

Perancangan Jaringan FTTB GPON Untuk Layanan Triple Play di Surya Cipta Industri

Design of GPON FTTB Network for Triple Play Service in Surya Cipta Industri

Noviana Dewi * dan M. Hamdani**

*Network Maintenance PT. Huawei Tech Investment, Indonesia

Tifa Building, 3th Floor, Jl. Kuningan Barat 1 No. 26, Jakarta Selatan 12710

[*novianadewi.nunu@gmail.com](mailto:novianadewi.nunu@gmail.com),

** Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jakarta

Abstrak---Semakin meningkatnya kebutuhan layanan telekomunikasi memicu pemenuhan layanan triple play (suara, data dan video) yang memerlukan suatu sarana dan teknologi layer akses yang memiliki kemampuan untuk melayani kebutuhan tersebut. GPON sebagai salah satu teknologi broadband akses yang mampu melayani kebutuhan akan layanan tersebut menyediakan bandwidth upstream 1.244Gbps dan downstream 2.488Gbps. Kawasan industri Surya Cipta yang terletak di Karawang, Jawa Barat merupakan salah satu kawasan industri terpadu yang sangat membutuhkan kehandalan jaringan yang mumpuni. Dengan salah satu arsitekturnya, GPON dapat menyediakan sarana jaringan yaitu FTTB yang mampu melayani kebutuhan akan layanan telekomunikasi. Dalam makalah ini dijelaskan tentang hasil perancangan jaringan FTTB di Surya Cipta Industri dengan penentuan kebutuhan perangkat, tata letak dan juga besarnya bandwidth yang dibutuhkan oleh pengguna. Kemudian untuk kelayakan perancangan dianalisis dengan perhitungan parameter power link budget, signal to noise ratio dan bit error rate.

Kata Kunci--Triple play, GPON, FTTB, Power Link Budget, SNR

Abstract---By increasing the demand of telecommunication service it's motivate to complete the triple play services (voice, data and video) that need some medium and access layer technology that capable to take care of the needed. GPON is as one of broadband access technologies that has an ability to serve that needed ready to give 1.244Gbps upstream bandwidth and 2.488Gbps downstream bandwidth. Surya Cipta Industry that located in Karawang, Jawa Barat is one of the industry area that need an intense rely on of great service. GPON architecture can serve some network medium that's called FTTB (Serat To The Building) that be able to provide the telecommunication services. This paper describes the design of FTTB network at Surya Cipta Industry with determining the needed of device, positioning and also the bandwidth allocation for each user. And then to test whether the planning is suitable or not be analized by calculating the parameters such as power link budget, signal to noise ratio and bit error rate.

Keywords--Triple play, GPON, FTTB, Power link budget, SNR

1. PENDAHULUAN

Pada awalnya pentransmisi layanan telekomunikasi dari sentral ke arah pelanggan menggunakan kabel tembaga yang dikenal dengan DSL (*Digital Subscriber Line*). DSL masih terbatas dalam hal kapasitas rendah dan rentan deru sehingga masih belum bisa memenuhi kebutuhan transmisi layanan *triple play*, namun untuk saat ini mulai berkembang sistem transmisi menggunakan serat optik yang disebut FTTH (*Serat To The Home*), FTTB (*Serat To The Building*), FTTM (*Serat To The Mobile*). Serat optik memiliki keunggulan yang tahan terhadap deru dan memiliki kapasitas hingga orde Gigabyte.

Teknologi GPON (*Gigabyte Passive Optical Network*) merupakan salah satu jaringan akses broadband berbasis serat optik yang menggunakan perangkat optik pasif, mudah dipecah menjadi beberapa jaringan serat optik (*split*), sehingga dapat digunakan pada *point to multipoint network*. Dalam GPON terdapat tiga komponen utama, yaitu OLT (*Optical Line Terminal*), ODN (*Optical Distribution*

Network) dan ONU (*Optical Network Unit*). OLT berfungsi sebagai antarmuka antara penyedia layanan dalam hal ini operator atau ISP ke arah pelanggan. ODN berfungsi sebagai jalur pendistribusian dari OLT menuju beberapa pelanggan. ONU merupakan terminal atau perangkat yang berada di sisi pelanggan.

Makalah ini membahas perancangan Jaringan FTTB pada kawasan industri terpadu Surya Cipta, Karawang Jawa Barat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perangkat Akses

Perangkat pada layer akses adalah sebuah peralatan yang berfungsi menggabungkan dan memisahkan sinyal data dengan media penghantar yang dipakai untuk mentransmisikan data. GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) merupakan salah satu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *Broadband Access* berbasis kabel serat optik, evolusi dari BPON (*Broadband Passive Optical Network*), yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984.

