

PERANCANGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DI PERUMAHAN PANORAMA INDAH PURWAKARTA

FIBER TO THE HOME (FTTH) NETWORK DESIGN AT PANORAMA INDAH RESIDENCE- PURWAKARTA

Ryan Topani¹, Tri Nopiani Damayanti ST., MT.², Aris Hartaman ST., MT.³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹topaniryan@gmail.com, ²damayanti@tass.telkomuniversity.ac.id, ³arishartaman@gmail.com

Abstrak

Teknologi Fiber To The Home (FTTH) merupakan bentuk dari kemajuan teknologi telekomunikasi berupa rancangan jaringan dari sentral ke pelanggan dimana media transmisinya adalah serat optik. Perumahan panorama indah yang terletak di purwakarta merupakan suatu perumahan di tengah kota yang modern dengan penduduk yang cukup padat, maka dari itu diperlukan suatu layanan *triple play service* dengan kualitas layanan yang baik. PT Telekomunikasi Indonesia Tbk menyetujui penggunaan teknologi FTTH (*Fiber To The Home*) menggunakan teknologi GPON (*Gigabyte-Passive Optical Network*) yang dapat mendukung layanan *triple play service*.

Pada Proyek Akhir ini dilakukan perancangan Fiber To The Home (FTTH) pada Perumahan Panorama Indah, diharapkan mendapatkan perhitungan dan penentuan jaringan yang dirancang telah sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk yaitu sebesar ≤ -28 dBm untuk setiap *user* yang ada dilihat dari nilai *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, dan juga BER. Dipastikan jenis dan jumlah penggunaan perangkat yang akan digunakan dalam perancangan ini akan lebih efisien dan lebih hemat biaya.

Dari hasil perancangan menunjukkan bahwa perancangan untuk perumahan panorama indah menggunakan 1 ODC, 28 buah ODP, dan 217 buah ONT dengan menggunakan *splitter* 1:4 dan *splitter* 1:8. Jaringan GPON yang dirancang memiliki kecepatan transmisi 1,24 Gbps untuk *upstream* dan 2,48 Gbps untuk *downstream*. Analisis performansi jaringan menunjukkan pada panjang gelombang 1310 nm nilai *link power budget* sebesar -22.406 dBm dan *link rise time budget* sebesar 0.2627 ns. Pada panjang gelombang 1490 nm nilai *link power budget* sebesar -9.349 dBm dan *link rise time budget* sebesar 0.2504 ns. Untuk perhitungan BER sendiri didapatkan hasil perhitungan untuk arah *Downstream* sebesar 8.825×10^{-65} dan untuk arah *Upstream* sebesar 0 (nol), kedua nilai tersebut telah memenuhi standar BER yaitu $< 10^{-9}$.

Kata kunci : Fiber To The Home (FTTH), Fiber Optik, *Triple Play Service*, *Rise Time Budget*, *Power Link Budget*, OptiSystem

Abstract

Fiber To The Home Technology (FTTH) is a form of telecommunication technology advances in the form of network design from the central to the customer where the transmission device is fiber optic. Panorama Indah Residence located in Purwakarta is a refinement in the middle of a modern city with a fairly populous population, hence the need for a service triple play service with good service quality. PT Telekomunikasi Indonesia Tbk has agreed to use FTTH (Fiber To The Home) technology using GPON technology (Gigabyte-Passive Optical Network) which can support triple play service.

In this Final Project, the design of Fiber To The Home (FTTH) in Panorama Indah Housing is expected to get the calculation and determination of the network which is designed to be in accordance with the quality standards set by PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk that is equal to -28 dBm for each user that is seen from the value of Power Link Budget, Rise Time Budget, and also BER. It is ensured the type and amount of use of the device to be used in this design will be more efficient and more cost-effective.

The design results show that the design for panorama indah residence uses 1 ODC, 28 ODP, and 212 for ONT using 1: 4 splitter and 1: 8 splitter. The designed GPON network has a transmission speed of 1.24 Gbps for upstream and 2.48 Gbps for downstream. Network performance analysis shows the wavelength of 1310 nm of power budget link value is -22.406 dBm and link rise time budget of 0.2627 ns. At a wavelength of 1490 nm the value of power-budget link is -9.349 dBm and link rise time budget of 0.2504 ns. For the calculation of BER own calculation results obtained for Downstream direction of 8.825×10^{-65} and for the direction of Upstream of 0 (zero), the two values have BER standard minimum is $< 1 \times 10^{-9}$.

Keywords : *Fiber To The Home (FTTH), Fiber Optik, Triple Play Service, Rise Time Budget, Power Link Budget, OptiSystem*

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 optik 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 FTTx yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel serat optik dan memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan teknologi serat optik pasif lainnya.

Dalam proyek akhir ini akan dirancang jaringan akses *Fiber to the Home (FTTH)* di Panorama Indah 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*. sendiri merupakan hunian perumahan yang modern dengan lingkungan yang hijau dan asri terdiri dari rumah tipe 36, dan tipe 45 dengan jumlah rumah 217 pelanggan yang sangat jelas membutuhkan layanan akses yang cepat untuk mendukung fasilitas yang disediakan.

