 dBm |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <i>Panjang Gelombang Downlink</i> | 1490 nm    |
| <i>Panjang Gelombang uplink</i>   | 1310 nm    |
| Sensitifitas Penerima             | -28 dBm    |
| Daya saturasi optik Penerima      | -8 dBm     |
| Downstream rate                   | 2.488 Gbps |
| Upstream rate                     | 1.244 Gbps |

Gambar 5 dan 6 merupakan desain jaringan FTTH pada pada *software* OptiSystem. Distribusi yang dimodelkan hanya distribusi terjauh pada setiap ODC. Distribusi dua pada ODC FA merupakan distribusi terjauh dengan panjang 1.560 meter dan distribusi 1 pada ODC FB merupakan distribusi terjauh dengan panjang 1.750 meter



**Gambar 5.** Simulasi Optisystem Distribusi 2 pada ODC FA



**Gambar 6.** Simulasi Optisystem Distribusi 1 pada ODC FB

#### 4.4 Analisis QoS pada Jaringan Berdasarkan Kinerja OptiSystem

Quality of Service (QoS) dalam desain jaringan FTTH-GPON mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan tingkat layanan yang dijamin dengan kualitas yang diinginkan kepada pengguna, bertujuan untuk memberikan pengalaman pengguna yang optimal dan memastikan layanan serta aplikasi yang ditawarkan tetap berkualitas tinggi. Dengan implementasi QoS yang efektif, penyedia layanan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan dan menyediakan layanan yang konsisten kepada pelanggan. Hasil unjuk kerja jaringan dapat ditemukan dalam Tabel 4 dan Tabel 5.

Berdasarkan hasil dari Tabel 4 dan 5, dapat dilihat bahwa unjuk kerja transmisi jaringan daerah Sukawati pada ODP terjauh dan ODP terdekat memenuhi kriteria yang ditetapkan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai power receive berada dalam rentang yang diterima, yaitu lebih besar dari -28 dBm dan kurang dari -8 dBm. Hal ini sesuai dengan standar receive sensitivity yang diatur oleh ITU-T G.984.2 (ITU-T, 2019)

**Tabel 4.** Hasil simulasi Downlink dan Uplink untuk ONT terjauh tiap ODP pada Distribusi 2 ODC FA

| ODP      | ONT Terjauh | Power pada Transmitter (dBm) | Jarak OLT ke ONT (KM) | Power receive (dBm) |
|----------|-------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Downlink |             |                              |                       |                     |
| ODP 1    | ONT 4       | 4.5                          | 4.02                  | -19.635             |
| ODP 2    | ONT 2       | 4.5                          | 3.87                  | -19.605             |
| ODP 3    | ONT 2       | 4.5                          | 3.81                  | -19.593             |
| ODP 4    | ONT 4       | 4.5                          | 3.71                  | -19.573             |
| Uplink   |             |                              |                       |                     |
| ODP 1    | ONT 4       | 4.5                          | 4.02                  | -20.454             |
| ODP 2    | ONT 2       | 4.5                          | 3.87                  | -20.402             |
| ODP 3    | ONT 2       | 4.5                          | 3.81                  | -20.381             |
| ODP 4    | ONT 4       | 4.5                          | 3.71                  | -20.346             |

**Tabel 5.** Hasil simulasi redaman Downlink dan Uplink untuk ONT terjauh tiap ODP pada Distribusi 2 ODC FA Distribusi 1 ODC FB.

| ODP      | ONT Terjauh | Power pada Transmitter (dBm) | Jarak OLT ke ONT (Km) | Power receive (dBm) |
|----------|-------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Downlink |             |                              |                       |                     |
| ODP 1    | ONT 4       | 4.5                          | 3.18                  | -20.032             |
| ODP 2    | ONT 2       | 4.5                          | 3                     | -19.969             |
| ODP 3    | ONT 2       | 4.5                          | 2.92                  | -19.941             |
| ODP 4    | ONT 4       | 4.5                          | 2.85                  | -19.916             |
| Uplink   |             |                              |                       |                     |
| ODP 1    | ONT 4       | 4.5                          | 3.18                  | -20.248             |
| ODP 2    | ONT 2       | 4.5                          | 3                     | -20.185             |
| ODP 3    | ONT 2       | 4.5                          | 2.92                  | -20.157             |
| ODP 4    | ONT 4       | 4.5                          | 2.85                  | -20.132             |