Teknologi GPON secara efektif menangani permasalahan *bottleneck* pada bagian akses ke arah pelanggan melalui kabel serat optik dan memenuhi kebutuhan pelanggan akan layanan yang membutuhkan *bandwidth* yang besar. Adapun beberapa keunggulan yang dimiliki oleh teknologi GPON adalah: Mendukung aplikasi triple play (suara, data dan video) pada layanan FTTx hanya melalui satu core serat optic; Dapat membagi *bandwidth* sampai 64 ONU; Alokasi *bandwidth* dapat diatur; Biaya *maintenance* yang murah karena menggunakan komponen pasif; Transparan terhadap laju bit dan format data; Dapat secara fleksibel mentransferkan informasi dengan laju bit dan format yang berbeda karena setiap laju bit dan format data ditransmisikan melalui panjang gelombang yang berbeda; Laju bit 1.244 Gbit/s untuk *upstream* dan 2.44 Gbit/s untuk *downstream*.

2.2 Layanan Triple Play

Triple play secara sederhana dapat dipahami dengan kebutuhan akan komunikasi yang kompleks mulai dari data, suara, dan video. Layanan yang akan berkembang dimasa depan akan terbagi dalam tiga layanan yaitu: Voice/Suara/VoIP, komunikasi suara antara dua orang atau lebih melalui jaringan telekomunikasi; Video/IPTV, bisa berupa video *streaming*, video *call*, video *conference*, video *on demand*; Data, untuk *browsing*, *download-upload*, *peer to peer connection*, *game online*, maupun *email*.

2.3 Sistem Transmisi Serat Optik

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari tempat yang satu ke lainnya. Kemudian cahaya digunakan untuk mengirimkan data (informasi). Cahaya yang membawa ini dipandu dengan fenomena fisika yang disebut dengan *total internal reflection* (pemantulan sempurna). Cahaya yang digunakan adalah laser, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit.

Ada dua tipe dasar kabel serat optik berdasarkan mode yang dirambatkan yaitu: Kabel Optik single mode yang memiliki diameter dari 8 sampai 10 mikron, dan biasanya digunakan untuk jaringan komunikasi jarak jauh; Serat optik multimode yang memiliki diameter dari 62.5 mikron atau lebih besar, dan biasanya digunakan untuk jaringan komunikasi jarak dekat.

2.3.1 Instalasi Serat Optik

Pada dasarnya, instalasi kabel serat optik dapat dibedakan menurut jenis penempatannya yaitu instalasi kabel *serat optik outdoor* dan instalasi kabel serat optik *indoor*. Untuk penempatan kabel serat optik secara *outdoor* dibagi lagi menjadi 3 jenis yaitu : Kabel serat optik *direct buried* : kabel serat optik yang instalasinya melalui rute bawah tanah; Kabel serat optik *aerial* : jenis kabel serat optik yang instalasinya melalui tiang; Kabel serat optik *duct* : jenis kabel serat optik yang instalasinya melalui *rute duct*.

Instalasi kabel serat optik indoor dapat dilakukan dengan dua cara : Instalasi tanam, yaitu instalasi kabel dengan menggunakan pipa yang ditanam pada dinding atau lantai bangunan; Instalasi tempel, yaitu instalasi kabel yang menggunakan pipa atau kabel tray yang ditempelkan pada dinding, plafon atau rangka bangunan.

2.3.2 Parameter Link Budget

Jarak transmisi OLT dihitung dengan kemungkinan terburuk sesuai dengan nilai *loss* pada splitter dan daya optik pada OLT dan ONU. Khususnya, jarak transmisi maksimum antara PON port pada OLT dan ONU. *Loss* pada optikal splitter merupakan total *loss* yang disebabkan dari serat optik, optikal splitter dan konektor pada serat optik. *Optical path loss* yang aktual lebih kecil daripada maksimum *insertion loss* dari PON sistem. Berikut rumus perhitungan *optical path loss*:

$$OPath\ Loss = Lxa + n1xb + n2xc + n3xd + e + f \text{ (dB)} \quad (1)$$

a = atenuasi rata-rata dari serat optik per kilometer (dB/km)

L = panjang total dari serat optik (km)

b = atenuasi dari titik sambungan serat optik, 0.1dB

n1 = banyaknya titik sambungan serat optik

c = atenuasi dari titik sambungan yang disebabkan oleh proses mekanikal, 0.2dB

n2 = banyaknya titik sambungan pada point c

d = atenuasi yang disebabkan oleh konektor, 0.3dB

n3 = banyaknya konektor yang digunakan

e = atenuasi dari *optical splitter*

f = margin perancangan untuk menjaga performansi link, bernilai 3 Db.