2. Dasar Teori

2.1 Fiber Optik

Fiber optik adalah saluran transmisi / sejenis kabel yang terbuat

dari kaca atau plastik yang panjang dan tipis serta berdiameter sangat kecil dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat yang lain. Sumber cahaya yang digunakan adalah *LASER* atau *LED*. Fiber optik memiliki diameter lebih kurang 120 mikrometer, dan memiliki kecepatan transmisi yang sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Cahaya yang ada di dalam fiber optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi fiber optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Perkembangan teknologi fiber optik saat ini telah menghasilkan attenuation sebesar kurang dari 20 dB/Km^[1].

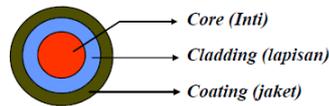
Struktur serat optik biasanya terdiri atas tiga bagian, yaitu :

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 jaket (*coating*). Bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastic elastik. Lapisan ini dapat menambah kekuatan untuk kabel fiber optik, walaupun tidak memberikan peningkatan terhadap sifat gelombang optik pada kabel tersebut. Namun lapisan resin ini dapat menyerap cahaya dan mencegah kemungkinan terjadinya kebocoran cahaya yang keluar dari selubung inti. Dan juga hal

ini dapat juga mengurangi cross talk yang akan mungkin terjadi.



Struktur Dasar Serat Optik



Struktur Dasar Serat Optik

Gambar 2.1 : Struktur Fiber Optik^[7]

2.2 Arsitektur Jaringan Fiber Optik Secara Umum^[4]

Secara Umum Jaringan Lokal Akses Fiber (JARLOKAF) memiliki 2 (dua) buah perangkat optoelektronik, yaitu perangkat optoelektronik di sisi sentral dan perangkat optoelektronik di sisi pelanggan atau disebut dengan Titik Konversi Optik (TKO). Peletakan TKO akan menimbulkan modus arsitektur JARLOKAF yang berbeda pula, yaitu:

1. Fiber To The Zone (FTTZ)

TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, baik di dalam kabinet dengan kapasitas besar. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa kilometer. FTTZ umumnya diterapkan pada daerah perumahan yang letaknya jauh dari sentral atau infrastruktur duct pada arah yang bersangkutan, sudah tidak memenuhi lagi untuk ditambahkan dengan kabel tembaga.

2. Fiber To The Curb (FTTC)

TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, baik di dalam kabinet dan di atas tiang dengan kapasitas lebih kecil. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter. FTTC dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis yang letaknya berkumpul di suatu area terbatas namun tidak berbentuk gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan yang pada waktu dekat akan menjadi pelanggan jasa hiburan.

3. Fiber To The Building (FTTB)

TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di basement namun dapat

pula diletakkan pada beberapa lantai di gedung tersebut. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor*. FTTB dalam diterapkan bagi pelanggan bisnis di gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan di apartemen.

4. Fiber To The Home (FTTH)

Fiber To The Home (FTTH) merupakan arsitektur jaringan kabel fiber optik yang dibuat hingga sampai kerumah-rumah atau ruangan dimana terminal berada. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi fiber optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional.

Dapat dilihat perbedaan antara teknologi FTTx diatas, yaitu bagaimana serat optic disambungkan sedekat mungkin dengan terminal yang dimiliki pelanggan.

2.3 Gigabit Passive Optical Network (GPON)^[6]

GPON adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai Broadband Access berbasis kabel serat optik evolusi dari BPON. GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 dan hingga kini bersaing dengan *GEPON (Gigabit Ethernet PON)*, yaitu PON versi IEEE yang berbasiskan teknologi ethernet. GPON mempunyai dominansi market yang lebih tinggi dan roll out lebih cepat dibanding penetrasi GEPON. Standar G.984 mendukung bit rate yang lebih tinggi, perbaikan keamanan, dan pilihan protokol layer 2 (ATM, GEM, atau Ethernet).

Baik GPON ataupun GEPON, menggunakan serat optik sebagai medium transmisi. Satu perangkat akan diletakkan pada sentral, kemudian akan mendistribusikan traffic Triple Play (Suara/VoIP, Multi Media/Digital Pay TV dan Data/Internet) hanya melalui media 1 core kabel optik disisi subscriber atau pelanggan. Yang menjadi ciri khas dari teknologi ini dibanding teknologi optik lainnya semacam SDH adalah teknik distribusi trafik nya dilakukan secara pasif. Dari sentral hingga ke arah subscriber akan didistribusikan menggunakan pasif splitter (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64). GPON menggunakan TDMA sebagai teknik *multiple access upstream* dengan data rate sebesar 1.2 Gbps dan menggunakan broadcast kearah

downstream dengan data rate sebesar 2.5 Gbps. Model paketisasi data menggunakan *GEM (GPON Encapsulation Methode)* atau ATM cell untuk membawa layanan TDM dan packet based. GPON jadi memiliki efisiensi bandwidth yang lebih baik dari BPON (70 %), yaitu 93 %.

Prinsip kerja dari GPON itu sendiri ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan fiber optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONU, untuk ONU sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan user. Pada prinsipnya, PON adalah sistem point to multipoint, dari fiber ke arsitektur *premise network* dimana *unpowered optical splitter (splitter fiber)* fiber optik tunggal.

