

## **APLIKASI WEBSITE UNTUK PERANCANGAN INFRASTRUKTUR JARINGAN SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK: FITUR KALKULASI LINK POWER BUDGET**

Ericha Septya Dinata <sup>1)</sup>, Akhmad Hambali <sup>2)</sup>, Muhammad Iqbal <sup>3)</sup>  
Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom, Bandung, Indonesia <sup>1,3)</sup>  
Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom, Bandung, Indonesia <sup>2)</sup>

Corresponding Author :

[erichaseptyadinata@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:erichaseptyadinata@student.telkomuniversity.ac.id) <sup>1)</sup>, [ahambali@telkomuniversity.ac.id](mailto:ahambali@telkomuniversity.ac.id) <sup>2)</sup>,

[iqbalmhmd@telkomuniversity.ac.id](mailto:iqbalmhmd@telkomuniversity.ac.id) <sup>3)</sup>

### **Abstrak**

**Latar Belakang** – Aplikasi website kalkulasi Link Power Budget (LPB) pada perancangan sistem komunikasi serat optik sangat dibutuhkan. Hal ini dikarenakan pembangunan sistem komunikasi serat optik terus dilakukan. **Tujuan** – Fitur LPB dirancang untuk membantu teknisi mengetahui daya yang akan dipancarkan oleh pemancar agar dapat diterima dengan baik oleh penerima. Pada kalkulasi LPB terdapat gambar untuk memudahkan teknisi memahami komponen penyusun infrastruktur serat optik mulai dari transmitter (tx) sampai pada receiver (rx). Fitur kalkulasi LPB bertujuan untuk mendapatkan nilai dari dua persamaan matematis yaitu total redaman ( $\alpha_{Total}$ ) dan sensitivitas daya (Pr). **Metode** - Kalkulasi LPB pada website didesain dengan navigasi yang intuitif, tata letak yang jelas, dan tampilan yang responsif sehingga pengguna akan mudah mengoperasikannya. **Hasil Penelitian** - Berdasarkan hasil pengujian perhitungan manual dan aplikasi website nilai redaman total sisi uplink sebesar sebesar 25,97497 dB dan downlink sebesar 25,53497. Hasil simulasi daya terima pada perhitungan manual maupun website didapatkan hasil yang sama yaitu sebesar -21 dBm. **Kesimpulan** – Nilai akurasi terhadap fitur LPB dapat disimpulkan bahwa LPB memiliki akurasi 100% dari 100%. Berdasarkan hasil perhitungan akurasi tersebut, maka fitur kalkulasi LPB merupakan fitur kalkulasi yang akurat dan layak digunakan untuk perancangan infrastruktur jaringan sistem komunikasi optik khususnya pada LPB.

**Kata Kunci:** Website, Infrastruktur, Sistem Komunikasi Serat Optik, Link Power Budget

### **Abstract**

**Background** – Link Power Budget (LPB) calculation website application in fiber optic communication system design is needed. This is because the construction of fiber optic communication systems continues. **Purpose** – The LPB feature is designed to help technicians know the power to be emitted by the transmitter so that it can be received properly by the receiver. In the LPB calculation, there are pictures to make it easier for technicians to understand the components that make up the fiber optic infrastructure from the transmitter (tx) to the receiver (rx). The LPB calculation feature aims to obtain the value of two mathematical equations, namely total attenuation ( $\alpha_{Total}$ ) and power sensitivity (Pr). **Methods** - The LPB calculation on the website is designed with intuitive navigation, clear layout, and responsive display so that users will find it easy to operate. **Research Results** - Based on the test results of manual calculations and website applications, the total attenuation value of the uplink side is 25.97497 dB and downlink is 25.53497. The simulation results of receiving power in manual and website calculations obtained the

#### **History:**

Received : 25 Februari 2023

Revised : 10 Oktober 2023

Accepted: 23 Oktober 2023

Published: 31 Oktober 2023

**Publisher:** LPPM Universitas Darma Agung

**Licensed:** This work is licensed under

[Attribution-NonCommercial-No](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Derivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



same results, namely -21 dBm. **Conclusion** – The accuracy value of the LPB feature can be concluded that LPB has 100% accuracy out of 100%. Based on the results of the accuracy calculation, the LPB calculation feature is an accurate calculation feature and is suitable for use in designing optical communication system network infrastructure, especially on LPB.