2.3.3 Kualitas Transmisi (SNR)

Untuk menetukan kualitas transmisi pada perancangan ini digunakan parameter *signal to noise ratio* (SNR). Semakin besar nilai SNR, maka semakin tinggi kualitas jalur tersebut yang bisa diartikan bahwa semakin besar pula kemungkinan jalur tersebut dapat digunakan untuk lalu-lintas data dan sinyal dalam kecepatan tinggi, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Signal to Noise Ratio} = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise}} \quad (2)$$

Daya sinyal merupakan kuat daya dari sinyal yang siterima oleh penerima. Nilai daya sinyal pada penerima ditunjukkan oleh persamaan berikut,

$$\text{Signal Power} = 2 \left(\frac{P_{opt}}{hv} \right)^2 M^2 \quad (3)$$

dimana, P_{opt} = daya sinyal yang diterima detektor (W)

$$\frac{Iq}{hv} = R = \text{Responsivitas (A/W)}$$

I = efisiensi quantum (%)

h = konstanta plank (6.626×10^{-34} Js)

hv = energi foton (kWh)

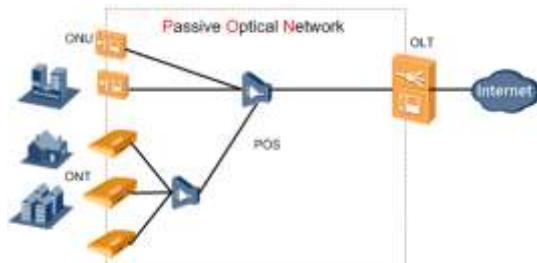
$$q = 1.6 \times 10^{-19} C$$

$M =$ tambahan daya sinyal pada detektor, jika menggunakan APD

Derau atau *noise* merupakan sinyal yang tidak diinginkan dalam suatu sistem transmisi yang bersifat mengganggu. Terdapat tiga macam derau pada detektor cahaya pada serat optik, yaitu *thermal noise*, *noise dark current* dan *shot noise*.

2.4 GPON

PON merupakan point-to-multipoint Passive Optical Network (PON) yang terdiri dari tiga bagian seperti Gambar 1.



Gambar 1. Bagian pada Teknologi PON

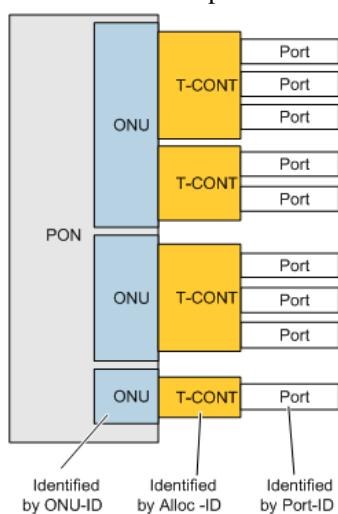
OLT (*Optical Line Terminal*) merupakan *aggregate device* yang ditempatkan di central office (CO) sebagai terminasi protokol PON

ONU (*Optical Network Unit*) ditempatkan di sisi pelanggan yang menyediakan beberapa macam jenis port agar dapat tersambung ke terminal yang digunakan oleh pelanggan. OLT dan ONU terhubung melalui ODN pasif.

ODN (*Optical Distribution Network*) yang terdiri dari komponen optik seperti serat optik dan satu atau lebih *optical splitter*. ODN menyediakan peralatan transmisi optik antara OLT dan ONU. Interior pada ODN terdiri dari: Kabel Serat Optik, Splices, Konektor, Splitter.

2.4.1 Prinsip GPON

Pada sistem GPON terdapat:



Gambar 2. Mode Enkapsulasi GPON

Frame GPON Encapsulation Mode (GEM) yang merupakan unit pembawa layanan terkecil dan merupakan struktur enkapsulasi dasar. Semua layanan dienkapsulasi menjadi frame GEM dan ditransmisikan melalui jalur GPON.

T-CONT atau Transmission Container yang merupakan pembawa *service* ke arah *upstream* pada GPON. Semua GEM port dipetakan menuju T-CONT. Kemudian alur *service* ditransmisikan ke arah *upstream* oleh tiap-tiap Dynamic Bandwidth Allocation (DBA) pada OLT.

2.4.2 Arsiekтур GPON

- FTTH (*Serat To The Home*)

Serat to the Home (FTTH) merupakan suatu format penghantaran isyarat optik dari pusat penyedia (*provider*) ke kawasan pengguna dengan menggunakan serat optik sebagai medium penghantaran. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat optik yang dapat mengantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *TriplePlay Services* yaitu layanan akan akses internet yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

- FTTB (*Serat To The Building*)

TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di basement namun juga dimungkinkan diletakkan pada beberapa lantai di gedung tersebut. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor*. FTTB diterapkan bagi pelanggan bisnis di gedung-gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan di apartement.

