



Analisa Perhitungan Redaman pada Jaringan FTTH di Perumahan Balikpapan Regency Cluster Castaric

Ifandi Rahmad Riswanto, Mohammad Iqbal Ditrinov, Amalia Rizqi Utami*

*Teknik Elektro, Institut Teknologi Kalimantan
Jl. Soekarno Hatta KM. 15, Balikpapan, Indonesia*
*Email Penulis Koresponden: amalia.rizqi@lecturer.itk.ac.id

Abstrak :

Menurut riset yang dilakukan oleh Telkom, Telkom telah melayani penambahan pelanggan Indihome hingga 1,01 juta pelanggan. Maka jumlah total pelanggan Indihome mencapai 8.02 juta. Semakin bertambahnya permintaan berlangganan Indihome dan juga semakin jauh tempat pelanggan yang akan dijangkau maka semakin panjang juga kabel Fiber Optic yang di gunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis jaringan pada daerah tersebut agar dapat mengetahui performansi dari jaringan fiber optic menuju tempat tinggal pelanggan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis jaringan pada daerah tersebut agar dapat mengetahui performansi dari jaringan fiber optic menuju tempat tinggal pelanggan. Analisis dilakukan setelah melakukan pengolahan data menggunakan metode perhitungan power link budget untuk mengetahui jarak dan jumlah sambungan yang mempengaruhi redaman pada jaringan fiber optic indihome di Perumahan Balikpapan Regency Cluster Castarica. Dan kesimpulan yang didapatkan bahwa jaringan FTTH di Balikpapan Regency Cluster Castarica dapat dikategorikan layak redaman total maksimal pada jaringan sebesar 27.92009 dB dan jarak terjauh pelanggan dari OLT/STO sejauh 7,0574 Km yang mana sesuai dengan standarisasi yang ditetapkan oleh ITU-T G.984 dan juga peraturan yang ditetapkan oleh PT. Telkom.

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license



Kata Kunci:

Fiber optik, FTTH, Power Link Budget.

Riwayat Artikel:

Diserahkan 13 Oktober 2022

Direvisi 08 Februari 2023

Diterima 20 Juli 2023

Dipublikasi 15 Agustus 2023

DOI:

10.22441/incomtech.v13i3.17447

1. PENDAHULUAN

Di masa pandemi saat ini, banyak pertambahan kasus positif COVID-19 yang mengakibatkan pemerintah memberlakukan PPKM untuk meredam peningkatan kasus positif COVID-19. Hal tersebut memicu banyak kegiatan masyarakat yang

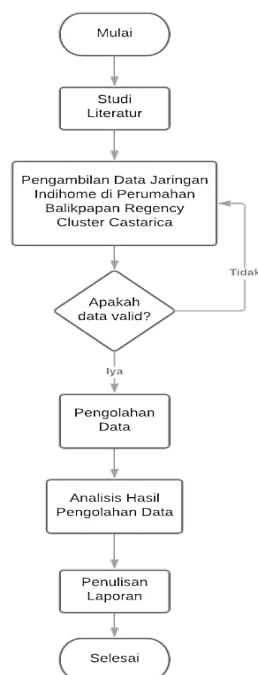
sebelumnya luring menjadi daring mulai dari sekolah daring, kegiatan agama secara daring dan juga work from home atau disebut dengan WFH, dengan banyaknya kegiatan daring yang dilakukan masyarakat Indonesia di rumah membutuhkan koneksi internet yang memadai.

Menurut riset yang dilakukan oleh Telkom, telah melayani penambahan pelanggan Indihome hingga 1,01 juta pelanggan. Maka jumlah total pelanggan Indihome mencapai 8.02 juta. Semakin banyak pelanggan dan juga semakin jauh tempat pelanggan yang akan dijangkau maka semakin panjang juga kabel Fiber Optic yang di gunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis jaringan pada daerah tersebut agar dapat mengetahui performansi dari jaringan fiber optic menuju tempat tinggal pelanggan [1].

