

ANALISIS REDAMAN (*LOSS*) RATA-RATA PADA JARINGAN *FTTH* DI BTR BLOK O BEKASI

Ramdhany Rino Syahputra^{1*)}, Muhamad Bagaswara², Dian Budhi Santoso³

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

²Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komunikasi, Universitas Mercu Buana, Bekasi

^{1,3}Jl. Hs. Ronggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang, 41361, Indonesia

²Jalan Raya Kranggan. Harjamukti, Bekasi, 16454, Indonesia

email: ramdhany.rino17112@student.unsika.ac.id, Mbagaaswara@gmail.com, dian.budhi@ft.unsika.ac.id

Abstract – The development of technology in modern times is growing very fast. Very increasingly sophisticated technology, the human need for data rates is very high to balance this technology. So that PT. TELKOM INDONESIA made a network design in the form of Fiber To The Home using fiber optic cable as the transmission system. The design of Fiber To The Home is a network from the center to the customer with mapping into the form of distance, device placement, device specifications, and how many devices will be used. The design result shows that the design for the BTR Blok O Bekasi area uses 1 ODC, 23 ODP, and 72 customers. The average total attenuation analysis using the link budget calculation shows 20,3064159 dB for distribution 1 and 20,52062 dB for distribution 2. This attenuation is in accordance with the standardization that has been implemented by PT. TELKOM INDONESIA < 28 dB.

Keywords – Fiber To The Home, ODC, ODP, attenuation

Abstrak – Perkembangan teknologi di zaman modern ini berkembang sangat pesat. Dengan teknologi yang semakin canggih menyebabkan kebutuhan manusia akan kecepatan data sangat tinggi untuk memberikan keseimbangan terhadap teknologi tersebut. Sehingga PT. TELKOM INDONESIA menggunakan fiber optik pada jaringan *FTTH* sebagai sistem transmisinya. Perancangan *Fiber To The Home* merupakan jaringan dari sentral menuju ke pelanggan dengan pemetaan berupa jarak, penempatan perangkat, spesifikasi perangkat, dan berapa banyak perangkat yang akan digunakan. Dari hasil perancangan menunjukkan bahwa perancangan untuk daerah BTR Blok O Bekasi menggunakan 1 ODC, 23 ODP, dan 72 pelanggan. Analisis redaman total rata-rata dengan menggunakan perhitungan *link budget* menunjukkan angka sebesar 20,3064159 dB untuk distribusi 1 dan 20,52062 dB untuk distribusi 2. Redaman ini sudah sesuai dengan standarisasi yang sudah diterapkan oleh PT. TELKOM INDONESIA yaitu < 28 dB.

Kata Kunci – Fiber To The Home, ODC, ODP, redaman

I. PENDAHULUAN

Setelah memasuki zaman modern, perkembangan teknologi berkembang sangat pesat yang salah satunya adalah jaringan Telkom dengan kecepatan internet mencapai 100 Mbps. Perkembangan teknologi yang semakin canggih dan kebutuhan manusia akan kecepatan data yang tinggi untuk mengakses internet mendorong PT Telkom Indonesia untuk mengembangkan teknologi untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut dengan menggunakan kabel fiber optik untuk sistem transmisi *FTTH*. Kabel fiber optik merupakan suatu media transmisi yang memiliki kecepatan akses sangat tinggi yang mampu mengirimkan data hingga 2,5 Gbps dengan jarak 200 km dan juga kabel fiber optik ini menggunakan sifat cahaya diantaranya dapat dibiaskan dan juga merambat lurus.

Ramdhany Rino Syahputra: Analisis Redaman (*Loss*) Rata-Rata ...

Beberapa pelanggan indihome seringkali komplain ke STO (Sentral Telepon Otomat) terdekat mengenai jaringan internet yang koneksinya sering tidak stabil. Hal ini dikarenakan adanya redaman (*loss*) melebihi standarisasi PT. Telkom Indonesia yang disebabkan pada kabel fiber optik yang rusak atau tidak baik.