**Keywords:** Website, Infrastructure, Fiber Optic Communication

## PENDAHULUAN

Dalam era teknologi yang berkembang pesat dan peningkatan kebutuhan akan kecepatan serta kapasitas komunikasi, pentingnya infrastruktur jaringan serat optik semakin meningkat. Jumlah pengguna internet terus mengalami pertumbuhan yang signifikan, seperti yang diungkapkan oleh Dirjen Aptika, Samuel A. Pangerapan dalam acara webinar "Siberkreasi Mahasiswa Indonesia Makin Cakap Digital." Pada tahun 2021, jumlah pengguna internet di Indonesia meningkat sebesar 11 persen dari tahun sebelumnya, mencapai 202,6 juta pengguna dari 175,4 juta sebelumnya. Hal ini membuat ketersediaan jaringan internet yang mumpuni menjadi sangat penting, terutama di daerah Terdepan Terluar dan Tertinggal (3T). Badan Aksesibilitas Telekomunikasi dan Informatika (BAKTI) juga berusaha untuk meningkatkan jaringan internet dengan membangun ribuan menara sinyal seluler *Based Transceiver Station* (BTS) di daerah-daerah 3T yang sebelumnya tidak memiliki akses. Namun, jaringan serat optik menjadi pilihan unggul dalam mentransmisikan data dengan kecepatan tinggi dan kapasitas besar. Permintaan akan infrastruktur jaringan serat optik terus meningkat di berbagai sektor, dan daerah yang belum terjangkau oleh jaringan serat optik memerlukan pembangunan jaringan baru untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan internet (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2022).

Perancangan infrastruktur jaringan serat optik melibatkan banyak aspek teknis dan keahlian khusus, seperti perutean infrastruktur, penempatan peralatan, kekuatan sinyal, pengaturan kapasitas jaringan, dan pemeliharaan jaringan. Proses perancangan yang tepat sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja jaringan dan mencegah masalah di masa depan. Masalah yang muncul pada perancangan sebelumnya adalah perhitungan nilai kelayakan serat optik dilakukan secara manual. Proses ini melibatkan perhitungan *Link Power Budget* secara manual dengan menggunakan rumus yang tersedia, kemudian harus dikirimkan ke kantor untuk dianalisis. Hasilnya dikirimkan kembali dalam bentuk file .JPG kepada pekerja lapangan yang hanya menggunakan alat komunikasi, menyebabkan kurangnya keakuratan perhitungan nilai kelayakan perencanaan dan memperlambat perancangan. Selain itu, pengiriman file melalui aplikasi pesan seperti WhatsApp atau Telegram berisiko besar mengalami kehilangan atau terhapusnya data.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dan meningkatkan efisiensi serta mengurangi kesalahan dalam pekerjaan, penulis menawarkan solusi berupa aplikasi website untuk perancangan perhitungan nilai kelayakan infrastruktur jaringan sistem

komunikasi serat optik. Aplikasi ini bertujuan untuk mempermudah perhitungan nilai kelayakan dalam perancangan infrastruktur serat optik dengan tingkat efisiensi dan akurasi yang tinggi. Dengan akses melalui berbagai perangkat dan lokasi dengan koneksi internet, aplikasi ini memungkinkan kolaborasi tim yang lebih mudah dengan berbagi data dan desain secara real-time. Dengan antarmuka intuitif dan pengalaman pengguna yang baik, aplikasi ini dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas pengguna. Penggunaan aplikasi website untuk perancangan infrastruktur jaringan serat optik akan membantu perusahaan dan teknisi merencanakan dan merancang jaringan dengan lebih efisien, akurat, dan sesuai dengan kebutuhan khusus.