Arsitektur sistem GPON berdasarkan pada *TDM (Time Division Multiplexing)* sehingga mendukung layanan T1, E1 dan DS3. Tidak seperti sistem multiplekser lainnya, GPON mempunyai layer PMD (Physical Media Dependent) yang dilengkapi dengan *FEC (Forward Error Corection)*. ONU mempunyai kemampuan untuk mentransmisikan data di 3 mode power. Pada mode 1, ONT akan mentransmisikan pada kisaran daya output yang normal. Pada mode 2 dan 3 ONT akan mentransmisikan 3-6 dB lebih rendah daripada mode 1 yang mengizinkan OLT untuk memerintahkan ONT menurunkan daya apabila OLT mendeteksi sinyal dari ONT terlalu kuat atau sebaliknya, OLT akan member perintah ONT untuk menaikkan daya jika terdeteksi sinyal dari ONT terlalu rendah.

2.4 Layanan Triple Play^[3]

Layanan *triple play* adalah layanan voice, video dan internet melalui jaringan broadband. Jenis-Jenis layanan pada triple play yaitu:

1. IPTV

Layanan televisi internet yang bisa digunakan untuk menonton siaran nasional dan international yang juga didukung dengan fitur video on demand dan memiliki kualitas gambar *High Definition TV*, sehingga tentunya IPTV menggunakan *bandwidth* yang cukup besar yaitu 10-15 Mbps.

2. VoIP

VoIP merupakan suatu metoda transmisi sinyal suara dengan mengubahnya ke dengan menggunakan

platform IP (*Internet Protocol*). Pada umumnya voip menggunakan codec G.711 (64 kbps) agar kualitas suara yang dihasilkan baik. Besar *bandwith* yang dibutuhkan adalah 0,1 Mbps.

3. Data

Data merupakan layanan yang digunakan untuk mengirimkan suatu objek berupa data sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Misalnya adalah, *internet*. Dll. Permintaan pelanggan adalah 2 Mbps.

4. IP CCTV

IP CCTV adalah suatu sistem yang menggunakan video camera untuk menampilkan dan merekam gambar pada waktu dan tempat tertentu dimana perangkat ini terpasang. IP CCTV merupakan kepanjangan dari *Closed Circuit Television*, yang berarti menggunakan signal yang bersifat tertutup, tidak seperti televisi biasa yang merupakan *broadcast signal*. Disini dibutuhkan 2 Mbps untuk pemasangan IP CCTV.



Gambar 2.8 Triple play
2.5 Power Link Budget (PLB)^[6]

Power Link budget digunakan untuk mengetahui redaman total yang diijinkan daya keluar pemancar dan *sensitivitas* penerima. Batasan redaman total tersebut diperhitungkan dari redaman konetor, sambungan, dan redaman dari serat itu sendiri.

Untuk menghitung *Link power budget* dapat dihitung dengan rumus:

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \quad (2.1)$$

Sedangkan untuk mencari nilai daya yang diterima di photodetector atau disisi pelanggan dapat dihitung dengan persamaan

$$Pr_x = Ptx - \alpha_{\text{tot}} - SM \quad (2.2)$$

Keterangan :

Pt = Daya keluaran sumber optik (dBm)

Pr = Sensitivitas daya maksimum detektor (dBm)

Prx = Daya terima, sensitivitas penerima (dBm)

Ptx = Daya kirim (dBm)

α_{tot} = Redaman Total sistem (dB)

L = Panjang serat optik (Km)

- α_c = Redaman Konektor (dB/buah)
- α_s = Redaman sambungan (dB/sambungan)
- α_{serat} = Redaman serat optik (dB/ Km)
- N_s = Jumlah sambungan
- N_c = Jumlah konektor
- S_p = Redaman Splitter
- SM = Safety Margin, berkisar 6-8 dB

2.6 Rise Time Budget (RTB)^[6]

Rise Time Budget adalah 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 performansi jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya *degradasi total waktu transisi* dari link digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit *NRZ (Non-return-to-zero)* atau 35 persen dari satu periode bit untuk data *RZ (return-to-zero)*. Satu periode bit didefinisikan sebagai *resiprokal* dari data rate. Untuk menghitung *Rise Time Budget* dapat dihitung dengan rumus:

$$T_{\text{material}} = \Delta\sigma \times L \times Dm \dots \dots \dots (2.3)$$

$$t_{\text{system}} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{rx}^2} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

- t_{tx} (ns) = Rise time transmitter
- t_{rx} = Rise time receiver (ns)
- $t_{\text{intermodal}}$ = bernilai nol (untuk serat optik *single mode*)
- $t_{\text{intramodal}}$ = $\Delta\sigma \times L \times Dm$
- $\Delta\sigma$ = Lebar spektral (nm)
- L = Panjang serat optik (Km)
- Dm = *Dispersi Material* (ps/nm.Km)

2.7 Bit Error Rate (BER)^[6]

Bit error rate merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. Sensitivitas merupakan daya optik minimum dari sinyal yang datang pada bit error rate yang dibutuhkan. BER untuk sistem komunikasi optic sebesar 10^{-9} . Yang dimaksud dari penulisan 10^{-9} adalah terdapat kemungkinan 1 bit yang eror dari 10^9 data yang dikirimkan dalam 1 kali proses transmisi. Semakin kecil nilai Bit Error Rate maka semakin baik kondisi

suatu jaringan telekomunikasi.