Kecepatan dan kestabilan internet yang baik pada pelanggan memiliki nilai redaman (*loss*) dengan nilai tertentu sesuai dengan standarisasi PT. Telkom Indonesia yaitu < 28 dB. Nilai redaman ini sangat mempengaruhi kualitas kecepatan dan kestabilan internet jika redaman tersebut melampaui batas standarisasi nilai redaman yang sudah ditentukan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisa sebuah redaman dari perancangan jaringan *FTTH* berupa jalur dan berapa banyak perangkat yang akan digunakan dengan perhitungan *link budget*. Analisis redaman (*loss*) dengan menggunakan *link budget* disini memperhitungkan jarak dari *OLT* ke pelanggan dan juga redaman dari beberapa perangkat seperti konektor, *splitter* 1:4, *splitter* 1:8, sambungan.

*) **penulis korespondensi**: Ramdhany Rino Syahputra
Email: ramdhany.rino17@student.unsika.ac.id

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Pada penelitian sebelumnya terdapat beberapa penelitian dengan perhitungan yang sama namun langkah akhir yang berbeda. Berikut merupakan beberapa penelitian terkait dengan perhitungan menggunakan *Link Budget* pada jaringan *FIBER TO THE HOME* :

1. Pada penelitian [1], Fatah Ihamirosa dkk., melakukan sebuah analisis dengan menggunakan *Link Budget* pada *FIBER TO THE HOME* di daerah Puri Anjasmoro Kecamatan Semarang Barat. Analisis ini menghitung redaman dari *OLT* hingga pelanggan. Setelah mendapatkan redaman total yang dihasilkan kemudian menghitung nilai *Power Receive* yaitu perhitungan daya yang diterima pada setiap *ONT* pada pelanggan.
2. Pada penelitian [2], Atika Fitriyani dkk., melakukan analisis *FIBER TO THE HOME* dalam bentuk perancangan pada perumahan Nataendah Kopo. Pada perancangan ini, dilakukan perhitungan menggunakan *Downlink* dan *Uplink Link Budget* untuk menentukan berapa *Power Receive* total yang dihasilkan. Setelah itu, menghitung batasan dispersi sistem transmisi digital menggunakan *Downlink* dan *Uplink Rise Time*

Budget. Kemudian yang terakhir adalah menghitung redaman pada setiap distribusi.

3. Pada penelitian [6], Fahrudin Rosanto dkk., menganalisa jaringan *FTTH* Garden City di Jakarta dengan menggunakan perhitungan *Power Link Budget* dan juga *Rise Time Budget*. Perhitungan *Power Link Budget* digunakan untuk menghitung rugi-rugi daya yang dihasilkan dari *STO* menuju ke pelanggan di daerah Jakarta Garden City dimana terdapat perhitungan *Downlink*, *Uplink* serta Margin Daya. Setelah itu, menghitung sebuah proses pengiriman data dari *STO* menuju pelanggan menggunakan perhitungan *Rise Time Budget* dimana terdapat hasil *Downstream* dan *Upstream* didalamnya. Dan yang terakhir ada analisis performansi menggunakan *RF Spectrum Analyzer* dan *Optical Spectrum Analyzer* untuk menganalisa performansi jaringan *FIBER TO THE HOME* pada area Jakarta Garden City.