Maka dari itu perlu dijaga kualitas jaringan internet serat optic dengan mengetahui nilai dari redaman total pada jaringan FTTH, daya yang diterima oleh detektor atau modem pelanggan dan margin daya. Perumahan Balikpapan Regency Cluster Castarica terdapat banyak pelanggan Indihome yang mana jumlahnya banyak sekitar 200 pelanggan. Untuk itu saya mengambil studi kasus Analisa Perhitungan Redaman Pada Jaringan FTTH di Perumahan Balikpapan Regency Cluster Castarica.

2. METODE

Pada penelitian ini dilakukan pembahasan mengenai Analisis Performansi Jaringan Telekomunikasi Dari OLT (Optical line Termination) Hingga ONT (Optical Network Termination) Pada Perumahan Regency Cluster Castarica dengan metode Power Link Budget. Alur penyelesaian dari penelitian ini dapat terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang dilalui untuk dilakukannya penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 diagram alir penelitian, dengan rincian sebagai berikut :

1. Penentuan Lokasi

Sebelum melakukan sebuah perancangan suatu jaringan maka terlebih dahulu melakukan *survey* lokasi untuk menentukan lokasi yang dinilai sesuai untuk dijadikan sebagai penelitian.

2. Pengumpulan Data

Setelah menentukan lokasi untuk mengetahui jaringan maka selanjutnya dilakukan sebuah pengambilan data yang dapat digunakan dalam melakukan perhitungan dan perancangan jaringan. Dengan data yang didapatkan pada Tabel 3 yakni data pelanggan Perumahan Regency *Cluster Castarica*

3. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan sebuah data maka diperlukan sebuah perancangan Jaringan FTTH dengan menggunakan *software OptiSystem* sebelum dilakukan perancangan secara langsung dilapangan. Dengan rangkaian yang dirancang seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Setelah mendapatkan data dari lapangan maka dilakukan dengan menggunakan perhitungan *power link budget* dan dari perhitungan tersebut akan memperoleh hasil dari redaman total, sensitivitas daya maksimum, dan margin daya. Jika hasil yang diperoleh tidak sesuai maka akan dilakukan kembali pengumpulan data untuk mendapatkan hasil yang di nilai sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

4. Analisis Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan sebuah analisis data dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari simulasi dan perhitungan *power link budget*.

5. Kesimpulan

Pada kesimpulan ini digunakan untuk memberikan ringkasan secara keseluruhan dari hasil yang telah diperoleh setelah dilakukannya serangkaian percobaan.

2.1 Spesifikasi Data

2.1.1 Spesifikasi *Optical Line Terminator* (OLT) :

Tabel 1. Spesifikasi *Optical Line Terminator* (OLT)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Optical Transmit Power</i>	5	dBm
<i>Downlink Wavelength</i>	1490	nm
<i>Uplink Wavelength</i>	1310	nm
<i>Video Wavelength</i>	1550	nm
<i>Spectrum Wavelength</i>	1	nm
<i>Downstream Rate</i>	2.4	Gbps
<i>Upstream Rate</i>	1.2	Gbps
<i>Optical Rise Time</i>	160	ps

2.1.2 Spesifikasi *Optical Network Terminator* (ONT) :

Dengan diketahuinya Spesifikasi *Optical Line Terminator* (OLT), maka diperlukan pula Spesifikasi *Optical Network Terminator* (ONT) yang dapat ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Spesifikasi *Optical Network Terminator* (ONT)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Downstream Rate</i>	2.4	Gbps
<i>Upstream Rate</i>	1.2	Gbps
<i>Downlink Wavelength</i>	1490	nm
<i>Uplink Wavelength</i>	1310	nm
<i>Video Wavelength</i>	1550	nm
<i>Spectrum Width</i>	1	nm
<i>Optical Rise Time</i>	200	ps