- FTTC (*Serat To The Curb*)

Sentral atau titik konversi optic terletak di suatu tempat di luar bangunan, didalam kabinet dan diatas 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.

2.4.3 Standardisasi GPON

ITU-T G.984.1: karakteristik Umum. Protokol ini secara umum tentang fitur dasar pada GPON.

ITU-T G.984.2: *Spesifikasi tentang Physical Media Dependent (PMD) Layer*. Protokol ini secara umum mebahas parameter pada PDM layer seperti parameter fisik (mis. Power pada optikal transmit, sensitivitas *receive* dan *overload* optikal power) dari optikal transceiver dan juga menjelaskan optikal

budget pada level yang berbeda, misalnya pada hal yang sering digunakan Class B+.

ITU-T G.984.3: Mengatur standar tentang *key gpon technologies*, seperti DBA, GEM pada GPON.

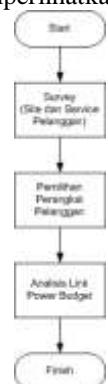
ITU-T G.984.4: ONT Management dan spesifikasi Control Interface. Protokol ini secara umum menjelaskan mengenai sistem management pada GPON dan juga maintenance protokol seperti OAM, PLOAM dan OMCI.

ITU-T G.984.5: *Enhancement Band*. Protokol ini secara umum menjelaskan mengenai panjang gelombang pada GPON.

ITU-T G.984.6: *Reach Extension*. Protokol ini secara umum menjelaskan tentang jangkauan jarak pada GPON.

3. METODA

Langkah-langkah yang diperlukan untuk perancangan seperti diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan FTTB

Diagram alir seperti pada Gambar 3. menunjukkan langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan jaringan FTTB, yaitu:

Survey (*Site dan Service Pelanggan*), perlu adanya peninjauan lokasi dan jenis layanan yang akan digunakan oleh pelanggan agar perhitungan kapasitas dan jenis layanan komunikasi yang akan diimplementasikan dapat berlangsung dengan optimal.

Pemilihan perangkat agar sesuai dengan spesifikasi yang tepat untuk *delivery* layanan *triple play* pada arsitektur FTTB.

Analisis *link power budget*, untuk mengetahui terpenuhi atau tidaknya perancangan yang telah dilakukan dengan metoda perhitungan terhadap parameter *link budget* dan SNR untuk sistem transmisi serat optik.

3.1 Survey

Tahapan awal dalam melakukan perancangan jaringan akses dengan menggunakan teknologi GPON adalah perlu mengetahui denah lokasi dan jarak untuk penempatan perangkat.

Berdasarkan denah pada gambar 4. perancangan terbagi menjadi 4 area, yaitu area A, B, C dan D. Area A dan B mencakup lokasi perkantoran dan pabrik yang cukup besar dan memerlukan jenis layanan yang berkapasitas tinggi, sedangkan area C merupakan area

tenant-tenant kecil atau small office yang layanan komunikasinya masih bisa dihandle dengan menggunakan homegateway. Sedangkan area D merupakan area yang digunakan sebagai *warehouse* barang milik perusahaan-perusahaan. Tabel 1. memperlihatkan detail tiap area.



Gambar 4. Lokasi Perancangan FTTB

Tabel 1. Detail Tiap Area di Surya Cipta

Area	Detail Gedung	Estimasi Jumlah Pelanggan dan Layanan
A	Digunakan untuk perkantoran dan pabrik besar yang terdiri dari sekitar 23 bangunan; Rata-rata terdiri dari dua lantai, dengan luas kurang lebih 300m ² per lantai	30 pelanggan Layanan suara : 20 kanal Layanan data : 10 Mbps Layanan video : 10 Mbps
B	Satu gedung yang digunakan untuk perkantoran; Terdiri dari tiga lantai yang dengan luas per lantai sekitar 500m ²	15 pelanggan Layanan suara : 16 kanal Layanan data : 5 Mbps Layanan video : 10 Mbps
C	Satu gedung yang digunakan untuk perkantoran; Terdiri dari dua lantai yang dengan luas per lantai sekitar 500m ²	10 pelanggan Layanan suara : 16 kanal Layanan data : 5 Mbps Layanan video : 10 Mbps
D	Area yang digunakan untuk tempat penyimpanan barang atau <i>warehouse</i> oleh pabrik-pabrik; Luas pergedung sekitar 200m ²	12 pelanggan Layanan suara : 10 kanal Layanan data : 2 Mbps Layanan video : -

Pelanggan pada kawasan industri surya cipta didominasi oleh korporat, mulai dari small office hingga perkantoran dan pabrik yang besar. Pada tabel 2. diperlihatkan detail layanan untuk tiap pelanggan per area.