III. METODE PENELITIAN

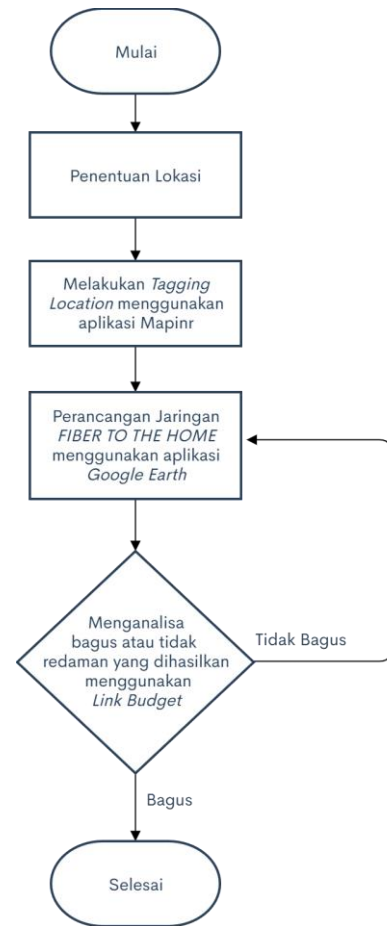
A. Metode Penelitian

Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian:

- a) Identifikasi masalah yaitu dengan merumuskan latar belakang hingga tujuan dalam penelitian ini.
- b) Studi literatur, yaitu mengumpulkan sekaligus menganalisa data-data baik dari buku maupun jurnal-jurnal referensi sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan yaitu tentang jaringan *Fiber To The Home*.
- c) Perancangan dan analisis, yaitu dengan merancang jaringan *FTTH* di daerah BTR Blok O Bekasi kemudian menganalisa redaman (*loss*) pada jaringan *Fiber To The Home* tersebut dengan menggunakan perhitungan *link budget*, untuk mengetahui apakah kualitas jaringan internet tersebut baik atau tidak.

B. Diagram Alir

Secara sederhana proses analisis redaman pada jaringan *FTTH* di daerah BTR Blok O Bekasi menggunakan perhitungan *link budget* dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 2.



Gambar. 1 Diagram alir penelitian

C. Link Budget

Link Budget merupakan sebuah perhitungan yang digunakan untuk menganalisa dan mengukur nilai redaman total yang akan dihasilkan oleh jaringan fiber optik dari *OLT* sampai ke pelanggan. Perhitungan menggunakan *link budget* mempunyai parameter berdasarkan perangkat yang akan digunakan.

Rumus untuk menghitung redaman atau *loss* suatu jaringan menggunakan persamaan

$$\alpha_T = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \quad (1)$$

Keterangan :

- α_T = Redaman (*loss*) Total (dB)
- L = Panjang serat optik (Km)
- α_{serat} = Konstanta redaman serat optik (dB/Km)
- N_c = Jumlah konektor
- α_c = Konstanta redaman konektor (dB)
- N_s = Jumlah sambungan
- α_s = Konstanta redaman sambungan (dB)
- S_p = Redaman *splitter* (dB)

TABEL. I
PARAMETER REDAMAN *LINK BUDGET*

No	Perangkat	Nilai Redaman (dB)
1.	Serat Optik	0,35
2.	Konektor SC/UPC	0,25
3.	Konektor SC/APC	0,35
4.	Sambungan	0,1
5.	Splitter 1:2	3,7
6.	Splitter 1:4	7,25
7.	Splitter 1:8	10,38
8.	Splitter 1:16	14,10
9.	Splitter 1:32	17,45

Nilai parameter redaman yang ditunjukkan pada Tabel I merupakan nilai redaman *link budget* yang akan digunakan untuk menghitung berapa nilai redaman yang akan dihasilkan pada perancangan jaringan *FTTH* di BTR Blok O Bekasi. Perhitungan redaman atau *loss* menggunakan *link budget* pada perancangan jaringan *FTTH* dimulai dari *OLT* sampai dengan *ONT* pada pelanggan. Redaman maksimum yang dihasilkan dari *OLT* sampai dengan *ONT* sebesar 28 dB dengan jarak maksimum 17 Km sesuai dengan standarisasi PT. Telkom Indonesia.



