

Analisis Power Link Budget pada Jaringan FTTH di Wilayah Site Batusangkar Kecamatan Payakumbuh Barat Sumatera Barat

Fitri Amillia^{*1}, Rahmat Alpikri², Rika Susanti³, Nanda Putri Miefthawati⁴

^{1,2,3,4} Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Email: ¹fitriamillia@uin-suska.ac.id, ²12150515103@students.uin-suska.ac.id, ³rksusanti@gmail.com
⁴nandamiefthawati@uin-suska.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan layanan internet semakin meningkat di Era Digital. Jaringan FTTH memanfaatkan serat optik sebagai media transmisi untuk menyediakan layanan internet dengan kecepatan tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai nilai redaman dan menghitung nilai power link budget pada jaringan FTTH di Kecamatan Payakumbuh Barat, Sumatera Barat. Tahapan penelitian dimulai dengan observasi terhadap denah jaringan FTTH, dilakukan pengukuran jarak lokasi pengukuran, menentukan jumlah dan jenis perangkat pada arsitektur jaringan FTTH untuk menentukan total redaman. Selanjutnya, dilakukan metode penelitian analitik dengan menganalisis nilai redaman total dan power link budget pada jaringan FTTH di site Batusangkar di Kecamatan Payakumbuh Barat Sumatera Barat. Setelah mendapatkan redaman total, kemudian daya yang diterima sisi pelanggan dihitung power link budget. Hasilnya menunjukkan bahwa redaman total sebesar 19,95 dB sesuai standar kelayakan jaringan PT. Telkom Indonesia. Jaringan ini mampu menyediakan layanan internet yang stabil dan memadai bagi pelanggan dengan daya yang diterima pelanggan adalah -20,95 dBm, yang masih berada dalam batas toleransi yang aman. Penelitian ini sangat membantu dalam pengembangan dan optimalisasi jaringan FTTH.

Kata kunci: Daya Terima, Jaringan FTTH, Power Link Budget, Serat Optic.

Abstract

The demand for internet services has been increasing in the digital era. The FTTH network utilizes optical fiber as its transmission medium to provide high-speed internet services. The aim of this study is to evaluate the attenuation value and calculate the power link budget of the FTTH network in West Payakumbuh Subdistrict, West Sumatra. The research stages began with observing the FTTH network layout, measuring distances at specific locations, and determining the number and types of devices in the FTTH network architecture to assess the total attenuation. Next, an analytical research method was applied by analyzing the total attenuation value and power link budget of the FTTH network at the Batusangkar site in West Payakumbuh Subdistrict, West Sumatra. Once the total attenuation was determined, the power received at the customer side was calculated using the power link budget. The results indicated that the total attenuation of 19.95 dB met the network feasibility standards set by PT. Telkom Indonesia. The network was found to be capable of providing stable and adequate internet services to customers, with the power received at the customer end measured at -20.95 dBm, which remains within a safe tolerance limit. This study is a significant contribution to the development and optimization of the FTTH network.

Keywords: Power Receive, FTTH Network, Power Link Budget, Fiber Optic.

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman di era modern ini, kebutuhan masyarakat untuk layanan internet yang disediakan oleh jaringan telekomunikasi terus meningkat [1]. Internet tidak hanya sebagai sarana komunikasi, tetapi juga menyediakan akses informasi dan pembelajaran, memfasilitasi bisnis dengan mudah, serta menyediakan hiburan [2]. Berbagai manfaat ini semakin diperkuat oleh teknologi komunikasi data yang mampu mengirimkan layanan seperti gambar, teks, suara, dan video dengan cepat dan efisien [3].

Salah satu teknologi utama yang mendukung layanan tersebut adalah sistem komunikasi serat optik. Sistem ini dapat mengirimkan data dengan kecepatan hingga 2,5 Gbps dengan jangkauan hingga 200 km, berkat memanfaatkan serat optik yang mentransmisikan data dengan kecepatan cahaya [4]. Teknologi ini menjadi dasar utama bagi jaringan internet yang memiliki kecepatan tinggi yang diperlukan oleh masyarakat modern [3], [5].