2.8 Google Earth^[6]

Dengan menggunakan aplikasi *Google Earth* maka gambar satelit dapat diamati dengan menampakkan sketsa



jalan, keadaan geografis dan data spesifik mengenai lokasi atau tempat tertentu. *Google Earth* dapat menyajikan gambar dengan akurasi yang sangat mengagumkan, seperti tampilan pegunungan, gedung-gedung, bahkan ada pula yang menampilkan kendaraan yang ada di jalan raya pun dapat terlihat.

Gambar 2.9 *Google Earth*

2.9 Optiwave System (OptiSystem)^[2]

Optisystem adalah simulator berbasis pemodelan sistem komunikasi optik yang sifatnya nyata. Pada *Optisystem* dilengkapi *Graphical User Interface (GUI)* menyeluruh yang terdiri atas project layout, komponen netlis, model komponen, serta tampilan grafik. *Library Optisystem* terdiri dari komponen aktif dan pasif yang tergantung kepada parameter wavelengthnya.

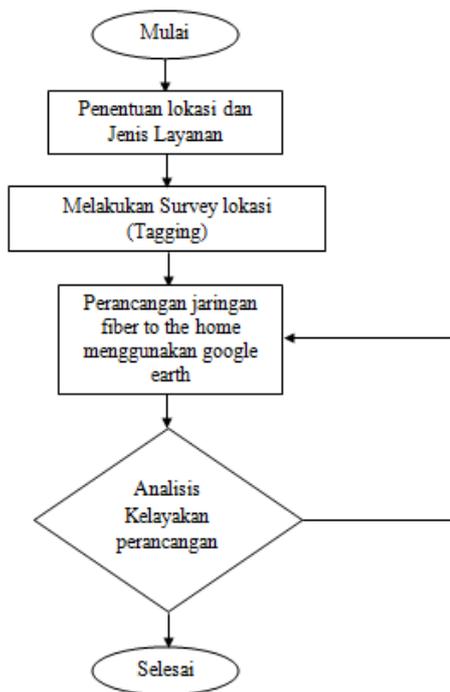
Pada Proyek Akhir ini pensimulasian link FTTH dari OLT hingga ONT yang dirancang, kelayakannya dapat diuji dengan *Optisystem*. Mulai dari *power link budget*, BER, hingga kesimpulan link layak diimplementasikan atau tidak dapat dirunning dengan *software* ini. Alasannya adalah karena *optisystem* merupakan perangkat lunak yang mudah dipahami dan memungkinkan user mendesain, menguji, dan mensimulasikan jaringan optik. Selain itu, *Optisystem* juga dilengkapi dengan instrumen virtual sehingga isa melakukan penelitian tanpa terkendala oleh keterbatasan peralatan.

3. PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME

3.1 Diagram Perancangan

Pada bagian ini dilakukanlah beberapa tahapan dalam melakukan perancangan jaringan *Fiber To The Home* dengan menggunakan salah satu teknologi yaitu, *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* pada salah satu Perumahan Bukit Panorama

Indah Purwakarta sebagai titik focus dalam penelitian dan pengerjaan Proyek Akhir ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

Berikut adalah diagram alir tahapan Perancangan secara Umum:

3.2 Penentuan Area Perancangan dan Layanan

Penentuan Area Layanan dalam Proyek Akhir ini berada di Perumahan Panorama Indah di Purwakarta. Perumahan ini merupakan perumahan yang sudah selesai di bangun seluruhnya.



Gambar 3.2 Lokasi Perumahan Panorama Indah

Tabel 3.1 Layanan Jaringan Triple play

Layanan	Bandwidth
Internet	10 Mbps
Iptv	15 Mbps
Ip Phone	1 Mbps
Total	26 Mbps

3.3 Pengumpulan Data

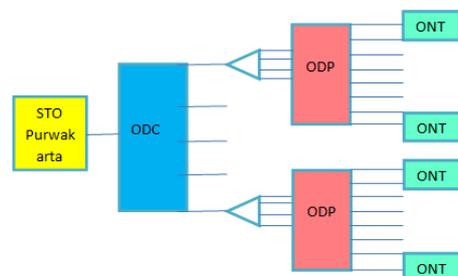
Dalam pengumpulan data dilakukan kegiatan berupa menentukan letak dan berapa jumlah rumah yang ada dalam perumahan Panorama Indah, berdasarkan hasil survey dan hasil tagging di Google Earth. Jumlah rumah yang didapat yaitu 217 rumah.



Gambar 3.4 Penentuan Homepass

3.4 Perancangan Jaringan FTTH

Pada proses perancangan proyek akhir ini sistem kerja pada perancangan jaringan fiber optik dilakukan dengan topologi dan arsitektur jaringan yang tepat. Pada perangkat GPON fiber optic memberikan service broadband ke pelanggan di wilayah Perumahan Panorama Indah Purwakarta.