#### 4.5 Power Link Budget

Link power budget adalah alat analisis yang menentukan batas total redaman yang diizinkan antara transmitter dan receiver, berdasarkan sensitivitas receiver. Menurut standar ITU-T G.984, perhitungan link power budget harus memenuhi syarat jarak transmisi maksimum 20 km dan nilai power receive total maksimal -28 dB. Tabel 6

berikut mencantumkan parameter dan spesifikasi yang digunakan dalam perhitungan link power budget, berdasarkan simulasi menggunakan perangkat lunak OptiSystem.

**Tabel 6.** Data Parameter yang Digunakan pada OptiSystem

| NO | Parameter                                             | Spesifikasi ODC   |
|----|-------------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | $\alpha_{\text{serat}}$ = Redaman serat optik (dB/Km) | 0.35 dB           |
| 2  | $\alpha_c$ = rugi-rugi konektor (dB/Km)               | 0.25 dB           |
| 3  | $\alpha_s$ = rugi-rugi sambungan (dB)                 | 0.03 dB           |
| 4  | $\text{Sp}$ = rugi-rugi splitter 1 : 4 & 1:8 (dB)     | 17.63 dB          |
| 5  | $L$ = Panjang serat optik (Km)                        | 4.02 Km           |
| 6  | $N_c$ = Jumlah konektor                               | 6                 |
| 7  | $N_s$ = Jumlah sambungan                              | 0                 |
| 8  | $P_t$ = Power Transmit (dBm)                          | 4.5 dBm           |
| 9  | Sensitifitas Receiver                                 | -28 dbm           |
| 10 | rugi-rugi serat optik G.652 D (1310/1490) :           | (0,35/0,28) dB/Km |
| 11 | rugi-rugi serat optik G.657 D (1310/1490) :           | (0,35/0,28) dB/Km |
| 12 | Safety Margin                                         | 6 dB              |

Untuk perhitungan link power budget ini, digunakan jarak transmisi terjauh yaitu transmisi pada ONT 4 di distribusi 1 ODC FB dengan menghitung link power budget pada downstream dan upstream. Berdasarkan parameter di atas, perhitungan link power budget dan margin daya menggunakan persamaan 1,2 dan 3 dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Perhitungan redaman downstream (OLT s/d ODP) ODC FB Distribusi1 dengan Redaman serat optik G.657 D = 0,28/km  

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{kabel}} + n_{\text{con}} \cdot \alpha_{\text{con}} + n_{\text{splice}} \cdot \alpha_{\text{splice}} + \alpha_{\text{splitter}}$$

$$\alpha_{\text{tot}} = (4.02 \times 0,28) + (6 \times 0,25) + 7,25 + 10,38$$

$$\alpha_{\text{tot}} = 1,125 + 1,5 + 17,63$$

$$\alpha_{\text{tot}} = -20,255 \text{ dB}$$
- Perhitungan daya terima (Prx)  

$$Pr = P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} - SM$$

$$Pr = 4,5 - 20,255 - 6$$

$$Pr = -21,755 \text{ dBm}$$
- Perhitungan selisih daya tersedia  

$$M = (P_{tx} - Pr) - \alpha_{\text{tot}} - SM$$

$$M = (4,5 - (-28)) - 20,255 - 6$$

$$M = 6,245 \text{ dB}$$

- Perhitungan redaman downstream (OLT s/d ODP) ODC FB Distribusi1 dengan Redaman serat optik G.657 D = 0,35/km  