Tabel 2. Jenis Layanan di Sisi Pelanggan per Area

Parameter	Spesifikasi	Unit
Downstream Rate	2.4	Gbps
Upstream Rate	1.2	Gbps
Min. Average Transmission Power	1.5	dBm
Max. Average Transmission Power	5	dBm
Downlink Wavelength	1490	nm
Uplink Wavelength	1310	nm
Video Wavelength	1550	nm
Max. Transmission Distance	20	Km
Power Consumption	≤ 16	Watt
Sensitivity	-28	dBm
Optical Rise Time	200	ps
Optical Fall Time	200	ps
Max. Work Temperature	45	°C
Min. Work Temperature	-5	°C

3.2 Pemilihan Perangkat

3.2.1 OLT

OLT yang digunakan pada perancangan ini merupakan perangkat dari vendor Huawei, yaitu MA5600T yang memiliki tampilan seperti gambar 5.



Gambar 5. OLT MA5600T

MA5600T mensupport akses GPON, yang dengan efektif mengatasi permasalahan *bottleneck* pada layer akses yang sebelumnya menggunakan media kabel dan juga memenuhi kebutuhan pengguna akan *high-bandwidth services*. MA5600T menyediakan layanan suara, data dan video dengan kapasitas, kecepatan dan *bandwidth* yang besar dengan spesifikasi seperti pada tabel 3.

3.2.2 ONU (Optical Network Unit)

Terdapat tipe *Optical Network Unit* (ONU) yang digunakan dalam perancangan kali ini, yaitu MA5612 yang selanjutnya akan disebut MDU (*Multi Dwelling Unit*). Posisi ONU pada arsitektur FTTB ini berada langsung di sisi pelanggan. Di titik inilah semua layanan *triple-play* dapat terlaksana hanya dengan menggunakan satu buah perangkat saja.

Tabel 3. Spesifikasi MA5600T

	ONU	Layanan	Jumlah	Bit Rate	
A	1-30	Suara	30 kanal	30 x 64 kbps	
		Data	40960 kbps	40960 kbps	
		Video	10240 kbps	10240 kbps	
B	31-45	Suara	16 kanal	16 x 64 kbps	
		Data	5120 kbps	5120 kbps	
		Video	10240 kbps	10240 kbps	
C	46-55	Suara	16 kanal	16 x 64 kbps	
		Data	5120 kbps	5120 kbps	
		Video	10240 kbps	10240 kbps	
D	56-67	Suara	10 kanal	10 x 64 kbps	
		Data	2048 kbps	2048 kbps	
		Video	-	-	
TOTAL		Suara	4608 kbps		
		Data	48128 kbps		
		Video	30720 kbps		

Untuk perancangan pada jaringan FTTB ini yang digunakan di sisi pelanggan adalah MA5612 dari vendor Huawei yang selanjutnya akan disebut MDU. Gambar 6. merupakan tampilan MDU.

Penggunaan MDU cocok untuk pelanggan korporat yang menggunakan arsitektur FTTB karena kapasitas untuk layanan suara dan datanya lebih banyak dibandingkan dengan ONT. MDU ini akan digunakan pada area A dan area B. MA5612 mensupport semi-slot-board dan menyediakan metode

konfigurasi yang fleksibel dan memiliki spesifikasi yang dibutuhkan oleh pelanggan berdasarkan distribusi banyaknya jumlah pelanggan dalam bangunan tersebut.



Gambar 6. MA5612 (MDU)

3.2.3 ODN (Optical Distribution Network)

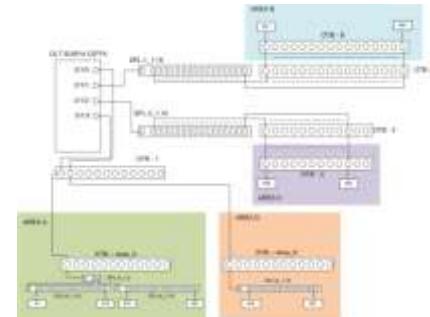
Kabel serat optik tersedia dalam berbagai kapasitas yang disebut core. Core sendiri merupakan penyebutan untuk bagian isi dari kabel serat optik itu sendiri. Secara umum kabel serat optik tersedia dalam kapasitas 12 core, 24 core dan 48 core. Pada perancangan kali ini menggunakan

Serat optik yang digunakan adalah serat optik *single mode* yang sesuai dengan standar ITU-T G.652. Serat optik tersebut dipilih karena karakteristiknya yang dapat mentrasmisikan panjang gelombang 1300 nm hingga 1550 nm. Panjang gelombang tersebut adalah panjang gelombang yang digunakan pada teknologi GPON. Pada gambar 7. diperlihatkan jenis serat optik singlemode yang digunakan.