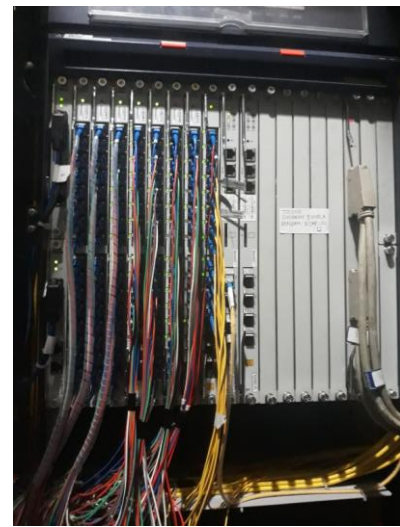
Gambar. 2 Desain jaringan *FTTH* pada BTR blok O Bekasi dengan dua distribusi.

D. Perangkat *FTTH*

Terdapat beberapa Perangkat *FTTH* yang saling berhubungan yaitu dari *STO* sampai dengan pelanggan. Beberapa perangkat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Optical Line Network (OLT)*

Optical Line Network (OLT) merupakan sebuah perangkat aktif yang berada di *STO* dan diletakkan di pusat terminasi. *OLT*. Fungsi dari *OLT* adalah sebagai tempat pengubah sinyal elektrik yang ditransmisikan dari sisi *Internet Service Provider (ISP)* menjadi sinyal optik. Jangkauan maksimum yang dapat dijangkau oleh *OLT* adalah sebesar 17 Km.



Gambar. 3 *Optical Line Network (OLT)*

2. *ODC (Optical Distribution Cabinet)*

Sebuah material yang berfungsi sebagai penempatan sambungan berupa instalasi jaringan optik *single mode* yang berisi konektor, *splicing*, dan juga *splitter 1:4*. *ODC* memiliki berbagai macam kapasitas yaitu 24, 48, 96, 144, 288 *port*. Prinsip kerja *ODC* adalah jaringan berupa data yang dikirimkan dari *OLT* akan dipecah sebanyak 4 data menggunakan *splitter 1:4*, kemudian data yang telah dipecah akan dikirimkan ke *ODP* melalui kabel distribusi.



Gambar. 4 *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

3. *ODP (Optical Distribution Point)*

Tempat terminasi kabel yang berfungsi sebagai penempatan sambungan berupa instalasi jaringan *single mode* terutama sebagai penghubung antara kabel fiber optik distribusi dan kabel drop.



Gambar. 5 Optical Distribution point (ODP)

4. ONT (Optical Network Terminal)

Sebuah perangkat aktif yang berfungsi mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik kemudian sinyal yang telah diubah dapat menghasilkan sebuah layanan data, telepon dan video. ONT diletakkan pada titik akhir dari sebuah jaringan FTTH atau pada pelanggan. Untuk menghidupkannya, ONT membutuhkan power supply tambahan dari listrik 220 V. Untuk merk ONT yang digunakan pada pelanggan, menyesuaikan dengan merk OLT yang tersambung misal merk ZTE, Huawei atau Fiberhome.



Gambar. 6 Optical Network Terminal (ONT)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

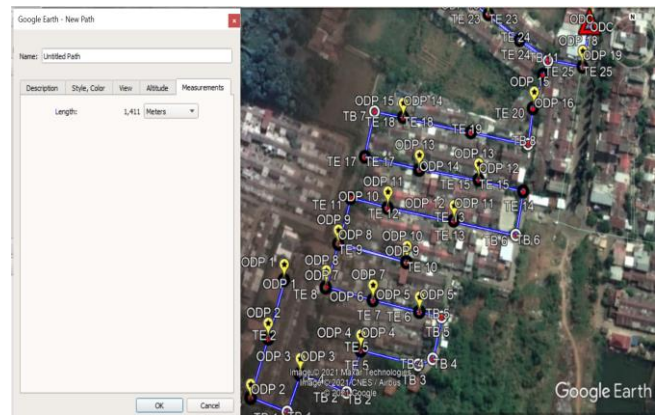
4.1. Perhitungan Redaman / Loss dengan Link Budget

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan nilai redaman / loss menggunakan rumus pada persamaan (1). Untuk nilai redaman serat optik, redaman konektor, dan redaman sambungan harus sesuai dengan parameter link budget yang ditunjukkan pada TABEL. I. Perancangan jaringan FTTH di daerah BTR Blok O Bekasi sampai tanggal 14 Februari 2020 memiliki total 59 pelanggan. Jarak dari OLT yang berada di STO BGG sampai dengan ODC di daerah BTR Blok O adalah sejauh 2,7 Km.