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{kabel}} + n_{\text{con}} \cdot \alpha_{\text{con}} + n_{\text{splice}} \cdot \alpha_{\text{splice}} + \alpha_{\text{splitter}}$$

$$\alpha_{\text{tot}} = (4.02 \times 0,35) + (6 \times 0,25) + 7,25 + 10,38$$

$$\alpha_{\text{tot}} = 1,407 + 1,5 + 17,63$$

$$\alpha_{\text{tot}} = -20,537 \text{ dB}$$
- Perhitungan daya terima (Prx)  

$$Pr = P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} - SM$$

$$Pr = 4,5 - 20,537 - 6$$

$$Pr = -22,037 \text{ dBm}$$
- Perhitungan selisih daya tersedia  

$$M = (P_{tx} - Pr) - \alpha_{\text{tot}} - SM$$

$$M = (4,5 - (-28)) - 20,537 - 6$$

$$M = 5,963 \text{ dB}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, total redaman pada jalur downstream dan upstream masing-masing sebesar 20,255 dB dan 20,537 dB. Nilai tersebut masih memenuhi ketentuan standar ITU-T karena berada di bawah batas maksimum redaman sebesar 28 dB. Sementara itu, margin daya yang diperoleh mencapai 6,245 dBm pada arah downstream dan 5,963 dBm pada arah upstream. Hasil ini menunjukkan bahwa daya yang tersedia setelah mengalami proses transmisi masih bernilai positif atau berada di atas 0 dBm, sehingga jaringan dinilai layak untuk dioperasikan..

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa *quality of service* pada desain jaringan FTTH di daerah Sukawati dengan menggunakan perhitungan dan simulasi dengan software OptiSystem menunjukkan bahwa jaringan yang didesain memenuhi standar PT. XYZ dan ITU-T. Pengujian dengan software OptiSystem menunjukkan nilai penerimaan daya ODC FA sebesar -20 dBm dan ODC FB sebesar -19 dBm, yang lebih rendah dari -8 dBm. Namun, nilai redaman total di upstream dan downstream masing-masing adalah 20,255 dB dan 20,537 dB, yang masih di bawah batas redaman total standar ITU-T, yaitu 28 dB. Hasil ini menunjukkan

bahwa jaringan dapat memberikan layanan pelanggan yang baik..

and Applications, TSSA 2014.  
doi:10.1109/TSSA.2014.7065961.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Yuwana, O. N. T. (2017). Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Dengan Teknologi Gpon Di Kecamatan Cibeber Kota Cilegon. *Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.
- [2] Leza, Y. M. (2011) Analisis Perencanaan Sistem Transmisi Serat Optik DWDM PT. Telkom Indonesia, Tbk Link Jakarta-Banten. Universitas Indonesia.
- [3] Praja, F. G., Aryanta, D. W. I., & Lidyawati, L. (2013). Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkomsel Regional Jawa Tengah. *REKA ELKOMIKA*, 1
- [4] Putra, I. P. Y. P., Sudiarta, P. K., and Sukadarmika, G. (2018) 'Studi Perbandingan Jaringan Optik Eksisting dengan Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Kampus Universitas Udayana Bukit Jimbaran', *E-Journal SPEKTRUM* 5(2), pp. 45-51. doi:10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p06
- [5] Putra, I. P. Y. P. (2018) Studi Perbandingan Jaringan Optik Eksisting dengan Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Kampus Universitas Udayana Bukit Jimbaran. Universitas Udayana
- [6] Fausiah, F. (2019). Analisis Redaman pada Jaringan Fiber to the Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PT Telkom Makassar. *Ainet: Jurnal Informatika*, 1 (1), 21-27
- [7] Natali, Y., & Hapsari, R. D. (2016). Perancangan Kapasitas Jaringan Fiber To the Home (Ftth) Pada Perumahan Tawanganom Magetan Menggunakan Optisystem. *Journal ICT*, 7(13)..
- [8] Nusantara, H. and Dairianta, F. (2015) 'Design and Analysis of FTTH-GPON for High Rise Building', *Proceedings of 2014 8th International Conference on Telecommunication System Service*