Gambar 3.6 Jaringan Fiber To The Home

Perencanaan dimulai dengan mengevaluasi data yang telah didapat dari hasil survey dan juga mempertimbangkan aspek-aspek dibawah ini :

1. Menentukan apakah boundary yang telah di *survey* dengan luas daerah *homepass* yang besar atau tidak dan juga aspek lain mengacu pada data hasil *survey*.
2. Menentukan lokasi penempatan perangkat ODC dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti faktor keamanan, faktor bencana alam, jumlah lokasi *demand*, letak geografis, idealnya ODC dipasang pada titik center suatu kawasan contoh kapasitas ODC yaitu 96, 144, 288, dan 576 pemilihan kapasitas disesuaikan dengan jumlah calon pelanggan.

Setelah mengevaluasi data dan mempertimbangkan aspek-aspek diatas maka dilanjutkan dengan design langsung pada *google earth* agar hasil design menjadi lebih baik lagi. Pada design *google earth* diperlukan ketelitian dalam perancangan jaringan.

3.4.1 Feeder Network

Pengambilan kabel *feeder* dari *central office* STO Purwakarta yaitu dengan menggunakan kabel duct G.652 D. Rute kabel *feeder* ditarik menuju ODC-PWK yang berada di dalam perumahan Panorama Indah. Jarak dari STO ke ODC-PWK yaitu 4km.



Gambar 3.7 Rute Kabel Feeder

3.4.2 Distribution Network

Perancangan kabel distribusi dilakukan sesuai dengan tata letak di Perumahan Panorama Indah, langkah pertama yaitu melakukan bordering lokasi Perumahan Panorama Indah lalu penentuan letak ODP dengan mencakup sesuai *homepass survey* di lapangan. Peletakan ODP disesuaikan dengan keadaan rumah atau *homepass*, setelah itu ditentukan jalur kabel distribusi yang mencakup seluruh ODP yang sudah ditentukan. Pada perancangan ini kabel distribusi

terdapat 3 jalur, perancangan kabel distribusi dilakukan pada aplikasi *Google Earth*.



Gambar 3.8 Perancangan Kabel Distribusi
Tabel 3.2 Keterangan Kabel Distribusi

Jalur Distribusi	Warna	ODP	Jarak dari ODC	ONT
Distribusi 1	Kuning	6 ODP	238 m	44
Distribusi 2	Hitam	10 ODP	455 m	80
Distribusi 3	Hijau	12 ODP	509 m	93

3.5 Power Link Budget (PLB)

ONT yang memiliki jarak terjauh adalah ONT yang berada pada cakupan ODP1-PWK. dengan jarak total dari STO sampai ke ONT adalah 4,509 km, *homepass* jarak menengah yang berada di cakupan ODP11-PWK dengan jarak total 4,294 km dan *homepass* jarak terdekat yang berada di cakupan ODP23-PWK dengan jarak total 4,030 km. Untuk perhitungan nilai *power link budget downstream* sebagai berikut :

Downstream Jarak Terjauh

$$\alpha_{tot} = (L. \alpha_{serat}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) + (Sp)$$

$$\alpha_{tot} = (L. \alpha_{G652D}) + (L. \alpha_{G657}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) + (\alpha_{PS 1:4}) + (\alpha_{PS 1:8})$$

$$\alpha_{tot} = (4,509 \times 0,28) + (0,087 \times 0,28) + (8 \times 0,2) + (2 \times 0,01) + (7,7) + (11)$$

$$\alpha_{tot} = 1,262 + 0,02436 + 1,6 + 0,02 + 18,7$$

$$\alpha_{tot} = 21,606 \text{ dB}$$

Downstream Jarak Menengah

$$\alpha_{tot} = (L. \alpha_{serat}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) + (Sp)$$

$$\alpha_{tot} = (L. \alpha_{G652D}) + (L. \alpha_{G657}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) + (\alpha_{PS 1:4}) + (\alpha_{PS 1:8})$$

$$\alpha_{tot} = (4,294 \times 0,28) + (0,048 \times 0,28) + (8 \times 0,2) + (2 \times 0,01) + (7,7) + (11)$$

$$\alpha_{tot} = 1,202 + 0,01344 + 1,6 + 0,02 + 18,7$$

$$\alpha_{tot} = 21,535 \text{ dB}$$

Downstream Jarak Terdekat

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{\text{serat}}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (Sp) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{G652D}) + (L. \alpha_{G657}) \\ &\quad + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (\alpha_{PS1:4}) + (\alpha_{PS1:8}) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (4,030 \times 0,28) + (0,0046 \times 0,28) \\ &\quad + (8 \times 0,2) + (2 \times 0,01) \\ &\quad + (7,7) + (11) \\ \alpha_{\text{tot}} &= 1,1284 + 0,001288 + 1,6 \\ &\quad + 0,02 + 18,7 \\ \alpha_{\text{tot}} &= 21,449 \text{ dB}\end{aligned}$$