## METODE PENELITIAN

### A. Pengertian dan Persamaan Matematis *Link Power Budget*

*Link Power Budget* (LPB) merupakan suatu penghitungan daya yang dilakukan pada sistem transmisi dengan mempertimbangkan karakteristik saluran, sumber optik, dan sensitivitas detektor. Daya yang diterima pada sistem ini tergantung pada jumlah cahaya yang masuk ke dalam serat optik dan tingkat redaman yang terjadi selama cahaya berpropagasi melalui serat, konektor, dan sambungan optik. Perhitungan LPB ini memiliki peran yang sangat krusial dalam perancangan jaringan, karena melalui LPB teknisi dapat mengetahui seberapa besar daya yang harus dipancarkan oleh pemancar agar dapat diterima dengan baik di sisi penerima (Octavia, Veronica, Asril, & Khairunnisa, Oktober 2019 ). Perhitungan LPB dibagi menjadi dua yaitu kalkulasi redaman total dan kalkulasi *power receiver*. Kalkulasi Redaman total ( $\alpha_{total}$ ) dilakukan dengan menginputkan setiap parameter yang dibutuhkan menggunakan persamaan (1) (Dinata, Damayanti, & Haryanti, 2021).

$$\alpha_{total} = (L \times \alpha_{DL/UL}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + S_p + \alpha_i + M_s \quad (1)$$

dimana  $\alpha_{total}$  merupakan redaman total sistem dalam satuan desibel (dB),  $L$  merupakan panjang serat optik dalam satuan kilometer (Km),  $\alpha_{DL}$  merupakan redaman *downlink* serat optik dalam satuan desibel per kilometer (dB/Km),  $\alpha_{UL}$  merupakan redaman *downlink* serat optik dalam satuan desibel per kilometer (dB/Km),  $N_c$  adalah jumlah konektor yang berupa nilai numerik (tidak memiliki satuan),  $\alpha_c$  merupakan redaman konektor dalam satuan desibel per buah (dB/buah),  $N_s$  adalah jumlah sambungan yang berupa nilai numerik (tidak memiliki satuan),  $\alpha_s$  merupakan redaman sambungan dalam satuan desibel per sambungan (dB/sambungan),  $S_p$  merupakan redaman *splitter* dalam satuan desibel (dB),  $\alpha_i$  merupakan redaman proses instalasi dalam satuan desibel (dB),  $M_s$  merupakan *margin system* untuk nilai margin yang digunakan yaitu 6-8 dalam satuan decibel (dB) (Dinata, Damayanti, & Haryanti, 2021).

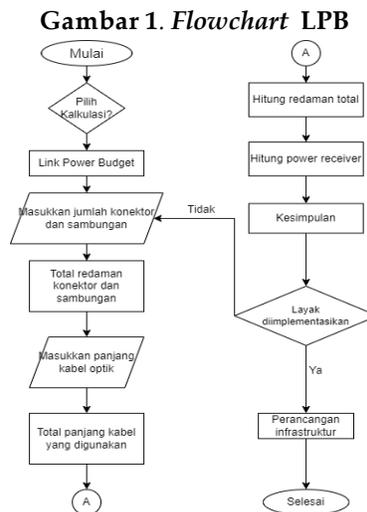
Setelah menyelesaikan persamaan (1) dan menemukan nilai total redaman, maka akan dilakukan untuk perhitungan *power receiver* pada ser`at optik yang ditunjukkan oleh persamaan (2). Perhitungan daya terima persamaan (2),

$$P_r = P_t - \alpha_{total} \quad (2)$$

$P_r$  merupakan *power receiver* atau daya terima dalam satuan miliwat desibel (dBm),  $P_t$  merupakan *power transmitter* atau daya yang dipancarkan dalam satuan miliwat desibel (dBm),  $\alpha_{total}$  merupakan redaman total sistem dalam satuan desibel (dB) (Dinata, Damayanti, & Haryanti, 2021).