2.1.3 Data Pelanggan Perumahan Regency Cluster Castarica

Setelah semua data spesifikasi diketahui, selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data pelanggan Perumahan Regency Cluster Castarica yang ditunjukkan oleh Tabel 3 di bawah ini

Tabel 3 Data Pelanggan Perumahan Regency Cluster Castarica

Perangkat	OLT-ODC (Km)	ODC – ODP (Km)	ODP-ONT Terjauh (Km)	Total Jarak (Km)
ODP-BRU-FBG/01	5.6	1.310	0.1474	7.0574
ODP-BRU-FAA/05		0.84699	0.30722	6.7542
ODP-BRU-FBG/07		0.72286	0.0871	6.4100
ODP-BRG-FBG/08		0.63888	0.35011	6.5890
ODP-BRU-FBG/9		0.57353	0.16267	6.3362
ODP-BRU-FBG/10		0.40396	0.27067	6.3957
ODP-BRU-FBG/011		0.40396	0.25314	6.2571
ODP-BRU-FBG/27		0.29188	0.28104	6.1729
ODP-BRU-FBG/24		0.49047	0.44594	6.5364
ODP-BRU-FBG/23		0.55143	0.44422	6.5957

Dengan diketahuinya data pelanggan di wilayah Perumahan Regency Cluster Castarica, maka dibutuhkan pula data untuk melakukan perhitungan dengan metode *power link budget* yang ditunjukkan pada Tabel 4 dibawah ini.

2.1.4 Spesifikasi Data Power Link Budget :

Tabel 4 Data *Power Link Budget*

Parameter	Keterangan
Daya Keluaran Sumber Optik (P_t)	5 dBm
Sensitivitas Daya Maksimum (P_r)	< -28 dBm
α_{serat}	1310 nm 1490 nm
α_s di kabel <i>Feeder</i>	0.35 dB/Km
α_s di kabel <i>Distribusi</i>	0.28 dB/Km
α_s di kabel <i>Drop</i>	0.05 dB/ <i>Splice</i>
Konektor SC	0.25 dB/ <i>Connector</i>
Jenis PS 1:4	7.25 dB
Jenis PS 1:16	14.1 dB
Jumlah Sambungan	12 buah
Jumlah Konektor	13 buah
Margin Daya	> 0 dB

Keterangan :

P_t = Daya Keluaran Sumber Optik (dBm)

P_r = Sensitivitas Daya Maksimum Detektor (dBm)

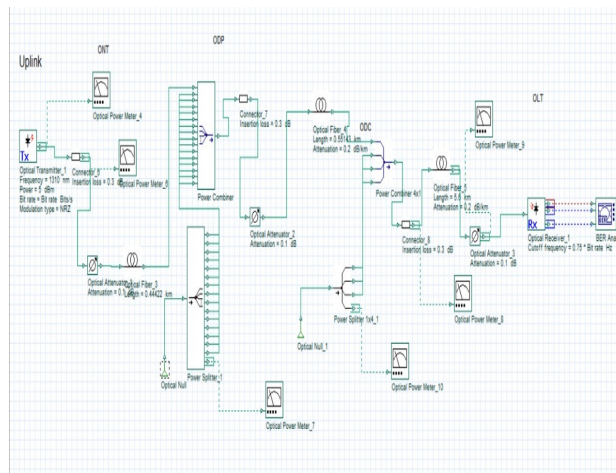
α_s = Redaman Sambungan (dB/sambungan)

α_{serat} = Redaman Serat Optik (dB/Km)

2.2. Perancangan Pada *OptiSystem*

Langkah selanjutnya adalah mendesain rangkaian sistem pada software *OptiSystem* sehingga dapat menentukan kelayakan jaringan di perumahan tersebut. Secara khusus simulasi dilakukan pada dua sisi yaitu perumahan Regency Cluster Castalica yang dilakukan dengan desain sambungan. Dari perangkat pengguna ke base station (uplink), dari sisi koneksi base station ke base station. Perangkat pengguna (downlink). Desain pada sisi uplink dapat ditampilkan pada Gambar 2 di bawah ini.