Untuk memperluas jangkauan layanan ini, Jaringan Lokal Akses Fiber (JARLOKAF) menjadi solusi yang efektif dalam distribusi internet ke perumahan melalui kabel serat optic. Dengan menggunakan perangkat Optical Line Terminal (OLT), kabel optic dapat dengan mudah ditarik ke setiap rumah pelanggan. Salah satu perkembangan populer dari teknologi ini adalah Fiber to The Home (FTTH), yang memiliki letak konversi optik di dekat sentral, mendapatkan akses internet yang lebih cepat dan stabil [6][7].

Di Indonesia, pengembangan dan pembangunan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network) sesuai standar ITU-T G.984 [8][9]. Kemajuan teknologi, informasi, dan komunikasi di Indonesia terus berkembang, dengan lebih dari 210 juta konsumen internet, setara dengan 77,02% dari total populasi. Salah satu layanan internet yang memanfaatkan teknologi FTTH adalah IndiHome yang memiliki jumlah pelanggan yang meningkat mencapai 8,15 juta pelanggan internet [10].

Penggunaan kabel serat optik yang lebih panjang dibutuhkan seiring bertambahnya jumlah pelanggan dan jarak yang harus dijangkau. PT. Telkom Indonesia sebagai penyedia layanan IndiHome yang mengelola jaringan ini, yang memberikan layanan internet berkecepatan tinggi dengan harga yang murah. Namun, untuk menjaga kualitas jaringan, redaman (loss) pada serat optik harus dibawah standar yang ditetapkan, yaitu kurang dari 28 dB, Jika redaman melebihi batas ini, kecepatan dan kestabilan internet dapat terganggu [11].

Penelitian mengenai analisis power link budget pada FTTH di berbagai lokasi telah menunjukkan bahwa teknologi ini mampu memenuhi standar kualitas. Misalnya di Perumahan Balikpapan Regency Cluster Castarica, dengan redaman total sebesar 27,92 dB, yang masih berada dalam batas toleransi [12]. Demikian pula, di Puri Anjasmoro, Kecamatan Semarang dan Jakarta Utara dengan redaman sudah sesuai ketentuan, sehingga mendapatkan layanan internet yang stabil [13],[14].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini mengevaluasi nilai standar redaman, redaman total, power link budget, dan margin daya untuk memastikan jaringan FTTH memenuhi standar ITU-T G.984 di Site Batusangkar, Kecamatan Payakumbuh Barat, Sumatera Barat. Dengan demikian, jaringan FTTH dapat dioptimalkan akan memastikan layanan internet yang andal dan memuaskan bagi pelanggan.