## B. Diagram Alur Sistem *Link Power Budget*

*Flowchart* kerja sistem pada salah satu fitur aplikasi *website* infrastruktur yaitu LPB akan diawali dengan melakukan perancangan *flowchart* yang akan dijelaskan pada Gambar 4.4 sebagai berikut:



Gambar 1. menjelaskan *flowchart* sistem perancangan *Link power budget*. Pada saat melakukan kalkulasi LPB *user* akan memasukkan jumlah konektor dan sambungan setiap komponen arsitektur jaringan system komunikasi serat optik seperti *Optical Line Termination (OLT)*, *Main Distribution Frame (MDF)*, *Optical Distribution Cabinet (ODC)*, *Optical Distribution Point (ODP)*, *Optical Termination Point (OTP)*, dan *Optical Network Terminal (ONT)* (Damayanti & Putri, 2014). Jumlah konektor dan sambungan akan dikalikan dengan spesifikasi nilai redaman untuk konektor 0,25 dB dan untuk sambungan 0.1 dB. Setelah memasukkan jumlah konektor dan sambungan maka akan ter-generate jumlah total redaman. *User* kemudian akan memasukkan panjang kabel yang digunakan pada perancangan pra-instalasi seperti kabel *Bundle Cord*, *Patchcord*, *Feeder*, *Distribusi*, *Drop*, dan *Indoor* untuk mengetahui total panjang serat optik. Langkah selanjutnya yaitu proses *auto generate* dari hasil yang sudah dikalkulasi pada

konektor, sambungan, dan panjang kabel untuk mengetahui total redaman perancangan jaringan SKSO dengan menggunakan persamaan matematis yang tersedia. Jumlah panjang kabel yang digunakan akan dikalikan dengan redaman untuk *uplink* sebesar 0,35 dB dan untuk *downlink* 0,28 dB. Selanjutnya yaitu proses kalkulasi *power receiver* untuk mengetahui berapa jumlah daya yang diterima pada sisi pengguna. Langkah terakhir yaitu tahap kesimpulan untuk mengetahui nilai LPB layak diimplementasikan atau tidak.

### C. Spesifikasi Nilai *Link Power Budget*

Perhitungan LPB menggunakan parameter perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 1. sebagai berikut (PT. Telkom Indonesia, 2019):

**Tabel 1. Spesifikasi nilai *Link Power Budget***

Keterangan	Nilai
Daya keluaran sumber optik (OLT/ONU) ( $P_t$ )	5 dBm
Sensitivitas detector (OLT/ONU)	-29 dBm
Redaman Serat optik <i>Downlink</i> (1490nm) ( $\alpha_{DL}$ )	0.28 dB/Km
Redaman Serat optik <i>Uplink</i> (1310nm) ( $\alpha_{UL}$ )	0.35 dB/Km
Redaman <i>Splice</i> ( $\alpha_s$ )	0.05 dB/splice
Redaman Konektor ( $\alpha_c$ )	0.2 dB
Jenis <i>Splitter</i> 1:32 ( $S_p$ )	17.45 dB
Jumlah Sambungan ( $N_s$ )	2 buah
Jumlah Konektor ( $N_c$ )	2 buah
Redaman Instalasi ( $\alpha_i$ )	2,86497 dB
Jarak Kabel Serat Optik	0,935 Km
<i>Safety Margin</i> ( $S_M$ )	6 dBm

Tabel 1. menunjukkan parameter LPB yang digunakan dalam perhitungan untuk menentukan nilai yang dicari. Langkah-langkah perhitungan LPB pada Tugas Akhir ini adalah (i) menghitung redaman total ( $\alpha_{total}$ ), (ii) menghitung *power receiver* ( $P_r$ ) masing-masing untuk LPB *downlink* dan LPB *uplink* (Ulfawaty & Fausiah, 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Perancangan Fitur *Link Power Budget*