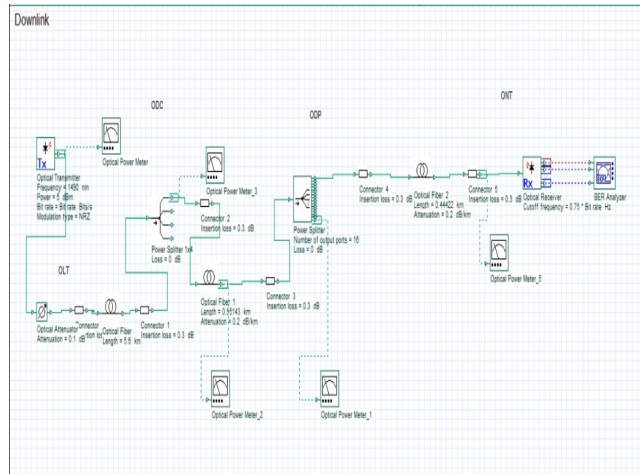
2.2.1 Simulasi Sisi *Uplink* :



Gambar 2 Rangkaian Simulasi Perangkat FTTH Menggunakan *Optisystem* Sisi *Uplink*

2.2.2 Simulasi Sisi *Downlink* :

Setelah dilakukannya perancangan rangkaian pada sisi *uplink*, Desain pada sisi *Downlink* dapat ditampilkan pada Gambar 3 di bawah ini



Gambar 3 Rangkaian Simulasi Perangkat FTTH Menggunakan *Optisystem* Sisi *Downlink*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Hasil Simulasi

Simulasi yang telah dirancang menggunakan *OptiSystem* dengan mengambil *sample* sebanyak 10 (sepuluh) ODP dan pengguna (ONT) terjauh yang berada di wilayah Perumahan Regency *Cluster Castarica*. Didapatkan hasil berupa tabel sebagai berikut :

Tabel 5 Hasil Simulasi Pada Sisi *Uplink*

Perangkat	Nilai Prx (dBm)	Nilai BER	Nilai Q Factor
ODP-BRU-FBG/01	-18.331	1.09737e-24	10.1899
ODP-BRU-FBG/05	-18.265	2.19304e-25	10.3453
ODP-BRU-FBG/07	-18.196	3.7734e-26	10.5125
ODP-BRU-FBG/08	-18.232	9.65424e-26	10.4236
ODP-BRU-FBG/09	-18.181	2.57127e-26	10.5481
ODP-BRU-FBG/10	-18.193	1.69654 e-26	10.6292
ODP-BRU-FBG/11	-18.166	9.73638e-26	9.5072
ODP-BRU-FBG/27	-18.149	4.09208e-26	9.35695
ODP-BRU-FBG/24	-18.221	7.32483e-26	10.4498
ODP-BRU-FBG/23	-18.233	9.05194e-26	10.4207
Rata - Rata	-14.5703	1.69e-25	10.47359

Pada hasil simulasi di sisi *uplink* didapatkan nilai rata-rata Prx sebesar -14.5703 dBm, BER sebesar 1. 69e-25, dan Q-factor sebesar 10.47359, yang menandakan

jaringan FTTH pada wilayah Perumahan Regency *Cluster Castarica* dapat dinyatakan “Layak”. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan nilai BER memenuhi standar dengan *Bit Error Rate* (BER) tidak melebihi $10e-9$.