4.1.1. Redaman dari OLT menuju ODC :

$$\begin{aligned} \alpha_{OLT-ODC} &= L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \\ \alpha_{OLT-ODC} &= (2,7 \times 0,35) + 1 \times 0,25 + 2 \times 0,1 + 0 \\ \alpha_{OLT-ODC} &= 1,395 \text{ dB} \end{aligned}$$

4.1.2. Redaman dari ODC menuju ODP Redaman ODC menuju ODP 1



Gambar. 7 Jarak dari ODC menuju ODP 1.

$$\begin{aligned} \alpha_{ODC-ODP} &= L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p \\ \alpha_{ODC-ODP} &= (1,41 \times 0,35) + 2 \times 0,25 + 2 \times 0,1 + 7,25 \\ \alpha_{ODC-ODP} &= 8,4435 \text{ dB} \end{aligned}$$

Perhitungan ini dilakukan sebanyak 18 ODP untuk distribusi 1 dan sebanyak 5 ODP untuk distribusi 2 dengan jumlah :

$$\begin{aligned} \text{Konektor SC/UPC (Nc)} &= 2 \\ \text{Sambungan (Ns)} &= 2 \end{aligned}$$

Redaman splitter dari ODC menuju ODP menggunakan redaman splitter 1:4 yaitu 7,25. Sehingga redaman ODC menuju ODP secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel II.

TABEL. II
HASIL REDAMAN ODC MENUJU ODP PADA DISTRIBUSI 1

ODP	L (Km)	Loss (dB)
ODP 1	1,41	8,4435
ODP 2	1,33	8,4155
ODP 3	1,28	8,398
ODP 4	1,21	8,3735
ODP 5	1,11	8,3385
ODP 6	1,07	8,3245
ODP 7	1,03	8,3105
ODP 8	1	8,3
ODP 9	0,955	8,28425
ODP 10	0,84	8,244
ODP 11	0,787	8,22545
ODP 12	0,671	8,18485
ODP 13	0,624	8,1684
ODP 14	0,525	8,13375
ODP 15	0,399	8,08965
ODP 16	0,212	8,0242
ODP 17	0,118	7,9913
ODP 18	0,0327	7,961445
Redaman Rata-Rata		7,8006

Berdasarkan data pada TABEL. II redaman rata-rata yang dihasilkan dari ODC menuju ke ODP pada distribusi 1 adalah sebesar 7,8006 dB.

TABEL. III
HASIL REDAMAN ODC MENUJU ODP PADA DISTRIBUSI 2

ODP	L (Km)	Loss (dB)
ODP 1	0,303	8,05605
ODP 2	0,262	8,0417
ODP 3	0,212	8,0242
ODP 4	0,153	8,00355
ODP 5	0,055	7,96925

Redaman Rata-Rata	8,01895
--------------------------	----------------

Berdasarkan data pada TABEL. II redaman rata-rata yang dihasilkan dari *ODC* menuju ke *ODP* pada distribusi 2 adalah sebesar 8,01895 dB.

4.1.3. Redaman dari *ODP 1* menuju pelanggan

$$\alpha_T = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p$$

$$\alpha_T = (0,067 \times 0,35) + (2 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + 10,38$$

$$\alpha_T = 11,108 \text{ dB}$$

Pada perhitungan ini dilakukan sebanyak 49 pelanggan untuk distribusi 1 dan 10 pelanggan untuk distribusi 2 dengan jumlah :

- Konektor SC/UPC (N_c) = 2
- Sambungan (N_s) = 2

Redaman *splitter* dari *ODP* menuju pelanggan menggunakan redaman *splitter* 1:8 yaitu 10,38. Sehingga redaman dari *ODP* ke pelanggan secara keseluruhan ditunjukkan pada TABEL. IV