Gambar 7. Patchcord Singlemode

Sedangkan *splitter* dapat dipasang diluar gedung, di dinding atau kabinet *outdoor*. Untuk implementasi gedung bertingkat, satu *splitter* dapat digunakan untuk melayani beberapa tingkat sekaligus. Splitter akan dipasang ditengah-tengah area layanan untuk menghemat penggunaan serat optik. Pada gambar 8. terlihat layout penarikan serat optik pada perancangan FBB di Surya Cipta dan layout di tiap-tiap area.



Gambar 8. Layout Perencanaan Penarikan Serat Optik

Terdapat OTB (*Optical Termination Box*) yang digunakan dalam perancangan kali ini, OTB tersebut ditempatkan di ruang OLT sebanyak 3 box untuk terminasi optik ke semua area, yang nantinya akan ditarik lurus ke arah OTB yang berada di area tersebut. Penggunaan OTB dikareanakan jika pada penarikan serat optik dari OLT ke arah ONU langsung menggunakan patchcord singlemode biasa akan terdapat beberapa resiko, antara lain: Tekanan (*pressing*) dari arah atas karena penarikan ini dilakukan di bawah tanah dan tidak ada perlindungan ; Tarikan (*pulling*), dikhawatirkan terdapat gangguan karena penarikan langsung; Standar dari instalasi optik PT.Indosat yang menggunakan patchcord tidak lebih dari 50m, oleh karena itu memerlukan terminasi dengan menggunakan OTB.

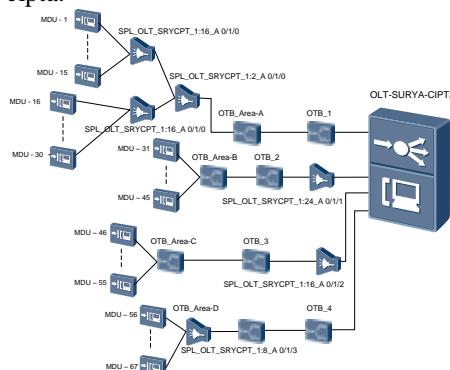
Adapun daftar perangkat yang digunakan pada perancangan kali ini terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Perangkat pada Perancangan FTTB
Surya Cipta

Perangkat	Material	Jumlah
OLT - MA5600T	Kabinet	1
	Frame	1
	<i>Main Control Board</i>	1+1
	<i>Uplink Board</i>	1+1
	PON Board	1
	PON SFP	4
	Power Module	1+1
MDU	MA5612	67
<i>Passive Splitter (1:2)</i>		1
<i>Passive Splitter (1:16)</i>		5
OTB – 12 core		5
OTB – 24 core		2

3.3 Link Power Budget

Link power budget dihitung sebagai syarat agar link yang dirancang dayanya tidak melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Perancangan jaringan FTTB Surya Cipta kali ini terbagi menjadi empat area, yaitu area A, B, C dan D. Pada gambar 9. di bawah ini diperlihatkan topologi jaringan FTTB surya cipta.



Gambar 9. Topologi FTTB Surya Cipta

Berikut nilai redaman tipikal untuk splitter pasif yang biasa digunakan pada perancangan FTTx GPON terdapat pada Tabel 5, dan parameter

perhitungan link budget yang ditetapkan oleh PT. Indosat tbk pada Tabel 6.

Tabel 5. Nilai Redaman Splitter

Split Rasio	Nilai atenuasi (dB)	Tipe SFP
1:2	≤ 3.8	Class B+
1:4	≤ 7.5	Class B+
1:8	≤ 10.6	Class B+
1:16	≤ 13.8	Class B+
1:32	≤ 17	Class B+
1:64	≤ 20.5	Class B+

Tabel 6. Spesifikasi parameter *link power budget*
GPON Surya Cipta – ONU

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Panjang Gelombang (λ)	1310nm & 1490nm	nm
2	Daya Output OLT (P_t)	3	dB
3	Dark Current (I_d)	2	nA
4	Responsivitas (R)	0.85	A/W
5	Bandwidth (B)	0.5	GHz
6	Resistansi Ekuivalen (R_{load})	50	Ω
7	Diameter inti serat optik (<i>Single Mode</i>)	9	μm
8	Redaman serat optik (1310nm)	0.35	dB/Km
9	Redaman splicing	0.1	dB
10	Redaman Konektor	0.3	dB
11	Margin Sistem	3	dB

3.4 Konfigurasi Triple Play

Sebelum mulai melakukan konfigurasi software perlu adanya perencanaan data mengenai apa saja layanan yang akan disupport, nilai vlan, *bandwidth* seperti diperlihatkan pada Tabel 7. Untuk pemberian nilai tcont, gem dan vlan dapat bebas ditentukan karena ini merupakan penomoran yang mendidentifikasi jenis layanan yang akan dikonfigurasi di OLT dan ONU.