Tabel 6 Hasil Simulasi Pada Sisi *Downlink*

Perangkat	Nilai Prx (dBm)	Nilai BER	Nilai Q Factor
ODP-BRU-FBG/01	-19.031	3.01005E-20	9.14366
ODP-BRU-FBG/05	-18.965	8.0016E-21	9.25861
ODP-BRU-FBG/07	-18.896	1.85457E-21	9.44022
ODP-BRU-FBG/08	-18.932	3.99135E-21	9.35958
ODP-BRU-FBG/09	-18.881	1.35145E-21	9.47333
ODP-BRU-FBG/10	-18.893	1.74434E-21	9.44665
ODP-BRU-FBG/11	-18.866	9.76535E-22	9.5072
ODP-BRU-FBG/27	-18.849	6.8125E-22	9.5446
ODP-BRU-FBG/24	-18.921	3.17303E-21	9.38376
ODP-BRU-FBG/23	-18.932	4.09208E-21	9.35695
Rata - Rata	-18.9166	5.6e-21	9.391456

Pada hasil simulasi di sisi *downlink* didapatkan nilai rata-rata Prx sebesar -18.9166 dBm, BER sebesar $5.6e-21$, dan Q-factor sebesar 9.391456, yang menandakan jaringan FTTH pada wilayah Perumahan Regency *Cluster Castarica* dapat dinyatakan “Layak”. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan nilai BER memenuhi standar dengan *Bit Error Rate* (BER) tidak melebihi $10e-9$.

- Analisis Perhitungan *Power Link Budget*

Perhitungan *Power Link Budget* ini dilakukan dengan mengikuti standarisasi ITU-T G.984 serta peraturan yang ditetapkan oleh PT. Telkom yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dan redaman total tidak melebihi dari 28 dB atau $P_r > -28\text{dBm}$.

Untuk menghitung redaman total dapat menggunakan persamaan pada *power link budget* dengan menggunakan persamaan (1) dan Selanjutnya dilakukan perhitungan Margin Daya dengan menggunakan persamaan (2). Pada perhitungan awal dilakukan pada pelanggan dengan jarak terjauh, di ODP-BRU-FBG/01 dengan menggunakan variabel-variabel berikut ini :

$$\begin{aligned}
 L &= \text{STO-ODC} &&= 5,6 \text{ Km} \\
 \text{ODC-ODP} &= 1310 \text{ m} &&= 1,31 \text{ Km} \\
 \text{ODP-ONT} &= 148,4 \text{ m} &&= 0,1484 \text{ Km} \\
 P_t &= 5 \text{ dB} \\
 P_r &= -28 \text{ dB} \\
 \alpha_{\text{serat}} &= 0,35 \text{ dB/Km (Uplink)} \\
 &= 0,28 \text{ dB/Km (Downlink)} \\
 \alpha_s &= 0,05 \text{ dB/Splice} \\
 \alpha_c &= 0,25 \text{ dB/pasang} \\
 \alpha_{Sp} &= 1:4 = 7,5 \text{ dB} \\
 &= 1:8 = 11,4 \text{ dB} \\
 &= 1:16 = 14,1 \text{ dB} \\
 N_c &= 13 \text{ buah} \\
 N_s &= 12 \text{ splice} \\
 &\text{Perhitungan Uplink}
 \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{Total}} &= L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + \alpha_{Sp} \\
 &= (7,0584 \cdot 0,35) + (13 \cdot 0,25) + (12 \cdot 0,05) + (14,1+7,5)
 \end{aligned}$$

$$= 27,9209 \text{ dB}$$

- $P_r = P_t - \alpha_{Total} - SM$
 $= 5 - 27,92044 - 6$

$$= -28,9201 \text{ dBm}$$

- $M = (P_t + P_r) - \alpha_{Total} - SM$
 $= (5 + 28) - 27,92044 - 6$

$$= -0,92009 \text{ dBm}$$

Perhitungan *Downlink*

- $\alpha_{Total} = L \cdot \alpha_{serat} + Nc \cdot \alpha_c + Ns \cdot \alpha_s + \alpha_{Sp}$
 $= (7,0584 \cdot 0,28) + (13 \cdot 0,25) + (12 \cdot 0,05) + (14,1+7,5)$

$$= 27,426072 \text{ dB}$$

- $P_r = P_t - \alpha_{Total} - SM$
 $= 5 - 27,426352 - 6$

$$= -28,4261 \text{ dBm}$$

- $M = (P_t + P_r) - \alpha_{Total} - SM$
 $= (5 + 28) - 27,426352 - 6$

$$= -0,42607 \text{ dBm}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti diatas dan dilakukan secara berulang pada semua pelanggan di wilayah Perumahan Regency *Cluster Castarica*, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 7 Hasil Perhitungan *Power Link Budget*