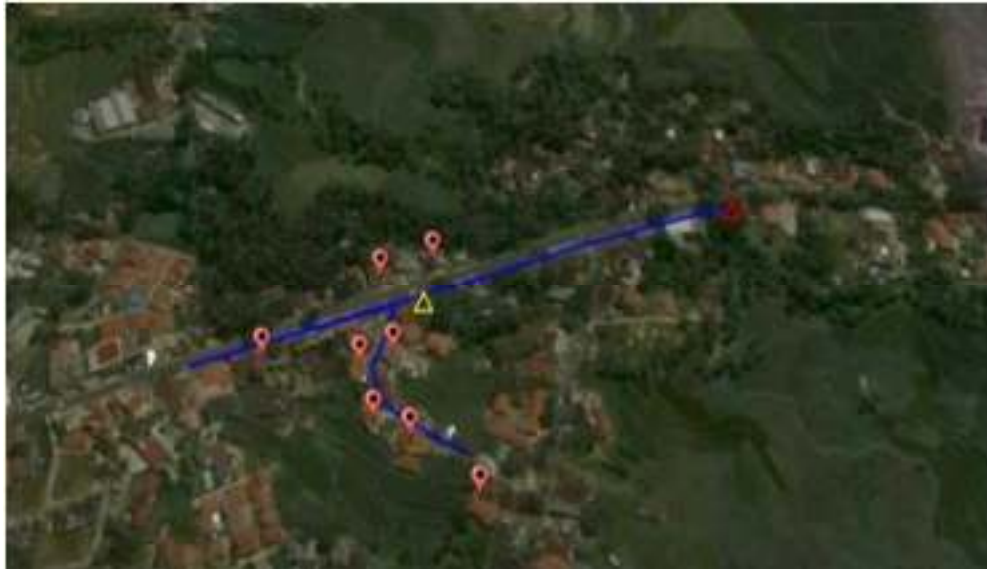
2. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengamati denah jaringan FTTH, diikuti oleh pengukuran jarak Lokasi sesuai denah, serta penentuan jumlah dan jenis perangkat pada arsitektur jaringan FTTH untuk menghitung total redaman. Selanjutnya, metode penelitian analitik diterapkan dengan menganalisis dan mengevaluasi redaman dan perhitungan daya sensitivitas penerimaan pelanggan, menggunakan power link budget pada jaringan FTTH di site Batusangkar, Kecamatan Payakumbuh Barat, Sumatera Barat, Tahap akhir penelitian adalah menyimpulkan berdasarkan perhitungan dan analisis yang dilakukan.

2.1. Denah jaringan FTTH site Batusangkar wilayah Payakumbuh Barat





Peta jaringan FTTH di site Batusangkar, wilayah Payakumbuh Barat, ditunjukkan pada Gambar 1. Data yang dikumpulkan dari peta tersebut telah disesuaikan dengan perangkat yang digunakan pada Tabel 1, serta jarak antar perangkat dalam arsitektur jaringan FTTH yang ditampilkan pada Gambar 2. Selain itu, nilai redaman yang digunakan telah disesuaikan dengan standar yang diterapkan oleh PT. Telkom Akses Payakumbuh adalah anak perusahaan dari PT. Telkom Indonesia.

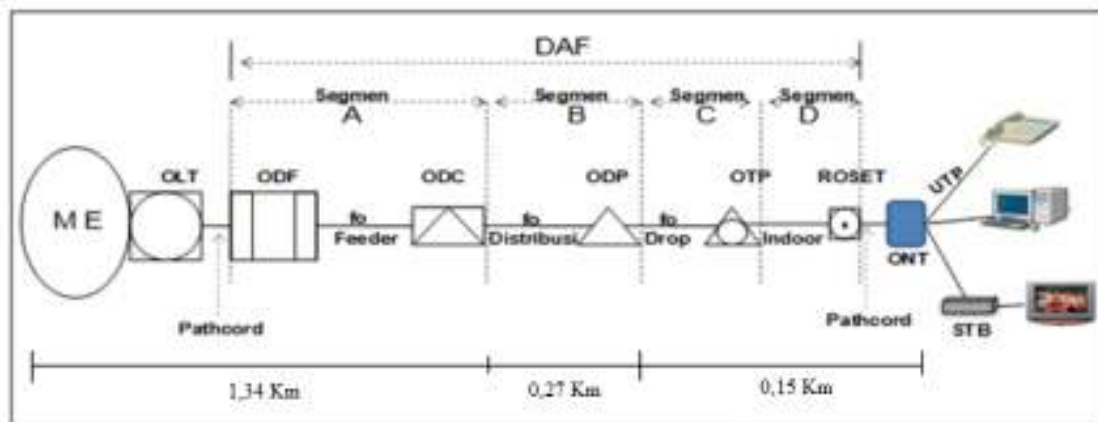
Metode FTTH mengirimkan sinyal optik ke pelanggan dari provider. Perangkat jaringan FTTH PT Telkom harus memenuhi standar ITU-T G984. Gambar 1 menunjukkan beberapa komponen penting dalam arsitektur FTTH. Perangkat yang beroperasi meliputi Optical Distribution Point (ODP) berfungsi sebagai titik akhir di mana kabel drop optik dikirim ke pelanggan dan Optical Distribution Frame (ODF), yang menghubungkan kabel luar ke ODC. Perangkat pasif berfungsi sebagai penghubung kabel feeder, Optical Distribusi Cabinet (ODC) adalah perangkat aktif yang berfungsi sebagai pembagi informasi sinyal optik. Optical Network Terminal (ONT) adalah perangkat aktif yang terletak di ujung jaringan dan berada di lokasi pelanggan. Kabel feeder yang menghubungkan ODF ke ODC, kabel distribusi yang menghubungkan ODC ke ODP. kabel drop yang menghubungkan ODP ke OTP, kabel indoor yang menghubungkan OTP ke Roset sampai terhubung ke ONT [9].