Aplikasi *website* kalkulasi *Link Power Budget* dirancang sebagai aplikasi kalkulasi berbasis *website* yang digunakan untuk melakukan kalkulasi uji kelayakan LPB fitur yang diusulkan antara lain adalah (Endra, Aprilinda, Dharmawan, & Ramadhan, 2021):

- a. CRUD

Fitur *Create, Read, Upload* dan *Delete* digunakan untuk melakukan aktivitas terhadap data yang dibuat pada *website* maupun melakukan edit kalkulasi data.

b. Navigasi Menu

Fitur ini digunakan untuk membantu pengguna dalam menggunakan *website* kalkulasi.

c. Mobile Responsive

Fitur ini digunakan untuk menyesuaikan tampilan *website* dari berbagai jenis perangkat.

Pada sub bab berikut menjelaskan mengenai *Link power budget* (LPB) bertujuan untuk menghitung anggaran daya yang diperlukan *receiver* sehingga level daya tidak kurang dari sensitivitas minimum (Ubaidillah, Alfita, & Toyyibah, 2017). Perancangan LPB diimplementasikan kedalam Aplikasi *Website* Infrastruktur yang akan dijelaskan kedalam *flowchart* sistem diagram alir, kemudian dilakukan pengujian ketika perancangan berhasil saat implementasi.

## B. Implementasi Fitur *Link Power Budget*

Implementasi pada LPB dilakukan dengan cara mensimulasikan perhitungan pada aplikasi *website* bagian kalkulasi. Kalkulasi akan menghitung total redaman pada konektor dan sambungan, jumlah panjang serat optik, perhitungan seluruh redaman total, dan *power receiver*. Implementasi LPB dijelaskan pada Gambar 2. sebagai berikut:

Gambar 2. Implementasi LPB

The screenshot shows a web-based LPB calculator interface. It features a sidebar menu on the left with options like 'Infra Struktur', 'Bill Of Quantity', 'Link Power Budget', and 'Five Time Budget'. The main area is a form with multiple columns of input fields. The columns are labeled: OLT (Optical Line Termination), ODF (Optical Distribution Point), Panjang Serat Optik (Optical Cable Length), Redaman Total (Total Loss), MDR (Main Distribution Frame), OTF (Optical Termination Point), Feeder, Redaman Splitter, ODC (Optical Distribution Cabinet), ONT (Optical Network Terminal), Indoor, Redaman Instalasi, and Power Receiver. Each section has input fields for 'Konektor' (Connectors) and 'Sambungan' (Splices), and a 'Total' field. There are also dropdown menus for selecting options. A 'Kalkulasi' button is located at the bottom left of the form.

Gambar 2. menjabarkan desain kalkulasi LPB dengan bagian perhitungan yaitu redaman untuk mencari redaman total dan mencari daya terima pada perancangan infrastruktur serat optik. User dapat menginputkan setiap parameter yang dibutuhkan kedalam *website* untuk melakukan kalkulasi dan mendapatkan nilai hasil kalkulasi.

### a. Pengujian Perhitungan Manual

Pengujian manual dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter yang dibutuhkan dan dikalkulasi menggunakan persamaan matematis (1) dan (2) masing-masing untuk *uplink* dan *downlink*. Berikut perhitungan lebih rinci mengenai LPB dengan studi kasus lokasi PT2 Komplek Ciwastra:

- **Perhitungan LPB Uplink**

Berdasarkan Tabel 1 user dapat memasukkan nilai parameter yang dibutuhkan untuk menghitung redaman total ( $\alpha_{total}$ ).

$$\begin{aligned}\alpha_{total} &= (L \times \alpha_{UL}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + S_p + \alpha_i \\ &= (6,31 \times 0,35) + (12 \times 0,25) + (5 \times 0,1) + 11,4 + 2,86497 \\ &= 25,97497 \text{ dB}\end{aligned}$$

Nilai  $\alpha_{total}$  yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung *power receiver* ( $P_r$ ).

$$\begin{aligned}P_r &= P_t - \alpha_{total} \\ &= 5 - 25,97497 \\ &= -20,97497 \text{ dBm} \\ &\cong -21 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Berdasarkan nilai daya terima yang diperoleh yaitu sebesar -21 dBm maka simulasi perhitungan LPB *uplink* layak untuk diimplementasikan karena nilai daya terima disyaratkan harus memiliki kurang dari -28 dBm.