Tabel 7. Data Perancangan Konfigurasi Layanan

Tabel 7. Data Perancangan Rangkaian Layanan					
Layanan	Tcont	GEM	User Vlan	Service Vlan	Bandwidth
VoIP	5	10	10	10	2 Mbps
Data	6	20	20	20	10 Mbps <i>Upstream, 5 Mbps Downstream</i>
IPTV	7	30	30	30	10bps

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan *Link Power Budget*

Perancangan jaringan FTTB perlu dianalisis untuk mengetahui kelayakan perancangan yang ada pada bab sebelumnya, mulai dari OLT sampai ONU yang ada di sisi pelanggan. Untuk itu perlu diketahui parameter-parameter perhitungan perancangan jaringan FTTB. Power level yang diberikan oleh OLT Huawei bernilai antara 1.5 sampai 5 dB, maka diambil nilai tipikalnya sebesar 2.5dB. Diumpamakan setiap 300 m ada sambungan dan terdapat konektor di ujung yang diterminasi di OLT dan di ujung ONU, maka hasil perhitungannya menjadi seperti Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Link Budget

Area	Total Loss	$Pr = Popt$
A	24.0427 dB	7.0101×10^{-6} W
B	19.5756 dB	19.608×10^{-6} W
C	19.5134 dB	19.89×10^{-6} W
D	19.86034 dB	18.365×10^{-6} W

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 8, didapat bahwa jarak mempengaruhi nilai dari *power level* yang diterima, dimana semakin besar jarak pengimplementasi maka semakin kecil nilai *power levelnya*. Walaupun jarak terjauh ada pada area D namun pada area A terjadi total loss terbesar karena menggunakan dua tingkat spliter yaitu 1:2 dan 1:16 yang memiliki redaman lebih besar. Jarak maksimum yang dapat ditempuh teknologi GPON adalah sebesar 15 km. Namun dapat disimpulkan bahwa perancangan kali ini memenuhi syarat masih dalam rentang power level yang aman untuk GPON sesuai dengan standar, yaitu antara -8 sampai -28dB.

4.2 Perhitungan SNR

Berdasarkan perhitungan SNR pada tabel 9, dapat dianalisis bahwa semakin tinggi S/N maka semakin baik kualitas jalur transmisinya. Standar S/N untuk sistem komunikasi serat optik adalah 21.5dB. Hasil analisis kelayakan perancangan jaringan FTTB ini memiliki nilai S/N sebesar 26.434 dB, 35.26 dB, 35.393dB dan 34.72 dB termasuk ke dalam standar jalur transmisi serat optik yang layak.

Tabel 9. Perhitungan SNR

Area	SNR	BER
A	26.434 dB	6.5121×10^{-50}
B	35.26 dB	7.546×10^{-185}
C	35.393 dB	1.6183×10^{-190}
D	34.72 dB	1.6456×10^{-163}

4.3 Status Layanan Triple Play

4.3.1 Layanan Suara



Gambar 10. Call Flow Layanan Suara

Call flow layanan VoIP yang diperlihatkan pada gambar 10. menunjukkan IP media dan signaling di sisi pelanggan (114.2.16.68) melakukan beberapa tahapan untuk membangun sebuah proses calling melalui IMS dengan menggunakan protokol SIP. Seluruh proses menggunakan port 5060 yang sebelumnya telah dikonfigurasi di sisi MDU. Berdasarkan hasil sniffing tersebut maka dapat disimpulkan bahwa layanan VoIP dengan menggunakan jaringan GPON berlangsung dengan

baik sesuai dengan standar **ITU-T Y.1541** dengan nilai delay maksimum sebesar 100ms dan jitter sebesar 50ms.

4.3.2 Status Layanan Data

Parameter dalam pengukuran layanan data dengan menggunakan jaringan GPON adalah rate *upstream* dan *downstream*nya setelah perancangan. Untuk seluruh ONU tersebut digunakan alokasi *upstream* dan *Downstream* yang bernilai sama, yaitu 40Mbps *upstream* dan 40Mbps *downstream*. Untuk memastikan apakah jalur layanan data yang akan digunakan sudah terbangun perlu adanya pengecekan service port pada OLT dan MDU. Hasil dari pengukuran maksimum *rate upstream* dan *downstream* untuk layanan data terdapat pada Tabel 10.