Gambar 1. Peta Jaringan FTTH Lokasi Site Batusangkar

Keterangan simbol Gambar:

-  = Rumah pelanggan
-  = ODP
-  = ODC
-  = Jalur kabel fiber optik



Gambar 1. Arsitektur FTTH beserta Perangkat

2.2. Standar Spesifikasi Redaman Serat Optik

Untuk mengevaluasi budget power link untuk jaringan serat optik FTTH, perhitungan redaman pada jaringan serat optik diperlukan. Perhitungan ini didasarkan pada standar ITU-T G.984 yang digunakan oleh PT Telkom Indonesia, yang menetapkan jarak kurang dari 17 km dan redaman lebih kecil dari 28 dB. Jaringan FTTH ini terdiri dari berbagai komponen yang saling berhubungan, dimulai dengan OLT (STO) dihubungkan jaringan feeder ke ODC (Splitter 1:4), kemudian jaringan distribusi ke (ODP Splitter 1:8) dihubungkan dengan kabel drop ke Roset berada di ONT, yang memiliki total 7 konektor [15]. Menurut spesifikasi dari PT. Telkom Indonesia, redaman total berkisar antara 15 sampai 28 dB. Penelitian ini mrnggunakan 3 site pelanggan, masing-masing dengan splitter 1:4 untuk ODC dan 1:8 untuk ODP. Jumlah sambungan, konektor dan jarak pada serat optik juga dapat mempengaruhi tingkat redaman yang diukur. Spesifikasi redaman PT.Telkom Akses Payakumbuh di tunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Parameter Redaman PT.Telkom Akses Payakumbuh

No	Parameter	Type Nilai	Redaman
1	Kabel FO	1310 nm	0,35 dB/Km
2	Splitter	1:4	7,25 dB
3	Splitter	1:8	10,38 dB
4	Konektor	SC/UPC	0,25
5	Konektor	SC/APC	0,25
6	Sambungan	Kabel Feeder	0,10
7	Sambungan	Kabel Distribusi	0,10
8	Sambungan	Kabel Drop	0,10
9	Daya Keluaran Transmitter (P_{tx})	5 dBm	

2.3. Link Loss Budget

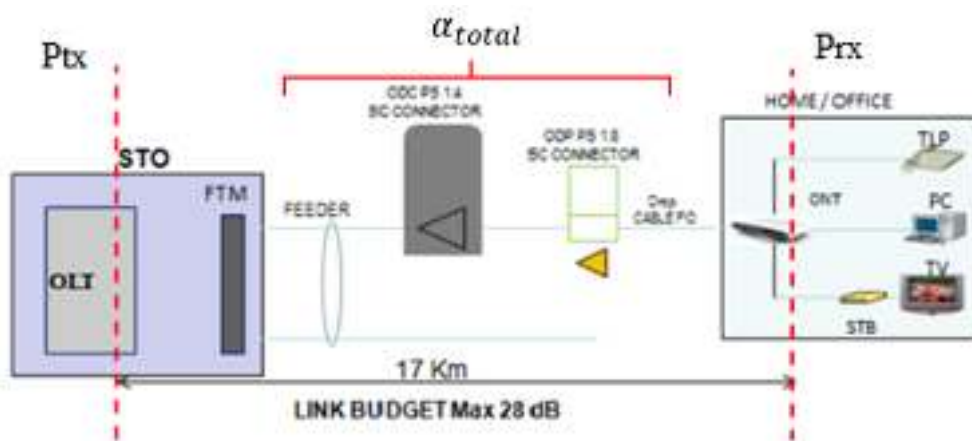
Redaman total seluruh saluran, termasuk kerugian (loss) pada semua komponen, seperti konektor, serat optik, dan sambungan, dihitung melalui link loss budget. Nilai total redaman saluran komunikasi optik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_f + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + \alpha_{sp} \tag{1}$$