- **Perhitungan LPB Downlink**

Berdasarkan Tabel 4.1 user dapat memasukkan nilai parameter yang dibutuhkan untuk menghitung redaman total ( $\alpha_{total}$ ).

$$\begin{aligned}\alpha_{total} &= (L \times \alpha_{DL}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + S_p + \alpha_i \\ &= (6,31 \times 0,28) + (10 \times 0,25) + (5 \times 0,1) + 11,4 + 2,86497 \\ &= 25,53497 \text{ dB}\end{aligned}$$

Nilai  $\alpha_{total}$  yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung *power receiver* ( $P_r$ ).

$$\begin{aligned}P_r &= P_t - \alpha_{total} \\ &= 5 - 25,53497 \\ &= -20,53497 \text{ dBm} \\ &\cong -21 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Berdasarkan nilai daya terima yang diperoleh yaitu sebesar -21 dBm maka simulasi perhitungan LPB *downlink* layak untuk diimplementasikan karena nilai daya terima disyaratkan harus memiliki kurang dari -28 dBm (Rahmansyah, 2017).

## **b. Pengujian Perhitungan pada Website**

Pada Link power budget dilakukan pengujian perhitungan terhadap data yang digunakan dalam perhitungan secara manual, sehingga dapat melakukan

perbandingan terhadap keduanya melalui nilai yang didapatkan yang ditunjukkan pada Gambar 3.

**Gambar 3. Pengujian Uplink**

Gambar 3. menjelaskan bahwa pengujian LPB pada aplikasi *website* perancangan jaringan sistem komunikasi serat optik dilakukan dengan menginputkan parameter-parameter yang dibutuhkan seperti nilai redaman total ( $\alpha_{total}$ ) sebesar 25,97497 dB. Hasil simulasi daya terima yaitu nilai *power receiver* ( $P_r$ ) sebesar  $-21$  dBm.

**Gambar 4. Pengujian downlink**

Gambar 4. menjelaskan bahwa pengujian LPB pada aplikasi *website* perancangan jaringan sistem komunikasi serat optik dilakukan dengan menginputkan parameter-parameter yang dibutuhkan seperti nilai redaman total ( $\alpha_{total}$ ) sebesar 25,53497dB. Hasil simulasi daya terima yaitu nilai *power receiver* ( $P_r$ ) sebesar  $-21$  dBm.

### C. Uji Validitas

Hasil uji validitas dilakukan untuk mengukur apakah data yang telah didapat setelah penelitian merupakan data yang valid atau tidak, dengan menggunakan persamaan akurasi dan presisi. Hasil uji validasi dipaparkan pada Tabel 2. sebagai berikut.

**Tabel 2. Uji Validasi**

No	Parameter	Perhitungan Manual	Perhitungan Aplikasi	Validasi
----	-----------	--------------------	----------------------	----------

	Pengujian	Uplink	Downlink	Uplink	Downlink	
1.	Total Redaman ( $\alpha_{total}$ ) (dB)	25,97497 dB	25,53497 dB	25,97497 dB	25,53497 dB	Sama
2.	Sensitivitas Daya ( $P_r$ ) (dBm)	-21 dBm	-21 dBm	-21 dBm	-21 dBm	Sama