Gambar 11. Grafik Downstream Data



Gambar 12. Grafik Upstream Data

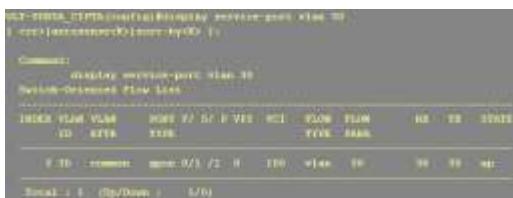
Tabel 10. Pengetesan *Max Upstream* dan *Downstream Rate* (rata-rata per area)

Area	Jarak (m)	<i>Max Rate</i> (kbit/s)	
		<i>Upstream</i>	<i>Downstream</i>
A	979.19	36.25	43.52
B	787.507	untested	untested
C	609.944	untested	untested
D	1031.528	untested	untested

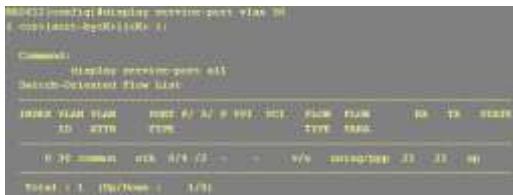
Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan layanan data untuk salah satu MDU yang telah terinstal berjalan dengan baik sesuai dengan alokasi bandwidth untuk layanan ini, yaitu 40 Mbps untuk *upstream* dan 40 Mbps untuk *downstream*. Pada GPON jarak dari OLT ke *end user* tidak terlalu berpengaruh karena untuk tiap-tiap MDU telah dialokasikan masing-masing bandwidth khusus yang hanya dipakai untuk *user* tersebut.

4.4.3 Status Layanan Video

Sama seperti layanan-layanan sebelumnya status service port antara OLT dan MDU harus dicek seperti pada gambar 13. dan 14.



Gambar 13. Status service-port Layanan Video di OLT



Gambar 14. Status service-port Layanan Video di ONU

Pada gambar 15. berikut terdapat capture pengetesan layanan video dengan menggunakan satu ONU yang telah terinstal pada area A. Terlihat bahwa layanan video berjalan normal pada perancangan ini.



Gambar 15. Pengetesan Layanan Video

5. SIMPULAN

Pada perancangan jaringan FTTB ini ditinjau dari perhitungan sisi link budget, SNR dan BER didapatkan hasil yang sesuai dengan standar kelayakan teknologi GPON, yaitu dengan nilai total loss paling rendah sebesar 19.5134 dB dan paling tinggi sebesar 24.0427dB masih di bawah standar sebesar 28dBm menurut standar ITU-T G.9842 dengan penerimaan power setelah melewati ODN dan memiliki nilai SNR sebesar 26.434dB, 35.26dB, 35.393dB dan 34.72dB yang menunjukkan kualitas transmisi serat optik yang baik dan sudah memenuhi standar S/N untuk sistem komunikasi serat optik sebesar 21.5dB.

Pada pengetesan layanan *triple play* salah satu ONU yang telah terinstal baik *hardware* maupun *softwarenya* menunjukkan ketiga layanan yang telah berjalan dengan baik. Untuk layanan data dan video telah berjalan dengan baik sesuai dengan pengetesan yang dilakukan. Sedangkan pada layanan suara setelah dilakukan paket *sniffing* menggunakan wireshark didapatkan hasil yang sesuai dengan standar ITU-T Y.1541 dengan nilai *jitter* yang kurang dari 50ms.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. *Gigabit-Capable Passive Optical Network (GPON)*”, ITU-T/G.984, Lisbon
 Anonim, 2011. *MA5600 Product Documentation*,
 Huawei Technologies: China

Anonim “*FTTB and FTTC Network Planning and Design Guide*”, Huawei Technologies: China, 2013.

Anonim, 2011. *Pedoman Pemasangan Jaringan Telekomunikasi (JARLOKAF)*. Direktorat Operasi dan Pemasaran, PT Telekomunikasi Indonesia: Bandung.

Freeman, Roger L, 1999. *Fundamentals of Telecommunications*, John Wiley & Sons, Inc: ISBN: 0-471-29699-6

Hasanuddin, Zulfadzri Basri, 2010. Jaringan Lokal Akses Serat Dengan Konfigurasi Serat To The Home, Universitas Nusa Cendana Kupang,

Hamdani, Arief, 1999. “Jaringan Akses Serat. Jurnal Elektro Indonesia. No.25 Tahun V

Perkasa, Tofan Teguh, 2000. “Analisis Kinerja Voice Over Internet Protocol pada Mobile Ad-hoc Network”. Yogyakarta.

Ramadhan, Muhamad, 2010. Perancangan Jaringan Akses Serat To The Home (Ftth) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Setraduta Bandung, Bandung,

Senior, John M, 2002. *Optical Serat Communication: Principles and Practices 2nd Edition*, London, ISBN: 0-13-635426-2

Waluyo, 2009. Analisis Sistem Komunikasi Serat Optik Single Mode, Politeknik Negeri Malang.