dimana: α_{total} adalah total redaman saluran (dB), L adalah panjang serat optik (km), α_f adalah redaman total serat optik (dB/km), N_c adalah jumlah konektor, α_c adalah redaman konektor (dB/konektor), N_s adalah jumlah sambungan, α_s adalah redaman sambungan (dB/sambungan) dan α_{sp} adalah redaman Splitter (dB).

2.4. Power Link Budget

Perhitungan kabel serat optik dimulai dengan OLT di ruangan STO, disambungkan ke ODC, kemudian ke ODP di Site Batusangkar, dan langsung terhubung ke ONT yang dipasang di rumah pelanggan jaringan FTTH di Site Batusangkar. Satu rumah pelanggan di jaringan FTTH digunakan sebagai sumber perhitungan. Data redaman dikirim ke PT. Telkom Akses Payakumbuh, yang berlokasi di kota Payakumbuh, Sumatera Barat, melalui OLT ke ONT pelanggan di jalan Raya Bukit Tinggi Bulakan Balai Kandih Kecamatan Payakumbuh Barat. Gambar 2 menunjukkan skema yang digunakan untuk menghitung power link budget.



Gambar 2. Standar Link Budget[15]

Perhitungan power link budget bertujuan untuk memastikan daya yang diterima lebih besar atau sama dengan daya yang dikirimkan oleh pemancar guna menjaga keseimbangan antara gain dan redaman daya. Pada persamaan (2), P_{rx} adalah daya yang diterima di terminal ONT, sedangkan P_{tx} adalah daya keluaran dari OLT. α_{total} mencakup total redaman sinyal di jalur transmisi serat optik yang ditunjukkan pada Gambar 2. M_s adalah margin keamanan, biasanya 6-8 dB, sebagai buffer keamanan untuk mencegah redaman tambahan dan memastikan daya

penerima tetap sesuai standar. Perhitungan power link budget menggunakan persamaan (2) berikut ini:

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{total} - M_s \quad (2)$$

Dimana: P_{rx} adalah sensitivitas daya penerima(dBm), P_{tx} adalah daya keluaran pengirim (dBm), α_{total} adalah redaman total saluran (dB), M_s adalah safety margin, sekitar 6-8 dB. Selanjutnya dilakukan perhitungan margin daya menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$M = (P_{tx} + P_{rx}) - \alpha_{total} - M_s \quad (3)$$

Dimana: M = Margin Daya, P_{rx} adalah sensitivitas daya penerima(dBm), P_{tx} adalah daya keluaran pengirim (dBm), α_{total} adalah redaman total saluran (dB), M_s = Safety Margin, sekitar 6-8 dB.

Menurut standar, margin daya harus lebih dari 0 (nol). Margin daya adalah sisa daya dari daya pemancar setelah dikurangi dari total redaman selama proses transmisi, dikurangi dengan safety margin dan dikurangi dengan nilai sensitivitas penerima. Hasil perhitungan ini dapat digunakan untuk pengembangan jaringan FTTH baru.

3. Hasil dan Analisa

Pada bagian berisi tentang pembahasan perhitungan redaman total serat optik pada jaringan FTTH, perhitungan power link budget dan menganalisis dari hasil perhitungan.