TABEL. IV
HASIL REDAMAN DARI MASING-MASING *ODP* MENUJU PELANGGAN PADA DISTRIBUSI 1

Pelanggan	<i>ODP 1</i>	
	L(Km)	Loss (dB)
Rumah 1	0,067	11,10345
Rumah 2	0,04	11,094
Rumah 3	0,03	11,0905
<i>ODP 2</i>		
Rumah 1	0,08	11,108
Rumah 2	0,055	11,09925
<i>ODP 3</i>		
Rumah 1	0,02	11,087
Rumah 2	0,005	11,08175
Rumah 3	0,003	11,08105
<i>ODP 4</i>		
Rumah 1	0,1	11,115
Rumah 2	0,078	11,1073
Rumah 3	0,042	11,0947
Rumah 4	0,02	11,087
<i>ODP 5</i>		
Rumah 1	0,2	11,15
Rumah 2	0,1	11,115
Rumah 3	0,09	11,1115
Rumah 4	0,05	11,0975
Rumah 5	0,01	11,0835
<i>ODP 6</i>		
Rumah 1	0,15	11,1325
Rumah 2	0,1	11,115
<i>ODP 7</i>		
Rumah 1	0,18	11,143
<i>ODP 8</i>		
Rumah 1	0,19	11,1465
Rumah 2	0,15	11,1325
Rumah 3	0,11	11,1185
Rumah 4	0,06	11,101
Rumah 5	0,04	11,094
<i>ODP 9</i>		
Rumah 1	0,1	11,115
Rumah 2	0,07	11,1045
Rumah 3	0,04	11,094
<i>ODP 10</i>		

Rumah 1	0,09	11,1115
Rumah 2	0,06	11,101
Samoda Frozen Food	0,035	11,09225
<i>ODP 11</i>		
Rumah 1	0,175	11,14125
Rumah 2	0,152	11,1332
Rumah 3	0,12	11,122
Rumah 4	0,085	11,10975
<i>ODP 12</i>		
Rumah 1	0,058	11,1003
<i>ODP 13</i>		
Rumah 1	0,2	11,15
Rumah 2	0,08	11,108
<i>ODP 14</i>		
Rumah 1	0,185	11,14475
Rumah 2	0,14	11,129
Rumah 3	0,06	11,101
<i>ODP 15</i>		
Rumah 1	0,15	11,1325
Rumah 2	0,105	11,11675
<i>ODP 16</i>		
Rumah 1	0,15	11,1325
Rumah 2	0,05	11,0975
<i>ODP 17</i>		
Rumah 1	0,095	11,11325
Rumah 2	0,06	11,101
Rumah 3	0,035	11,09225
<i>ODP 18</i>		
Rumah 1	0,05	11,0975
Redaman Rata-Rata		11,11082143

Berdasarkan data pada TABEL. IV redaman rata-rata yang dihasilkan dari *ODP 1* sampai dengan *ODP 18* menuju ke pelanggan pada distribusi 1 adalah sebesar 11,11082143 dB.

TABEL. V
HASIL REDAMAN DARI MASING-MASING *ODP* MENUJU PELANGGAN PADA DISTRIBUSI 2

Pelanggan	<i>ODP 1</i>	
	L(Km)	Loss (dB)
Rumah 1	0,12	11,122
Rumah 2	0,075	11,10625
Rumah 3	0,02	11,087
<i>ODP 2</i>		
Rumah 1	0,2	11,15
<i>ODP 3</i>		
Rumah 1	0,12	11,122
Creative Printing	0,067	11,10345
<i>ODP 4</i>		
Rumah 1	0,08	11,108
Rumah 2	0,045	11,09575
Rumah 3	0,01	11,0835
<i>ODP 5</i>		
Agen BRI Link	0,25	11,08875
Redaman Rata-Rata		11,10667

Berdasarkan data pada TABEL. V redaman rata-rata yang dihasilkan dari *ODP 1* sampai dengan *ODP 5* menuju ke pelanggan pada distribusi 2 adalah sebesar 11,10667 dB.