Nilai redaman tersebut berada dibawah nilai redaman maksimal yang ditentukan oleh PT. Telkom, yaitu sebesar 28 dB, maka ketiga link tersebut memenuhi syarat dari sisi total redaman. Perhitungan nilai P_{rx} adalah seperti dibawah ini :

nilai P_{rx} jarak terjauh :

$$\begin{aligned}P_{rx} &= P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} - SM \\ P_{rx} &= 5 - 21,406 - 6 \\ P_{rx} &= -22,606 \text{ dBm}\end{aligned}$$

nilai P_{rx} jarak menengah :

$$\begin{aligned}P_{rx} &= P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} - SM \\ P_{rx} &= 5 - 21,335 - 6 \\ P_{rx} &= -22,535 \text{ dBm}\end{aligned}$$

nilai P_{rx} jarak terdekat :

$$\begin{aligned}P_{rx} &= P_{tx} - \alpha_{\text{tot}} - SM \\ P_{rx} &= 5 - 21,249 - 6 \\ P_{rx} &= -22,449 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Hal ini membuktikan bahwa perancangan dengan daya awal 5 dBm masih memenuhi persyaratan dari nilai perangkat untuk nilai daya yang terima yaitu sebesar dibawah -28 dBm (nilai maksimum sensitivitas penerima)

Untuk perhitungan Upstream, karena dilihat dari sisi pelanggan (ONT) maka nilai redaman *splitter* akan disesuaikan dengan melakukan perhitungan sebagai berikut :

1. Splitter 1:4

Splitter 1:4 memiliki nilai redaman sebanyak 7,7 dB maka :

$$\begin{aligned}7,7 &= 10 \log x \\ x &= 10^{0,77} \\ x &= 5,623 \text{ kali}\end{aligned}$$

Karena dalam sisi pelanggan hanya menghitung 1 port daripada redaman splitter itu sendiri maka perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned}1 \text{ port} &= \frac{x}{4} = \frac{5,623}{4} = 1,405 \text{ kali} \\ \text{Maka redaman per 1 port adalah :} \\ \text{port} &= 10 \log z = \\ 10 \log 1,405 &= 1,679 \text{ dB}\end{aligned}$$

2. Splitter 1:8

Splitter 1:8 memiliki nilai redaman sebanyak 11 dB maka :

$$\begin{aligned}11 &= 10 \log x \\ x &= 10^{1,1} \\ x &= 12,58 \text{ kali}\end{aligned}$$

Karena dalam sisi pelanggan hanya menghitung 1 port daripada redaman splitter itu sendiri maka perhitungannya adalah :

$$1 \text{ port} = \frac{x}{8} = \frac{12,58}{8} = 1,573 \text{ kali}$$

Maka redaman per 1 port adalah :

$$1 \text{ port} = 10 \log z = 10 \log 1,573 = 1,967 \text{ dB}$$

Untuk perhitungan nilai *power link budget upstream* dapat diuraikan sebagai berikut :

Upstream Jarak Terjauh

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{\text{serat}}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (Sp) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{G652D}) + (L. \alpha_{G657}) \\ &\quad + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (\alpha_{PS1:4}) + (\alpha_{PS1:8}) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (4,509 \times 0,28) + (0,087 \times 0,28) \\ &\quad + (8 \times 0,2) + (2 \times 0,01) \\ &\quad + (1,679) + (1,967) \\ \alpha_{\text{tot}} &= 1,262 + 0,02436 + 1,6 + 0,02 \\ &\quad + 3,646 \\ \alpha_{\text{tot}} &= 6,55236 \text{ dB}\end{aligned}$$

Upstream Jarak Menengah

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{\text{serat}}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (Sp) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{G652D}) + (L. \alpha_{G657}) \\ &\quad + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (\alpha_{PS1:4}) + (\alpha_{PS1:8}) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (4,294 \times 0,28) + (0,048 \times 0,28) \\ &\quad + (8 \times 0,2) + (2 \times 0,01) \\ &\quad + (1,679) + (1,967) \\ \alpha_{\text{tot}} &= 1,202 + 0,01344 + 1,6 + 0,02 \\ &\quad + 3,443 \\ \alpha_{\text{tot}} &= 6,4818 \text{ dB}\end{aligned}$$

Upstream Jarak Terdekat

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{\text{serat}}) + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (Sp) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (L. \alpha_{G652D}) + (L. \alpha_{G657}) \\ &\quad + (Nc. \alpha_c) + (Ns. \alpha_s) \\ &\quad + (\alpha_{PS1:4}) + (\alpha_{PS1:8}) \\ \alpha_{\text{tot}} &= (4,030 \times 0,28) + (0,0046 \times 0,28) \\ &\quad + (8 \times 0,2) + (2 \times 0,01) \\ &\quad + (1,679) + (1,967) \\ \alpha_{\text{tot}} &= 1,1284 + 0,001288 + 1,6 \\ &\quad + 0,02 + 3,443 \\ \alpha_{\text{tot}} &= 6,3956 \text{ dB}\end{aligned}$$

Nilai redaman tersebut berada dibawah nilai redaman maksimal yang ditentukan oleh ITU-T serta PT. Telkom, yaitu sebesar 28 dB, maka ketiga link

tersebut memenuhi syarat dari sisi total redaman.

Perhitungan nilai P_{rx} adalah seperti dibawah ini :

nilai P_{rx} jarak terjauh :

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM$$

$$P_{rx} = 3 - 6,349 - 6$$

$$P_{rx} = -9,349 \text{ dBm}$$

nilai P_{rx} jarak menengah :

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM$$

$$P_{rx} = 3 - 6,278 - 6$$

$$P_{rx} = -9,278 \text{ dBm}$$

nilai P_{rx} jarak terdekat :

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{tot} - SM$$

$$P_{rx} = 3 - 6,192 - 6$$

$$P_{rx} = -9,192 \text{ dBm}$$

Hal ini membuktikan bahwa perancangan dengan daya awal 3 dBm masih memenuhi persyaratan dari nilai perangkat untuk nilai daya yang terima yaitu sebesar dibawah -28 dBm (nilai maksimum sensitivitas penerima).