Perangkat	α_{total} (dB)		Pr (dBm)		Margin Daya (dB)	
	<i>Uplink</i>	<i>Downlink</i>	<i>Uplink</i>	<i>Downlink</i>	<i>Uplink</i>	<i>Downlink</i>
ODP-BRU-FBG/01	27.92009	27.426072	-28.9201	-28.4261	-0.92009	-0.42607
ODP-BRU-FBG/05	27.8139735	27.3411788	-28.814	-28.3412	-0.81397	-0.34118
ODP-BRU-FBG/07	27.693486	27.2447888	-28.6935	-28.2448	-0.69349	-0.24479
ODP-BRU-FBG/08	27.7561465	27.2949172	-28.7561	-28.2949	-0.75615	-0.29492
ODP-BRU-FBG/09	27.66767	27.224136	-28.6677	-28.2241	-0.66767	-0.22414
ODP-BRU-FBG/10	27.6884845	27.2407876	-28.6885	-28.2408	-0.68848	-0.24079
ODP-BRU-FBG/11	27.639985	27.201988	-28.64	-28.202	-0.63999	-0.20199
ODP-BRU-FBG/27	27.610522	27.1784176	-28.6105	-28.1784	-0.61052	-0.17842
ODP-BRU-FBG/24	27.7377435	27.2801948	-28.7377	-28.2802	-0.73774	-0.28019
ODP-BRU-FBG/23	27.7584775	27.296782	-28.7585	-28.2968	-0.75848	-0.29678

Rata - Rata	27.728	27.296	-28.7287	-28.2968	-0.72866	-0.27293
-------------	--------	--------	----------	----------	----------	----------

Berdasarkan hasil perhitungan *power link budget* pada jaringan FTTH di Perumahan Balikpapan Regency Cluster *Castarica* dengan ODP 1:16 pada jarak terjauh yaitu pada ODP-BRU-FBG/01, nilai total redaman dengan jarak terjauh adalah 27,92009 dB saat *uplink* dan 27,426072 dB saat *downlink*, total redaman terdekat dengan yaitu ODP-BRU-FBG/27 adalah 27.610522 dB saat *uplink* dan 27.1784176 dB saat *downlink*. Penerimaan daya dengan ODP 1:16 pada jaringan ini pada jarak terjauh yaitu pada ODP-BRU-FBG/01 didapatkan -28.9201 dBm (*uplink*) dan -28.4261dBm (*downlink*), dan penerimaan daya pada jarak terdekat yaitu pada ODP-BRU-FBG/27 adalah -28.6105 dBm (*uplink*) dan 28.1784 dBm (*downlink*). Untuk margin daya dengan ODP 1:16 yang didapatkan pada jarak terjauh yaitu pada ODP-BRU-FBG/01 sebesar -0.92009 dBm saat *uplink* dan -0.42607 dBm ketika *downlink*, lalu pada jarak terdekat yaitu ODP-BRU/FBG/01 nilai margin daya yang diperoleh dari hasil perhitungan yaitu -0.61052 dBm saat *uplink* dan -0.17842dBm ketika *downlink*.

Berdasarkan hasil perhitungan *power link budget* dan Analisa pada jaringan FTTH di Balikpapan Regency Cluster *Castarica*, dapat dikategorikan bahwa jaringan ini termasuk dalam kategori “layak” karena redaman total pada pelanggan terjauh masih di bawah batas ketentuan standarisasi jaringan FTTH PT. Telkom yaitu redaman totalnya 27,92009 dB dan jarak terjauhnya yaitu 7,0574 Km. Tetapi perlu diperhatikan pada pelanggan dengan nilai redaman total yang mendekati batas.