Setelah dilakukan uji validitas didapatkan hasil yang sama antara perhitungan manual dan perhitungan pada *website*. Pada perhitungan manual dan *website* total redaman pada sisi *uplink* didapatkan nilai sebesar 25,97497 dB dan *downlink* sebesar 25,53497 dB. Sensitivitas daya pada pengujian manual dan *website* didapatkan nilai sebesar -21 dBm. Berdasarkan hasil perhitungan akurasi dan presisi terhadap fitur LPB, dapat disimpulkan bahwa LPB memiliki akurasi 100% dari 100%. Berdasarkan hasil perhitungan akurasi tersebut, maka fitur kalkulasi LPB merupakan fitur kalkulasi yang akurat dan layak digunakan untuk perancangan infrastruktur jaringan sistem komunikasi optik khususnya pada LPB.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian perhitungan manual dan aplikasi *website* nilai redaman total sisi *uplink* sebesar sebesar 25,97497 dB dan *downlink* sebesar 25,53497. Hasil simulasi daya terima pada perhitungan manual maupun *website* didapatkan hasil yang sama yaitu -21 dBm maka simulasi perhitungan LPB *uplink* dan *downlink* layak untuk diimplementasikan karena nilai daya terima diisyaratkan harus lebih besar dari pada -28 dBm. Nilai akurasi terhadap fitur LPB dapat disimpulkan bahwa LPB memiliki akurasi 100% dari 100%. Berdasarkan hasil perhitungan akurasi tersebut, maka fitur kalkulasi LPB merupakan fitur kalkulasi yang akurat dan layak digunakan untuk perancangan infrastruktur jaringan sistem komunikasi optik khususnya pada LPB.

## DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, T. N., & Putri, H. (2014). *Sistem Komunikasi Serat Optik 1st ed.* Bandung: Herya Medika.
- Dinata, E. S., Damayanti, T. N., & Haryanti, T. (2021). REDAMAN DAN DISPERSI PADA SERAT OPTIK UNTUK MENUNJANG PRAKTIKUM ONLINE BERBASIS MATLAB. *Karya Tulis Tugas Akhir*.
- Endra, Aprilinda, Dharmawan, & Ramadhan. (2021). Analisis Perbandingan Bahasa Pemrograman PHP Laravel dengan PHP Native pada Pengembangan Website. *Manajemen sistem informasi dan teknologi, vol. 11, no. 1.*, 48-55.
- Kementrian Komunikasi dan Informatika. (2022, September 10). *Kementrian Komunikasi dan Informatika RI*. Retrieved from Warganet Meningkatkan, Indonesia Perlu Tingkatkan Nilai Budaya di Internet: <https://aptika.kominfo.go.id/>
- Octavia, H., Veronica, V., Asril, A. A., & Khairunnisa, S. (Oktober 2019 ). Perancangan

- Sistem Pengukuran Redaman Transmisi pada Kabel Optik Single Mode dan Multi Mode Akibat Tekukan dengan Faktor Jari-Jari Menggunakan Alat Ukur OPM dan OTDR. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa, Volume 15, Nomor 1*(1858-3709).
- PT. Telkom Indonesia. (2019). *Pedoman desain dan perencanaan integrated optical distribution network*. Jakarta, Indonesia: PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.
- Rahmansyah, M. (2017). Analisis Optical Power Budget Dan Rise Time Budget Pada Jaringan Fiber To The Home Berbasis Passive Optical Network.
- Ubaidillah, A., Alfita, R., & Toyyibah. (2017). Link Power Budget and Traffict QoS Performance Analysis of Gygabit Passive Optical Network. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 953 (2018) 012129 doi :10.1088/1742-6596/953/1/012129*.
- Ulfawaty, A. N., & Fausiah. (2018). Analisis Redaman Pada Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Di Pt Telkom Makassar.
- Widyanto, S. W., Agus, M., Wisnugroho, S., & Kuncoro, A. (2019). Teknik Telekomunikasi pada Perencanaan Teknologi Pengawasan Wilayah Konservasi Laut. *Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 2*(2622-0520).