3.5 Rise Time Budget (RTB)

Perhitungan *Rise Time Budget* dengan jarak terjauh 4,509 Km (4 km STO ke ODC, 0,479 km ODC ke ODP, 0,03 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Kopo ke ODC lalu ke ODP.

Downstream

Bit Rate downstream (Br) = 2.48 Gbps dengan format NRZ dan RZ, sehingga:

$$tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{2.48 \times 10^9} = 0.282 \text{ ns, NRZ}$$

$$tr = \frac{0.35}{Br} = \frac{0.35}{2.48 \times 10^9} = 0.141 \text{ ns, RZ}$$

menentukan T:

$$T_{material} = \Delta \epsilon \times L \times Dm$$

$$= 1 \text{ nm} \times 4.509 \text{ Km} \times 0.018 \text{ ns/nm.Km} = 0.081 \text{ ns}$$

$$T_{modus} = 0, \text{ karena } singlemode$$

Sehingga besar untuk *serat optik singlemode* adalah:

$$t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{modus}^2 + t_{rx}^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= [(0.15)^2 + (0.081)^2 + (0)^2 + (0.2)^2]^{\frac{1}{2}} = 0.2627 \text{ ns}$$

Setelah melakukan hasil perhitungan, maka didapatkan *rise time budget* total sebesar 0.2627 ns masih dibawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0.282 ns. berarti dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi *rise time budget*.

Upstream

Bit Rate upstream (Br) = 1.24 Gbps dengan format NRZ dan RZ, sehingga:

$$tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{1.24 \times 10^9} = 0.564 \text{ ns, NRZ}$$

$$tr = \frac{0.35}{Br} = \frac{0.35}{1.24 \times 10^9} = 0.282 \text{ ns, RZ}$$

menentukan T:

$$T_{material} = \Delta \epsilon \times L \times Dm$$

$$= 1 \text{ nm} \times 4.509 \text{ Km} \times 0.0035 \text{ ns/nm.Km} = 0.0158 \text{ ns}$$

$$T_{modus} = 0, \text{ karena } singlemode$$

Sehingga besar untuk *serat optik singlemode* adalah:

$$t_{total} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{modus}^2 + t_{rx}^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= [(0.2)^2 + (0.0158)^2 + (0)^2 + (0.15)^2]^{\frac{1}{2}} = 0.2504 \text{ ns}$$

Dari hasil perhitungan *rise time total* sebesar 0.2504 ns masih dibawah *maksimum rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0.564 ns. Berarti dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi *rise time budget*.

4. Analisa Perancangan

4.1 Analisis Perbandingan Downstream dan Upstream

Berdasarkan perhitungan manual dan perhitungan dari *Opti System*, didapatkan hasil nilai dari sub bab 3.9 Sampai dengan sub bab 3.14. Adapun, hasil perhitungan manual untuk *power link budget* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perhitungan Manual dan Simulasi (*Downstream*)

User	Jarak	α_{tot}	PRx	
			Manual	Simulasi
ONT _(terdekat)	Terdekat (4,030 km)	21,249 dB	-22,649 dBm	-19,134 dBm
ONT _(menengah)	Menengah (4,294 km)	21,335 dB	-22,535 dBm	-19,212 dBm
ONT _(terjauh)	Terjauh (4,509 km)	21,406 dB	-22,449 dBm	-19,283 dBm

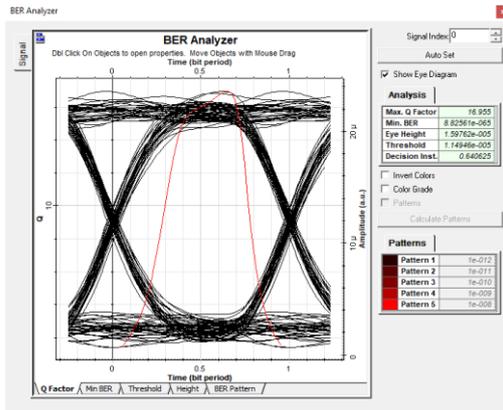
Tabel 4.2 Perhitungan Manual dan Simulasi (*Upstream*)

User	Jarak	α_{tot}	PRx	
			Manual	Simulasi
ONT _(terdekat)	Terdekat (4,030 km)	6,192 dB	-9,5523 dBm	-6,027 dBm
ONT _(menengah)	Menengah (4,294 km)	6,278 dB	-9,4814 dBm	-6,104 dBm
ONT _(terjauh)	Terjauh (4,509 km)	6,349 dB	-9,3956 dBm	-6,176 dBm