3.1. Perhitungan Redaman Total Serat Optik berdasarkan spesifikasi

Persamaan 1 digunakan untuk menghitung jumlah redaman total untuk semua saluran. Nilai redaman total ditambah toleransi standar PT Telkom 28 dBm digunakan, dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Redaman Total berdasarkan Spesifikasi PT. Telkom Akses Payakumbuh

No	Parameter	Type Nilai	Redaman	Nilai	Total Redaman (dB)
1	Kabel serat optik	1310 nm	0,35 dB/Km	17	5,95
2	Splitter	1:4	7,25 dB	1	7,25
3	Splitter	1:8	10,38 dB	1	10,38
4	Konektor	SC/UPC	0,25	5	1,25
5	Konektor	SC/APC	0,25	2	0,7
6	Sambungan	Kabel Feeder	0,10	8	0,2
7	Sambungan	Kabel Distribusi	0,10	2	0,2
8	Sambungan	Kabel Drop	0,10	2	0,2
Total redaman (α_{total})					26,73
Tota redaman + Toleransi					28

3.2. Perhitungan Redaman Total Serat Optik pada Site Batusangkar

Perhitungan redaman pada Site Batusangkar sesuai denah pada Gambar 1, sebagai berikut:

Panjang Kabel x Redaman Kabel Serat Optik ke OLT – ODC	= 1,34 km × 0,35 = 0,469 dB
Panjang Kabel x Redaman Kabel Serat Optik ke ODC – ODP	= 0,27 km × 0,35 = 0,0945 dB
Panjang Kabel x Redaman Kabel Serat Optik ke ODP – ONT	= 0,15 km × 0,35 = 0,0525 dB
Redaman Splitter pada ODC	= 7,25 dB
Redaman Splitter pada ODP	= 10,38 dB
Redaman Splice pada Konektor	= 4 × 0,25 dB = 1 dB
Redaman splice pada Sambungan	= 7 × 0,1 dB = 0,7 dB

Perhitungan total redaman berdasarkan denah site Batusangkar di wilayah kecamatan Payakumbuh Barat menggunakan persamaan (1) adalah:

$$\alpha_{total} = L.\alpha_f + Nc.\alpha_c + Ns.\alpha_s + \alpha_{sp} = ((1,34 \times 0,35) + (0,27 \times 0,35) + (0,15 \times 0,35)) + (4 \times 0,25) + (7 \times 0,1) + (7,25 + 10,38) = ((0,469) + (0,0945) + (0,0525)) + (1) + (0,7) + (17,63) = (0,616) + (1) + (0,7) + (17,63) = 19,95 \text{ dB.}$$

Jadi α_{total} sebesar 19,95 dB, dari hasil perhitungan redaman total tersebut telah sesuai dengan range spesifikasi yang di tentukan oleh PT. Telkom Indonesia, yaitu antara 15 - 28 dB, yang menunjukkan bahwa jaringan dalam kondisi layak.

3.1. Perhitungan Power Link Budget

Daya di penerima (P_{rx}) dapat dihitung berdasarkan nilai redaman yang diperoleh untuk masing-masing pelanggan. Daya di pemancar (P_{tx}) yang ada pada OLT, yaitu +5 dBm, adalah nilai standar yang digunakan. Perhitungan Daya Penerima dari OLT ke pelanggan (ONT) di Site Batusangkar dilakukan menggunakan persamaan (2), yang berikut:

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_{total} = +5 - 19,95 - 6 = -20,95 \text{ dBm}$$

Kemudian, dilakukan perhitungan margin daya, sebagai berikut:

$$M = (P_{tx} + P_{rx}) - \alpha_{total} - Ms$$

$$M = (5 + 28) - 19,95 - 6$$

$$M = 7,05 \text{ dBm}$$

Daya di penerima (P_{rx}) berdasarkan perhitungan dihasilkan melebihi ketentuan -28 dBm, yaitu -20,95 dBm. Dengan hasil ini. sinyal masih dalam kondisi yang diterima. Selain itu, margin daya lebih besar dari nol, yaitu 7,05 dBm. Jadi, jaringan FTTH ini telah memenuhi persyaratan ITU-T G.984 dan mampu menghasilkan kinerja yang baik sesuai dengan persyaratan kualitas layanan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan redaman total sebesar 19,95 dB berada dalam range spesifikasi yang ditetapkan oleh PT. Telkom Indonesia. Dengan *power receive* lebih baik dari minimum yang disyaratkan dan margin daya adalah 7,05 dBm, jaringan FTTH telah memenuhi standar ITU-T G.984, sehingga dapat dinyatakan layak sesuai dengan persyaratan PT. Telkom Indonesia. Penelitian lanjutan perlu difokuskan pada optimasi kinerja power link budget jaringan FTTH dengan mempertimbangkan variasi geografis, kepadatan populasi dan kondisi lingkungan. Hal ini bertujuan untuk memenuhi standar kualitas yang ditetapkan serta memastikan layanan yang andal dan memuaskan bagi pelanggan di sisi uplink maupun downlink.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada PT. Telkom Akses Payakumbuh yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] Kaiser G, *Optical Communication Essentials*. 2010.
- [2] Rajiv Ramaswami; Kumar Sivarajan; Galen Sasaki, *Optical Networks: A Practical Perspective*. 2015.
- [3] I. B. Djordjevic, *Advanced Optical and Wireless Communications Systems: Second Edition*. 2022. doi: 10.1007/978-3-030-98491-5.
- [4] International Telecommunications Union, "Optical Fibres, Cables and Systems," pp. 144–147, 2009.
- [5] J. M. S. assisted By and M., *Optical Fiber Communications Principles and Practice*, vol. 31, no. 2. 2009. doi: 10.1108/14684520710747257.
- [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," *Ainet J. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–27, 2019, doi: 10.26618/ainet.v1i1.2287.
- [7] I. M. Zukri, "Analisis Pengaruh Penggunaan Passive Splitter Pada Optical Distribution Point (Odp) Terhadap Kinerja Jaringan Di Rumah Pelanggan," *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 18, no. 1, p. 32, 2022, doi: 10.30630/jipr.18.1.249.
- [8] B. Dermawan, I. Santoso, and T. Prakoso, "Analisis Jaringan Ftth (Fiber To the Home) Berteknologi Gpon (Gigabit Passive Optical Network)," *Transmisi*, vol. 18, no. 1, pp. 30-37–37, 2016.
- [9] D. Dunggio, B. P. Asmara, and S. Abdussamad, "Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 28–33, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i2.10073.
- [10] R. Rasyid, I. Yuanita, A. Niaga, P. N. Padang, and K. Padang, "PADANG," in *Kontribusi Kualitas*

Pelayanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Indihome Di Kota Padang, 2022.

- [11] M. Zulfikar, Zaldi Azhari, Rahmania, and Hafsa Nirwana, "Analisis Redaman Pada Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di PLASA TELKOM Bantaeng," *J. Tek. Elektro UNISMUH*, vol. 14, no. 2, pp. 130–138, 2022.
- [12] I. R. Riswanto, M. I. Ditrinov, and A. R. Utami, "Analisa Performansi menggunakan Metode Power Link Budget pada Jaringan FTTH Perumahan Balikpapan Regency Cluster Castaric," *SPECTA J. Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 606–613, 2023, doi: 10.35718/specta.v7i3.664.
- [13] F. Ilhamiroso, J. P. Hapsari, and M. Ismail, "Link Budget Analisis Fiber To the Home Pada Wilayah Efisien Di Puri Anjasmoro Kecamatan Semarang Barat," pp. 189–196, 2019.
- [14] K. A. Santoso and R. Alfath, "Analisis Perbandingan Budget Link antara Perhitungan dan Pengukuran Fiber Optik di Wilayah Jakarta Utara," *Pros. Semin. Nas. Sist. Inf. dan Teknol. ke-5*, pp. 316–321, 2021.
- [15] M. Alfarizi, M. Rosmiati, and G. A. Mutiara, "Pembuatan Desain Jaringan Fiber To the Home (FttH) Pada," *Univ. Telkom*, vol. 1, no. 2442–5826, 2015.