Hasil dari simulasi dengan Perhitungan yang dilakukan terdapat perbedaan data, hal ini disebabkan karena pada simulasi semua komponen dalam kondisi ideal tanpa adanya faktor gangguan eksternal sedangkan dalam perhitungan diambil nilai loss pada masing-masing splitter dalam kondisi terburuk yaitu menggunakan nilai redaman yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Dengan berdasarkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan dan selanjutnya dilakukan Analisa dari data perhitungan yang diperoleh, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut : Semakin jauh jarak OLT hingga pelanggan dan banyaknya pelanggan maka semakin tinggi redaman total pada jaringan FTTH yang terjauh terhubung dengan splitter 1:16 sebesar 27.92009 dB. Hal itu dikarenakan panjangnya kabel yang memiliki redaman per Kilomernya sebesar 0,35 dB, banyaknya percabangan pada splitter 1:16 yang redamannya sebesar 14,1 dB (maksimum) dan juga banyaknya konektor yang terhubung pada jaringan FTTH. Dari hasil perhitungan diperoleh *power link budget* redaman total maksimal pada jaringan sebesar 27.92009 dB dan jarak terjauh pelanggan dari OLT/STO sejauh 7,0574 Km. Kemudian dari hasil perhitungan *power link budget* pada jaringan FTTH di Balikpapan Regency Cluster *Castarica* dapat dikategorikan layak yang mana jarak dan redaman sesuai dengan mengikuti standarisasi ITU-T G.984 serta peraturan yang ditetapkan oleh PT. Telkom. Tetapi perlu diperhatikan pada pelanggan dengan nilai redaman total yang mendekati batas. Dari perbedaan hasil

perhitungan dan simulasi, perlu dilakukan perawatan atau pengecekan rutin terhadap komponen-komponen FTTH agar kualitasnya terjaga dan dapat dilakukan pencegahan jika ada komponen yang mengalami masalah.

REFERENSI

- [1] Pebrianto, Fajar. 2021. 1 Juta Pelanggan Baru di 2020 Penghasilan Indihome Makin Nambah. Tempo .diakses dari <https://bisnis.tempo.co/read/1466962/1-juta-pelanggan-baru-di-2020-penghasilan-indihome-makin-nambah>
- [2] PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.,” Pedoman Pemasangan Jaringan Fiber to the Home (PPJ FTTH)", Bandung : 30 Desember 2013. (OLT)
- [3] Ridho, S., Andra, S., Sirin, D.N.S. and Apriono, C. 2020. “Perancangan Jaringan Fiber to the Home (FTTH) pada Perumahan di Daerah Urban”. Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, 9(1), pp.94-103.
- [4] Sinaga, Delima Saptun Susilawati, Fitri Imansyah, Trias Pontia. 2020. “Implementasi Optisystem Pada Perancangan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)”. Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology, Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [5] Hariyadi, M. Kom. 2018. “Sistem Komunikasi Fiber Optik Dan Pemanfaatannya Pada PT.Semen Padang”. Rang Teknik Journal: Vol. I, No.1. ISSN2599-2081; EISSN 2599-2090.
- [6] Jepri, Rian. 2014. “Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)”. Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [7] Keiser, Gerd. 1991. Optical Fiber Communication. United State of America : Mc Grow Hill.
- [8] Sadewa, Tofan Aldi. 2017. “Analisa Perhitungan Total Redaman Pada Jaringan FTTH (Fiber To The Home) Di Area Perumahan Gardenia”. Semarang : Universitas Semarang.
- [9] Telkom Indonesia, P.T. 2013. “Pedoman Pemasangan Instalasi Jaringan FTTH”. Bandung: PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.