4.1.4. Redaman Total dari OLT ke Pelanggan

Distribusi 1

Sehingga nilai redaman total yang dihasilkan dari OLT ke pelanggan pada distribusi 1 adalah :

$$\alpha_T = \alpha_{OLT-ODC} + \alpha_{ODC-ODP} + \alpha_{ODC-Pelanggan}$$

$$\alpha_T = 1,395 + 7,800594474 + 11,11082143$$

$$\alpha_T = 20,3064159 \text{ dB}$$

Distribusi 2

Sehingga nilai redaman total yang dihasilkan dari OLT ke pelanggan pada distribusi 2 adalah :

$$\alpha_T = \alpha_{OLT-ODC} + \alpha_{ODC-ODP} + \alpha_{ODC-Pelanggan}$$

$$\alpha_T = 1,395 + 8,01895 + 11,10667$$

$$\alpha_T = 20,52062 \text{ dB}$$

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang dihasilkan dari perhitungan *link budget* dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

- Pada perancangan jaringan *Fiber To The Home* di daerah BTR Blok O Bekasi menggunakan 1 OLT, 1 ODC, 18 ODP (distribusi 1), 5 ODP (distribusi 2) dan 59 Pelanggan.
- Hasil redaman total rata-rata yang dihasilkan dengan perhitungan *Link Budget* adalah sebesar 20,3064159 dB untuk distribusi 1 dan 20,52062 dB untuk distribusi 2. Redaman ini sudah sesuai dengan standarisasi PT.TELKOM INDONESIA yaitu < 28 dB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pihak PT. TELKOM INDONESIA yang telah mengizinkan untuk melaksanakan penelitian ini beserta para pembimbing dilapangan, dan juga terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah mendukung dan

membantu dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Firdaus, F. A. Pradana, and E. Indarto, "PERFORMANSI JARINGAN FIBER OPTIK DARI SENTRAL OFFICE HINGGA KE PELANGGAN DI YOGYAKARTA," *JETT*, vol. 3, no. 1, Aug. 2016, doi: 10.25124/jett.v3i1.126.
- [2] F. Rosanto, D. Zulherman, and F. Khair, "Analisis Perancangan Jaringan Fiber To The Home Area Jakarta Garden City (Jakarta Timur) dengan Metode Link Power Budget dan Rise Time Budget," p. 7, 2017.
- [3] F. Ilhamiroso, J. P. Hapsari, and M. Ismail, "LINK BUDGET ANALISIS FIBER TO THE HOME PADA WILAYAH RESIDENSIAL UNTUK PERANCANGAN YANG EFEKTIF DAN EFISIEN DI PURI ANJASMORO KECAMATAN SEMARANG BARAT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GPON," p. 8, 2019.
- [4] U. S. -, L. M. -, R. -, A. A. Dahlan, and S. N. -, "Analisis dan Pengukuran Tanggapan Frekuensi terhadap Redaman Serat Optik," *JIPR. jurnal. ilm. polirekayasa*, vol. 15, no. 2, p. 31, Apr. 2020, doi: 10.30630/jipr.15.2.164.
- [5] R. Ratnadewi, "Perancangan Jaringan Distribusi Fiber To The Home (FTTH) di Komplek Batununggal Indah Bandung," *Open Science Framework*, preprint, Nov. 2017. doi: 10.31219/osf.io/p7ekb.
- [6] A. N. U. Z and F. Fausiah, "Analisis Redaman pada Jaringan Fiber to the Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PT Telkom Makassar," *artificial_intelligence_network_technology*, vol. 1, no. 1, pp. 21–27, Aug. 2019, doi: 10.26618/ainet.v1i1.2287
- [7] R. Purba and C. E. Suharyanto, "PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GPON DI WILAYAH TANJUNG UMA KOTA BATAM," vol. 01, no. 01, p. 7, 2020.