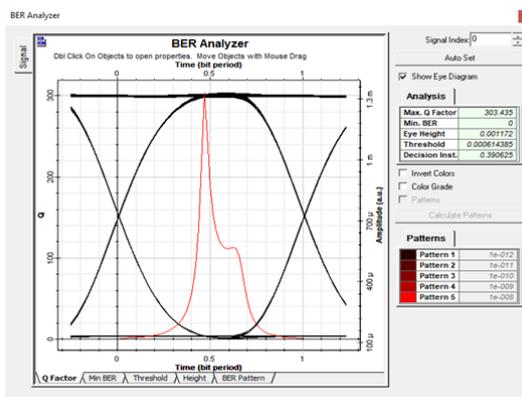
4.2 Analisis Perhitungan Bit Error Rate (BER)

Perhitungan bit error rate pada perancangan ini membuat simulasi perancangan dengan menggunakan sebuah perangkat lunak yaitu *Optisystem*. Seluruh elemen perangkat yang digunakan dalam simulasi disesuaikan dengan spesifikasi perangkat asli untuk mendapatkan hasil yang *real*. Simulasi yang dibuat adalah link *downstream* dan *upstream* jarak

terjauh.



Gambar 4.1 BER Downstream



Gambar 4.2 BER Upstream

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan hasil perhitungan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bandwidth yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah sebesar 5.642 Mbps untuk memenuhi kebutuhan layanan *tripleplay* 217 rumah dan memerlukan 7 port GPON karena 1 port GPON terpakai untuk 32 rumah.
2. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *power link budget* didapatkan nilai redaman terbesar untuk *downstream* bernilai 21,406 dB dengan nilai Prx sebesar -22,406 dBm untuk perhitungan manual dan nilai Prx sebesar -19,283 dBm untuk simulasi. Hasil perhitungan masih layak dengan melihat standart PT. Telkom yaitu 28 dB dan batas maksimum -28 dBm.
3. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget*, jenis pengkodean NRZ dan RZ dapat digunakan dalam perancangan ini.

Pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari kecepatan data yaitu 0,282 ns untuk downstream dan 0,564 ns untuk upstream. Pengkodean RZ memiliki batas 35% dari kecepatan data yaitu 0,141 ns untuk downstream dan 0,282 ns untuk upstream. Dari perhitungan didapatkan nilai T_{sistem} sebesar 0,2504 ns untuk upstream dan 0,2627 ns untuk downstream. Nilai T_{sistem} tersebut masih dibawah batas pengkodean NRZ maupun RZ.

4. Nilai BER yang didapatkan berdasarkan dari hasil simulasi adalah sebesar $8,825 \times 10^{-65}$, yang artinya rancangan ini telah masuk dalam kategori ideal karena lebih kecil daripada nilai standar BER yaitu 1×10^{-9} ,
5. Jumlah perangkat yang diperlukan pada perancangan ini adalah OLT sebanyak 1 buah, ODC sebanyak 1 buah, ODP 28 buah, ONT 217 buah, *Passive Splitter* (PS) 1:4 sebanyak 7 buah, *Passive Splitter* (PS) 1:8 sebanyak 28 buah, konektor sebanyak 546 buah, untuk kabel feeder jenis G.652.D diperlukan sepanjang 4 km, untuk kabel distribusi jenis G.652.D diperlukan sepanjang 1,202 km dan kabel drop jenis G.657 sebanyak 139 m untuk jarak terjauh, menengah dan terdekat.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat melakukan perancangan FTTH dengan memanfaatkan teknologi XGPON ataupun NG-PON2 yang menambahkan *multiplexer* dalam meningkatkan efisiensi core dengan kecepatan hingga 10 Gbps. Hal ini diharapkan dapat menambah kapasitas dari segi bandwidth yang lebih besar.
2. Pada perancangan ini dilakukan pada *cluster* di Perumahan Panorama Indah Purwakarta, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan perancangan pada keseluruhan Perumahan Panorama Indah Purwakarta untuk kebutuhan seluruh pelanggan.
3. Pada penelitian selanjutnya diharapkan jika sudah ada implementasi jaringan FTTH pada perumahan tersebut, maka dapat melakukan perbandingan antara

implementasi dan perancangan jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Hadiansyah, Firman. 2011 Fiber Optic. Diambil dari : <https://icehealer.wordpress.com/tag/jenis-fiber-optik/> (17 April 2017)
- [2] Ahambali. “*Jaringan Akses GPON Dan GEPON*”. Universitas Telkom, Bandung, 2014.
- [3] Azwar, Poppy, Emansa Hasri Putra, dan Rika Susanti. “*Analisis Simulasi Rancangan Jaringan Fiber Optik Untuk Internet Kampus Politeknik Caltex Riau Menggunakan OptiSystem*”. Politeknik Caltex Riau, 2015.
- [4] Budi H, Intan. “*Triple Play*”. Tugas Besar Kinerja Telekomunikasi, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom, Purwokerto, 2016.
- [5] Fitriyani, Atika. “*Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Perumahan Nataendah Kopo*”. Universitas Telkom, Bandung, 2015.
- [6] Grace Margareth. 2014
PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK(GPON) DI CITYLIGHT RESIDENCE [tugasakhir] . Bandung:Telkom University.
- [7] Telkom Akses. “*Materi Modul Design FTTx Telkom Akses*”, 2015.
- [8] ZTE Cooperation. “*ZXA10 C300: Optical Access Coverage Equipment -Product Description*”, 2011.

